Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 311-314 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 311-314 (2554)

ระยะการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (*Hylocereus undatus*)

Growth and Developmental Stages and Quality Changes of White-fleshed Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*)

ศลิษา ศรีสุข[1], **อัญชลี ศิริโชติ**[1*] **และ สุจริต ส่วนไพโรจน์**[2]

Salisa Sresook[1], Anchalee Sirichote[1*] and Sucharit Suanphairoch[2]

Abstract

Changes from the early stage of flowering to the harvesting stage as well as physical and chemical qualities of white-fleshed dragon fruits were investigated at 25, 28, 31, 34, 37 and 40 days after full bloom. It was found that the duration between the early stage of flowering and full bloom was 25 days. At 40 days after full bloom, the fruit diameter increased to 8.94 cm. Dragon fruit had pHs of 4.60, 3.49, 3.51, 4.00, 4.40 and 4.58 at 25, 28, 31, 34, 37 and 40 days after full bloom, respectively. The lightness (*L**) and firmness (N) values of dragon fruit pulp consistently decreased whereas the moisture content (%) increased with the maximum value of 85.58% at 40 days after full bloom. The total soluble solids content (^{o}Brix) also regularly increased 25 to 31 days after bloom. However, the values were not significantly different at 34 to 40 days after bloom. The titrable acidity expressed as % (w/v) citric acid decreased gradually. The highest value of the titrable acidity (1.45%) was obtained at 28 days after full bloom. Furthermore, 72.23% electrolyte leakage of dragon fruit pulp (∅ 0.08 cm. x 0.03 cm. long) was observed at 40 days after full bloom. Twenty five- and 28-day-old dragon fruits had very little total sugars and reducing sugars with a good correspondence to the observed bluish color resulting from the iodine staining test using the cross sectional cut of dragon fruit pulp. Moreover, the levels of total sugars and reducing sugars of dragon fruit pulp after blooming were 7.15±0.04 and 6.94±0.63, 8.19±0.19 and 8.06±0.30, 11.29±0.09 and 11.05±0.17 and 11.30±0.10 and 11.28±0.27 at 31, 34, 37 and 40 days after full bloom.

Keywords: dragon fruit, electrolyte leakage, iodine staining

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ระยะผลิดอกถึงระยะเก็บเกี่ยว และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมีของแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว นับจากหลังดอกบาน 25, 28, 31, 34, 37 และ 40 วัน พบว่าแก้วมังกรระยะผลิดอกถึงดอกบานใช้เวลา 25 วัน และการเปลี่ยนแปลงขนาดผลตั้งแต่หลังวันดอกบาน 40 วัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลเพิ่มขึ้นเป็น 8.94 cm. โดยแก้วมังกรหลังวันดอกบาน 25, 28, 31, 34, 37 และ 40 วัน มีค่า pH เท่ากับ 4.60, 3.49, 3.51, 4.00, 4.40 และ 4.58 ตามลำดับ ค่าความสว่าง (*L**) ของเนื้อและค่าความแน่นเนื้อ (N) ของเนื้อแก้วมังกรมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดหลังวันดอกบาน 40 วัน มีค่าเท่ากับ 85.58% ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{o}Brix) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องหลังวันดอกบานตั้งแต่ 25-31 วัน ขณะที่หลังวันดอกบาน 34-40 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (% w/v) มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยผลแก้วมังกรหลังวันดอกบาน 28 วัน มีปริมาณกรดสูงสุดเท่ากับ 1.45% ค่าการรั่วไหลของประจุเนื้อแก้วมังกร (∅ 0.08 cm. x ความยาว 0.03 cm.) หลังวันดอกบาน 40 วัน มีค่าเท่ากับ 72.23% ผลแก้วมังกรหลังวันดอกบาน 25-28 วัน มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในปริมาณน้อยมากสอดคล้องกับผลการทดสอบ iodine staining ที่ให้ผลของการย้อมสีชิ้นเนื้อแก้วมังกร (cross sectional cut) เป็นสีน้ำเงิน และพบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของผลแก้วมังกรหลังวันดอกบาน 31, 34, 37 และ 40 วัน มีค่าเท่ากับ 7.15±0.04 และ 6.94±0.63, 8.19±0.19 และ 8.06±0.30, 11.29±0.09 และ 11.05±0.17 และ 11.30±0.10 และ 11.28±0.27 ตามลำดับ

คำสำคัญ แก้วมังกร, การรั่วไหลของประจุ, การย้อมสีด้วยไอโอดีน

[1] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาคีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์/ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ม.สงขลานครินทร์ จ.สงขลา 90112

[1] Postharvest Technology Innovation Center, Affiliated Prince of Songkla University/ Dept. of Food Technology, Fac. of Agro-Industry, PSU, Songkhla 90112

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาคีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์/ ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.สงขลานครินทร์ จ.ปัตตานี 94000

[2] Postharvest Technology Innovation Center, Affiliated Prince of Songkla University/ Dept. of Technology and Industries, Fac. of Science and Technology, PSU, Pattani 94000

[*] Corresponding author: anchalee.s@psu.ac.th

คำนำ

แก้วมังกร (dragon fruit) เป็นพืชในวงศ์กระบองเพชร ประเภทต้นเลื้อย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hylocereus undatus* เนื้อผล 100 กรัม ให้พลังงานประมาณ 67.70 กิโลแคลอรี่ มีวิตามินซีประมาณ 9.4 มิลลิกรัม มีเส้นใยประมาณ 0.71 กรัม ซึ่งวิตามินซีช่วยในเรื่องของการต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกาย และเส้นใยช่วยให้ระบบขับถ่ายดีขึ้น (สุรพงษ์, 2545) การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรเพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวผลที่มีรสชาติดี ผลที่สุกงอมจะให้เนื้อผลมีรอยช้ำ สลับกับเนื้อผลสีขาวขุ่น ทำให้ได้ผลิตผลคุณภาพต่ำ (รภัสสา, 2552) นอกจากนี้พบว่าหากเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรเร็วเกินไปจะทำให้มีรสเปรี้ยว หรือหากเก็บเกี่ยวช้าเกินไปจะทำให้ผลแก้วมังกรเกิดการเสื่อมสภาพได้ง่าย มีอายุการวางขายสั้น (สุรพงษ์, 2545) การศึกษาระยะการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเจริญเติบโตที่ระยะต่างๆ ของผลแก้วมังกรสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับแก้วมังกรได้อีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเก็บข้อมูลจากต้นแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (*Hylocereus undatus*) จากสวนที่ผ่านมาตรฐานระบบคุณภาพ GAP ใน อ.พะตง จ.สงขลา ทำการทดลองในเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม คัดเลือกต้นที่สมบูรณ์ ทำการแขวนป้ายดอกแก้วมังกรที่อยู่ในระยะเริ่มผลิดอกจำนวน 120 ดอก แล้วทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกจนดอกเจริญเป็นผลในวันที่ 40 หลังดอกบาน ทุก 5 วัน และสุ่มเก็บตัวอย่างผลแก้วมังกรตรวจสอบคุณภาพในวันที่ 25 หลังดอกบาน จำนวน 6 ผล และทุก 3 วัน จนถึงวันที่ 40 หลังดอกบาน วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติโดย Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีดังต่อไปนี้ ค่าความสว่าง (*L**) โดยใช้ color reader ยี่ห้อ Konica Minolta ค่าความแน่นเนื้อ (N) โดยใช้ texture analyser ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA-XT2i ค่า pH โดยใช้ pH meter ยี่ห้อ Eutech รุ่น pH 510 ค่าความชื้น (%, A. O. A. C., 2000) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดซิตริก (% w/v, A. O. A. C., 2000) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ (% w/w, A. O. A. C., 2000) การทดสอบ iodine staining และค่าการรั่วไหลของประจุโดยใช้เครื่อง conductivity meter ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น S30-K

ผล

การเปลี่ยนแปลงขนาด

การเปลี่ยนแปลงขนาดของดอกแก้วมังกรที่เริ่มผลิดอกถึงดอกบานใช้เวลา 25 วัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกในวันที่ 5-25 หลังผลิดอก มีการเปลี่ยนแปลงจาก 0.84±0.14 เป็น 3.80±0.48 cm. (Figure 1) และพบว่าขนาดผลในวันที่ 5-20 หลังดอกบาน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 25-40 หลังดอกบาน (Figure 2)

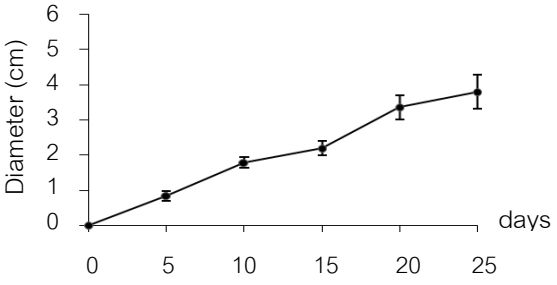


Figure 1 Change in diameter of dragon fruit flowers from the early stage of flowering to full bloom.

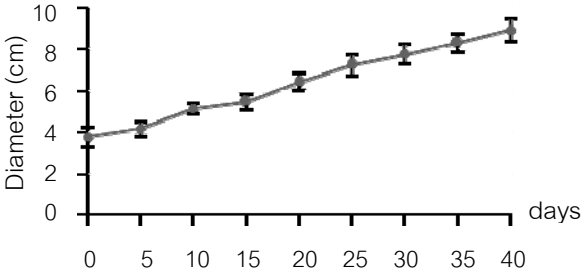


Figure 2 Change in diameter of dragon fruit from full bloom to the harvesting stage.

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อแก้วมังกรในวันที่ 25-40 หลังดอกบาน พบว่า ในวันที่ 25 หลังดอกบาน มีค่า pH เท่ากับ 4.60 และลดลงในวันที่ 28-31 หลังดอกบาน จากนั้นค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกในช่วงวันที่ 34-40 หลังดอกบาน (Table 1) ความสว่าง (*L**) มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น (Figure 3) ค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น โดยในช่วงวันที่ 25-31 หลังดอกบาน ค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วจากนั้นมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยจนถึงวันที่ 40 หลังดอกบาน (Figure 4) ปริมาณความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 37-40 หลัง

ดอกบาน (Figure 5) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 34-40 หลังดอกบาน ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก (TA) มีปริมาณสูงสุดถึง 1.45% ในวันที่ 28 หลังดอกบาน จากนั้นมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว และมีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในวันที่ 37-40 หลังดอกบาน น้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์มีปริมาณน้อยมากในช่วงวันที่ 25-28 หลังดอกบาน และมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 40 หลังดอกบาน (Table 1) ค่าการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) ในเนื้อแก้วมังกรในวันที่ 25, 34 และ 40 หลังดอกบาน พบว่าในวันที่ 25 หลังดอกบานมีค่าสูงสุดคือ 85.49% และมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นโดยพบว่าในวันที่ 40 หลังดอกบาน มีค่าเท่ากับ 72.23% (Figure 6) ผลการทดสอบ iodine staining ให้ผลการย้อมสีชิ้นเนื้อแก้วมังกรเป็นสีน้ำเงินวันที่ 25 และ 28 หลังดอกบานอย่างชัดเจนและไม่พบการย้อมติดสีน้ำเงินของชิ้นเนื้อแก้วมังกรในวันที่ 34-40 หลังดอกบาน (Figure 7)

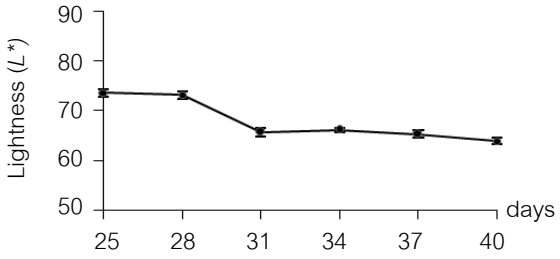


Figure 3 Change in lightness (*L**) during fruit development.

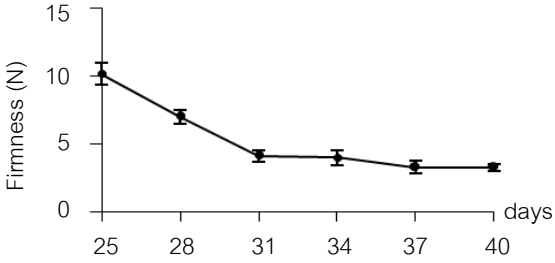


Figure 4 Change in firmness (N) during fruit development.

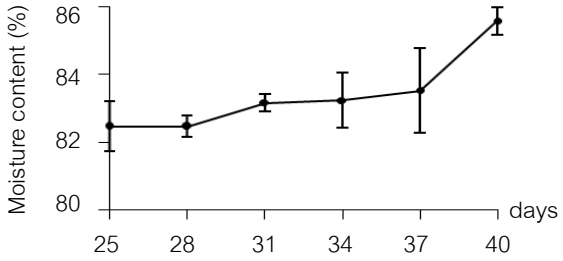


Figure 5 Change in the moisture content (%) during fruit development.

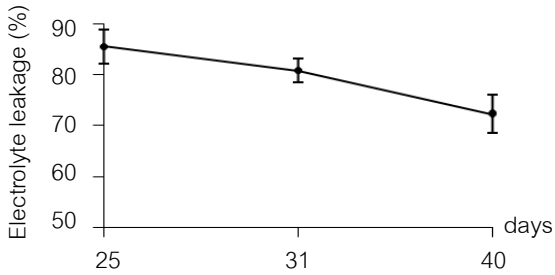
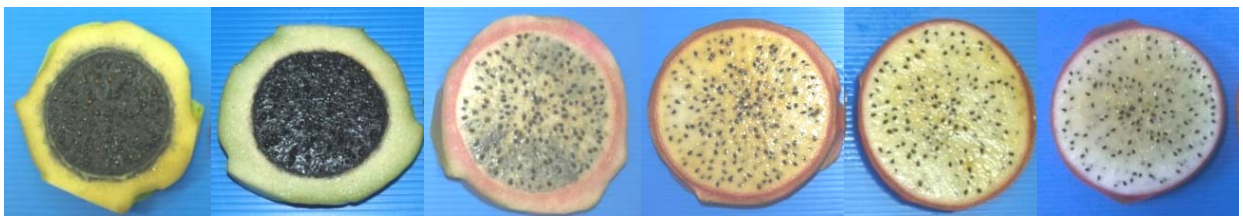


Figure 6 Change of electrolyte leakage (%) during fruit development.

Table 1 Physicochemical properties of the flesh of dragon fruit.

Physicochemical characteristics	Fruit development after full bloom (days)					
	25	28	31	34	37	40
pH	4.60±0.01^{a}	3.49±0.01^{f}	3.51±0.01^{e}	4.00±0.01^{d}	4.40±0.02^{c}	4.58±0.01^{b}
TSS (^{o}Brix)	6.50±0.00^{f}	8.70±0.00^{e}	9.50±0.00^{d}	14.33±0.34^{c}	14.67±0.13^{a}	14.50±0.00^{b}
TA (% w/v)	0.45±0.00^{d}	1.45±0.00^{a}	0.74±0.01^{b}	0.71±0.00^{c}	0.30±0.00^{e}	0.21±0.02^{f}
Total sugar (% w/w)	ND*	ND	7.15±0.04^{c}	8.19±0.19^{b}	11.29±0.09^{a}	11.30±0.10^{a}
Reducing sugar (% w/w)	ND	ND	6.94±0.63^{c}	8.06±0.30^{b}	11.05±0.17^{a}	11.28±0.27^{a}

* ND=Not detected, Means±SD within the same row with different letters are significantly different (p<0.05).



25 days 28 days 31 days 34 days 37 days 40 days

Figure 7 Iodine staining test during fruit development after full bloom.

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาระยะการเจริญของผลแก้วมังกรพบว่ามีขนาดผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก จากนั้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 25-40 หลังดอกบาน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของอุไรวรรณ และเรวัติ (2551) ที่พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 20–23 หลังดอกบาน จากนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงวันที่ 38 หลังดอกบาน การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลแก้วมังกร จากรูปที่ 3, 4 และ 5 ให้ผลสอดคล้องกับผลการทดลองของ Nerd *et al.* (1999) ที่พบว่าความแน่นเนื้อมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 20-30 หลังดอกบาน ปริมาณน้ำในเนื้อแก้วมังกรมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความสว่าง (*L**) มีแนวโน้มลดลง การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีในตารางที่ 1 สอดคล้องกับการทดลองของ To *et al.* (2002) ที่พบว่าปริมาณ TA มีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 16-22 หลังดอกบาน จากนั้นจะมีแนวโน้มลดลง ปริมาณ TSS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำตาลมีค่าน้อยมากในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในวันที่ 20 หลังดอกบาน ผลการทดสอบ iodine staining ให้ผลการย้อมสีชิ้นเนื้อโดยการเปลี่ยนสีของไอโอดีนเป็นสีน้ำเงินอย่างชัดเจนในวันที่ 25-28 หลังดอกบาน แสดงถึงการมีปริมาณแป้งที่ค่อนข้างสูงในเนื้อแก้วมังกร เนื่องจากสารในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์จำพวกแป้งสามารถรวมตัวกับสารละลายไอโอดีนแล้วให้เป็นสีน้ำเงินเกิดขึ้น (Rundle and Baldwin, 1943) จากนั้นในวันที่ 31 หลังดอกบาน พบการเปลี่ยนสีของไอโอดีนเป็นสีน้ำเงินที่ความเข้มของสีน้อยลง และพบว่าไม่มีการเปลี่ยนสีของไอโอดีนในวันที่ 34-40 หลังดอกบาน แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลในระหว่างการเจริญเติบโต (สมบุญ, 2548) ซึ่งการทดสอบปริมาณแป้งด้วยวิธีการ iodine staining ใช้เป็นดัชนีความแก่อ่อนของผลแก้วมังกรที่สามารถบ่งชี้ระยะการเก็บเกี่ยวที่ให้คุณภาพของผลแก้วมังกรเหมาะต่อการบริโภคเช่นเดียวกับ Clements (2007) ที่ใช้วิธีการ iodine staining ทดสอบดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของผลแอปเปิล

สรุป

การศึกษาระยะการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเจริญเติบโตที่ระยะต่างๆ ของแก้วมังกร พบว่าการเก็บเกี่ยวก่อนช่วงวันที่ 34-37 หลังดอกบาน มีผลให้มีปริมาณ TSS ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำ ปริมาณ TA สูง ส่วนการเก็บเกี่ยวหลังช่วงวันที่ 34-37 หลังดอกบาน พบว่ามีปริมาณความชื้นในเนื้อเพิ่มขึ้น และค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลง ซึ่งแสดงถึงเนื้อแก้วมังกรที่มีรอยช้ำ สลับกับเนื้อผลสีขาวขุ่นส่งผลให้คุณภาพของผลแก้วมังกรลดลง ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรควรอยู่ในช่วงวันที่ 34-37 หลังดอกบาน โดยเป็นช่วงเวลาที่มีปริมาณ TSS น้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์สูง ขณะที่ปริมาณ TA มีค่าลดลง และไม่มีการเปลี่ยนสีไอโอดีนในวิธีการ iodine staining

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาคีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร และบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

รภัสสา จันทาศรี. 2552. แก้วมังกร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 104น.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 252น.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2545. แก้วมังกรพืชเศรษฐกิจผลไม้สุขภาพ. สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 208น.

อุไรวรรณ แสงหัวช้าง และเรวัติ ชัยราช. 2551. การแก่และคุณภาพผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและเนื้อแดงในสภาพการปลูกจังหวัดอุบลราชธานี. ว. วิทย. กษ. 39: 19-22.

A. O. A. C. 2000. Official Method of Analysis of Association of Official Analysis Chemists. 17th ed. Virginia: the Association of Official Analytical Chemists. Inc.

Clements, J. M. 2007. Painless and efficient maturity testing. (Online). Available source: http://www.umass.edu/fruitadvisor/articles/sitest.htm (20th August 2003)

Nerd, A., F. Gutman. and Y. Mizrahi. 1999. Ripening and postharvest behavior of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). Posthar. Biol. Technol. 17: 39-45.

Rundle, R. E. and R. R. Baldwin. 1943. The configuration of starch and the starch-iodine complex. The dichroism of flow of starch-iodine solutions. J. Am. Chem. Soc. 65: 2200-2203.

To, L. V., D. D. Nguyen, N. Nguyen, T. T. K. Dang, T. C. Nguyen, L. N. Trinh, H. T. T. Ha, M. V. H. Dang and H. N. Chau. 1999. Difficulties associated with the design and implementation of a quality assurance system for dragon fruit in Vietnam. Quality Assurance Systems for Asean Fruits. Proceedings of the QASAF Regional Technical (end project) Workshop held in Singapore. p. 40-66.