

# คุณภาพทางกายภาพและเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของ ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72

## Postharvest Physico-chemical Quality of Strawberry Fruit cv. No. 72

ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน<sup>1/</sup> และ ดนัย บุญเกียรติ<sup>1/</sup>  
*Chaipichit Chuamuangphan<sup>1/</sup> and Danai Boonyakiat<sup>1/</sup>*

**Abstract:** The fruit development, morphological characteristic and physico-chemical properties of strawberry fruit cv. No.72 at 25, 50 and 75 percent color break were studied. The average ages of fruit at 25, 50 and 75 percent color break were 27.13, 28.07 and 29.03 days after full bloom, respectively. Fruit size, weight and volume did not increase when color changed from 25 to 50 and to 75 percent color break but the fruit skin, flesh and seed color became more red. Most of fruit had conic shape. The seed position was sunk into the fruit skin. Fruit harvested at 25, 50 and 75 percent color break was stored at 0, 5 and 10°C for 4 days. The results showed no effect of harvesting stage on weight loss and total sugar content. However, strawberry fruit that developed more color had lower fruit firmness and respiration rate. Fruit at 75 percent color break had higher total soluble solids, reducing sugar, vitamin C and anthocyanin contents than fruit at 50 and 25 percent color break. Fruit at 25 percent color break had highest titratable acidity. The peel and flesh color both developed to full red color when harvested at 50 and 75 percent color, but not if harvested at 25 percent color break. Respiration rate was higher at 10°C than at 0 and 5°C, as was weight loss and anthocyanin contents, although firmness was lower. Strawberry fruit stored at 5 and 10°C had higher vitamin C content than those stored at 0°C. Storage temperature had no effect on total soluble solids, reducing sugar, total sugar and titratable acidity. Fruit stored at higher temperature developed peel and flesh color better, but had shorter storage life than the fruit stored at 0 and 5°C. The activity of pectinase increased with color development, but was negatively correlated with firmness.

**Keywords:** Strawberry, storage, physico-chemical quality, enzyme

---

<sup>1/</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

**บทคัดย่อ:** การศึกษาการเจริญเติบโตของผล ลักษณะทางสัณฐานวิทยา สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมีของผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่มีระยะการพัฒนาศีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่า อายุเฉลี่ยของผลสตรอเบอรี่ที่มีระยะการพัฒนาศีผิว 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 27.13, 28.07 และ 29.03 วันหลังดอกบานเต็มที่ ตามลำดับ ผลสตรอเบอรี่มีขนาด น้ำหนัก และปริมาตรของผลไม่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะการพัฒนาศีผิวเปลี่ยนไปจาก 25 เป็น 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ แต่มีสีผิว สีเนื้อ และเมล็ดมีสีแดงมากขึ้น ผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีรูปร่างผลส่วนใหญ่เป็นแบบทรงกลม และตำแหน่งของเมล็ดต่ำกว่าระดับผิวผล เมื่อนำผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาศีผิว 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาได้ 4 วัน พบว่าระยะของการเก็บเกี่ยวไม่มีผลกระทบต่อการสูญเสียน้ำหนักสดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมด อย่างไรก็ตามผลสตรอเบอรี่ที่มีการพัฒนาศีผิวมากขึ้น มีค่าความแน่นเนื้อและอัตราการหายใจลดลง ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาศีผิว 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ วิตามินซี และแอนโทไซยานินสูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาศีผิว 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาศีผิว 25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้สูงที่สุด ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยวระยะการพัฒนาศีผิว 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ สามารถพัฒนาเป็นสีแดงทั่วทั้งผลได้ดีกว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะ 25 เปอร์เซ็นต์ ผลสตรอเบอรี่ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจ การสูญเสียน้ำหนักสด และปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส แต่ก็ทำให้มีความแน่นเนื้อต่ำกว่า ผลสตรอเบอรี่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลกระทบต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ น้ำตาลทั้งหมด และกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้นสามารถพัฒนาศีผิวและสีเนื้อเป็นสีแดงได้ดีกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ แต่มีอายุการเก็บรักษาลดลง เอนไซม์เพกทิเนสในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีกิจกรรมเพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาศีผิวเป็นสีแดง และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความแน่นเนื้อของผล

**คำสำคัญ:** สตรอเบอรี่ การเก็บรักษา คุณภาพทางกายภาพและเคมี เอนไซม์

## คำนำ

สตรอเบอรี่ (*Fragaria X ananassa* Duch.) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ที่มูลนิธิโครงการหลวงได้ใช้เป็นพืชส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกทดแทนการปลูกฝิ่น สตรอเบอรี่เป็นผลไม้ที่มีผิวขอบบางมาก ฉ่ำน้ำ และมีเนื้อที่อ่อนนุ่ม จึงซ้าและเสียหายได้ง่าย ดังนั้นในระหว่างการขนส่งจึงมักประสบปัญหาผิวซ้าและเกิดการเน่าเสีย การลดความเสียหายของผลสตรอเบอรี่นั้นสามารถทำได้โดยการคัดเลือกระยะเวลาความแก่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งในแต่ละระยะความแก่ผลสตรอเบอรี่มีกระบวนการทางสรีรวิทยา ส่วนประกอบทางเคมี และลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน จึงส่งผลต่ออัตราการหายใจ สี กลิ่น รสชาติ ความแน่นเนื้อ และความสมดุลของน้ำตาลและกรดภายในผล

(Montero *et al.*, 1996) และโดยทั่วไปในระหว่างการสุกของผลไม้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพกทินในผนังเซลล์โดยเอนไซม์เพกทิเนส (pectinase) จึงทำให้ผลไม้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มลง (दनัย, 2540) สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 เป็นสายพันธุ์ใหม่ที่มูลนิธิโครงการหลวงได้นำเข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น มีชื่อว่า Tochiotome โดยได้นำมาทดลองปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2542 และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดี จึงส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเป็นการค้าตั้งแต่ฤดูกาลผลิตปี พ.ศ. 2545-2546 เป็นต้นมา ซึ่งข้อมูลทางด้านคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่สายพันธุ์นี้ที่ปลูกในประเทศไทยยังมีน้อย ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของผล ลักษณะทางสัณฐานวิทยา คุณสมบัติทางกายภาพและทางชีวเคมีหลังการเก็บเกี่ยวของผลสตรอเบอรี่พันธุ์

พระราชทาน 72 ซึ่งเก็บเกี่ยวที่ระยะความแก่และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการตลาดต่อไป

### วิธีการทดลอง

#### การทดลองที่ 1 การเจริญเติบโตของผลและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เป็น 3 วิธีการ แต่ละวิธีการมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยผลสตรอเบอร์รี่ 50 ผล

ศึกษาอายุและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลสตรอเบอร์รี่ที่ปลูกเป็นการค้าในสวนเกษตรกรบ้านปอแก้ว ตำบลปอแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ โดยนับจำนวนวันหลังดอกบานเต็มที่จนถึงเมื่อผลมีระยะการพัฒนาของสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 ถึงมกราคม พ.ศ. 2548 หลังจากนั้นนำผลสตรอเบอร์รี่มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา คือ สีผิวและสีเนื้อ ขนาดผล น้ำหนักผล ปริมาตรผล รูปร่างผล ตำแหน่งเมล็ด และสีเมล็ด

#### การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่ำและระยะความแก่ต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72

วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ มี 2 ปัจจัย จำนวน 3 ซ้ำ คือ

ปัจจัยที่ 1 ระยะการพัฒนาสีผิวของผลสตรอเบอร์รี่ มี 3 ระดับ คือ 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา มี 3 ระดับ คือ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส

นำผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิว 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส และตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมี

ทุกๆ 2 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา โดยบันทึกผลการทดลอง ดังนี้ สีผิวและสีเนื้อ การสูญเสียน้ำหนักสด ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานิน อัตราการหายใจ และอายุการเก็บรักษา

#### การทดลองที่ 3 ผลของระยะความแก่ต่อกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสในผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ผลสตรอเบอร์รี่ที่มีระยะการพัฒนาสีผิวสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เป็น 3 วิธีการ แต่ละวิธีการมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยผลสตรอเบอร์รี่ 25 ผล

เก็บเกี่ยวผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่มีระยะการพัฒนาสีผิว 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ระดับอุณหภูมิที่ให้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 3 และวัดกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนส (pectinase) ทุกๆ 2 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา และหาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์กับความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอร์รี่

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### การทดลองที่ 1 การเจริญเติบโตของผลและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผลมีอายุเฉลี่ยได้ 27.13, 28.07 และ 29.03 วันหลังดอกบานเต็มที่ ตามลำดับ โดยผลสตรอเบอร์รี่ทั้ง 3 ระยะมีขนาดน้ำหนัก และปริมาตร ไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าผลที่มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดความกว้าง ความยาว น้ำหนัก และปริมาตรของผลมากกว่าผลที่มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ เล็กน้อย สอดคล้องกับ Avigdor-Avidov (1986) ที่รายงานว่าการเจริญเติบโตของผลสตรอเบอร์รี่ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่เซลล์บริเวณเนื้อผล ซึ่งภายหลังจาก

ระยะดอกบานจนกระทั่งผลแก่เต็มที่ มีการขยายขนาดของเนื้อเยื่อประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อผลแก่แก่กลางของผลและเนื้อผลจะหยุดพัฒนา แต่ยังสามารถขยายขนาดเพิ่มได้อีกเล็กน้อย โดยผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่มีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดความกว้าง ความยาว และความหนา อยู่ในช่วง 2.96-3.04, 4.15-4.19 และ 2.65-2.78 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีน้ำหนักและปริมาตรของผลอยู่ในช่วง 13.10-14.52 กรัม และ 14.87-16.40 มิลลิลิตร ตามลำดับ

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีรูปร่างผลส่วนใหญ่เป็นแบบทรงแหลม ร่องลงมาคือ มีรูปร่างเป็นทรงแหลมยาว และมีตำแหน่งของเมล็ดต่ำกว่าระดับผิวผล ซึ่งโดยปกติผลแรกในช่อผลมักมีขนาดใหญ่แต่รูปร่างไม่แน่นอน ผลจะกว้างและแบนเป็นรูปลิ้ม (fasciation) ผลต่อ ๆ มา มีรูปร่างปกติและคงที่ โดยสภาพภูมิอากาศในช่วงการเจริญเติบโตมีผลกระทบต่อรูปร่างของผลสตรอเบอร์รี่ได้ เช่น เมื่อวันสั้นเกินไป เป็นสาเหตุทำให้การเจริญเติบโตของผลไม่เหมาะสม ส่งผลให้ผลสตรอเบอร์รี่มีรูปร่างผลทรงแบน นอกจากนี้การเข้าทำลายของแมลง โรค การผสมเกสร ความแห้งแล้ง ความชื้นของอากาศ และน้ำค้างแข็ง มีผลกระทบต่อรูปร่างของผลสตรอเบอร์รี่ทั้งสิ้น (ณรงค์ชัย, 2543)

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีสีผิวเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น เมื่อระยะของการพัฒนาสีผิวเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณแอนโทไซยานินที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อผลสตรอเบอร์รี่มีอายุผลหรือระยะการสุกมากขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงสีของผลสตรอเบอร์รี่เริ่มจากสีเขียวในระยะผลอ่อน แล้วเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีขาวเมื่อผลเริ่มแก่ และเมื่อผลสุกสีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีแดง (Gross, 1982) ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีเนื้อผลภายในเป็นสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ๆ และส่วนของเนื้อปลายผลเริ่มมีสีแดงเพิ่มขึ้นตามระยะการพัฒนาสีผิว ส่วนสีของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเหลืองอมเขียวเป็นสีส้มและสีแดงเมื่อผลมีการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น

## การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่ำและระยะเวลาแก่ต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 วัน พบว่า ผลสตรอเบอร์รี่ที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีสีผิวและสีเนื้อเป็นสีแดงมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการเปลี่ยนสีนี้สอดคล้องกับปริมาณแอนโทไซยานินของผลสตรอเบอร์รี่ที่เพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาสีผิว (ตารางที่ 1) โดยผลสตรอเบอร์รี่มีการสะสมปริมาณแอนโทไซยานินที่ผิวและเนื้อผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อผลสตรอเบอร์รี่เปลี่ยนจากระยะผิวสีแดงครึ่งผลเป็นมีผิวสีแดงทั่วทั้งผล (Li *et al.*, 2000) และอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวและสีเนื้อของผลสตรอเบอร์รี่ โดยผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูงสามารถสังเคราะห์แอนโทไซยานินและพัฒนาสีผิวและสีเนื้อเป็นสีแดงได้ดีกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (ตารางที่ 1) เนื่องจากอุณหภูมิต่ำมีผลชะลอการทำงานของเอนไซม์และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ ของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้เกิดช้าลง ทำให้ผลไม่แก่และสุกช้าลง ดังนั้นการสังเคราะห์แอนโทไซยานินและเปลี่ยนแปลงสีผิวและสีเนื้อจึงเกิดช้ากว่าที่อุณหภูมิสูง (दनัย, 2540)

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักสดไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ  $0.72 \pm 0.02$ ,  $0.72 \pm 0.23$  และ  $0.57 \pm 0.35$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เนื่องจากที่ผิวของผลสตรอเบอร์รี่มีไข (wax) เคลือบอยู่ โดยเฉพาะที่ผิวของผลสุก จึงทำให้ผลสตรอเบอร์รี่มีการสูญเสียน้ำไม่มาก (दनัย, 2540) การเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทำให้

สูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 1) เพราะในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง จะทำให้อากาศสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น ผลผลิตจึงมีการสูญเสียน้ำให้บรรยากาศโดยรอบได้ง่าย การลดอุณหภูมิของอากาศให้ต่ำลง ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของอากาศลดลง (दनัย, 2540)

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อต่ำกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Azodanlou *et al.* (2004) ที่รายงานว่า ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์ Carezza, Darselect และ Marmolada มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อผลเปลี่ยนจากระยะผิวสีขาวเป็นสีแดงครึ่งผล หลังจากนั้นความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอร์รี่จะลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะของการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง และมีความแน่นเนื้อต่ำสุดเมื่อผลมีผิวสีแดงเข้ม ซึ่งการที่ผลสตรอเบอร์รี่ที่สุกหรืออายุผลมากขึ้นมีความแน่นเนื้อลดลง เป็นผลเนื่องมาจากเกิดการสลายตัวของสารที่เป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์ โดยเฉพาะสารประกอบเพกทิน ซึ่งทำหน้าที่ประสานโมเลกุลต่างๆ ในผนังเซลล์เข้าด้วยกันและเชื่อมเซลล์ข้างเคียงให้ติดกันจะถูกสลายด้วยเอนไซม์ในกลุ่มของโพรโทเพกทิเนส ทำให้เซลล์ที่เคยยึดเกาะกันแน่นขณะผลไม่ดิบเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพที่เกาะกันหลวม ๆ เมื่อผลไม่สุกส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลไม่นิ่มลง (दनัย, 2540) การเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทำให้ผลสตรอเบอร์รี่มีความแน่นเนื้อน้อยกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 0 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 1) เนื่องจากการเก็บรักษาผลผลิตโดยใช้ความเย็นหรืออุณหภูมิต่ำ จะช่วยชะลอปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ทำให้ผลไม่นิ่มและอ่อนตัวช้าลง เพราะอุณหภูมิต่ำมีส่วนในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ในปฏิกิริยาเคมีให้ช้าลง (दनัย และนริยา, 2548)

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) เพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง โดยผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่า

ผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำตาลเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำตาลในผลสตรอเบอร์รี่ (दनัย และนริยา, 2548) โดยผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับ Spayd and Morris (1981) ที่รายงานว่า ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์ Cardinal และ A-5344 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่อผลมีระยะความแก่และสุกมากขึ้น ส่วนอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 คือ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ และน้ำตาลทั้งหมดในผลสตรอเบอร์รี่ (ตารางที่ 1 และ 2) เช่นเดียวกับผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดไม่แตกต่างกันจนกระทั่งถึงวันที่ 11 ของการเก็บรักษา (Ayala-Zavala *et al.*, 2004)

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นเมื่อผลมีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดงมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA) มีค่าลดลง (ตารางที่ 1) ซึ่งปริมาณกรดอินทรีย์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าพีเอชภายในเซลล์ โดยทั่วไปในขณะที่ผลไม่ยังอ่อนจะมีปริมาณกรดอยู่สูง ทำให้พีเอชต่ำ เมื่อผลไม่สุกปริมาณกรดมักจะลดต่ำลง เนื่องจากมีการนำไปใช้ในการหายใจ (จริงแท้, 2544) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Montero *et al.* (1996) ที่พบว่า ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์ Chandler เริ่มมีค่าพีเอชเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผลเข้าสู่ระยะแก่เต็มที่ ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้มีค่าลดลงจนกระทั่งผลสตรอเบอร์รี่เสื่อมสภาพ ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) เช่นเดียวกับผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์ Chandler ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5

และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผลสตรอเบอร์รี่ (Ayala-Zavala *et al.*, 2004)

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) โดยการสังเคราะห์วิตามินซีในเนื้อเยื่อพืชมีสารเริ่มต้นเป็นน้ำตาลเฮกไซส ดังนั้นเมื่อในเนื้อเยื่อพืชมีปริมาณน้ำตาลสูงจะมีการสังเคราะห์วิตามินซีมากขึ้นด้วย (दनัย, 2540) เช่นเดียวกับผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์ Cardinal และ A-5344 ที่มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นพร้อมกับความแก่ของผลสตรอเบอร์รี่ที่มากขึ้น (Spayd and Morris, 1981) การเก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทำให้ผลสตรอเบอร์รี่มีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) อาจเนื่องจากอุณหภูมิต่ำทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์วิตามินซีเกิดขึ้นได้ช้าลง และการเก็บรักษาผลผลิตไว้ที่อุณหภูมิต่ำไม่สามารถชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้เสมอไป โดยมันฝรั่งและมันเทศที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำสูญเสียวิตามินซีมากกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งอาจเนื่องมาจากเกิดอาการระคายเคืองขึ้น ทำให้เซลล์เสื่อมสลาย วิตามินซีจึงถูกออกซิไดส์ด้วยออกซิเจนและเอนไซม์ต่าง ๆ (จริงแท้, 2544)

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการหายใจต่ำกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เพราะอัตราการหายใจของผลในขณะที่ยังอ่อนอยู่หรือกำลังเจริญเติบโตจะสูง เพราะยังมีการเจริญเติบโตเกิดขึ้น หลังจากนั้นอัตราการหายใจ

จะค่อย ๆ ลดต่ำลงเรื่อย ๆ ตามอายุผลที่มากขึ้น และภายหลังจากการเก็บเกี่ยวอัตราการหายใจของผลไม้ประเภท non climacteric จะลดลงเรื่อย ๆ (दनัย, 2540) และผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจสูงกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 0 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ และการหายใจจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ 10 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเก็บรักษาผลผลิตไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยควบคุมอัตราการหายใจให้เกิดขึ้นช้าลง มีผลทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ภายในเซลล์ของผลผลิตเกิดขึ้นช้าลงด้วย (दनัย, 2540; ดนัยและนิธิยา, 2548)

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าผลสตรอเบอร์รี่ที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดงมากขึ้นมีอายุการเก็บรักษาลดลง (ตารางที่ 2) เพราะสตรอเบอร์รี่เป็นผลไม้ที่มีผิวบาง ฉ่ำน้ำ และมีเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่ม จึงช้ำและเน่าเสียได้ง่าย ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาลดลงสำหรับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาผลสตรอเบอร์รี่มีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษามาก โดยพบว่าผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) เนื่องจากอุณหภูมิต่ำชะลออัตราการหายใจ และปฏิกิริยาทางเคมีต่าง ๆ ของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ส่งผลให้ผลสตรอเบอร์รี่เกิดการเสื่อมสภาพช้าลง และยังลดการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ต่าง ๆ (दनัย และนิธิยา, 2548)

Table 1 Weight loss, firmness, TSS, pH, TA and anthocyanin content of strawberry fruit cv. No.72 harvested at 25, 50 and 75 percent color break and stored at 0, 5 and 10 °C for 4 days.

Treatment	Weight loss (%)	Firmness (kg)	TSS (%)	pH	TA (%)	Anthocyanin (mg/100g)
Factor 1 Harvesting stage						
25 % Color break	0.72±0.20	0.94±0.04 <sup>a</sup>	8.42±0.36 <sup>c</sup>	3.57±0.04 <sup>b</sup>	1.28±0.07 <sup>a</sup>	21.26±1.42 <sup>b</sup>
50 % Color break	0.72±0.23	0.88±0.04 <sup>b</sup>	8.89±0.20 <sup>b</sup>	3.67±0.04 <sup>a</sup>	1.14±0.06 <sup>b</sup>	24.11±0.61 <sup>b</sup>
75 % Color break	0.57±0.35	0.84±0.08 <sup>b</sup>	9.42±0.19 <sup>a</sup>	3.65±0.05 <sup>a</sup>	1.14±0.10 <sup>b</sup>	34.18±1.21 <sup>a</sup>
Factor 2 Storage temperature						
0 °C	0.52±0.16 <sup>b</sup>	0.92±0.05 <sup>a</sup>	8.83±0.46	3.65±0.06	1.14±0.09	21.05±1.42 <sup>b</sup>
5 °C	0.65±0.24 <sup>ab</sup>	0.90±0.05 <sup>a</sup>	8.89±0.57	3.63±0.03	1.22±0.06	25.11±1.62 <sup>b</sup>
10 °C	0.85±0.29 <sup>a</sup>	0.84±0.08 <sup>b</sup>	9.01±0.47	3.62±0.07	1.20±0.14	33.40±1.45 <sup>a</sup>
Factor 1	ns	*	*	*	*	*
Factor 2	*	*	ns	ns	ns	*
Factor 1x2	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Different letters in the same column denote significant differences at P = 0.05, \* = significant, ns = non-significant

Table 2 Reducing sugar, total sugar, vitamin C content and respiration rate of strawberry fruit cv. No.72 harvested at 25, 50 and 75 percent color break and stored at 0, 5 and 10 °C for 4 days.

Treatment	Reducing sugar (%)	Total sugar (%)	Vitamin C (mg/100g)	Respiration rate (mgCO <sub>2</sub> /kg/h)	Storage life (day)
Factor 1 Harvesting stage					
25 % Color break	6.08±0.38 <sup>b</sup>	6.94±0.85	70.91±0.26 <sup>b</sup>	15.00±1.78 <sup>a</sup>	10.66±1.44
50 % Color break	6.19±0.56 <sup>b</sup>	7.42±0.74	74.12±1.26 <sup>b</sup>	13.24±1.67 <sup>a</sup>	10.00±1.66
75 % Color break	6.69±0.28 <sup>a</sup>	7.69±0.74	81.68±0.77 <sup>a</sup>	9.90±1.91 <sup>b</sup>	8.67±1.44
Factor 2 Storage temperature					
0 °C	6.18±0.51	7.47±0.67	70.70±1.00 <sup>b</sup>	6.45±1.35 <sup>b</sup>	15.33±1.32 <sup>a</sup>
5 °C	6.43±0.56	7.52±1.07	78.47±1.63 <sup>a</sup>	8.24±1.99 <sup>b</sup>	8.67±1.32 <sup>b</sup>
10 °C	6.36±0.39	7.07±0.64	77.54±1.27 <sup>a</sup>	23.45±1.83 <sup>a</sup>	5.33±1.32 <sup>c</sup>
Factor 1	*	ns	*	*	ns
Factor 2	ns	ns	*	*	*
Factor 1x2	ns	ns	ns	*	ns

Different letters in the same column denote significant differences at P = 0.05, \* = significant, ns = non-significant

### การทดลองที่ 3 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาแก่ต่อกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสในผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72

ผลการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสในผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส พบว่าในวันเริ่มต้น (วันที่ 0) และวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลสตรอเบอร์รี่ที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มีกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 25 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นผลสตรอเบอร์รี่ที่เก็บเกี่ยวในระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดงทั้ง 3 ระยะ มีกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสไม่แตกต่างกันจนหมดอายุการเก็บรักษา แต่มีแนวโน้มว่ากิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสเพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดงและอายุการเก็บรักษา (ตารางที่ 3) และกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอร์รี่ สอดคล้องกับผลการศึกษา

ของ Lefever *et al.* (2004) ที่พบว่า ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์ Siabelle, J2, Senga sengana และ Darsanga มีกิจกรรมของเอนไซม์เพกทิเนสที่ลเอสเทอเรสและพอลิกลีคตินสูงมากในขณะที่เนื้อผลมีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด ซึ่งการที่ผลสตรอเบอร์รี่มีความแน่นเนื้อลดลง เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและส่วนประกอบของผนังเซลล์ โดยเฉพาะสารประกอบเพกทินที่ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ที่อยู่ข้างเคียงและประสานโมเลกุลต่างๆ ในผนังเซลล์เข้าด้วยกัน โดยในผลไม้ดิบจะพบสารประกอบเพกทินที่อยู่ในรูปของโพรโทเพกทิน ซึ่งไม่ละลายน้ำ และมักรวมตัวกับแคลเซียม เกิดเป็นแคลเซียมเพกเตต (Capectate) ทำให้ผลไม้มีความแน่นเนื้อสูง เมื่อผลไม้สุกปริมาณแคลเซียมจะลดลงและโมเลกุลของโพรโทเพกทินจะถูกสลายให้กลายเป็นเพกทินและกรดเพกติกที่ละลายน้ำได้ โดยอาศัยกระบวนการ depolymerization และ deesterification ที่มีเอนไซม์ในกลุ่มโพรโทเพกทิเนสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยการสลายพอลิเมอร์ของโพรโทเพกทินและไฮโดรไลส์เอาหมู่เมทิลออกจากโมเลกุลของเพกทินได้เป็นกรดเพกติก ทำให้เนื้อสัมผัสของผลไม้นิ่มลง (दनัย, 2540)

Table 3 Pectinase activity (mg methoxyl/ml of juice) of strawberry fruit cv. No.72 harvested at 25, 50 and 75 percent color break and stored at 0 °C for 16 days.

Harvesting stage	Days after storage								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
25 % Color break	1.55 <sup>b</sup>	1.68	1.63 <sup>b</sup>	1.69 <sup>b</sup>	1.74	1.71	1.72	1.81	1.88
50 % Color break	1.62 <sup>ab</sup>	1.70	1.72 <sup>ab</sup>	1.81 <sup>ab</sup>	1.78	1.75	1.73	1.87	1.90
75 % Color break	1.79 <sup>a</sup>	1.74	1.87 <sup>a</sup>	1.94 <sup>a</sup>	1.81	1.90	1.91	1.94	-
LSD <sub>0.05</sub>	0.21	0.18	0.19	0.15	0.17	0.21	0.35	0.19	-
C.V. (%)	6.49	5.24	5.46	4.13	4.81	5.90	9.78	5.12	-

Different letters in the same column denote significant differences at P = 0.05

## สรุปผลการทดลอง

ผลสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีระยะการ  
พัฒนาของสีผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ  
มีอายุผลเฉลี่ยเท่ากับ 27.13, 28.07 และ 29.03 วันหลัง  
ดอกบานเต็มที่ ตามลำดับ ซึ่งมีขนาด น้ำหนัก และ  
ปริมาตรของผลไม่แตกต่างกัน มีรูปร่างผลส่วนใหญ่เป็น  
แบบทรงแหลมและตำแหน่งของเมล็ดต่ำกว่าระดับผิวผล  
โดยผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อสีผิวเป็นสีแดง 75 เปอร์เซ็นต์ มี  
คุณภาพดีเหมาะสำหรับการนำไปบริโภคสดมากที่สุด  
และการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศา  
เซลเซียส ผลสตรอเบอร์รี่มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 15.33,  
8.67 และ 5.33 วัน ตามลำดับ ผลสตรอเบอร์รี่มีกิจกรรม  
ของเอนไซม์เพกทิเนสเพิ่มขึ้นเมื่อผลมีระยะของการพัฒนา  
สีผิวเป็นสีแดงมากขึ้น และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับ  
ความแน่นเนื้อของผล

## เอกสารอ้างอิง

จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการ  
เก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 4.  
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. 2543. สตรอเบอร์รี่: พืชเศรษฐกิจ  
ใหม่. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ. 158 หน้า.

दनัย บุญยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของ  
พืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
เชียงใหม่, เชียงใหม่. 222 หน้า.

दनัย บุญยเกียรติ และนิธิยา รัตนานพนธ์. 2548. การ  
ปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.  
สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 หน้า.

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

Ayala-Zavala, J. F., S. W. Wang and G. A. Gonzalez-  
Aguilar. 2004. Effect of storage temperature  
on antioxidant capacity and aroma  
compounds in strawberry fruit. Lebensmittel-  
Wissenschaft u.-Technologie 37: 687-695.

Azodanlou, R., C. Darbellay, J. L. Luisier, J. C.  
Villetaz and R. Amado. 2004. Changes in  
flavour and texture during the ripening of  
strawberries. European Food Research  
and Technology 218 : 167-172.

Gross, J. 1982. Change of chlorophylls and  
carotenoids in developing strawberry fruits  
(*Fragaria annassa*) cv. Tenira. Hort. Abstract  
52(11): 693.

Lefever, G., M. Vieuille, N. Delage, A. D. Harlingue, J.  
D. Monteclerc and G. Bompeix. 2004.  
Characterization of cell wall enzyme  
activities, pectin composition and  
technological criteria of strawberry cultivars  
(*Fragaria X ananassa* Duch). Food  
Chemistry and Toxicology 69(4): 221-226.

Li, Y., R. Sakiyama, H. Maruyama and S. Kawabata.  
2000. Regulation of anthocyanin biosynthesis  
during fruit development in 'Nyoho'  
strawberry. Journal of the Japanese Society  
for Horticultural Science 70: 28-32

Montero, T. M., E. M. Molla, R. M. Esteban and F. J.  
Lopez-Andreu. 1996. Quality attributes of  
strawberry during ripening. Scientia  
Horticulturae 65: 239-250.

Spayd, S. E. and J. R. Morris. 1981. Physical and  
chemical characteristics of puree from one-  
over harvested strawberries. Journal of the  
American Society for Horticultural Science  
106: 101-105.