

ผลของระยะความบิรุรณ์ต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง
Effect of Maturity Stages on Internal Browning of Pineapple Fruits cv. 'Trad Sri Thong'

มัทนา บัวทอง^{1,2} และ เฉลิมชัย วงษ์อารี^{1,2}
Mantana Buanong^{1,2} and Chalermchai Wongs-Aree^{1,2}

Abstract

Effect of maturity stages on internal browning of pineapple fruits cv. 'Trad Sri Thong' was investigated. Fruits were harvested at mature green, ¼ ripe and ½ ripe stages in Pluak Daeng, Rayong province, then stored at 13 °C, 85 % RH for 4 weeks. The result showed that the stages of maturity significantly affected internal browning, electrolyte leakage, activity of polyphenol oxidase (PPO) and storage life of pineapple fruits ($P \leq 0.01$). Pineapple fruits harvested at ½ ripe stage exhibited the internal browning score 2 within 2 weeks of storage, and had higher electrolyte leakage (53.05 %) and activity of PPO (4.45 DOD₄₁₀ /min•mg protein) than the mature green fruits which reached internal browning score 2 in week 3. Additionally, electrolyte leakage and PPO activity of the mature green pineapple fruits were 42.11 and 3.21 DOD₄₁₀ /min•mg protein, respectively. The storage life of pineapple fruits was determined by 50% internal browning symptom. The ¼ ripe and ½ ripe stages had shorter storage life of 14 days of storage than the mature green fruits which had 21 day of storage.

Keywords: Internal browning, maturity stage, pineapple

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของระยะความบิรุรณ์ต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง โดยทำการเก็บเกี่ยวสับปะรดในระยะ mature green (แก่เขียว), ¼ ripe (สุก ¼ ผล โดยมีผิวขึ้นสีเหลืองประมาณ 2 แถว) และ ½ ripe (สุกครึ่งผล โดยมีผิวขึ้นสีเหลืองประมาณ 1/2) ในอำเภอบางพลี จังหวัดระยอง แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ระยะความบิรุรณ์ของสับปะรดมีผลต่อความรุนแรงของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล อัตราการรั่วไหลของประจุ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO บริเวณแกนเนื้อผล และอายุการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดยในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษา สับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ ½ ripe มีคะแนนความรุนแรงของอาการไส้สีน้ำตาล เท่ากับ 2 และมีการเพิ่มขึ้นของอัตราการรั่วไหลของประจุ และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO มากที่สุด เท่ากับ 53.05 และ 4.45 DOD₄₁₀ /min•mg protein ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ mature green ซึ่งมีคะแนนความรุนแรงของอาการไส้สีน้ำตาล เท่ากับ 2 ในสัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บรักษา และมีอัตราการรั่วไหลของประจุและ กิจกรรมของเอนไซม์ PPO เท่ากับ 42.11 และ 3.21 DOD₄₁₀ /min•mg protein ตามลำดับ อายุการเก็บรักษาของสับปะรด พิจารณาจากการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลบริเวณแกนผล 50 % พบว่า สับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ ¼ ripe และ ½ ripe มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด เท่ากับ 14 วัน ในขณะที่สับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ mature green มีอายุการเก็บรักษา นานที่สุด เท่ากับ 21 วัน

คำสำคัญ: ระยะความบิรุรณ์ อาการไส้สีน้ำตาล สับปะรด

คำนำ

ปัจจุบันสับปะรดได้กลายเป็นผลไม้เมืองร้อนที่มีส่วนแบ่ง 25% ของปริมาณผลผลิตผลไม้เมืองร้อนทุกชนิดของโลก หรือประมาณ 82.7 ล้านตันในปี พ.ศ. 2550 เฉพาะส่วนแบ่งการตลาดของสับปะรดรับประทานสดได้เพิ่มขึ้นประมาณ 11% ระหว่างปี พ.ศ. 2540-2550 โดยประเทศที่ส่งออกสับปะรดสดมากที่สุด คือ คอสตาริกา ฟิลิปปินส์ และเบลเยียม ประเทศที่มีการนำเข้าสับปะรดมากที่สุดตามลำดับ คือ อเมริกา เบลเยียม เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น และเยอรมันนี (เปรม, 2553) การเก็บรักษาสับปะรดที่อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีการที่นิยมปฏิบัติกันมากและเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยมีผลทำให้กระบวนการ

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว 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.

ต่างๆ ทางชีวเคมีเกิดช้าลง และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้ เช่น ช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำหนัก ลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในผลิตผล ตลอดจนการเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ มีอัตราผันแปรตามอุณหภูมิ (จริงแท้, 2541) Youryon *et al.* (2007) รายงานว่า การเก็บรักษาสับปะรดไว้ที่อุณหภูมิ 10°C สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ การเปลี่ยนแปลง pH ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และคงคุณภาพให้เป็นที่ยอมรับอยู่ได้นานกว่าการเก็บรักษาสับปะรดไว้ที่อุณหภูมิ 20 และ 30°C แต่สับปะรดพันธุ์ตราดสีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (10-15°C) ที่เหมาะสำหรับ tropical fruit นั้น ทำให้เกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองมีค่าลดลง (อ้อมอรุณ, 2547) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาปัจจัยในเรื่องความแตกต่างของระยะเวลาการเก็บรักษาของสับปะรดกลุ่มควีนต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล และความรุนแรงของอาการ เพื่อทราบถึงการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในรักษาคุณภาพของสับปะรดและชะลอการเกิดอาการไส้สีน้ำตาล

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการเก็บเกี่ยวสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง ตามระยะการเจริญ mature green (แก่เขียว), ¼ ripe (สุกครึ่งผล โดยมีผิวขึ้นสีเหลืองประมาณ 2 แถว) และ ½ ripe (สุกครึ่งผล โดยมีผิวขึ้นสีเหลืองประมาณ 1/2) (Figure 1) จากแปลงของเกษตรกรในอำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง ขนส่งโดยใช้รถตู้ปรับอากาศมายังห้องปฏิบัติการสายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ล้างน้ำแล้วผึ่งให้แห้ง หลังจากนั้น คัดเลือกให้ผลมีขนาดใกล้เคียงกันโดยปราศจากรอยตำหนิจากโรคและแมลง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85% ตลอดระยะเวลาการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ในแต่ละวิธีการใช้ผลสับปะรด 4 ผล/ชุดการทดลอง ซ้ำละ 1 ลูก และทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยโปรแกรม SAS โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ Least Significant Difference (LSD) test

ผลและวิจารณ์

การรั่วไหลของประจุ (ion leakage) ใช้เป็นตัวชี้วัดการเสถียรภาพของเมมเบรน (membrane integrity) ซึ่งเป็นผลมาจากการที่เมมเบรนถูกทำลาย (Borsos-Matovina และ Blake, 2001) แล้วทำให้เกิดการสูญเสียและ membrane-bound solute ในสับปะรดที่ 3 พบว่า สับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ 1/2 ripe มีการรั่วไหลของไอออนสูงขึ้นไปเท่ากับ 53.05 ในขณะที่สับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ mature green ซึ่งพบว่ามีการรั่วไหลของไอออนเท่ากับ 42.11 (Figure 4) โดยการรั่วไหลของประจุที่เพิ่มขึ้นนั้นยังสัมพันธ์กับความรุนแรงของอาการไส้สีน้ำตาลตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น การเกิดสีน้ำตาลในเนื้อเยื่อพืช หรือ อาการ browning เป็นผลมาจากการออกซิไดส์สารประกอบฟีนอล *ortho*-dihydroxy ไปเป็น *ortho*-quinines โดยมีเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (McEvily *et al.*, 1992) และอาการสีน้ำตาลที่เกิดเนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ (enzymatic browning) สามารถชักนำให้เกิดการพัฒนาของสีผิดปกติ รสชาติผิดปกติ และมีการสูญเสียสารอาหารสำคัญในผลิตผลอีกด้วย (Martinez and Whitaker, 1995) ผลการศึกษา พบว่า การเกิดอาการไส้สีน้ำตาลจะรุนแรงมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยสับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะความเจริญต่างกัน ๗ มีผลต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$) สับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ 1/2 ripe มีคะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเท่ากับ 2 ซึ่งแสดงอาการไส้สีน้ำตาล 26-50% ในสับปะรดที่ 2 ของการเก็บรักษา ในขณะที่สับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ mature green มีคะแนนการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเท่ากับ 2 ในสับปะรดที่ 3 ของการเก็บรักษา (Figure 2, 3) นอกจากนี้ ความรุนแรงของอาการไส้สีน้ำตาลยังสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ที่เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาอีกด้วย โดยในสับปะรดที่ 3 ของการเก็บรักษา สับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ ½ ripe มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นสูงที่สุด เท่ากับ 4.45 $\text{DOD}_{410} / \text{min} \cdot \text{mg protein}$ เมื่อเปรียบเทียบกับสับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ mature green ซึ่งพบกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เท่ากับ 3.21 $\text{DOD}_{410} / \text{min} \cdot \text{mg protein}$ (Figure 5) Weerahewa and Adikaram (2005) ศึกษาการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรด 2 สายพันธุ์ คือ 'Mauritius' และ 'Kew' พบว่า สับปะรดทั้ง 2 สายพันธุ์ เกิดอาการไส้สีน้ำตาลเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน โดยแสดงอาการแตกต่างกันตามสายพันธุ์ แหล่งปลูก ความรุนแรง และความอ่อนแอต่ออาการไส้สีน้ำตาล สับปะรดพันธุ์ 'Mauritius' แสดงอาการไส้สีน้ำตาลบริเวณแกนและเนื้อผลทั่วทั้งผลในสับปะรดแรกของการเก็บรักษา ในขณะที่พันธุ์ 'Kew' แสดงอาการไส้สีน้ำตาลบริเวณเนื้อผลในสับปะรดที่สองของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับสับปะรดพันธุ์ 'Queen' ที่เก็บ

เกี่ยวข้องกับแปลงปลูกที่เมือง Nelspruit ประเทศแอฟริกาใต้ (Van Lelyveld *et al.*, 1977) พบว่า การเกิดอาการไส้สีน้ำตาลมีลักษณะคล้ายคลึงกับพันธุ์ 'Mauritius' นอกจากนั้น สับปะรดทั้ง 2 พันธุ์ ยังแสดงความอ่อนแอต่ออาการไส้สีน้ำตาลเมื่อเก็บเกี่ยวมาในระยะ full mature-green และ ripe แต่การเก็บเกี่ยวในระยะ ripe 25% ก่อนพัฒนาไปเป็นระยะ full mature-green สามารถชะลอการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลได้ อย่างไรก็ตาม การเก็บเกี่ยวเร็วเกินไป กลับไม่พบอาการไส้สีน้ำตาล แต่สับปะรดจะไม่สุก หรือมีรสชาติอย่างที่ต้องการได้ (Weerahewa and Adikaram, 2005) อายุการเก็บรักษาของสับปะรด พิจารณาจากการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลบริเวณแกนผล 50 % พบว่า สับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ ¼ ripe และ ½ ripe มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด เท่ากับ 14 วัน ในขณะที่สับปะรดที่เก็บเกี่ยวในระยะ mature green มีอายุการเก็บรักษาได้ นานที่สุด เท่ากับ 21 วัน (Table 1)

คำขอขอบคุณ

ขอขอบพระคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมกรมเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 396 หน้า.
- เปรม ฌ สงขลา. 2553. สับปะรด พืชทองของโลก สาระจากการประชุมสับปะรดนานาชาติครั้งที่ 7 มาเลเซีย. วารสารเคหการเกษตร 34 (10): 71-90.
- อ้อมอรุณ นุกุลธรประกิต. 2547. อนุมูลเสรีและตัวต้านออกซิเดชันกับอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรด. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 92 หน้า.
- Borsos-Matovina, V. and T.J. Blake. 2001. Seed treatment with the antioxidant Ambiol enhances membrane protection in seedlings exposed to drought and low temperatures. *Trees (Berl.)* 15: 163-167.
- McEvily, A.J., R. Lyengar and W.S. Otwell. 1992. Critical review of food science and nutrition 32: 253-273.
- Van Lelyveld, L.J. and J.A. De Bruyn. 1977. Polyphenols, ascorbic acids and related enzyme activities associated with black heart in Cayenne pineapple fruit. *Agrochemophysica* 9: 1-16.
- Weerahewa, D. and N.K.B. Adiharam. 2005. Some biochemical factors underlying the differential susceptibility of two pineapple cultivars to internal browning disorder. *Cey. J. Sci. (Bio. Sci.)* 34: 7-20.
- Youryon, P., C. Wong-Aree, W.B. McGlasson, S. Glaham and S. Kanlayanarat .2007. Harvesting times affecting fruit acidity and internal browning of Queen pineapple stored at low temperature. *Acta Hort.* 804: 555-560.

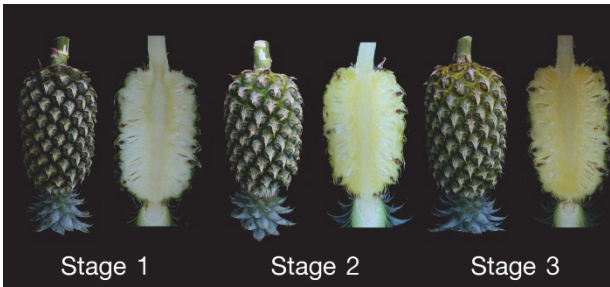


Figure 1 Maturity of pineapple fruits cv. Trad Sri Thong used for the experiment; stage 1 = mature green; stage 2 = 1/4 ripe; stage 3 = 1/2 ripe

Internal Browning Index



Figure 2 The severity of internal browning symptom in pineapple fruits cv. Trad Sri Thong

- Score 0 = no internal browning
- Score 1 = 10-25% internal browning
- Score 2 = 26-50% internal browning
- Score 3 = 51-75% internal browning
- Score 4 = more than 75% browning

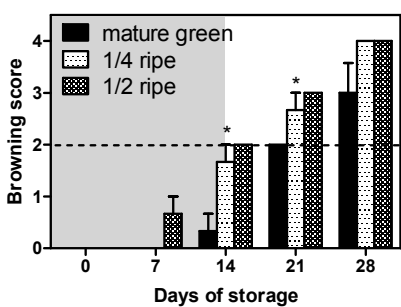


Figure 3 Internal browning score of pineapple fruits cv. Trad Sri Thong, harvested at stage 1 = mature green; stage 2 = 1/4 ripe; stage 3 = 1/2 ripe, during 13°C storage, 70-80 %RH (dashed line = end of the storage life).

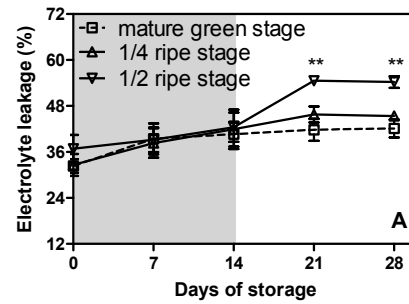


Figure 4 Electrolyte leakage of pineapple fruits cv. Trad Sri Thong, harvested at stage 1 = mature green; stage 2 = 1/4 ripe; stage 3 = 1/2 ripe, during 13°C storage, 70-80 % RH.

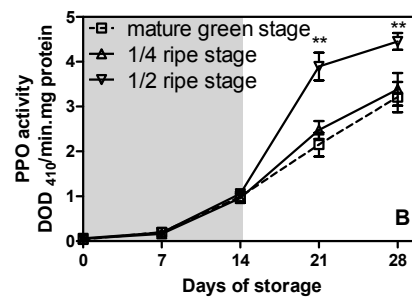


Figure 5 Polyphenol oxidase activity of pineapple fruits cv. Trad Sri Thong, harvested at stage 1 = mature green; stage 2 = 1/4 ripe; stage 3 = 1/2 ripe, during 13°C storage, 70-80 %RH.

Table 1 Storage life of pineapple fruits cv. Trad Sri Thong, harvested at stage 1 = mature green; stage 2 = 1/4 ripe; stage 3 = 1/2 ripe, during 13°C storage, 70-80 %RH.

Treatments	Days of storage ^{1/}
Mature green stage	21 ^a
1/4 ripe stage	14 ^b
1/2 ripe stage	14 ^b
F-test	**
C.V. (%)	2.44

^{1/} Means with different letters within the same column are significantly different.

** = Significantly different at P ≤ 0.01