Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 133-136 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 133-136 (2558)

ผลของความร้อนและกรดออกซาลิกต่อการชะลออาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ 'ตราดสีทอง'

Effect of Hot Water Treatment and Oxalic Acid on Delaying Internal Browning of Pineapple Fruits cv. 'Trad Sri Thong'

พฤกษ์ ชูสังข์[1] **และมัณฑนา บัวหนอง**[1,2]
Preuk Choosung[1] and Mantana Buanong[1,2]

Abstract

Effects of hot water and oxalic acid treatments on delaying internal browning of 'Trad Sri Thong' pineapple were investigated. Fruit harvested at quarter ripe maturity stage were dipped into tap water (control), 50 ^{O}C hot water, 5 mM oxalic acid for 10 min. and 50 ^{O}C hot water for 10 min. followed by dipping in 5 mM oxalic acid for 10 min. Fruit then were stored at 13 ^{O}C for 2 weeks and transferred to 21 ^{O}C for 7 days. The results showed that weight loss and internal browning score of pineapple fruit were continuously increased throughout storage period. Treatments of tap water (control) and hot water + oxalic acid had higher score of internal browning in day 7 than other treatments. However, hot water treatment gave the best results on delaying internal browning and decreasing electrolyte leakage during storage period. Also, treatment of hot water had the lowest activity of lypoxygenase (LOX) and malondialdehyde (MDA) content during day 3 and 7 of storage period as compared with the control and fruit dipped with hot water + oxalic acid which exhibited higher activity of LOX and MDA content.

Keywords: oxalic acid, heat treatment, pineapple

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของความร้อนและกรดออกซาลิกต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ 'ตราดสีทอง' โดยทำการจุ่มผลสับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะผิวขึ้นสีเหลืองประมาณ 2 แถว) ในน้ำประปา (ชุดควบคุม), น้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส, กรดออกซาลิกความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ นาน 10 นาที และน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วจึงจุ่มในกรดออกซาลิกความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ อีก 10 นาที หลังจากนั้น นำผลสับประรดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน แล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส อีก 7 วัน พบว่า ผลสับปะรดทุกชุดการทดลองมีการสูญเสียน้ำหนักสดและมีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลบริเวณใกล้แกนผลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลสับประรดที่จุ่มด้วยน้ำประปา (ชุดควบคุม) และผลที่จุ่มด้วยน้ำร้อนร่วมกับกรดออกซาลิก มีคะแนนการเกิดไส้สีน้ำตาลเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา แต่การจุ่มน้ำร้อนสามารถชะลออาการไส้สีน้ำตาลและมีการรั่วไหลของประจุต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ นอกจากนั้น ยังพบว่า ผลที่จุ่มน้ำร้อนมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสและปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่ำที่สุดในวันที่ 3 และ 7 ของการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับสับปะรดที่จุ่มน้ำประปา (ชุดควบคุม) และผลที่จุ่มน้ำร้อนร่วมกับกรดออกซาลิกซึ่งมีกิจกรรมของเอนไซม์ ไลพอกซีจีเนสและปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์สูงที่สุด

คำสำคัญ: กรดออกซาลิก, ความร้อน, สับปะรด

คำนำ

สับปะรดเป็นผลไม้ส่งออกซึ่งเป็นที่ต้องการของหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา จีน และญี่ปุ่นเป็นต้น (สำนักบริหารการค้าสินค้าทั่วไป กลุ่มสินค้าเกษตร, 2554) แต่พบว่าผลสับปะรดที่เก็บรักษาและขนส่งภายใต้อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานานมักเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ซึ่งมีลักษณะเป็นอาการไส้สีน้ำตาล (internal browing) บริเวณเนื้อเยื่อใกล้แกนผล และมีอาการรุนแรงขึ้นพร้อมกับอาการฉ่ำน้ำ (Pusittigul *et al*., 2012) กลไกในการเกิดความผิดปกติอาจมีสาเหตุจากของเยื่อหุ้มเซลล์ไม่สามารถควบคุมการผ่านเข้าออกของสาร สารประกอบฟีนอลจึงรั่วไหลออกจากเซลล์แล้วทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140
[1]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi,Bangkok 10140
[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[2]Postharvest Technology Innovation Center, Commission of Higher Education, Bangkok, 10400.

ร่วมกับออกซิเจนเป็นควิโนนและเกิดสารสีน้ำตาล นอกจากนี้อาการสะท้านหนาวยังส่งผลให้เกิดการสะสมของอนุมูลอิสระสูง และก่อให้เกิดปฏิกิริยา lipid peroxidation ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสื่อมสภาพ (กรกช, 2553) การยับยั้งการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สารเคลือบผิว การใช้ความร้อน และการใช้สารเคมี โดยวิธีการจุ่มน้ำร้อนสามารถชักนำให้พืชทนต่อสภาวะเครียด กระตุ้นให้พืชสังเคราะห์และเพิ่มกิจกรรมเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดสารอนุมูลอิสระ Weerahewa and Adikaram (2005) รายงานว่าผลสับปะรดที่จุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 60 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถลดอาการไส้สีน้ำตาลที่บริเวณแกนผลได้ดีที่สุด อีกทั้งยังสามารถชะลอการสุกและการสูญเสียน้ำได้อีกด้วย และการจุ่มผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองในน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถชะลออาการไส้สีน้ำตาลได้ถึง 21 วัน โดยพบอาการไส้สีน้ำตาลบริเวณเนื้อใกล้แกนผลเพียง 51-75% (อภิรดี และผ่องเพ็ญ, 2555) นอกจากนั้นการใช้กรดออกซาลิกยังสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและชักนำให้พืชมีความต้านทานต่อสภาพเครียดได้เช่นกัน โดยมีผลไปชะลอปฏิกิริยาของเอนไซม์ polyphenoloxidase และกระตุ้นปฏิกิริยาเอนไซม์ peroxidase Saengnil *et al*. (2006) รายงานว่า การจุ่มผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยในกรดออกซาลิกที่ความเข้มข้น 10 % นาน 15 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกและยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด อีกทั้งยังชะลอกิจกรรมเอนไซม์ polyphenoloxidase และเอนไซม์ peroxidase ได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของความร้อนและกรดออกซาลิกเพื่อชะลอการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ 'ตราดสีทอง' ที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำ

วิธีการทดลอง

ทำการเก็บเกี่ยวผลสับปะรดพันธุ์ 'ตราดสีทอง' ระยะผิวขึ้นสีเหลืองประมาณ 2 แถว จากแปลงปลูกเกษตรกรในจังหวัดตราด ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2558 แล้วขนส่งมายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ คัดแยกผลที่มีความบริบูรณ์ขนาดที่ไม่เท่าเทียมกัน และผลที่ปรากฏโรคหรือแมลงเข้าทำลายออก จากนั้นทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งปลอมปนที่ติดมากับผลสับปะรดออก แล้วล้างด้วยสารละลายคลอรีอกซ์ความเข้มข้น 200 ppm วางให้ผลแห้งประมาณ 20 นาที นำมาจุ่มในน้ำประปานาน10 นาที หรือจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสนาน 10 นาที หรือ จุ่มสารละลายกรดออกซาลิกที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ นาน 10 นาที และจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสนาน 10 นาทีก่อน แล้วจึงย้ายไปจุ่มในสารละลายกรดออกซาลิกที่ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ นาน 10 นาที ผึ่งให้ผลแห้งและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จนถึงวันที่ 21 ของการเก็บรักษา โดยแต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) วิเคราะห์และบันทึกผลการทดลองวันที่ 0, 3, 7, 14 และ 21 ของการเก็บรักษา

ผลและวิจารณ์ผล

ผลสับปะรดในทุกชุดการทดลองแสดงอาการไส้สีน้ำตาลในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา โดยสับปะรดที่จุ่มน้ำร้อนมีความรุนแรงของอาการไส้น้ำตาลน้อยที่สุด รองลงมาคือ ผลที่จุ่มด้วยกรดออกซาลิกที่ ในขณะที่ผลที่จุ่มน้ำประปาและผลที่จุ่มน้ำร้อนร่วมกับกรดออกซาลิก พบความรุนแรงของอาการไส้สีน้ำตาลไม่แตกต่างกัน และในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา ผลสับประรดที่จุ่มน้ำประปามีความรุนแรงของอาการไส้สีน้ำตาลมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ (Figure 1 and 2) สอดคล้องกับรายงานของ Fallik (2004) ที่พบว่าการจุ่มน้ำร้อนชักนำให้พืชทนต่ออาการสะท้านหนาวและมีการสะสม heat shock protein ได้ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของผลสับปะรดทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดการเก็บรักษาโดยชนิดของสารที่ใช้จุ่มไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (Figure 3A) การรั่วไหลของประจุเป็นดัชนีวัดการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ พบว่า สับประรดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสนั้นมีการรั่วไหลของประจุเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 -7 ของการเก็บรักษาและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ผลที่จุ่มน้ำประปามีการรั่วไหลของประจุมากที่สุด รองลงมาคือ ผลที่จุ่มน้ำร้อน ผลที่จุ่มกรดออกซาลิก และผลที่จุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารละลายกรดออกซาลิก ตามลำดับ (Figure 3B) นอกจากนั้น ความรุนแรงของอาการไส้สีน้ำตาลยังสัมพันธ์กับการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยเฉพาะในสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองซึ่งมีเนื้อเยื่ออ่อนแอกว่าพันธุ์อื่น (กชกร, 2553) โดยเมื่อพืชเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพจะมีอนุมูลอิสระเกิดขึ้นภายในเซลล์ อนุมูลอิสระเหล่านี้จะทำลายเยื่อหุ้มเซลล์โดยกระบวนการ lipid peroxidation และมีเอนไซม์ lipid peroxidase (LOX) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (ดนัย, 2534) ซึ่งหากกิจกรรมของเอนไซม์ LOX เพิ่มขึ้นในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ แสดงว่า พืช

ตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำ (Berger *et al*., 2001) และผลสับปะรดชุดการทดลองมีปริมาณ MDA ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากปฏิกิริยา lipid oxidation เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยชนิดของสารที่ใช้จุ่มไม่มีผลต่อปริมาณ MDA (Figure 3C) ผลสับประรดมีกิจกรรมของเอนไซม์ LOX ค่อนข้างคงที่ในช่วง 7 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นจึงเพิ่มขึ้นมากที่สุดในวันที่ 14 ของการเก็บรักษาและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยสับประรดที่จุ่มน้ำร้อนร่วมกับกรดออกซาลิกมีกิจกรรมของเอนไซม์ LOX เพิ่มขึ้นสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดลองอื่น ๆ (Figure 3D) อาจเนื่องมาจากเซลล์ได้รับความเสียหายจากการใช้ความร้อนร่วมกับกรดออกซาลิก กิจกรรมของเอนไซม์ LOX จึงถูกกระตุ้นเพื่อตอบสนองต่อการเกิดบาดแผลของพืช (Porta and Rocha-Sosa, 2002)

สรุปผลการทดลอง

การจุ่มผลสับปะรดพันธุ์ 'ตราดสีทอง' ในน้ำร้อนสามารถชะลอการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ แต่กลับกระตุ้นให้มีการรั่วไหลของประจุในผล ในขณะที่การจุ่มน้ำประปาหรือกรดออกซาลิกเพียงอย่างเดียวหรือการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับการจุ่มกรดออกซาลิกไม่สามารถชะลอการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลและปริมาณ MDA และกิจกรรมของเอนไซม์ LOX ได้

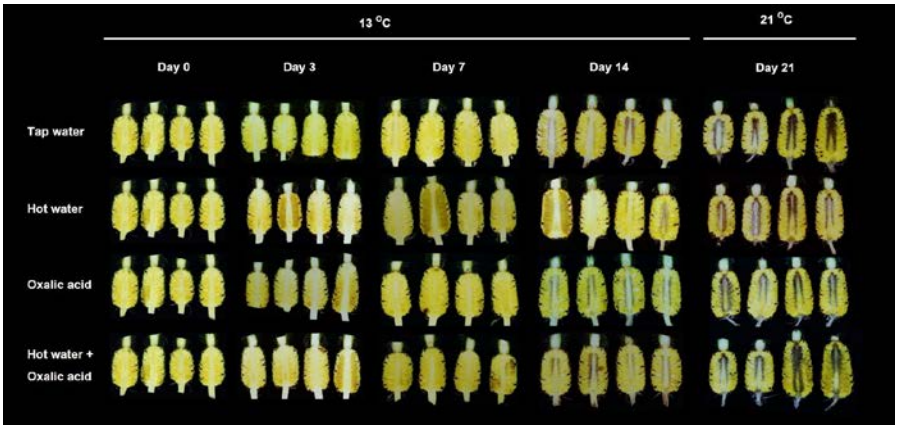

Figure 1 Visual appearance of pineapple fruit cv. 'Trad Sri Thong' dipped in tap water (control), 50°C hot water, 5mM oxalic acid for 10 minutes and combination with of hot water and oxalic acid solution and during storage in 13 and 21 °C.

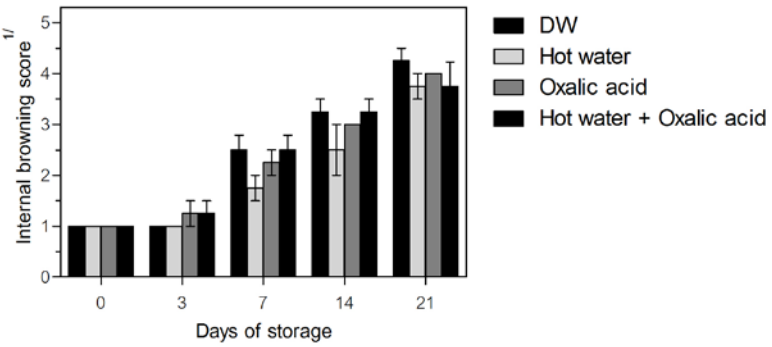

Figure 2 Internal browning score of pineapple fruit cv. 'Trad Sri Thong' dipped in tap water (control), 50 ° C hot water, 5 mM oxalic acid for 10 minutes and combination of hot water andoxalic acid solution during storage at 13 °C. (1/ Score 1 = browning symptom showed at 0-10% of core area; 2 = browning symptom showed at 11-20% of core area; 3 = browning symptom showed at 21-30% of core area; 4 = browning symptom showed at 31-40% of core area; 5 = browning symptom showed at 41-50% of core area).

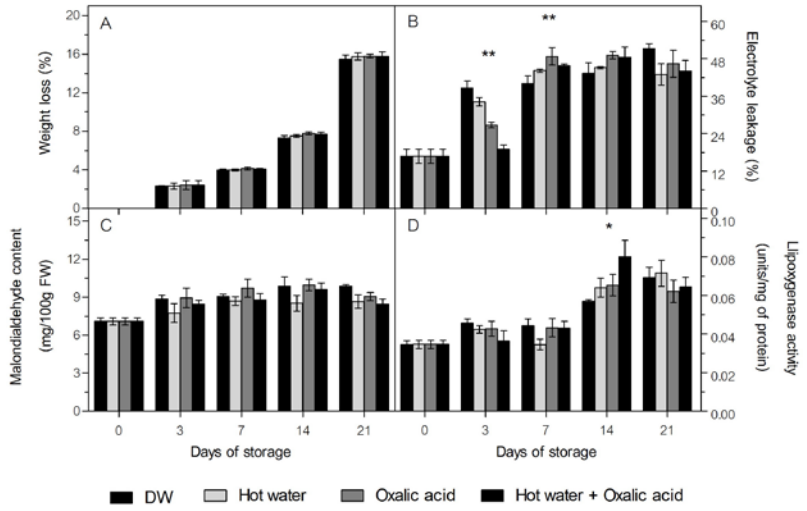

Figure 3 Weight loss (A), electrolyte leakage (B), malondialdehyde content (C) and lipoxygenase activity of pineapple fruit cv. 'Trad Sri Thong' dipped in tap water (control), 50 ^{o} C hot water, 5 mM oxalic acid for 10 minutes and combination of hot water and oxalic acid dipping during storage at 13 ^{o}C

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ ที่ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรกช ชั้นจิรกุล. 2553. ปริมาณกรดไขมัน แอนตี้ออกซิแดนท์ และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรด (*Ananas comosus* (L) Merr.). วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ดนัย บุญเกียรติ. 2534. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 215 หน้า.

สำนักบริหารการค้าสินค้าทั่วไป กลุ่มสินค้าเกษตร. 2554. สับปะรดและผลิตภัณฑ์สับปะรด. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: http://urll.us/1WUF6P. (1 มิถุนายน 2558).

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีรัตน์. 2555. ผลของการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารเคลือบผิวที่มีต่อคุณภาพของผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง. วรสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43(3 พิเศษ): 384-387.

Berger, S., H.A. Weichert, C. Porzel, H.K. Wasternack and I. Feussner. 2001. Enzymatic and non-enzymeatic lipid peroxidation in leaf development. Biochem. Biophys. Acta 1533: 266-276.

Fallik, E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). Journal of Postharvest Biology and Technology 32: 125–134.

Porta, H. and M. Rocha-Sosa. 2002. Plant lipoxygenases. Physiological and molecular features. Journal of Plant Physiology. 130: 15-21.

Pusittigul, I., S. Kondo and J. Siriphanich. 2012. Internal browning of pineapple (*Ananas comosus* L.) fruit and endogenous concentrations of abscisic acid and gibberellins during low temperature storage, Journal of Scientia Horticulturae. 146: 45-51.

Saengnil, K., K. Lueangprasert and J. Uthaibutra. 2006. Control of enzymatic browning of harvested 'Hong Huay' litchi fruit with hot water and oxalic acid dips. Journal of The Science Society of Thailand 32: 345-350.

Weerahewa, H.L.D and N.K.B. Adikaram. 2005. Heat-induced tolerance to internal browning of pineapple(*Ananas comosus* cv ' Mauritius')under cold storage. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 80(4): 503-509.