

# การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารของผลส้มจุก

## Growth and seasonal change in nutrient of neck orange (*Citrus reticulata* Blanco.)

บุญชนะ วงศ์ชนะ<sup>1</sup>, ชยานุช ตรีพันธ์<sup>1</sup> และ สุกลักษณ์ อริยภูชัย<sup>1</sup>

Boonchana Wongchan<sup>1</sup>, Chayanuch Tripan<sup>1</sup> and Suppaluck Ariyaphuchai<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ:** ศึกษาการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารของผลส้มจุก (*Citrus reticulata* Blanco.) ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ระหว่าง ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2556 เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกและเนื้อของผลส้มจุกที่เก็บเกี่ยวทุกๆ เดือน ตั้งแต่หลังดอกบานถึง 7 เดือน พบว่า การเจริญเติบโตของผลเป็นแบบ Simple sigmoid curve มีอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่ 6.5 เดือนหลังดอกบาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ แต่ปริมาณกรดที่ไตเตรดได้ลดลงอย่างรวดเร็วตลอดการเจริญและพัฒนาของผล ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกและเนื้อ พบว่า ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียม (K) มากที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน (N) แคลเซียม (Ca) ฟอสฟอรัส (P) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) ตามลำดับ ความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้งหมดในเปลือกและเนื้อลดลงตลอดการพัฒนาของผล โดยความเข้มข้นของธาตุ N P K และ S ในเนื้อมียิ่งกว่าในเปลือกและลดลงตลอดการเจริญและพัฒนาของผล ความเข้มข้นของ Ca และ Mg ในเปลือกมียิ่งกว่าในเนื้อตลอดการเจริญและพัฒนาของผล

**คำสำคัญ:** ส้มจุก, การเจริญเติบโตและการพัฒนาของผล, ธาตุอาหาร

**ABSTRACT:** Fruit growth and seasonal change in nutrient of neck orange (*Citrus reticulata* Blanco.) were studied at Trang Horticulture Research Center from October 2010 to September 2013. The objectives were to investigate fruit growth pattern and concentrations of the macronutrients (N, P, K, Ca, Mg and S) in fruit rind and fruit pulp of neck orange were collected every month after anthesis until 7 months. Fruit growth pattern of neck orange was simple sigmoid curve. The optimum age for fruit harvesting began 6.5 months after anthesis. The total soluble solids (TSS) increased slowly, but the titratable acidity (TA) decreased rapidly during fruit growth and development. The general order of the macronutrients in the rind and pulp of fruit were  $K > N > Ca > P > Mg > S$ . The concentration of most nutrients in pulp and rind decreased during fruit growth and development. The N, P, K and S concentrations in the pulp were greater than in the rind and decreased throughout fruit growth and development. The Ca and Mg concentration in the rind was greater than in the pulp throughout fruit growth and development.

**Keywords:** neck orange (*Citrus reticulata* Blanco), Fruit growth and development, Nutrient

### บทนำ

ส้มจุก มีชื่อสามัญว่า Neck orange มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus reticulata* Blanco เป็นส้มในกลุ่มส้มเปลือกกล่อนเช่นเดียวกับส้มโชกุนและส้มเขียวหวาน

ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลผลิตส้มจุกคือ การเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะเวลาที่เหมาะสม การนับอายุวันตั้งแต่หลังดอกบานจนกระทั่งผลแก่เก็บเกี่ยวได้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยววิธีทางหนึ่งของ ส้ม เพราะส้มแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันไปค่อนข้างมาก เช่น ส้ม

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง ต.ไม้ฝาด อ.สิเกา จ.ตรัง 92150

Trang Horticulture Research Center, Sikao district, Trang Province 92150

เขียวหวานและส้มโชกุน มีอายุ 9 เดือน สามารถยืดอายุผลบนต้นได้ 1 เดือน หากยาวนานมากกว่านี้โอกาสจะเกิดอาการข้าวสารจะมีสูงมากขึ้น มะนาวใช้เวลาประมาณ 4.5 เดือน ก็สามารถเก็บเกี่ยวได้ และส้มโอใช้เวลาประมาณ 7 เดือน (รวิ, 2542) นอกจากนี้หลังดอกบานและติดผลมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาของส้มซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตลักษณะต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลมีความสัมพันธ์กับปริมาณของธาตุอาหารในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของผล ซึ่งการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชเป็นสิ่งบ่งบอกถึงสถานภาพที่เป็นจริงของปริมาณธาตุอาหารในพืชว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด สามารถนำไปใช้ประเมินปริมาณธาตุอาหารในพืชว่ามีอยู่ในระดับที่เพียงพอ ขาดแคลนหรือมีมากเกินไปสำหรับการเจริญเติบโตของพืชจนอาจเป็นพิษต่อพืชได้ โดยเปรียบเทียบกับค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารที่ได้มีการทดลองมาแล้วกับพืชชนิดนั้นๆ (ยงยุทธ, 2544) การวิเคราะห์ธาตุอาหารสามารถทำได้ทั้งในใบและผลผลิตของส้ม ทั้งนี้การศึกษาการเจริญเติบโตของผลและการวิเคราะห์ตัวอย่างผลผลิตมีความเหมาะสมสำหรับการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับคุณภาพของผลผลิต (Storey and Treeby, 2000; Knee, 2002; Van rooyen and Bower, 2005) และปริมาณของธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต (crop removal) หลังการเก็บเกี่ยวในแต่ละครั้ง (นันทวัฒน์, 2545) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับไม้ผล ดังนั้นการศึกษาการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในผลส้มจึงมีความจำเป็นเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการดูแลรักษาตลอดถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลส้มต่อไป

### วิธีการทดลอง

คัดเลือกต้นส้มจุกในศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง จำนวน 10 ต้น เมื่อดอกบานสุ่มผูก

ไหมพรมที่ขั้วของช่อดอก บันทึกวันเดือนปี่ที่ดอกบาน หลังจากนั้นเก็บผลส้มจุกที่สุ่มไว้ทุก 30 วัน จนถึง 7 เดือนหลังดอกบาน จำนวน 10 ผลต่อต้น นำมาบันทึกข้อมูล 10 ผลต่อครั้ง (ซ้ำ) โดยเริ่มต้นเดือนตุลาคม 2553 ถึงกันยายน 2556 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผล ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพของผล ศึกษาและบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของผลในลักษณะต่างๆ ดังนี้ คือ น้ำหนักผลสด เส้นผ่านศูนย์กลางของผล น้ำหนักเนื้อ และความหนาของเปลือก

2. ลักษณะทางเคมีของผล ผ่าตัวอย่างผลส้มจุก นำเนื้อมาคั้นน้ำแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำที่คั้นได้มาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solid, TSS) โดยใช้ hand refractometer ปริมาณของกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity, TA) โดยการไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ และคำนวณหาปริมาณของกรดในรูปเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก ตามวิธีการของ Boland (1995) ดังนี้

กรดซิตริก (เปอร์เซ็นต์) =  $\{(a \times b) 0.064 \times 100\} / m$

เมื่อ a = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรท (มิลลิลิตร)

b = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โมลาร์)

m = ปริมาตรของน้ำคั้นที่นำมาวิเคราะห์ (มิลลิลิตร)

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารต่างๆ ในผลระหว่างการการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลในส่วนของเปลือกและเนื้อเมื่อผลมีอายุต่างๆหลังดอกบาน โดยเก็บผลส้มจุกที่ได้สุ่มไว้ทุกๆ 1 เดือน มาเตรียมตัวอย่างโดยล้างทำความสะอาดผลด้วยน้ำสะอาดแยกเปลือกและเนื้อของผลส้มจุกแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักแห้งคงที่แล้วบดด้วยเครื่องบด เก็บใส่ถุงพลาสติกที่ปิดสนิท นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) กำมะถัน (S) ตาม

วิธีการของสมศักดิ์ และคณะ (2547) ณ ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อำเภอท่าศาลา จังหวัด นครศรีธรรมราช

### ผลการศึกษา

1. ลักษณะทางกายภาพของผล การเจริญเติบโตของผล พบว่า มีการเจริญเติบโตเป็นแบบ simple sigmoid curve กล่าวคือ น้ำหนักผลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในระยะแรกของการเจริญเติบโต ตั้งแต่หลังดอกบานถึงอายุ 1 เดือน โดยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 3.95 กรัม การเจริญเติบโตของผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะที่สอง ในช่วง 1 - 6 เดือนหลังดอกบาน โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยของผลอายุ 2 - 6 เดือน ประมาณ 3.95, 17.2, 44.3, 76.4, 113.7 และ 164.3 กรัม ตามลำดับ ในระยะที่สาม เมื่อผลมีอายุ 6 - 7 เดือนหลังดอกบาน เป็นระยะที่มีน้ำหนักผลมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นน้อยมาก และผลมีน้ำหนักสูงสุดเมื่อมีอายุ 7 เดือนหลังดอกบาน โดยน้ำหนักเฉลี่ยของผลประมาณ 175.7 กรัม สำหรับการเปลี่ยนแปลงของเส้นผ่านศูนย์กลางผล ความหนาของเนื้อและเปลือก พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของผลเพิ่มขึ้นตามอายุของผลและมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่ออายุ 7 เดือนหลังดอกบาน ความหนาของเปลือกเพิ่มขึ้นในระยะแรก คือ หลังดอกบาน ถึง 1 เดือนหลังดอกบาน

แต่หลังจากนั้นความหนาของเปลือกค่อยลดลงตลอด การเจริญเติบโตของผล ความหนาของเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในระยะตั้งแต่หลังดอกบานถึง 1 เดือน หลังจากนั้น ความหนาของเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่ออายุ 7 เดือนหลังดอกบาน (Figure 1A, B)

2. ลักษณะทางเคมีของผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อายุของผล 4 เดือนหลังดอกบาน ผลอายุ 4-7 เดือนหลังดอกบาน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เฉลี่ย 7.9, 8.1, 8.7 และ 9.7 องศาบริกซ์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) พบว่า มีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องตามอายุของผลตั้งแต่อายุผล 4 - 7 เดือนหลังดอกบาน โดยมีปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้เฉลี่ย 2.6, 1.6, 0.6 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) พบว่า อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อายุของผล 4 - 7 เดือนหลังดอกบาน โดยมีอัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ เฉลี่ย 3.0, 5.2, 14.0 และ 17.4 ตามลำดับ (Figure 2C)

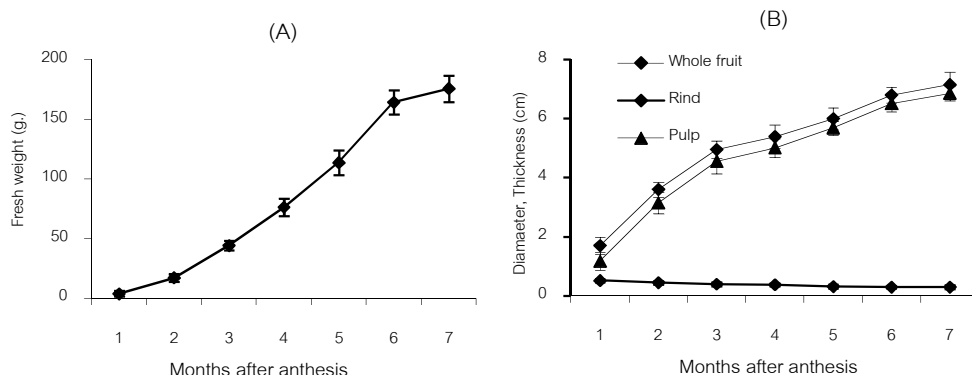
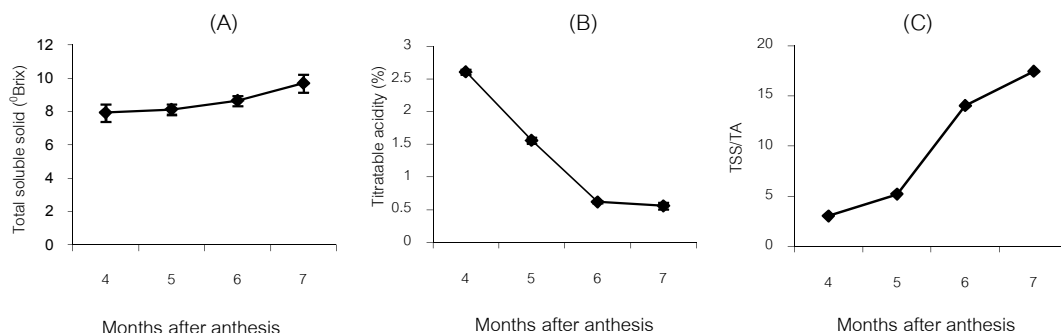


Figure 1. Changes in fresh weight (A), diameter, rind and pulp thickness (B) of neck orange fruits after anthesis. Vertical bars indicate  $\pm$  S.D.



**Figure 2.** Changes in total soluble solid (TSS) (A) and titratable acidity (TA) (B) and TSS/TA (C) of neck orange fruits after anthesis. Vertical bars indicate  $\pm$  S.D.

3. การเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารของผล ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักไนโตรเจนและโพแทสเซียมแตกต่างกันเมื่อผลมีการเจริญเติบโตมากขึ้น โดยเมื่อผลอายุ 7 เดือนหลังดอกบาน มีความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมมากที่สุด (K, 1.85 %) รองลงมาคือ ไนโตรเจน (N, 1.66 %) แคลเซียม (Ca, 0.87 %) ฟอสฟอรัส (P, 0.26 %) แมกนีเซียม (Mg, 0.19 %) และกำมะถัน (S, 0.07 %) ตามลำดับ และความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในเนื้อไม้มากกว่าในเปลือกตลอดอายุการเจริญเติบโตของผลโดยมีความเข้มข้นในเนื้อเมื่ออายุ 2 เดือนหลังดอกบาน เท่ากับ 1.41, 0.26 และ 1.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความเข้มข้นของธาตุอาหารเหล่านี้ลดลงตามอายุผลที่เพิ่มขึ้น เมื่อผลอายุ 7 เดือนมีความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ประมาณ 0.91, 0.19 และ 1.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นในเปลือกสูงสุดเมื่ออายุ 1 เดือนหลังดอกบาน เท่ากับ 1.33, 0.19 และ 1.62 เปอร์เซ็นต์ ตาม

ลำดับ ความเข้มข้นลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นของผลส้ม จุกเมื่ออายุ 7 เดือนหลังดอกบาน เท่ากับ 0.74, 0.07 และ 0.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 3) สำหรับ ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน พบว่า ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมมีความเข้มข้นในเปลือกมากกว่าในเนื้อ ต่างกับธาตุกำมะถันที่มีความเข้มข้นในเนื้อมากกว่าในเปลือกตลอดอายุการเจริญเติบโตของผล โดยมีความเข้มข้นในเนื้อเมื่ออายุ 2 เดือนหลังดอกบาน เท่ากับ 0.25, 0.13 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความเข้มข้นลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นของผลส้ม จุก เมื่ออายุ 7 เดือนหลังดอกบาน เท่ากับ 0.35, 0.07 และ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความเข้มข้นในเปลือกเมื่ออายุ 1 เดือนหลังดอกบาน เท่ากับ 0.41, 0.17 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความเข้มข้นลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นของผลส้ม จุก เมื่ออายุ 7 เดือนหลังดอกบาน เท่ากับ 0.52, 0.12 และ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตามลำดับ (Figure 3)

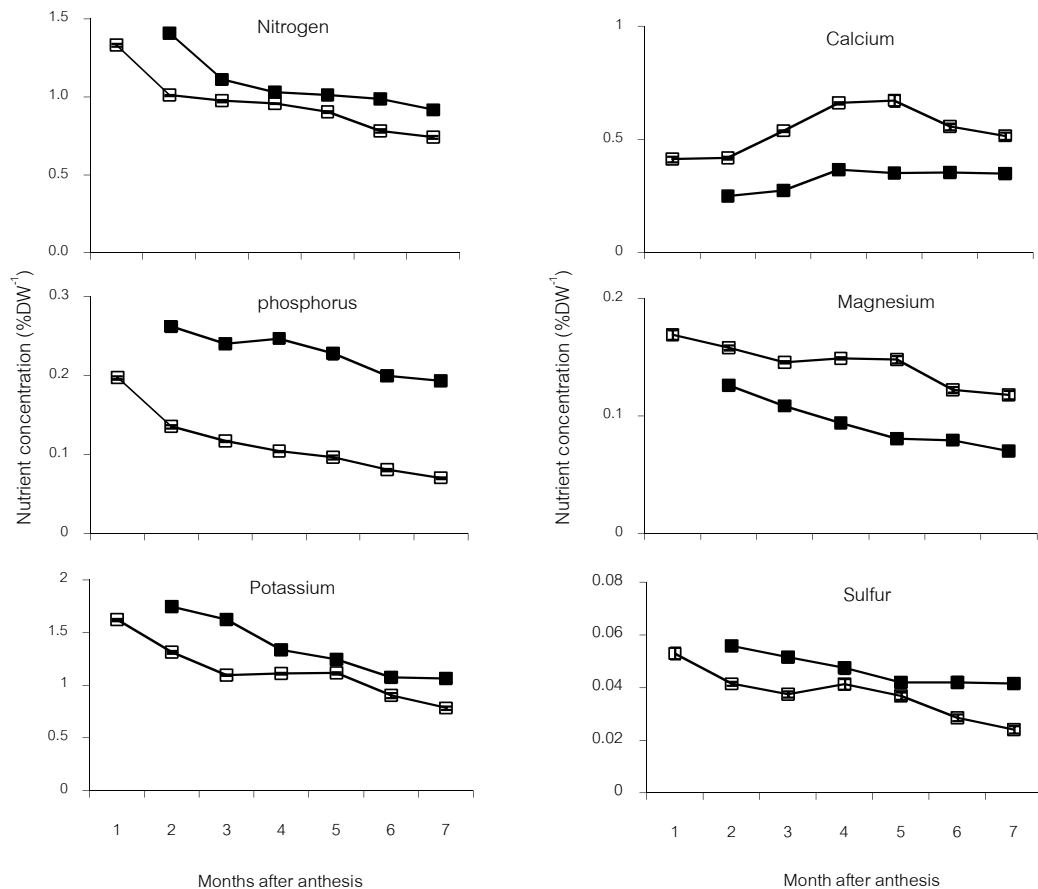


Figure 3. Seasonal changes in macronutrient concentration in rind (□) and pulp (■) of neck orange fruits after anthesis. Vertical bars indicate  $\pm$  S.D.

### วิจารณ์

การเจริญเติบโตของผลส้มจุกมีการเจริญเติบโตในระยะที่หนึ่งคือตั้งแต่หลังดอกบานถึงอายุ 1 เดือนหลังดอกบาน ขึ้นเนื่องจากในระยะนี้มีการพัฒนาทางด้านการแบ่งเซลล์ (cell division) มีเปลือกเป็นองค์ประกอบเป็นส่วนใหญ่ ระยะที่สองเมื่ออายุ 1 - 6 เดือนหลังดอกบาน เป็นการเจริญเติบโตทางด้านการขยายขนาดของเซลล์ (cell extension) ทำให้ขนาดและน้ำหนักของผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วคล้ายคลึงกับในส้มเกลี้ยงพันธุ์ Navel (Storey and Treeby, 2000) ในระยะที่สามการเจริญเติบโตของผลค่อนข้างคงที่ การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและปริมาณของ

กรดที่ไทเตรทได้นับเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดในด้านคุณภาพผลส้ม เพราะส้มเป็นผลไม้ที่บ่มไม่สุก (non climacteric) (จริงแท้, 2542) คือ ส้มจะไม่มีกระบวนการสะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้นหลังจากเก็บเกี่ยวจากต้นแล้ว การเก็บเกี่ยวผลส้มที่มีอายุอ่อนจะมีรสเปรี้ยว แต่ถ้าทิ้งผลส้มไว้กับต้นนานเกินอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมคุณภาพของส้มจะลดลง ซึ่งอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณของกรดที่ไทเตรทได้ของส้มควรมีค่า 10 - 16 (Samson, 1980) ซึ่งจากผลการทดลองในครั้งนี้พบว่า ระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลส้มจุกเริ่มตั้งแต่ 6.5 เดือนหลังดอกบาน เพราะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดสูงและมีอัตราส่วนระหว่าง TSS/TA ที่เหมาะสม

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารมหัพภาคในเนื้อและเปลือกของผลส้มจุกมีความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และกำมะถัน ตามลำดับ ซึ่งมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารมหัพภาคในผลระหว่างการเจริญเติบโตและการพัฒนาลักษณะเกี่ยวกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อและเปลือกของผลส้มเกลี้ยงพันธุ์ Navel (Storey and Treeby, 2000)

### สรุป

การเจริญเติบโตของผลส้มจุกเป็นแบบ Simple sigmoid curve โดยมีระยะเหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลส้มจุกเริ่มตั้งแต่ 6.5 เดือนหลังดอกบาน ส้มจุกต้องการธาตุอาหารโพแทสเซียมมากกว่าธาตุอาหารอื่นๆ ในระหว่างการเจริญเติบโตของผล

### เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- นันทรัตน์ ศุภกานี. 2545. โครงการวิจัยธาตุอาหารส้ม. เมืองไม้ผล. 13:33-42.
- วี เสฐฐักดี. 2542. สรีรวิทยาและการผิดปกติทางสรีรวิทยาของส้ม. น. 1-13 ใน: เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร "วิทยาการส้ม: ทางเลือกปัจจุบันสู่อนาคต" สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โสภธสภ. 2544. ดิน ธาตุอาหารและการให้ปุ๋ยส้ม. น. 1-57 ใน: เอกสารประกอบการอบรมวิทยาการส้ม: ทางเลือกปัจจุบันสู่อนาคต. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ มณีพงศ์, นันทนา ชื่นอิม, ศิริวัลย์ บุญสุข, พัชรี้ แสนจันทร์, ไพสิน เหล็กคง และวรางคณา สระแก้ว. 2547. โครงการการจัดตั้งเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ.
- Boland, F.E. 1995. Acidity (titratable) of fruit products. Cunniff, P. Ed., Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemist International (16<sup>th</sup> ed., pp 2). AOAC international, Virginia.
- Knee, M. 2002. Fruit quality and its biological basis. Sheffield Academic Press, Sheffield.
- Samson, J.A. 1980. Tropical Fruit. Longman, London.
- Storey, R. and M.T. Treeby. 2000. Seasonal changes in nutrient concentrations of navel orange fruit. Scientia Horticulturae. 84:67-82.
- Van Rooyen, Z. and J.P. Bower. 2005. The role of fruit mineral composition on fruit softness and mesocarp discolouration in 'Pinkerton' avocado (*Persea americana* Mill.) Journal of Horticulture Science and Biotechnology. 80:793-799.