

## ความต้องการธาตุอาหารและผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผล และคุณภาพผลผลิตลองกอง

จำเป็น อ่อนทอง<sup>1</sup> ญันยงค์ ปล้องอ่อน<sup>2</sup> และ มงคล แซ่หลิม<sup>3</sup>

### Abstract

Onthong, J.<sup>1</sup>, Plongon, Y.<sup>1</sup> and Sea-lim, M.<sup>2</sup>

### Nutrient requirements and fertilizer effect on fruit development and yield quality of longkong

Songklanakarin J. Sci. Technol., 2006, 28(6) : 1175-1185

Longkong (*Aglaia dookoo* Griff.) is an important fruit tree for the southern economy of Thailand. However, yield qualities still vary greatly, possibly because of improper plant nutrient management in many locations. Therefore, this research was conducted (1) to determine the nutrient requirements for fruit development, and (2) to study effect of fertilizer on fruit development and yield qualities of longkong. The experiment consisted of 2 treatments: (1) without fertilizer, and (2) with fertilizer (applications of fertilizer grade 15-15-15, 8-24-24 and 13-13-21 at a rate of 2 kg tree<sup>-1</sup> at the postharvest stage, before flowering and during fruit development). The results indicated that fruit enlargement and fruit nutrient accumulation developed slowly at the first period (0-8 weeks after fruit set), and increased rapidly during 10-13 weeks. Fertilizer application improved all fruit qualities. The length of peduncle, number of fruit per cluster, fruit

<sup>1</sup>Department of Earth Science, <sup>2</sup>Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand.

<sup>1</sup>Ph.D.(Agricultural Chemistry) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ <sup>2</sup>นักศึกษาหลักสูตร วท.ม. สาขาการจัดการทรัพยากรดิน ภาควิชาธรณีศาสตร์  
<sup>3</sup>M.S.Agr.(Horticulture) รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่  
จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding e-mail: jumpen.o@psu.ac.th

รับต้นฉบับ 30 พฤศจิกายน 2548      รับลงพิมพ์ 8 พฤษภาคม 2549

weight, fruit diameter and total soluble solid of fertilized and non-fertilized longkong tree at 13 weeks after fruit set were 19.13 and 11.50 cm, 42.33 and 25.33 fruit cluster<sup>-1</sup>, 835.70 and 488.58 g cluster<sup>-1</sup>, 34.53 and 33.52 mm, 17.33 and 14.80% Brix, respectively. Longkong requires a large amount of potassium and nitrogen for fruit development. Fertilizer application resulted in high amount of available phosphorus accumulation in the soil. Thus, for longkong's fertilizer management, high rate of nitrogen and potassium fertilizer should be applied, while phosphorus fertilizer should be reduced, at 4-5 weeks after fruit set, at which time the fruits develop rapidly and require abundant nutrients.

**Key words :** *Aglaia dookoo* Griff., fruit quality, fruit development, nutrient requirement, fertilizer, total soluble solid

### บทคัดย่อ

จำเป็น อ่อนทอง ญันยงค์ ปล้องอ่อน และ มงคล แซ่หลิม

ความต้องการธาตุอาหารและผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตของ

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2549 28(6) : 1175-1185

ลองกองเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของภาคใต้ แต่ยังมีปัญหาความไม่สม่ำเสมอของผลผลิต ซึ่งอาจเกิดจากการจัดการธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสม จึงได้ทำการศึกษาความต้องการธาตุอาหารและผลของการใส่ปุ๋ยทางดินต่อการพัฒนาผล และคุณภาพของผลผลิตของลองกอง โดยเปรียบเทียบการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ย (ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15, 8-24-24 และ 13-13-21 ในระยะหลังเก็บเกี่ยว ระยะก่อนออกดอก และระยะพัฒนาผล ตามลำดับ อัตราสูตรละ 2 กก./ต้น) ผลการทดลองพบว่า ในระยะเริ่มติดผลจนถึงผลอายุ 8 สัปดาห์ มีการพัฒนาน้ำหนักสดและการสะสมธาตุอาหารอย่างช้า ๆ และเมื่อผลอายุ 10-13 สัปดาห์ น้ำหนักผลและการสะสมธาตุอาหารของผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การใส่ปุ๋ยทำให้คุณภาพผลผลิตของลองกองดีขึ้นโดยที่คุณภาพผลผลิตของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย เมื่อผลอายุ 13 สัปดาห์ มีค่าดังนี้คือ ความยาวข้อผลมีค่า 19.13 และ 11.50 ซม. มีจำนวนผลต่อข้อ 42.33 และ 25.33 ผล/ข้อ มีน้ำหนักผล 835.70 และ 488.58 กรัม/ข้อ เส้นผ่านศูนย์กลางผล 34.53 และ 33.52 มม. และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 17.33 และ 14.8% ตามลำดับ ธาตุอาหารที่ลองกองใช้ในปริมาณมากในการพัฒนาผล ได้แก่ โพแทสเซียมและไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ตกค้างอยู่ในปริมาณที่สูงมาก ดังนั้นการจัดการปุ๋ยในลองกองจึงควรให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูง ควรลดการใช้ธาตุฟอสฟอรัส และควรใส่ปุ๋ยบำรุงผลในช่วงสัปดาห์ที่ 4-5 หลังติดผล ซึ่งเป็นช่วงก่อนระยะการพัฒนาผลอย่างรวดเร็วและมีความต้องการธาตุอาหารสูง

ลองกองเป็นไม้ผลที่นิยมปลูกในภาคใต้ และได้ขยายพื้นที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงใต้ อย่างไรก็ดีตาม ลองกองยังประสบปัญหาคุณภาพผลผลิตไม่สม่ำเสมอ ทั้งที่ลองกองมีพันธุ์เดียว (มงคล และคณะ, 2543; จรัสศรี และสุวิมล, 2547) ดังนั้นปัญหาคุณภาพผลผลิตของลองกองจึงเกิดจากปัจจัยสภาพแวดล้อม ธาตุอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาผลผลิตของพืช การที่พืชได้รับธาตุอาหารที่เหมาะสมจะทำให้พืชเจริญเติบโตเป็นปกติ และให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลักซึ่งในดินส่วนใหญ่มีไม่เพียงพอแก่ความต้องการของพืช

ทำให้ต้องใส่เพิ่มเติมลงไป โดยธาตุอาหารหลักจะมีบทบาทในพืช คือ ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของสารประกอบหลายชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างอาหารของพืช ฟอสฟอรัสเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดพลังงานในระดับเซลล์ และโพแทสเซียมเป็นตัวปลูกฤทธิ์เอนไซม์หลายชนิด โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แป้ง และยังช่วยในการเคลื่อนย้ายอาหารจากแหล่งสร้างไปยังส่วนที่ต้องการใช้ คือ ปลายยอด ปลายราก และผลผลิต มีรายงานเกี่ยวกับอิทธิพลธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิตในไม้ผลหลายชนิด

ด้วยกัน ในกรณีการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่เหมาะสมสามารถเพิ่มขนาดผลและปริมาณกรดในผล แต่หากให้ไนโตรเจนที่สูงเกินไปจะไปลดขนาดผลได้ (He *et al.*, 2003) ในแอปริคอต การให้ไนโตรเจนในอัตราที่สูงเกินไปทำให้ผลอ่อนแอ ทำให้โรคเข้าทำลายได้ง่ายในช่วงการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว (Bussi *et al.*, 2003) ในเลมอน พบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ผลเลมอนมีความหนาเปลือกเพิ่มขึ้นด้วย (Quaggio *et al.*, 2002) ในส้ม การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ความหนาเปลือก ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลเพิ่มขึ้น การเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ปริมาณน้ำคั้นเพิ่มขึ้น แต่จะลดปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และหากเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมจะทำให้ขนาดผล ความหนาเปลือก และปริมาณกรดเพิ่มขึ้น (Smith, 1968) ในฝรั่ง การเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ขนาดผล ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (นิภาพร และ ตระกูล, 2544)

ในลองกอง มีการศึกษาการใช้สารประกอบแคลเซียมเพื่อลดการแตกของผลและเพิ่มคุณภาพผลผลิต (มงคล และ คณะ, 2543; สุรภิตติ และคณะ, 2540) แต่ยังมีข้อมูลเกี่ยวกับผลของปุ๋ยหรือธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่อคุณภาพผลผลิตดองกอง การจัดการปุ๋ยในสวนดองกองจะจัดการตามไม้ผลทั่วไปคือ ในช่วงก่อนออกดอกจะให้ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง ได้แก่ สูตร 8-24-24 หรือ 12-24-12 อัตรา 1-2 กก./ต้น ในระยะติดผลจะให้ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมสูง ได้แก่ สูตร 13-13-21 อัตรา 1-2 กก./ต้น และระยะหลังการเก็บเกี่ยวให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1-2 กก./ต้น และปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 20-30 กก./ต้น เพื่อเตรียมดินให้สมบูรณ์มีอาหารสะสมพร้อมในการออกดอกปีถัดไป (จำป็น และคณะ, 2547) ซึ่งการให้ปุ๋ยในลักษณะดังกล่าวนี้ยังไม่สามารถบอกได้ว่าเหมาะสมกับความต้องการของดองกองมากน้อยเพียงใด

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผล และอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยทางดินต่อการพัฒนาผลและคุณภาพของผลผลิตดองกอง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการธาตุอาหารในดองกองให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การจัดทำรับการทดลองและการเก็บตัวอย่าง

ทำการทดลองในสวนเกษตรกรที่ ต.ท่าม่วง อ.เทพา จ.สงขลา กับต้นดองกองอายุ 10 ปี ที่ปลูกในชุดดินวิสัย (Vi: Fine-Loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Plinthaquults) โดยเลือกต้นดองกองที่มีสภาพทั่วไปใกล้เคียงกันจำนวน 8 ต้น ที่งดการใส่ปุ๋ยเป็นเวลา 1 ปี มาจัดเป็น 2 ตำรับ คือ (1) ไม่ใส่ปุ๋ย และ (2) ใส่ปุ๋ยทางดิน โดยใส่ปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15 ช่วงก่อนแทงช่อดอก 3-4 เดือน สูตร 8-24-24 ช่วงก่อนแทงช่อดอกประมาณ 1 เดือน และสูตร 13-13-21 ช่วงผลอายุ 8 สัปดาห์ อัตราสูตรละ 2 กก./ต้น ทำการทดลอง 4 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น เก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์หลังดอกบานหมด โดยเก็บตัวอย่างช่อผลครั้งละ 2 ช่อ/ต้น ตัวอย่างไปจากใบย่อยคู่กลางจากใบประกอบตำแหน่งที่ 2 จำนวน 8-10 ใบ/ต้น ตัวอย่างเปลือกกิ่งจากกิ่งหลัก 5-6 กิ่ง/ต้น และตัวอย่างดินบริเวณทรงพุ่มที่ระดับความลึก 0-15 ซม. จำนวน 4 จุด/ต้น ตัวอย่างดินนำมาวิเคราะห์ค่าพีเอช (pH) (ดิน:น้ำ = 1:5) อินทรีย์วัตถุวิธีวอล์คเลย์-แบลค (Walkley-Black method) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สกัดด้วยวิธีเบรย์ทู (Bray II method) ปรับสีวิธีโมลิบดีนัมบลู (molybdenum blue method) วัดด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (visible spectrophotometer) ส่วนโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สกัดดินด้วยแอมโมเนียมอะซิเตต (ammonium acetate method) วัดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (atomic absorption spectrophotometer) ตามคู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช (จำป็น, 2547)

### 2. การวิเคราะห์คุณภาพและการพัฒนาผล

นำตัวอย่างช่อผลดองกองมาวัดความยาวก้านช่อผลนับจำนวนผลต่อช่อ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางผลด้วย digital caliper (สุ่มมาวัดช่อละ 10 ผล) ชั่งน้ำหนักสดก้านช่อผล และส่วนของเนื้อผลและเปลือกผลเมื่อสามารถแยกได้ (สัปดาห์ที่ 8) เมื่อดองกองสามารถคั้นน้ำได้ (สัปดาห์ที่ 10) จึงวิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (titratable acidity: TA) โดยไทเทรตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ และวัด

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้น (total soluble solid: TSS) ด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ (refractometer)

**3. การวิเคราะห์ธาตุอาหารและความต้องการธาตุอาหารในช่วงการพัฒนาผล**

นำก้านช่อผล ผล เนื้อผล เปลือกผล ใบ และเปลือกกิ่งของลองกองที่ผ่านการอบที่ 70°C และบดละเอียดไปย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ วิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธีการกลั่น ฟอสฟอรัสปรับสีด้วยวิธีเฮลโล-โมลิบโดวานาโดฟอสฟอริกแอซิด (yellow molybdovanadophosphoric acid method) วัดด้วยเครื่องวิลลิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โพแทสเซียมวัดด้วยเครื่องเฟลมโฟโตมิเตอร์ ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมวัดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (จำเป็น, 2547) นำความเข้มข้นของธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้ในส่วนต่างๆ และน้ำหนักแห้งไปคำนวณเป็นปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในช่อซึ่งจะได้เป็นความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลในแต่ละระยะ

**ผลการทดลอง**

**1. ผลของการใส่ปุ๋ยต่อการพัฒนาผลของลองกอง**

คุณภาพภายนอกของผลผลิต น้ำหนักรวมผลสดต่อช่อ (whole fruit cluster weight) ของลองกองเพิ่มขึ้นตามเวลาการพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น โดยแบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วง 8 สัปดาห์แรกหลังติดผล น้ำหนักผลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และช่วง 8-13 สัปดาห์ น้ำหนักผลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถ

แยกเนื้อผล (pulp) และเปลือกผล (rind) ออกจากกันได้ พบว่าน้ำหนักเนื้อผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับน้ำหนักรวมทั้งผล ส่วนน้ำหนักสดเปลือกผลจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 12 การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ผลผลิตลองกองมีการพัฒนาคุณภาพภายนอกสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน โดยคุณภาพผลผลิตที่ผลอายุ 13 สัปดาห์ มีค่าน้ำหนักรวมผลสดต่อช่อ 835.70 และ 480.30 กรัม (Figure 1) มีความยาวช่อผล (length of cluster) 19.13 และ 11.50 ซม. (Figure 2A) มีจำนวนผลต่อช่อ (number of fruit) 42.33 และ 25.33 ผล (Figure 2B) มีน้ำหนักต่อผล (fresh fruit weight) 19.86 และ 18.78 กรัม (Figure 2C) และมีขนาด (fruit diameter) 34.53 และ 33.52 มม. (Figure 2D) ตามลำดับ

กรดที่ไทเทรตได้และของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity) ในน้ำคั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 10-12 และจะลดลงอีกเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 13 การใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ โดยมีค่าเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 13 เท่ากับ 0.92% (Figure 3A) ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid) จะเพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 และมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 13 การใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยที่ผลอายุ 13 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 17.33 และ 14.80% (Figure 3B)

**2. ผลการใส่ปุ๋ยต่อสมบัติดิน**

การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) ในดินสูงกว่าดินจากต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และยังมีแนวโน้มทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM)

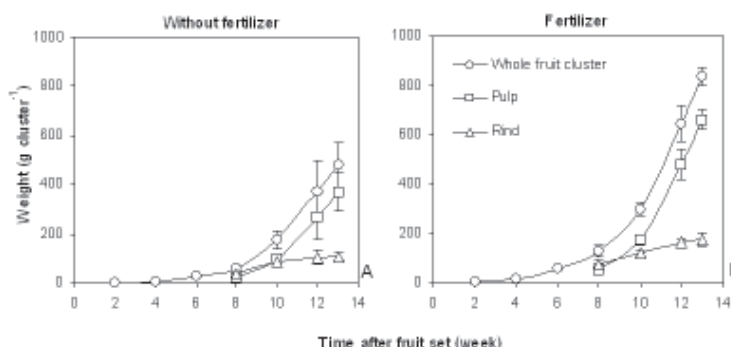


Figure 1. Effect of fertilizer on longkong fruit component development.

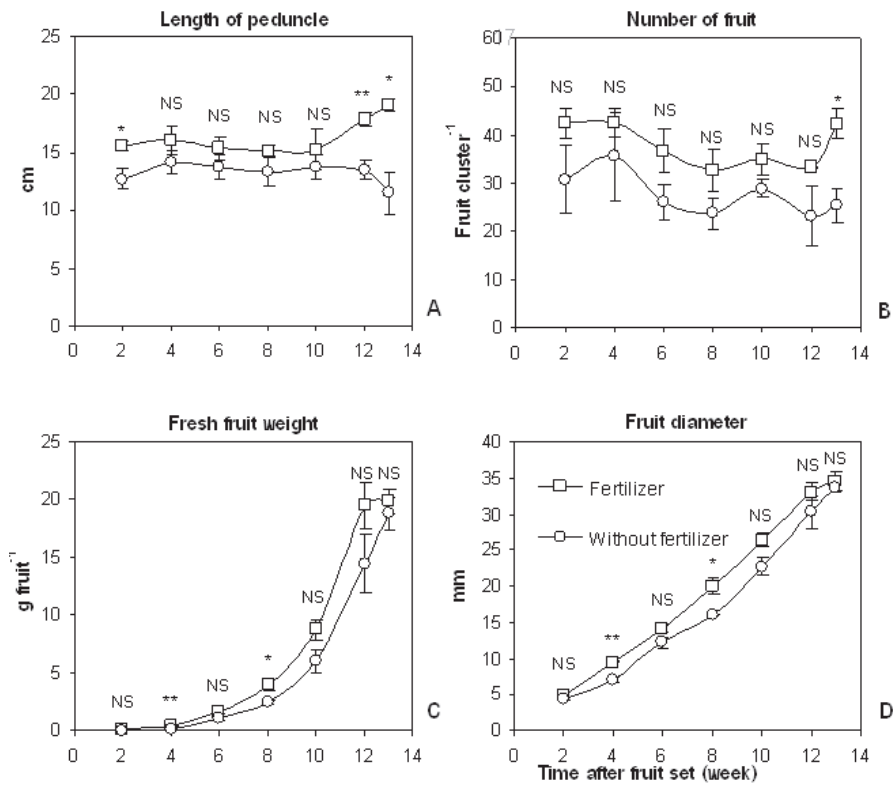


Figure 2. Effect of fertilizer on fruit quality of longkong (F-test significance levels : \*, \*\* = significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$  and NS = not significantly different at  $P \leq 0.05$ ).

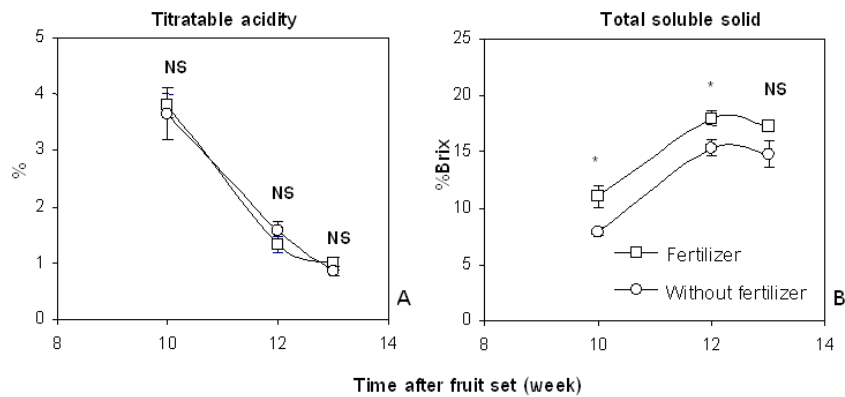


Figure 3. Effect of fertilizer on titratable acidity and total soluble solid of longkong fruit (F-test significance levels: \* = significantly different at  $P \leq 0.05$  and NS = not significantly different at  $P \leq 0.05$ )

โพแทสเซียม (K) และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca) สูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ตรงกันข้ามกับค่าพีเอช (pH) ที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการใส่ปุ๋ย (Table 1)

3. ผลการใส่ปุ๋ยต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลผลิต  
ก้านช่อผล การใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียม ในก้านช่อผล

Table 1. Effect of fertilizer on soil properties at 12 weeks after fruit set.

Treatment	pH	OM. (g kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	Ca (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	Mg (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )
Without fertilizer	5.28	25.59	115.01	0.16	0.96	0.48
Fertilizer	4.80	29.65	550.67	0.74	1.23	0.44
F-test	NS	NS	**	NS	NS	NS

F-test significance level : \*\* = significantly different at  $P \leq 0.01$  and

NS = not significantly different at  $P \leq 0.05$

Table 2. Effect of fertilizer on nutrient concentration in fruit component (g kg<sup>-1</sup>)

Nutrient	Time after fruit set (week)	Peduncle			Rind			Pulp		
		Without fertilizer	Fertilizer	F-test	Without fertilizer	Fertilizer	F-test	Without fertilizer	Fertilizer	F-test
N	8	14.9	16.7	NS	17.0	17.4	NS	19.8	20.4	NS
	10	14.0	17.8	NS	15.4	17.0	NS	15.2	17.0	NS
	12	17.0	20.9	NS	14.0	17.4	*	10.7	11.7	NS
	13	12.4	15.9	NS	13.8	17.0	NS	8.0	10.2	NS
P	8	1.7	1.5	NS	1.9	2.0	NS	3.2	3.3	NS
	10	1.5	1.3	NS	1.6	1.7	NS	2.6	2.6	NS
	12	1.6	1.3	NS	1.4	1.8	*	0.9	1.1	*
	13	1.2	1.3	NS	1.4	1.5	NS	0.5	0.6	NS
K	8	23.6	26.1	NS	21.9	23.9	NS	25.5	26.3	NS
	10	20.7	21.9	NS	21.6	25.1	NS	21.8	21.3	NS
	12	22.2	21.3	NS	23.0	26.9	NS	18.9	20.0	NS
	13	17.1	18.4	NS	21.1	26.9	*	14.3	19.1	*
Ca	8	4.9	5.6	NS	3.8	4.2	NS	7.5	7.8	NS
	10	4.5	4.7	NS	3.3	4.4	NS	3.7	5.4	NS
	12	5.1	6.3	NS	4.8	4.8	NS	1.3	1.0	NS
	13	5.2	5.7	NS	4.5	5.2	NS	0.8	0.8	NS
Mg	8	0.9	0.6	NS	1.6	1.6	NS	2.9	2.7	NS
	10	0.6	0.5	NS	1.2	1.5	NS	2.0	2.2	NS
	12	0.7	0.8	NS	1.4	1.6	NS	0.9	1.0	NS
	13	1.3	1.3	NS	1.8	1.7	NS	0.7	0.8	NS

F-test significance level : \* = significantly different at  $P \leq 0.05$  and NS = not significantly different at  $P \leq 0.05$

(peduncle) สูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย แต่ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าไม่แตกต่างกัน (Table 2)

**เปลือกผล** การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม ใน

เปลือกผลมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ยกเว้นแมกนีเซียมที่มีค่าไม่แตกต่างกัน (Table 2)

**เนื้อผล** การใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในเนื้อผลสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย (Table 2)

**4. ผลการใส่ปุ๋ยต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบและเปลือกกิ่ง**

**ใบ** ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ (leaf) ลองกองทั้งต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน โปแทสเซียม และแคลเซียม มีค่าสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยในทุกช่วงของการพัฒนาผล ส่วนแมกนีเซียมค่ามีความแปรปรวนของข้อมูลในช่วงของการพัฒนาผลผลิตมาก (Table 3)

**เปลือกกิ่ง** ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเปลือกกิ่ง (bark of primary branch) ทั้งต้นที่ใส่ปุ๋ยและต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมในเปลือกกิ่งของต้นที่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย (Table 3)

**5. ความต้องการธาตุอาหารของผลผลิต**

ธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตลองกองจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุผลที่เพิ่มขึ้น ปริมาณโปแทสเซียมและไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนกว่าธาตุอื่นๆ โดยเพิ่มขึ้น

อย่างช้าๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-8 และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังสัปดาห์ที่ 8 ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม มีการเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดช่วงการพัฒนาของผล การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ธาตุอาหารในผลผลิตมีปริมาณเพิ่มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะไนโตรเจนและโปแทสเซียม โดยมีความแตกต่างตั้งแต่ติดผลจนสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยธาตุอาหารต่อช่อในผลผลิตที่ผลอายุ 13 สัปดาห์ของต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ย มีไนโตรเจนเท่ากับ 1009.42 และ 2100.30 มก., ฟอสฟอรัสเท่ากับ 76.59 และ 143.57 มก., โปแทสเซียมเท่ากับ 1697.70 และ 3685.63 มก., แมกนีเซียมเท่ากับ 101.50 และ 172.65 มก., และแคลเซียมเท่ากับ 202.15 และ 335.26 มก. ตามลำดับ (Table 4)

ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิต เมื่อประเมินจากผลผลิตสด 100 กก. จากต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าผลผลิตลองกองต้องใช้ธาตุโปแทสเซียมและไนโตรเจนในปริมาณที่สูงกว่าธาตุอื่นๆ และการใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณโปแทสเซียมและไนโตรเจนเพิ่มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย คือ โปแทสเซียมมีค่า 435.36 และ 345.03 กรัม

**Table 3. Effect of fertilizer on nutrient concentration in leaf and bark (g kg<sup>-1</sup>)**

Nutrient	Time after fruit set (week)	Leaf			Bark of Primary branch		
		Without fertilizer	Fertilizer	F-test	Without fertilizer	Fertilizer	F-test
N	8	20.5	23.4	NS	18.0	18.4	NS
	10	20.0	23.6	**	18.6	17.8	NS
	12	20.8	24.8	NS	18.3	16.2	NS
P	8	1.8	2.1	NS	1.0	1.0	NS
	10	1.8	1.9	NS	0.9	0.9	NS
	12	1.9	1.9	NS	1.0	1.1	NS
K	8	17.7	19.8	NS	14.0	11.9	NS
	10	18.5	19.9	NS	12.6	12.3	NS
	12	18.9	19.15	NS	14.2	14.1	NS
Ca	8	14.0	16.5	NS	38.8	42.6	NS
	10	14.0	14.4	NS	38.3	56.9	NS
	12	10.6	15.6	NS	32.4	40.1	NS
Mg	8	3.7	3.4	NS	2.7	2.8	NS
	10	3.5	2.9	NS	2.8	3.0	NS
	12	3.0	3.5	NS	2.7	2.5	NS

F-test significance level : \*\* = significantly different at P≤0.01 and NS = not significantly different at P≤0.05

Table 4. Nutrient content during longkong fruit development (mg cluster<sup>-1</sup>)

element	treatment	Time after fruit set (week)						
		2	4	6	8	10	12	13
N	Fertilizer	29.29	110.64	299.22	538.87	877.87	1628.83	2100.30
	Without fertilizer	16.36	50.05	132.73	238.78	483.30	892.45	1009.42
	F-test	*	*	**	NS	NS	NS	*
P	Fertilizer	3.09	11.26	32.39	68.19	108.66	153.18	143.57
	Without fertilizer	1.67	5.49	15.33	33.58	56.48	96.42	76.59
	F-test	**	*	**	NS	NS	NS	NS
K	Fertilizer	39.65	137.87	386.43	727.66	1210.55	2614.58	3685.63
	Without fertilizer	23.39	62.56	176.03	355.55	641.54	1802.95	1697.70
	F-test	**	*	**	*	*	NS	*
Ca	Fertilizer	24.81	86.63	133.88	146.88	276.26	255.73	335.26
	Without fertilizer	11.13	30.02	49.35	73.01	115.90	233.42	202.15
	F-test	**	NS	*	*	**	NS	NS
Mg	Fertilizer	3.18	10.21	27.72	52.93	95.00	137.62	172.65
	Without fertilizer	2.03	6.01	14.15	29.72	46.95	109.81	101.50
	F-test	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS

F-test significance level : \*,\*\* = significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively and NS = not significantly different at  $P \leq 0.05$

ไนโตรเจนมีค่า 247.64 และ 204.33 กรัม ส่วนปริมาณ ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมมีแนวโน้มใกล้เคียงกันทั้งต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย (Figure 4)

## วิจารณ์

### 1. การพัฒนาผลผลิต

ผลผลิตของลองกองสามารถแบ่งการพัฒนาตาม การพัฒนาน้ำหนักสดของผลผลิต ออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วง น้ำหนักสดผลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เริ่มตั้งแต่ติดผลจนผลอายุ 8 สัปดาห์ ในช่วงนี้จะมีการหลุดร่วงของผลในสัปดาห์ที่ 4-6 และช่วงน้ำหนักสดผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว คือช่วงอายุ ผล 10-13 สัปดาห์ โดยน้ำหนักผลที่เพิ่มขึ้นเกิดจากเนื้อผล ประมาณ 80% ของน้ำหนักผลรวม (Figure 1) ช่วงนี้ ปริมาณกรดในน้ำคั้นลดลงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เพิ่มขึ้นเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 13 ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (Figure 3) สอดคล้องกับ รายงานของ สุรภักดี และ คณะ (2540) ที่ทำการศึกษาที่ จังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี พบว่าการเจริญ

เติบโตของผลและเนื้อผลเป็นแบบ Simple sigmoid curve โดยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วง 6 สัปดาห์หลังติดผล เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์ที่ 6-10 และเริ่มคงที่ใน สัปดาห์ที่ 11-12 ปริมาณกรดในน้ำคั้นจะลดลงและปริมาณ ของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้น และมีแนว โน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 13 มีไม้ผลหลายชนิดที่การพัฒนาค ผลแบ่งเป็น 2 ช่วง เช่นเดียวกับลองกอง ได้แก่ การพัฒนา ผลของส้ม ในช่วงการแบ่งเซลล์ของผล น้ำหนักจะเพิ่มขึ้น อย่างช้าๆ ใช้เวลา 4-5 สัปดาห์หลังผสมเกสร และจากนั้น จะมีการเพิ่มน้ำหนักผลอย่างรวดเร็วในช่วงขยายขนาดของ เซลล์ (Mehouachi *et al.*, 1995) ในการเกิดกระบวนการ สุกของผลไม้ทั่วไปทำให้กรดต่างๆ ในผลมีองค์ประกอบที่ เปลี่ยนไป มีการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต เช่น เปลี่ยนจากแป้งเป็นน้ำตาลหรือเปลี่ยนชนิดน้ำตาล (จริงแท้, 2538) และในลองกองพบว่าการสะสมคาร์โบไฮเดรตใน ผลเพิ่มขึ้นเมื่อผลอายุผลเพิ่มขึ้นในช่วงผลเกิดกระบวนการ สุก (นฤทธิ, 2545) ทำให้เมื่อผลสุกปริมาณกรดในผลลดลง และปริมาณน้ำตาลในผลเพิ่มขึ้น



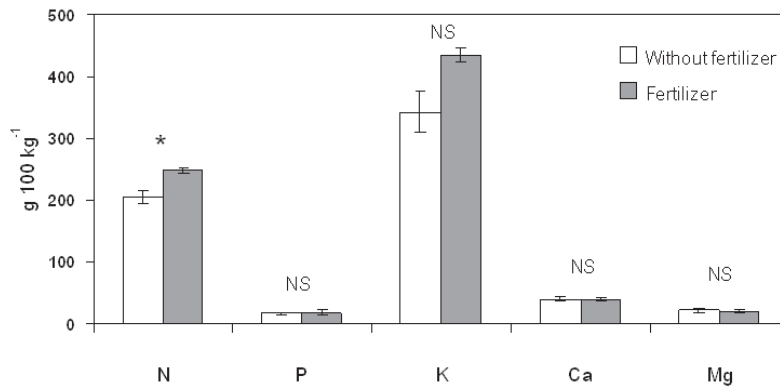


Figure 4. Nutrient quantities in 100 kg longkong fresh fruit (F-test significance levels: \* = significantly different at  $P \leq 0.05$  and NS = not significantly different at  $P \leq 0.05$ ).

## 2. ผลการใส่ปุ๋ยต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิต

การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้คุณภาพโดยรวมของผลผลิตลองกองดีขึ้น คือ ความยาวช่อ ขนาดผล น้ำหนักผลและช่อผล และความหวาน เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดการหลุดร่วงของผลในช่วงการพัฒนาผล (Figure 2 และ 3) จากข้อมูลธาตุอาหารในผลผลิตและใบของลองกอง พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียมในทุกองค์ประกอบของผลผลิต และในใบจากต้นลองกองที่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มสูงกว่าต้นไม่ใส่ปุ๋ย (Table 2 และ 3) และปริมาณธาตุอาหารที่ประเมินจากผลผลิตสด 100 กก. ซึ่งพบว่าปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมของผลผลิตลองกองที่ใส่ปุ๋ยสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมของผลผลิตที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียงกัน (Figure 4) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณภาพผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้นเกิดจากธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสอดคล้องกับรายงานในเกรฟฟรุตที่พบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมทำให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้น (He *et al.*, 2003) และในแอปเปิล เลมอน มะนาว และส้ม ยังทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น แต่ในพืชตระกูลส้ม การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนยังทำให้ปริมาณกรดในผลเพิ่มขึ้นด้วย (เกียรติวิ และตระกูล, 2544; Fallahi *et al.*, 2001; Smith, 1968; Quaggio *et al.*, 2002) ส่วนอิทธิพลของโพแทสเซียมในฝรั่ง เลมอน และส้ม พบว่าการให้อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มทำให้ขนาดผลและน้ำหนักผลเพิ่มขึ้น และยังทำให้ปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในฝรั่งเพิ่มขึ้น ส่วนในส้มการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ปริมาณ

กรดเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (นิภาพร และตระกูล, 2544; Smith, 1968; Quaggio *et al.*, 2002) อย่างไรก็ตาม ในผลแอปเปิลการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราสูงทำให้ผลมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น (Bussi and Amiot, 1998) จากข้อมูลดินพบว่า การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสะสมในปริมาณที่สูงมาก ซึ่งจากข้อมูลดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยอีกทั้งได้งดการให้ปุ๋ยมาก่อนเป็นเวลา 1 ปี พบว่ายังมีระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่สูงถึง 115.01 มก./กก. ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูงมาก (เอิบ, 2544) ทำให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เพิ่มลงไปเกินความต้องการของลองกอง และจากรายงานการศึกษาธาตุอาหารในสวนลองกองในจังหวัดสงขลาและนราธิวาสที่มีการจัดการแตกต่างกันจำนวน 10 สวน พบว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่สะสมในดินเฉลี่ยสูงถึง 237.80 มก./กก. (จำป๋น และคณะ, 2547) ดังนั้นในสวนลองกองที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูงอย่างต่อเนื่องทำให้ฟอสฟอรัสเหลือตกค้างเกินความต้องการของพืช ส่วนอินทรีย์วัตถุในแปลงที่ใส่ปุ๋ยก็มีแนวโน้มสูงกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย ทั้งนี้เกิดจากมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในระยะหลังการเก็บเกี่ยว ในขณะที่โพแทสเซียมซึ่งเป็นองค์ประกอบโดยตรงในปุ๋ยโพแทสเซียม และแคลเซียมซึ่งเป็นองค์ประกอบในปุ๋ยฟอสฟอรัส ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยก็มีแนวโน้มสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ย

## 3. ความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลผลิต

ลองกองต้องการธาตุโพแทสเซียมและไนโตรเจนใน

การพัฒนาผลสูงกว่าธาตุอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด โดยความต้องการธาตุอาหารมีแนวโน้มเช่นเดียวกับการพัฒนาน้ำหนักสดของผลผลิตคือ ในช่วงแรกลองกองมีการสะสมธาตุอาหารในผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วง 8 สัปดาห์แรกหลังติดผล และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงผลอายุ 10-12 สัปดาห์ ส่วนธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม ผลผลิตลองกองต้องการในปริมาณที่น้อย การสะสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดช่วงการพัฒนาผล (Figure 4) ซึ่งใกล้เคียงกับความต้องการธาตุอาหารของผลผลิตลำไย คือ ต้องการไนโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณสูงกว่าธาตุอื่น และความต้องการของผลลำไยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงหลังติดผลประมาณ 1 เดือน ส่วนธาตุอื่น ความต้องการเพิ่มขึ้นในอัตราที่คงที่ (ยูทมนา และคณะ, 2543) เมื่อคิดปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตสด 100 กก. จากต้นที่มีการใส่ปุ๋ยทางดิน จะมีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงเพิ่มก่าต้นที่ไม่ให้ปุ๋ยอย่างเห็นได้ชัด (Figure 4) ผลผลิตลองกองต้องการไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากกว่าฟอสฟอรัสประมาณ 12 และ 20 เท่า ตามลำดับ แต่การจัดการปุ๋ยในสวนลองกองในระยะต่างๆ ได้ใช้ไนโตรเจน 720 กรัม/ต้น ฟอสฟอรัส ( $P_2O_5$ ) 1,040 กรัม/ต้น และโพแทสเซียม ( $K_2O$ ) 1,200 กรัม/ต้น ซึ่งให้ฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูงใกล้เคียงกับไนโตรเจนและโพแทสเซียมนั้นเพราะเกิดจากความเชื่อที่ว่าฟอสฟอรัสช่วยในการออกดอก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอาหารที่ต้นลองกองดูดไปใช้และการสูญเสียจากกระบวนการต่างๆ ถึงแม้ว่าพืชสามารถดูดฟอสฟอรัสไปใช้ได้น้อยกว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียม แต่ฟอสฟอรัสจะสูญเสียไปกับกระบวนการต่างๆ ได้น้อยกว่า ทำให้มีฟอสฟอรัสเหลือตกค้างในดินสูง (Table 1) การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจึงไม่มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในผลผลิตเพิ่มขึ้น และจากรายงานวิจัยการจัดการธาตุอาหารในทุเรียนพบว่า การใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่องทำให้มีฟอสฟอรัสตกค้างในดินเป็นปริมาณที่สูงมาก และการงดใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในปีถัดไปไม่มีผลกระทบต่อการออกดอกและการให้ผลผลิตของทุเรียน (สมิตรา และคณะ, 2544) ดังนั้นการจัดการปุ๋ยให้เพียงพอแก่ความต้องการของต้นลองกองในการพัฒนาผล จึงควรให้ความสำคัญกับธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม ควรลดการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส และในช่วงการ

พัฒนาผลควรให้ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมในช่วงสัปดาห์ที่ 4-5 หลังติดผล ซึ่งเป็นช่วงก่อนระยะพัฒนาผลที่ต้องการเพิ่มของน้ำหนักผลอย่างรวดเร็วทำให้ผลต้องการธาตุอาหารสูง เพื่อให้ลองกองสามารถดูดตั้งไปใช้ได้ทันความต้องการของผล

### สรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาและความต้องการธาตุอาหารของผลผลิตลองกองแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอายุ 8 สัปดาห์แรกมีการเจริญเติบโตช้าและใช้ธาตุอาหารในการพัฒนาผลน้อย และช่วงอายุตั้งแต่ 10-13 สัปดาห์ จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลมาก ธาตุอาหารที่ลองกองใช้มากในการพัฒนาผล คือ ธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม การให้ปุ๋ยทางดินสามารถเพิ่มคุณภาพผลผลิต คือ น้ำหนักผล ความยาวช่อ ขนาดผล และความหวาน ดังนั้นการจัดการปุ๋ยสามารถเพิ่มคุณภาพผลผลิตลองกองได้ จึงสามารถแนะนำการจัดการปุ๋ยแก่ลองกองโดยเบื้องต้นคือ ต้องให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูง ส่วนฟอสฟอรัสควรลดหรืองดการใช้ลง เพราะผลผลิตลองกองมีความต้องการน้อย แต่ต้องขึ้นกับระดับฟอสฟอรัสที่สะสมในดิน โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ดิน และการให้ปุ๋ยบำรุงผลควรให้ในช่วงสัปดาห์ที่ 4-5 หลังติดผล เป็นช่วงก่อนระยะการพัฒนาผลอย่างรวดเร็ว ซึ่งผลผลิตมีความต้องการธาตุอาหารสูง

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัยปีงบประมาณ 2547 และได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทเชื่อมโยงกับบัณฑิตศึกษาปีงบประมาณ 2547

### เอกสารอ้างอิง

- เกียรติวี พันธุ์ไชยศรี และ ตระกูล ต้นสุวรรณ. 2540. ผลของไนโตรเจนต่อคุณภาพของมะนาว. ว. เกษตร 17: 136-146.
- จรัสศรี นวลศรี และ สุวิมล กลศึก. 2547. พันธุ์และความหลากหลายของพันธุ์พืชสกุลกลางสาด. ใน เอกสารประกอบ

- การถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตดองกองในภาคใต้. ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 24 มีนาคม 2547 หน้า 10-1 ถึง 10-16.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. นครปฐม: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- จำเป็น อ่อนทอง. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- จำเป็น อ่อนทอง สุรชาติ เพชรแก้ว สายใจ กัมสงวน มงคล แซ่หลิม และ จรัสศรี นวลศรี. 2547. ความต้องการธาตุอาหารของดองกองและการจัดการโดยใช้ผลการวิเคราะห์ดินและธาตุอาหารในใบ. ใน เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตดองกองในภาคใต้. ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 24 มีนาคม 2547 หน้า 7-1 ถึง 7-24.
- นฤทธิ โตะหะ. 2545. ความเข้มข้นของธาตุอาหารและคาร์โบไฮเดรตในใบและผลผลิตในระยะออกดอกและพัฒนาผลดองกอง. รายงานวิจัยปัญหาพิเศษ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิภาพร สอนสุด และ ตระกูล ต้นสุวรรณ. 2544. ผลของโพแทสเซียมต่อคุณภาพของฝรั่ง. ว. เกษตร 17: 29-37.
- มงคล หลิม จรัสศรี นวลศรี และ อุไรวรรณ นามศรี. 2543. ความมีชีวิตของละอองเรณูของดองกอง ลางสาด และดูงู. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 22: 35-42.
- ยุทธนา เขาสุมเมรุ ชิตี ศรีรัตนทิพย์ และ สันติ ช่างเจรจา. 2543. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการการแก้ไขปัญหาดันโทรมของลำไย: ความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดินและต้นลำไยกับการแสดงอาการดันโทรม. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สมิตรา ภู่วโรดม นกุล ถวิลถึง สมพิศ ไม้เรียง พิมล เกษสยาม และ จิรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร. 2544. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สุรกิตติ ศรีกุล อรพิน อินทร์แก้ว และ ชาย ไชรวิส. 2540. การใช้สารแคลเซียมในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มคุณภาพและการเก็บรักษาของผลดองกอง. วิทยาสารสถาบันวิจัยพืชสวน. 16 : 7-34.
- สุรกิตติ ศรีกุล. 2537. วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวดองกอง. ใน แนวทางการจัดการสวนดองกอง (บรรณาธิการ: จำเป็น อ่อนทอง สุรกิตติ ศรีกุล และมนตรี อภิไกรศีล) หน้า 121-145. สุราษฎร์ธานี: ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี.
- เอิบ เขียววรินทร์. 2544. การสำรวจดิน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bussi, C. and Amiot, M.J. 1998. Effects of nitrogen and potassium fertilization on the growth, yield and pitburn of apricot (cv. Bergeron). J. of Hort. Sci. and Biotech. 73: 387-392.
- Bussi, C., Besset, J. and Girard, T. 2003. Effects of fertilizer rates and dates of application on apricot (cv. Bergeron) cropping and pitburn. Scientia Horticulturae. 98: 139-147.
- Fallahi, E., Colt, W.M. and Fallahi, B. 2001. Optimum ranges of leaf nitrogen for yield, fruit quality and photosynthesis in 'BC-2 Fuji' Apple. J. of Am. Pomol. Soc. 55: 68-75.
- He, Z.L., Calvert, D.V., Alva, A.K., Banks, D.J. and Li, Y.C. 2003. Thresholds of leaf nitrogen for optimum fruit production and quality in grapefruit. Soil Sci. Soc. of Am. J. 67: 583-588.
- Mehouachi, J., Serna, D., Zaragoza, S., Agusti, M., Talon, M. and Primo-Millo E. 1995. Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruits and woody tissues of *Citrus unshiu*. Plant Sci. 107: 189-197.
- Quaggio, J.A., Mattos, Jr.D., Cantarella, H., Almeida, E.L.E. and Cardoso, S.A.B. 2002. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. Scientia Horticulturae. 96: 151-162.
- Raese, J.T. and Drake, S.R. 2002. Calcium spray materials and fruit calcium concentrations influence apple quality. J of Am. Pomol. Soc. 56: 136-143.
- Smith, F.P. 1968. Citrus nutrition. In nutrition of fruit crops.(ed. Norman F.) pp.174-207. Childers. somerset Press, Inc, Somerville.New Jersey.
- Storey, R. and Treeby, M.T. 2000. Seasonal changes in nutrient concentrations of navel orange fruit. Scientia Horticulturae. 84: 67-82.