วารสารเกษตร 18 (3) : 210-218 (2545)

Journal of Agriculture 18 (3) : 210-218 (2002)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลสตรอเบอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยว

Changes in Preharvest Quality of Strawberry

ภักดี ภักดีจันทร์[1/] และ ดนัย บุณยเกียรติ[1/]

Pukdee Pukdeejun[1/] and Danai Boonyakiat[1/]

Abstract: Studies on changes in physico-chemical properties of strawberry fruits cv. No.50 and No.70 were conducted. Strawberry fruits were analysed at nine developmental stages started from 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34 days after full bloom. The results showed that most of No.50 fruits had necked long conic shape and most of No.70 fruit had conic shape. Skin colour of cv. No.50 and No.70 changed from greenish white to pink and then red while pulp colour changed from white to pink and then red. Seed colour changed from greenish yellow to pink and then red . Seed position was higher than skin in the early stages after full bloom seed then sunk into fruit skin. The trend of total soluble solids reducing sugar and total sugar of No. 50 and No.70 fruit did not changed in the early stages but increased in the later stages of growth and development. Titratable acidity of both varieties increased until 19 days after full bloom and then did not change until 34 days after full bloom. Sucrose content of No.50 increased until 25 days after full bloom. Sucrose content in cv. No.70 was not different during growth and development. Vitamin C content and anthocyanin of both varieties increased at 28 days after full bloom. The firmness of both varieties decreased during growth and development.

[1/] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

[1/] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

วารสารเกษตร 18(3): 210 – 218 (2545)

บทคัดย่อ : การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยา คุณสมบัติทางกายภาพ ส่วนประกอบทางเคมี ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 และ 70 โดยวิเคราะห์ผลสตรอเบอรี่ที่ระยะการเจริญเติบโต 9 ระยะ เริ่มจากวันที่ 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, และวันที่ 34 หลังดอกบานเต็มที่ ผลการทดลองแสดงว่า ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 มีรูปร่างส่วนใหญ่แบบทรงกรวยยาวมีคอ และในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 พบรูปร่างส่วนใหญ่แบบทรงกรวย สีผิวของผลสตรอเบอรี่ทั้งพันธุ์พระราชทาน 50 และ70 เปลี่ยนจากสีขาวอมเขียว ไปเป็นสีชมพู และสีแดง และสีเนื้อเริ่มพัฒนาจากสีขาวไปเป็นสีชมพู และสีแดง ส่วนสีเมล็ดเปลี่ยนจากสีเหลืองอมเขียว ไปเป็นสีชมพู และสีแดง ตำแหน่งของเมล็ดนูนสูงจากผิวผลในระยะแรก หลังจากนั้นตำแหน่งของเมล็ดมีลักษณะจมต่ำกว่าผิวผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง และปริมาณน้ำตาลรวมของสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 และ 70 มีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงในระยะแรก แต่เพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการเจริญเติบโต ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์มีปริมาณเพิ่มขึ้น จนกระทั่งวันที่ 19 จนถึงวันที่ 34 หลังดอกบานเต็มที่ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ปริมาณน้ำตาลซูโครสของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 มีปริมาณเพิ่มขึ้นจนกระทั่งวันที่ 25 หลังดอกบานเต็มที่ ส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครสของผลสตรอเบอรี่พันพระราชทาน 70 พบว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างระยะการเจริญเติบโต วิตามินซีและแอนโธไซยานินของผล สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 และ 70 เพิ่มขึ้นในวันที่ 28 หลังดอกบานเต็มที่ ส่วนความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์มีค่าลดลงตลอดระยะการเจริญเติบโต

Index words: สตรอเบอรี่ สัณฐานวิทยา คุณภาพของผลก่อนการเก็บเกี่ยว ดัชนีเก็บเกี่ยว

Strawberry, Morphology, Preharvest Fruit Quality ,Harvesting index

คำนำ

สตรอเบอรี่ได้รับการยอมรับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ทำรายได้ดีและมีอายุตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวสั้นกว่าไม้ผลชนิดอื่น ปลูกได้ดีในพื้นที่ทางภาคเหนือที่มีอากาศเย็น เช่น จังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย และยังสามารถปลูกได้ดีในสภาพพื้นที่สูงของบางจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น เพชรบูรณ์ เลย และอุบลราชธานี ภาคกลาง เช่น นครนายก และกาญจนบุรี เป็นต้น พื้นที่ปลูกสตรอเบอรี่ของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา เนื่องจากการขยายตัวของตลาดทั้งภายใน และภายนอกประเทศ พื้นที่การผลิตส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือตอนบน เช่น จังหวัดเชียงใหม่ และ เชียงรายซึ่งมีอากาศเย็นเนื่องจากสตรอเบอรี่มีต้นกำเนิดมาจากเขตอบอุ่นจึงต้องการอุณหภูมิต่ำในช่วงของการพัฒนาตาดอกและติดผล สำหรับการปลูกสตรอเบอรี่ของประเทศไทยพื้นที่การผลิตทั้งประเทศประมาณ 2,600-3,000 ไร่ (ณรงค์ชัย, 2542) ปัญหาสำคัญที่พบ คือ การช้ำและการเน่าเสียในระหว่างการขนส่ง (ประวัติ, 2533) ปัญหาดังกล่าวส่วนหนึ่งเกิดจากการเก็บเกี่ยวผลสตรอเบอรี่ในระยะที่แก่เกินไปทำให้ผิวอ่อนนุ่มมาก ซึ่งการลดความสูญเสียของผลสตรอเบอรี่นั้นทำได้โดยการ คัดเลือกระยะความแก่ที่เหมาะสมกับการใช้งาน (ทองใหม่, 2541) ดังนั้นการทราบดัชนีการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นสิ่งที่บ่งบอก

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ ทำให้เก็บเกี่ยวได้ในระยะที่ถูกต้อง ผลิตผลมีคุณภาพที่ดี (จริงแท้, 2541) ดัชนีการเก็บเกี่ยวสามารถวัดได้หลายวิธี เช่น วัดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (soluble solids) กรด แป้ง หรือ วัดจากการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์ เช่น ความแน่นเนื้อ สีผิว ขนาด รูปร่าง (สายชล, 2528) จากเหตุผลดังกล่าวจึงนำมาสู่การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเพื่อใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และใช้เป็นแนวทางในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวได้อย่างถูกต้อง

วิธีการทดลอง

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลสตรอเบอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยว

นำผลสตรอเบอรี่แต่ละพันธุ์มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี โดยวิเคราะห์ทุก ๆ 3 วัน ตั้งแต่ผลมีอายุหลังดอกบานเต็มที่ได้ 10 วันจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

การบันทึกข้อมูล

1. **การประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยา**
   - บันทึกรูปร่างผล ดังนี้ กลมแบน, กลม, กลมปลายแหลม, กรวย, กรวยยาว, กรวยยาวมีคอ, ลิ่มยาว และลิ่มสั้น
   - วัดขนาดผลตามความกว้าง ความยาว และความหนา มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
   - บันทึกสีผิว ดังนี้ ขาว, ชมพู, แดงสด, แดงเข้ม, แดงปนส้ม และส้ม
   - บันทึกสีเนื้อ ดังนี้ ขาว, ชมพู, ส้ม, แดงอมส้ม, แดง และแดงเข้ม
   - ลักษณะเนื้อกลางผล (แกนกลาง) ผ่าครึ่งตามยาวแล้วสังเกตเนื้อกลางผลดังนี้ แน่น, ปานกลาง, หลวม และกลวง
   - บันทึกสีของเมล็ด ดังนี้ เขียว, เหลืองอมเขียว, เหลือง, ชมพู, ส้ม, แดง, น้ำตาล และดำ
   - บันทึกตำแหน่งของเมล็ด ดังนี้ นูน, เสมอ และต่ำ (จม)
2. **การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลสตรอเบอรี่**

   2.1 เริ่มวัดตั้งแต่หลังดอกบานเต็มที่ 10 วัน
   - ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้โดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer)
   - ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (Greenfield *et al.*, 1993)
   - ปริมาณวิตามินซี (Ruck, 1956)
   - ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งและน้ำตาลนันรีดิวซิ่ง (ลักขณา และนิธิยา, 2533)
   - ปริมาณแอนโธไซยานิน (Ranganna, 1977)

   2.2 เริ่มวัดตั้งแต่หลังดอกบานเต็มที่ 15 วัน
   - ความแน่นเนื้อโดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Firmness Tester)

ผลการทดลอง

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลสตรอเบอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยว

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ผลสตรอเบอรี่ทั้งพันธุ์พระราชทาน 50 และ 70 มีรูปร่าง 6 แบบ คือ ทรงกลมปลายแหลม ทรงกรวย ทรงกรวยยาว ทรงกรวยยาวมีคอ ทรงลิ่มยาว และทรงลิ่มสั้น พบว่าสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน

50 มีรูปร่างแบบทรงกรวยยาวมีคอมากที่สุด ส่วนผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 พบรูปร่างแบบทรงกรวยมากที่สุด ผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์ มีความกว้าง ความยาว และความหนาของผลเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 10 หลังดอกบานเต็มที่ จนถึงวันที่ 31 หลังดอกบานเต็มที่ และหลังจากนั้นทั้งความกว้าง ความยาว และความหนาของผลมีขนาดคงที่

สีผิวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 มีสีขาวอมเขียว ซึ่งปรากฏไปจนถึงวันที่ 25 หลังดอกบานเต็มที่ ต่อมาเริ่มมีสีชมพูเกิดขึ้นที่ด้านปลายผลเล็กน้อยในวันที่ 28 และเมื่อถึงวันที่ 31 ผลสตรอเบอรี่มีผิวสีแดงประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ และในวันที่ 34 ผิวของผลสตรอเบอรี่มีสีแดงเพิ่มขึ้นมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 ในวันที่ 10 มีผิวสีขาวอมเขียว และเริ่มมีสีชมพูเกิดขึ้นในวันที่ 25 และมีสีแดงอมชมพูในวันที่ 28 และมีสีแดง 70-80 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 31 และวันที่ 34 หลังดอกบานเต็มที่ตามลำดับ ส่วนสีเนื้อของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 ในวันที่ 10 จนถึงวันที่ 25 สีเนื้อมีสีขาว ต่อมาในวันที่ 28 เนื้อเริ่มมีสีชมพูปรากฏทางด้านปลายผลในวันที่ 31 และวันที่ 34 เนื้อมีสีแดงอมส้มถึงแดงเข้ม เนื้อเยื่อรอบๆ แกนของผลมีสีขาว ส่วนผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 เนื้อมีสีขาวตั้งแต่วันที่ 10 จนถึงวันที่ 25 หลังดอกบานเต็มที่ และเริ่มปรากฏสีชมพูขึ้นภายในผลเล็กน้อยในวันที่ 28 ในวันที่ 31 และวันที่ 34 เนื้อมีสีแดงอมชมพู เนื้อเยื่อรอบๆ แกนของผลมีสีขาว สีของเมล็ดของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 เมล็ดมีสีเหลืองอมเขียว และเขียว จนถึงวันที่ 25 ต่อมาเริ่มปรากฏสีชมพูในวันที่ 28 ในวันที่ 31 และวันที่ 34 เมล็ดที่ปรากฏมีทั้งสีแดงเข้ม สีชมพู และสีเหลืองอมเขียว ส่วนผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 มีเมล็ดสีเหลืองอมเขียว และเขียว จนถึงวันที่ 22 หลังจากนั้นในวันที่ 25 เมล็ดเริ่มปรากฏสีชมพูขึ้นต่อมาในวันที่ 31 และวันที่ 34 หลังดอกบานเต็มที่ สีของเมล็ดที่พบมีทั้งสีแดงเข้ม และสีเหลืองอมเขียว ภายในผลเดียวกัน

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 มีเนื้อกลางผลแน่น จนกระทั่งถึงวันที่ 28 หลังจากนั้นในวันที่ 31 ความแน่นของเนื้อกลางผลลดลงอยู่ในระดับปานกลาง จนถึงระดับหลวม และในวันที่ 34 ความแน่นของเนื้อกลางผลลดลงอยู่ในระดับหลวมมากขึ้นจนเริ่มกลวง ส่วนในพันธุ์พระราชทาน 70 มีเนื้อกลางผลแน่นจนถึงวันที่ 25 ต่อมาในวันที่ 28 ความแน่นของเนื้อกลางผลเริ่มลดลง อยู่ในระดับปานกลาง จนกระทั่งในวันที่ 34 เนื้อกลางผลมีลักษณะหลวมและเริ่มกลวง

ส่วนตำแหน่งของเมล็ดของผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์ พบว่าตำแหน่งของเมล็ดนูนสูงจากผิวผลตั้งแต่วันที่ 10 จนกระทั่งถึงวันที่ 19 หลังจากนั้นตำแหน่งของเมล็ดมีลักษณะจมต่ำกว่าผิวผลจนถึงวันที่ 34

คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลสตรอเบอรี่

1. เริ่มบันทึกหลังดอกบานเต็มที่ 10 วัน

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 เพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 22 จนถึงวันที่ 31 หลังดอกบานเต็มที่ หลังจากนั้นของแข็งที่ละลายน้ำได้มีปริมาณเท่าเดิม (ตารางที่ 1) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 มีปริมาณเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 25 จนถึงวันที่ 31 หลังจากนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำไม่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) ในระหว่างวันที่ 10 จนถึงวันที่ 19 พบว่าปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ลดลงจนเหลือ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 34 (ตารางที่ 1) ส่วนกรดที่ไตเตรทได้ของผล

Table 1 Physico-chemical quality of strawberry fruits cv. No.50.

ays after ull bloom	Firmness (N/mm^2)	Total soluble solids (%)	Titratable acid (%)	Vitamin C (mg/100g)	Anthocyanin (mg/100g)	Reducing sugar (g/100g)	Sucrose (g/100g)	Total sugar (g/100g)
10	-	5.45e	0.26ef	46.17e	1.22c	-	-	-
13	-	5.77d	0.30bc	48.01de	1.15c	-	-	-
16	-	5.83d	0.33ab	49.72cd	1.29c	3.76e	0.73cd	4.49e
19	-	5.84d	0.35a	50.57cd	1.89c	4.05e	0.96b	5.01de
22	-	5.84d	0.31bc	51.44cd	1.26c	4.24e	1.22a	5.47d
25	0.46a	6.03c	0.29cd	52.78c	1.75c	6.40d	1.25a	7.65c
28	0.43a	6.04c	0.27de	50.52cd	2.87c	7.67c	1.15ab	8.82b
31	0.11b	7.13b	0.25ef	61.07b	41.14b	8.91b	0.94b	9.86a
34	0.01c	9.27a	0.23f	66.48a	45.87a	9.48a	0.69d	10.17a
$LSD_{0.05}$	0.06	0.13	0.03	3.45	3.89	0.55	0.21	0.54
C.V.(%)	12.61	1.17	1.99	3.79	20.78	4.93	12.29	4.17

Means in column with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$

Table 2 Physico-chemical quality of strawberry fruits cv. No.70.

Days after full bloom	Firmness (N/mm^2)	Total soluble solids (%)	Titratable acid (%)	Vitamin C (mg/100g)	Anthocyanin (mg/100g)	Reducing sugar (g/100g)	Sucrose (g/100g)	Total sugar (g/100g)
10	-	5.84d	0.17c	26.64g	1.76d	-	-	-
13	-	5.83d	0.22ab	34.79f	1.80d	-	-	-
16	-	6.02d	0.23ab	43.06e	1.93d	4.07c	0.85	4.93d
19	-	5.93d	0.27a	50.85d	2.35cd	4.47cd	1.02	5.49cd
22	-	6.13d	0.25a	51.06d	2.67cd	4.97c	1.34	6.31c
25	0.48a	7.48c	0.26a	58.11c	4.19c	7.20b	1.30	8.51b
28	0.37b	8.97b	0.26a	59.61c	3.60cd	7.85b	1.09	9.06b
31	0.04c	9.97a	0.24a	65.64b	13.28b	9.49a	1.07	10.56a
34	0c	9.95a	0.19bc	67.88a	27.40a	9.83a	0.88	10.71a
$LSD_{0.05}$	0.07	0.68	0.04	2.19	2.18	0.91	ns	1.08
C.V.(%)	19.12	5.37	3.09	2.50	19.38	7.56	ns	4.82

Means in column with different superscripts differ significantly at $P \leq 0.05$

สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน70กรดที่ไตเตรทได้มีปริมาณเพิ่มขึ้นจนกระทั่งวันที่ 19 ซึ่งเป็นวันที่มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้สูงที่สุดคือ 0.27 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นกรดที่ไตเตรทได้มีปริมาณคงที่ (ตารางที่ 2) ปริมาณวิตามินซีในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราช-ทาน 50 มีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 16 หลังจากนั้นปริมาณวิตามินซีคงที่จนถึงในวันที่ 28 ต่อมาปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 31 และ 34 ปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 61.07 และ 66.48 มก./100 ก. น้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนปริมาณวิตามินซีของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นจาก26.64 มก./100 ก.น้ำหนักสด ในวันที่ 10 มาเป็น 67.88 มก./100 ก.น้ำหนักสด ในวันที่ 34 (ตารางที่ 2) ปริมาณแอนโธไซยานินของผลสตรอ-เบอรี่พันธุ์ พระราชทาน 50 คงที่จนถึงวันที่ 28 หลังจากนั้นปริมาณแอนโธไซยานินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ตารางที่ 1) ในส่วนของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระ-ราชทาน70 ปริมาณแอนโธไซยานินมีปริมาณคงที่ตั้งแต่วันที่ 10 จนถึงวันที่ 22 หลังจากนั้นปริมาณแอนโธไซยานินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จนถึงวันที่ 28 ต่อมาปริมาณแอนโธไซยานินเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 31 และวันที่ 34 (ตารางที่) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งของผล สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 คงที่ในระยะแรก แล้วเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 25 โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งที่สูงสุด เท่ากับ 9.48 ก./100 ก. น้ำหนักสด ซึ่งพบในวันที่ 34 (ตารางที่ 1) ส่วนผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งคงที่ ในระหว่างวันที่ 16 จนถึงวันที่ 22 หลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งวันที่ 34 พบปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งสูงสุด เท่ากับ 9.83 ก./100 ก.น้ำหนักสด (ตารางที่ 2) ปริมาณน้ำตาลซูโครสของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระ - ราชทาน 50 เพิ่มขึ้น จนถึงวันที่ 22 หลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลซูโครสคงที่ จนกระทั่งวันที่ 34 ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงเหลือ 0.69 กรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 1) ส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครสของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในระหว่างระยะเก็บเกี่ยวต่างๆ (ตารางที่ 2) ปริมาณน้ำตาลรวมของผลสตรอ-เบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 ในวันที่ 16 จนถึงวันที่ 22 มีปริมาณคงที่ หลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลรวมเพิ่มสูงขึ้น จนถึงวันที่ 34 มีปริมาณน้ำตาลรวม เท่ากับ 10.17 ก./100 ก. น้ำหนักสด (ตารางที่ 1) ปริมาณน้ำตาลรวมของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 มีปริมาณคงที่ จนถึงวันที่ 22 หลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลรวมเพิ่มขึ้น เป็น 10.71 ก./ 100 ก.น้ำหนักสด ในวันที่ 34 ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงที่สุด (ตารางที่ 2)

2. เริ่มบันทึกหลังดอกบานเต็มที่ 15 วัน

ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระ-ราชทาน 50 มีค่ามากกว่า 1.00 กิโลกรัม จนถึงวันที่ 22 ความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรี่เริ่มวัดได้ในวันที่ 25 มีค่าเท่ากับ 0.46 นิวตัน/ตร.มม. ซึ่งต่อมาความแน่นเนื้อมีค่าลดลงเป็น 0.43 ,0.11 และ 0.01 นิวตัน/ตร.มม. ในวันที่ 28 วันที่ 31 และวันที่ 34 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนความแน่นเนื้อของผลสตรอ-เบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 ซึ่งสามารถวัดค่าได้ในวันที่ 25 หลังดอกบานเต็มที่เช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.48 นิวตัน/ตร.มม. หลังจากนั้นความแน่นเนื้อลดลงเป็น 0.37 และ 0.04 นิวตัน/ตร.มม. ในวันที่ 28 และวันที่ 31 ตามลำดับ หลังจากนั้นในวันที่ 34 ความแน่นเนื้อมีค่าเท่ากับ 0 นิวตัน/ตร.มม. (ตารางที่ 2)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 มีรูปร่างแบบทรงกรวยยาวมีคอมากที่สุด ส่วนรูปร่างแบบอื่นๆ พบในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 พบรูปร่างแบบทรงกรวยมากที่สุด เปอร์เซ็นต์ที่พบมีมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 มีรูปร่างค่อนข้างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับสมคิด (2544) รายงานว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 ช่วงต้นฤดูมีรูปร่างแบบลิ่มยาว แต่ช่วงปลายฤดูมีรูปร่างแบบกรวยยาวมีคอ และผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 มีรูปร่างแบบทรงกรวยสม่ำเสมอตลอดฤดู

ผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงของสีผิว โดยเริ่มจากสีขาวอมเขียว เปลี่ยนเป็นสีแดง ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์ เริ่มจากสีขาวเปลี่ยนเป็นสีแดง และการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดเริ่มจากสีเหลืองอมเขียวไปเป็นสีแดง ซึ่งการเปลี่ยนสีนี้สอดคล้องกับการปริมาณแอนโธไซยานินที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในการทดลองนี้ปริมาณแอนโธไซยานินมีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 28 ซึ่งในวันที่ 28 สีผิว สีเนื้อ และสีเมล็ด เริ่มปรากฏสีชมพูขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Montero.*et al* (1996) รายงานว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler มีปริมาณแอนโธไซยานินเพิ่มขึ้นในระยะพัฒนาและการสุก และมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 35 นับจากติดผล Avigdori-Avidov (1986) และ Manning (1993) รายงานว่าในช่วงระหว่าง 28 ถึง 35 วันหลังกลีบดอกร่วงผลเริ่มสังเคราะห์แอนโธไซยานินพร้อมกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เมื่อผลสตรอเบอรี่อายุมากขึ้น มีการสังเคราะห์แอนโธไซยานินที่ผิวมากขึ้น ความแน่นเนื้อของผลลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 31 และในวันที่ 34 การลดลงของความแน่นเนื้อเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคติน เพคตินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์โดยอยู่ในส่วนที่เรียกว่ามิดเดิ้ลลาเมลล่า ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ให้ติดกัน สารประกอบเพคตินที่อยู่ในผนังเซลล์ของผลไม้ดิบอยู่ในรูปของโปรโตเพคตินซึ่งละลายน้ำไม่ได้ แต่เมื่อผลไม้สุกโปรโตเพคตินถูกสลายกลายเป็นเพคตินและกรดเพคติคซึ่งละลายน้ำได้ การเปลี่ยนแปลงของเพคตินทำให้มิดเดิ้ลลาเมลล่าสลายตัว ส่งผลให้เซลล์สูญเสียความสามารถในการเกาะติดกัน ทำให้ผลนิ่มลง (ดนัย, 2540)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 และ 70 มีปริมาณคงที่ในวันที่ 10 จนถึงวันที่ 16 และหลังจากวันที่ 25 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก (ดนัยและนิธิยา, 2535) ดังนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จึงสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาล สอดคล้องกับ Spayd and Morris (1981) รายงานว่า ในผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Cardinal และ พันธุ์ A-5344 ยิ่งมีความแก่มากขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลรวมเพิ่มขึ้น ในสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ มีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 35 นับจากเริ่มติดผลหลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง การที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มสูงขึ้นนี้ส่งผลให้ผลสตรอเบอรี่มีรสชาติหวานขึ้น (Montero *et al*., 1996) Forney and Breen (1986) รายงานว่าในผลสตรอเบอรี่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสในระดับต่ำในช่วงระหว่าง 18 ถึง 25 วันหลังการผสมของดอก และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระยะเปลี่ยนสี และปริมาณลดลงในช่วงผลสุกเต็มที่ และยังพบว่าน้ำตาลซูโครสไม่ถูกดูดซึมเข้า ชั้นอะโพพลาสต์ แต่ถูกไฮโดรไลซิสในช่องว่างก่อนการดูดซึม ดังนั้นผลสุกจึงมีการ

สะสมของน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตสมากกว่าน้ำตาลซูโครส

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์ มีปริมาณเพิ่มขึ้นในระหว่างวันที่ 10 จนถึงวันที่ 19 แต่หลังจากนั้นปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มีปริมาณคงที่และลดลงในวันที่ 34 Spayd and Morris (1981) รายงานว่าปริมาณกรดมีปริมาณเพิ่มขึ้นและมีปริมาณมากที่สุดในช่วง mature green และลดลงในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการสุก การลดลงของปริมาณกรดในระหว่างการสุกนั้น อาจเนื่องจากปริมาณกรดถูกนำไปใช้ในการหายใจ (ดนัย, 2540)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีของสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 และ 70 นั้น พบว่าปริมาณวิตามินซีคงที่ ในระหว่างวันที่ 10 จนถึงวันที่ 28 หลังดอกบานเต็มที่ หลังจากนั้นปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้น Montero *et al* (1996) รายงานว่าในระยะการพัฒนาของผลสตรอเบอรี่มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มมากขึ้น และปริมาณจะลดลงเมื่อผลสุกงอม Beatriz *et al* (2002) รายงานว่าในผลสตรอเบอรี่มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกรวมเพิ่มขึ้นจากระยะเริ่มแรกของการพัฒนาจนถึงระยะแก่เต็มที่ ซึ่งมีปริมาณแตกต่างไปในแต่ละพันธุ์

สรุปผลการทดลอง

1.ผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์ มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ตั้งแต่วันที่ 10 จนถึงวันที่ 31 หลังดอกบานเต็มที่ หลังจากนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2.ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 เริ่มปรากฏสีชมพูที่ผิวในวันที่ 28 หลังดอกบานเต็มที่ และผล สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 เริ่มปรากฏสีชมพูที่ผิวในวันที่ 25 หลังดอกบานเต็มที่

3.ควรเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์หลังวันที่ 28 แต่ไม่เกินวันที่ 31 หลังดอกบานเต็มที่

4.กิจกรรมของเอนไซม์เอกซ์โซโพลีกาแลคตูโรเนสไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกของผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2 . สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 น.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. 2543. สตรอเบอรี่ : พืชเศรษฐกิจใหม่. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 158 น.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 222 น.

ดนัย บุณยเกียรติและนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 142 น.

ทองใหม่ แพทย์ไชโย. 2541. คุณภาพทางกายภาพและเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของสตรอเบอรี่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 113 น.

ประวัติ ตันบุญเอก. 2533. การเตรียมสตรอเบอรี่เพื่อตลาดต่างประเทศ. หนังสือพิมพ์กสิกร 6 (1) : 29-31.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2533. หลักการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 270 น.

สมคิด ใจตรง. 2544. คุณภาพผลและผลของแสงต่อการพัฒนาสีของสตรอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 88 น.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ. 364 น.

Avigdori-Avidov, H. 1986. Strawberry. P. 419-448. *In* Monelise, S.P. (ed.). Handbook of Fruit Set and Development. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Beatriz R.C., J.R.O. Nascimento, M.I. Genovese and F.M. Lajolo. 2002. Influence of Cultivar on Quality Parameters and Chemical Composition of Strawberry Fruits Grown in Brazil. J. Agric. Food Chem. 50 : 2581-2586.

Forney, C.F. and P.j. Breen. 1986. Sugar content and uptake in strawberry fruit. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 111 (2) : 241-247.

Greenfield, H., G.I. Hutchison, J. Arcot and R.B.H. Wills. 1993. Laboratory Instruction Manual for Food Composition Studies. Department of Food Science and Technology, University of New South Wales. 54 p.

Manning, K. 1993. Soft Fruit. p. 347-384. *In* Seymour, G.B., J.E. Yalor and G.A. Tucker.(eds.) Biochemistry of Fruits Ripening. Chapman&Hall, London.

Montero, M.T., M.E. Moll'a, M.R. Esteban and J.F. Lo'pez-Andr'eu. 1996. Quality attributes of strawberry during ripening. Scientia Hort. 65 : 239-250

Ranganna, S. 1977. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. Tats McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi. 634 p.

Ruck, J.A. 1956. Chemical Methods for Analysis of Fruit and Vegetable Product. Research Station Summerland, British Columbia. 25 p.

Spayd, S.E. and J.R. Morris, 1981. Physical and chemical characteristicsof puree from one-over harvested strawberries. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 106 : 101-105.