ความต้องการธาตุอาหารและผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาคุณภาพผล และคุณภาพของผลผลิตลองกอง

จำเป็น อ่อนทอง[1], ญันยงค์ ปล้องอ่อน[2] และ มงคล แซ่หลิม[3]

บทคัดย่อ

ลองกองเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของภาคใต้ แต่ยังประสบปัญหาความไม่สม่ำเสมอของผลผลิต ซึ่งอาจเกิดจากการจัดการธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสม จึงได้ทำการศึกษาความต้องการธาตุอาหารและผลของการใส่ปุ๋ยทางดินต่อการพัฒนาผล และคุณภาพของผลผลิตลองกอง โดยเปรียบเทียบ การไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ย (ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 15–15-15, 8–24-24 และ 13–13-21 ในระยะหลังเก็บเกี่ยว ระยะก่อนออกดอก และระยะพัฒนาผล ตามลำดับ อัตราสูตรละ 2 กิโลกรัมต่อต้น) ผลการทดลองพบว่า เมื่อผลอายุ 0-8 สัปดาห์ มีการพัฒนาน้ำหนักสดและการสะสมธาตุอาหารอย่างช้า ๆ และเมื่อผลอายุ 10-13 สัปดาห์ น้ำหนักผลและการสะสมธาตุอาหารของผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การใส่ปุ๋ยทำให้คุณภาพผลผลิตลองกองดีขึ้น โดยที่คุณภาพผลผลิตของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย เมื่อผลอายุ 13 สัปดาห์ มีค่าดังนี้ คือ ความยาวช่อผลมีค่า 19.13 และ 11.50 เซนติเมตร จำนวนผลต่อช่อมีค่า 42.33 และ 25.33 ผลต่อช่อ น้ำหนักผลมีค่า 835.70 และ 488.58 กรัมต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางผลมีค่า 34.53 และ 33.52 มิลลิเมตร และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้นมีค่า 17.33 และ 14.8 เปอร์เซ็นต์บริก ธาตุอาหารที่ลองกองใช้ในปริมาณมากในการพัฒนาผล ได้แก่ โพแทสเซียมและไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ตกค้างอยู่ในปริมาณที่สูงมาก ดังนั้นการจัดการปุ๋ยในลองกองจึงควรให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูง ควรลดการใช้ธาตุฟอสฟอรัส และควรใส่ปุ๋ยบำรุงผลในช่วงสัปดาห์ที่ 4-5 หลังติดผล ซึ่งเป็นช่วงก่อนระยะการพัฒนาผลอย่างรวดเร็วและมีความต้องการธาตุอาหารสูง

ชื่อเรื่องย่อ: ธาตุอาหารและการพัฒนาผลลองกอง

คำหลัก: ลองกอง, การพัฒนาผล, ธาตุอาหาร, ปุ๋ย, ของแข็งที่ละลายน้ำ, คุณภาพผลผลิต

[1]Ph.D. (Agricultural Chemistry) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

[2]วท.บ. (เทคโนโลยีการเกษตร) นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรการจัดการทรัพยากรดิน ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

[3]M.S.Agr.(Horticulture) รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

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

Nutrient Requirements for Fruit Development and the Effect of Fertilizer on Development and Quality of Longkong Fruit

Jumpen Onthong, Yanyong Plongon and Mongkhon Sea-lim.

Abstract

Longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) is an important fruit tree for the southern economy of Thailand. However, yield qualities vary greatly, possibly because of non-optimum plant nutrients 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 development and qualities of longkong fruit. The experiment consisted of 2 treatments: (1) without fertilizer, and (2) with fertilizer (applications of 15-15-15, 8-24-24 and 13-13-21 fertilizer at a rate of 2 kg tree^{-1} at the post-harvest stage, before flower bloom and 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 then increased rapidly (10-13 weeks). Fertilizer application improved all fruit qualities. The length of peduncle, number of fruit, fruit 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^{-1}, 835.70 and 488.58 g cluster^{-1}, 34.53 and 33.52 mm , 17.33 and 14.80 % Brix, respectively. Longkog requires a large amount of potassium and nitrogen for fruit development. Fertilizer application resulted in high residual, available phosphorus in the soil. Thus, during fruit development, nitrogen and potassium fertilizer needs to be applied, while phosphorus fertiiizer should be reduced, at 4-5 weeks after fruit set, at which time the fruits develop rapidly and require abundant nutrients.

Running title: Nutrient and fruit development of longkong

Key words: *Aglaia dookkoo* Griff., Fruit quality, Fruit development, Nutrients, Fertilizer, Total soluble solid

คำนำ

ลองกองเป็นไม้ผลที่นิยมปลูกในภาคใต้ และได้ขยายพื้นที่ปลูกในภาคตะวันออก อย่างไรก็ตามลองกองยังประสบปัญหาคุณภาพผลผลิตไม่สม่ำเสมอ ทั้งที่ลองกองมีพันธุ์เดียว (มงคล และคณะ, 2543 ; จรัสศรี และ สุวิมล, 2547) ดังนั้นปัญหาคุณภาพผลผลิตลองกองจึงเกิดจากปัจจัยสภาพแวดล้อม ธาตุอาหารก็เป็นปัจจัยหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาผลผลิตของพืช การที่พืชได้รับธาตุอาหารที่เหมาะสมจะทำให้พืชเจริญเติบโตเป็นปกติ และให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก ซึ่งในดินส่วนใหญ่มักมีไม่เพียงพอแก่ความต้องการของพืช ทำให้ต้องใส่เพิ่มเติมลงไป โดยธาตุอาหารหลักจะมีบทบาทในพืช คือ ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของสารประกอบหลายชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างอาหารของพืช ฟอสฟอรัสเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดพลังงานในระดับเซลล์ และโพแทสเซียมเป็นตัวปลุกฤทธิ์เอนไซม์หลายชนิด โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แป้ง และยังช่วยในการเคลื่อนย้ายอาหารจากแหล่งสร้างในท่ออาหารไปยังส่วนที่ต้องการใช้ คือ ปลายยอดปลายราก และผลผลิต มีรายงานเกี่ยวกับอิทธิพลธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิตในไม้ผลหลายชนิดด้วยกัน ในเกรฟฟรุตการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่เหมาะสมสามารถเพิ่มขนาดของผล และปริมาณกรดในผล แต่หากให้ไนอัตราที่สูงเกินไปจะไปลดขนาดผลได้ (He *et al.*, 2003) ในแอปริคอต การให้ไนโตรเจนในอัตราที่สูงเกินไปทำให้ผลอ่อนแอ ทำให้โรคเข้าทำลายได้ง่ายในช่วงการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว (Bussi *et al.*, 2003) ในเลมอนพบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ผลเลมอนมีความหนาเปลือกเพิ่มขึ้นด้วย (Quaggio *et al.*, 2002) ในส้มการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ความหนาเปลือก ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลเพิ่มขึ้น การเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ปริมาณน้ำคั้นเพิ่มขึ้น แต่จะลดปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และหากเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมจะทำให้ขนาดผล ความหนาเปลือก และปริมาณกรดเพิ่มขึ้น (Smith, 1968) ในฝรั่งการเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ขนาดผล ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (นิภาพร และ ตระกูล, 2544)

ในลองกอง มีการศึกษามีการศึกษาการใช้สารประกอบแคลเซียม เพื่อลดการแตกของผลและเพิ่มคุณภาพผลผลิต (มงคล และ คณะ, 2541 : สุรกิตติ และ คณะ, 2540) แต่ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับผลของปุ๋ยหรือธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุอาหารหลักซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่อคุณภาพผลผลิตลองกอง และการจัดการปุ๋ยในสวนลองกองซึ่งจะจัดการตามไม้ผลทั่วไป คือ ในช่วงก่อนออกดอกจะให้ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง คือ สูตร 8-24-24 หรือ 12-24-12 อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น ในระยะติดผลจะให้ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมสูง ได้แก่ สูตร 13-

13-21 อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น และระยะหลังการเก็บเกี่ยวจะให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น และปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อต้น เพื่อเตรียมต้นให้สมบูรณ์มีอาหารสะสมพร้อมในการออกดอกปีถัดไป (จำปัน, 2537) ซึ่งการให้ปุ๋ยในลักษณะดังกล่าวนี้ ยังไม่สามารถบอกได้ว่าเหมาะสมกับความต้องการของลองกองมากน้อยเพียงใด

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลและอิทธิพลการใส่ปุ๋ยทางดินต่อการพัฒนาผลและคุณภาพของผลผลิตลองกอง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการธาตุอาหารในลองกองให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การจัดตำรับการทดลองและการเก็บตัวอย่าง

เลือกต้นลองกองที่มีสภาพทั่วไปใกล้เคียงกันจำนวน 8 ต้น ที่งดการใส่ปุ๋ยมาเป็นเวลา 1 ปี นำมาจัดเป็น 2 ทรีตเมนต์ 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 กิโลกรัมต่อต้น ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น เก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ หลังดอกบานหมด คือ ตัวอย่างช่อผลครั้งละ 2 ช่อต่อต้น ตัวอย่างใบจากใบย่อยคู่กลางจากใบประกอบตำแหน่งที่ 2 จำนวน 8–10 ใบต่อต้น ตัวอย่างเปลือกกิ่งจากกิ่งหลัก 5–6 กิ่งต่อต้น และตัวอย่างดินบริเวณทรงพุ่มที่ระดับความลึก 0–15 เซนติเมตร จำนวน 4 จุดต่อต้น นำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ค่าพีเอช (pH) (ดิน : น้ำ = 1 : 5) อินทรียวัตถุ โดยวิธีวอล์คเลย์-แบลค (Walkley-Black method) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดด้วยวิธีเบรย์ทู (Bray II method) และทำให้เกิดสีโดยวิธีโมลิบดินัมบลู (Molybdenum blue method) วัดด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (Visible spectrophoto meter) และโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สกัดดินด้วยแอมโมเนียมอะซีเทต (Ammonium acetate method) และวัดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (Atomic absorption spectrophotometer) ตามคู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช (จำเป็น, 2547)

2. การวิเคราะห์คุณภาพและการพัฒนาผล

นำตัวอย่างช่อผลลองกองมาวัดความยาวก้านช่อผล นับจำนวนผลต่อช่อ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางผลด้วย Digital Caliper (สุ่มมาวัดช่อละ 10 ผล) ชั่งน้ำหนักสดก้านช่อผล ผล และส่วนของเนื้อผลและเปลือกผลเมื่อสามารถแยกได้ (สัปดาห์ที่ 8) เมื่อลองกองสามารถคั้นน้ำได้ (สัปดาห์ที่ 10) จึงวิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (titratable acidity : TA) โดยไทเทรตกับ

โซเดียมไฮดรอกไซด์ และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้น (total soluble solid : TSS) ด้วยเครื่องรีแฟรคโทมิเตอร์ (Refractometer)

3. **การวิเคราะห์ธาตุอาหารและความต้องการธาตุอาหารในช่วงการพัฒนาผล**

นำก้านช่อผล ผล เนื้อผล เปลือกผล ใบ และเปลือกกิ่ง ของลองกองที่ผ่านการอบ (70 C^{o}) และบดจนละเอียดไปย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ นำมาวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธีการกลั่น ฟอสฟอรัสปรับสีด้วยวิธีเยลโลโมลิบโดวาเนโดฟอสฟอริกแอซิด (yellow molybdovanadophosphosphoric acid method) แล้ววัดด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ โพแทสเซียม วัดด้วยเครื่องเฟลมโฟโทมิเตอร์ ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียม วัดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (จำเป็น, 2547) นำความเข้มข้นของธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้ในส่วนต่าง ๆ และน้ำหนักแห้งไปคำนวณเป็นปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในช่อซึ่งจะได้เป็นความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลในแต่ละระยะ

ผลการทดลอง

1. **ผลของการใส่ปุ๋ยต่อการพัฒนาผลของลองกอง**

คุณภาพภายนอกของผลผลิต น้ำหนักรวมผลสดต่อช่อ (whole fruit cluster weight) ของลองกองเพิ่มขึ้นตามเวลาการพัฒนาผลที่เพิ่มขึ้น โดยแบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วง 8 สัปดาห์แรกหลังติดผล น้ำหนักผลเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และช่วง 8-13 สัปดาห์ น้ำหนักผลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถแยกเนื้อผล (pulp) และเปลือกผล (rind) ออกจากกันได้ พบว่าน้ำหนักเนื้อผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับน้ำหนักรวมทั้งผล ส่วนน้ำหนักสดเปลือกผลจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 12 การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ผลผลิตลองกองมีการพัฒนาคุณภาพภายนอกสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน โดยมีค่าที่ 13 สัปดาห์ คือ น้ำหนักรวมผลสดต่อช่อ เท่ากับ 835.70 และ 480.30 กรัม ความยาวช่อผล (length of cluster) เท่ากับ 19.13 และ 11.50 เซนติเมตร จำนวนผลต่อช่อ (number of fruit) เท่ากับ 42.33 และ 25.33 ผล น้ำหนักต่อผล (fresh fruit weight) เท่ากับ 19.86 และ 18.78 กรัม และขนาด (fruit diameter) เท่ากับ 34.53 และ 33.52 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Figure 1 and 2)

กรดที่ไทเทรตได้และของที่ละลายได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (tritrable acidity) ในน้ำคั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 10-12 และจะลดลงอีกเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 13 การใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ โดยมีค่าเฉลี่ยสัปดาห์ที่ 13 เท่ากับ 0.92 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid) จะเพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 หลังติดผล

และมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 13 การใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยในสัปดาห์ที่ 13 มีค่า 17.33 และ 14.80 เปอร์เซ็นต์บริก (Figure 3)

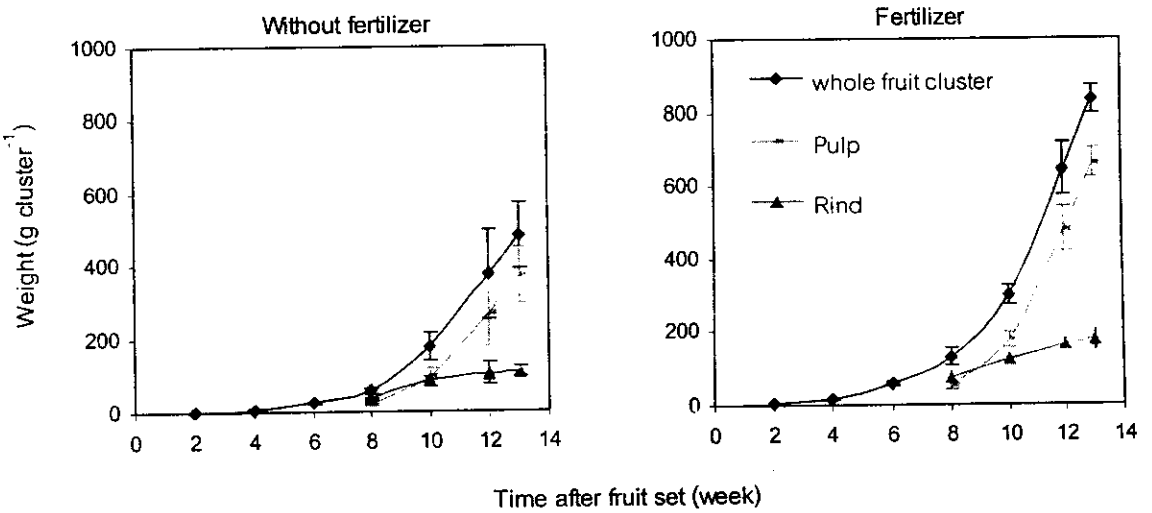

Figure 1. Effect of fertilizer on longkong fruit component development.

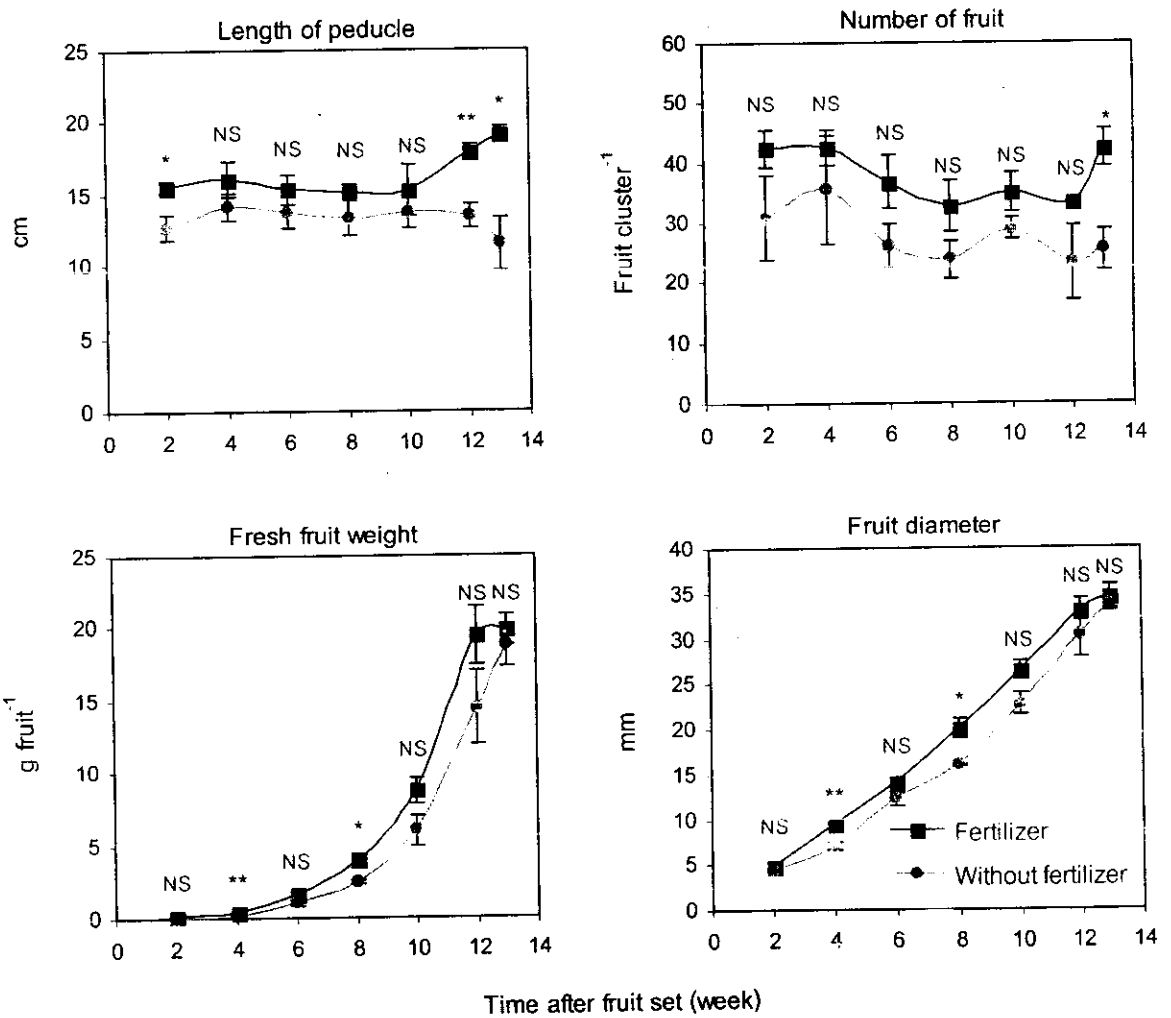

Figure 2. Effect of fertilizer on fruit quality of longkong. (NS = not significant, ** = significant at P ≤0.01 and 93= significant at P ≤0.05)

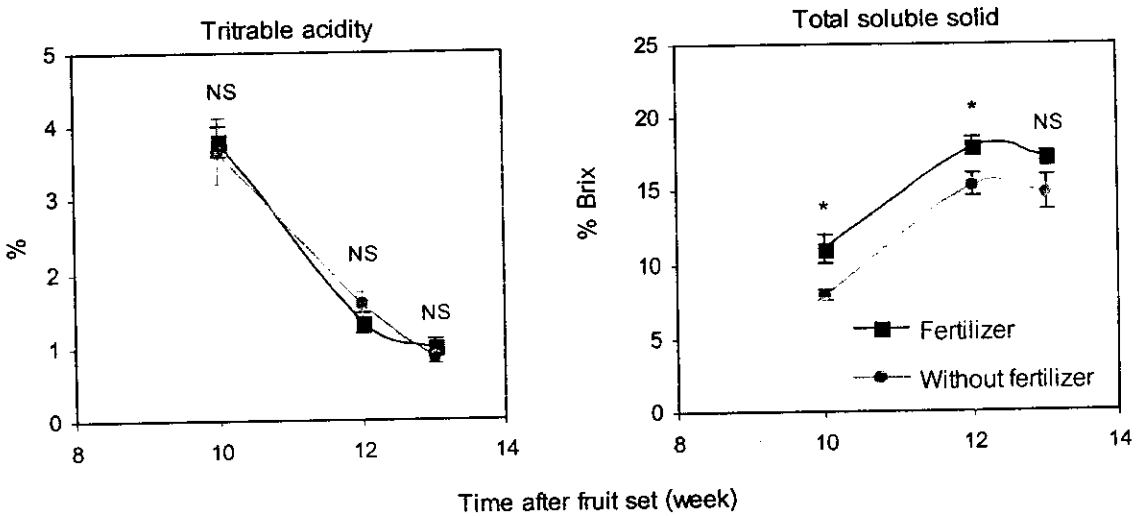

Figure 3. Effect of fertilizer on tritrable acidity and total soluble solid of longkong fruit (NS = not significant and * = significant at P ≤0.05)

2. ผลการใส่ปุ๋ยต่อสมบัติดิน

การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) ในดินสูงกว่าดินจากต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และยังมีแนวโน้มทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) โพแทสเซียม (K) และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca) สูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ตรงกันข้ามกับค่าพีเอช (pH) ที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการใส่ปุ๋ย (Table 1)

Table 1. Effect of fertilizer on soil properties at 12 weeks after fruit set. (NS = not significant and ** = significant at P ≤0.01)

Treatment	pH	OM. ($g\ kg^{-1}$)	P ($mg\ kg^{-1}$)	K ($cmol_c\ kg^{-1}$)	Ca ($cmol_c\ kg^{-1}$)	Mg ($cmol_c\ kg^{-1}$)
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

3. **ผลการใส่ปุ๋ยต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลผลิต**

ก้านช่อผล การใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียม ในก้านช่อผล (peduncle) สูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย แต่ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าไม่แตกต่างกัน (Table 2)

เปลือกผล การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม ในเปลือกผล (rind) มีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ยกเว้นแมกนีเซียมที่มีค่าไม่แตกต่างกัน (Table 2)

เนื้อผล การใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในเนื้อผล (pulp) สูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย (Table 2)

Table 2. Effect of fertilizer on nutrient concentration in fruit component.

(NS = not significant and * = significant at P $\leq$0.05)

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 ($g\ kg^{-1}$)	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 ($g\ kg^{-1}$)	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 ($g\ kg^{-1}$)	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 ($g\ kg^{-1}$)	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 ($g\ kg^{-1}$)	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

4. **ผลการใส่ปุ๋ยต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบและเปลือกกิ่ง**

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

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

Table 3. Effect of fertilizer on nutrient concentration in leaf and bark.

(NS = not significant, ** = significant at P ≤0.01 and * = significant at P ≤0.05)

Nutrient	Time after fruit set (week)	Leaf		F-test	Bark of Primary branch		F-test
		Without fertilizer	Fertilizer		Without fertilizer	Fertilizer	
N ($g\ kg^{-1}$)	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 ($g\ kg^{-1}$)	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 ($g\ kg^{-1}$)	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 ($g\ kg^{-1}$)	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 ($g\ kg^{-1}$)	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±0.3	NS

5. **ความต้องการธาตุอาหารของผลผลิต**

ธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตลองกองจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุผลที่เพิ่มขึ้น ปริมาณโพแทสเซียมและไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนกว่าธาตุอื่น ๆ โดยเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-8 และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังสัปดาห์ที่ 8 ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม มีการเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตลอดช่วงการพัฒนาของผล การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ธาตุอาหารในผลผลิตมีปริมาณเพิ่มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 (Figure 4) ปริมาณธาตุ

อาหารที่สะสมในผลผลิตต่อช่อในสัปดาห์ที่ 13 ของต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ย มีค่าไนโตรเจนเท่ากับ 1009.42 และ 2100.30 มิลลิกรัม, ฟอสฟอรัสเท่ากับ 76.59 และ 143.57 มิลลิกรัม, โพแทสเซียมเท่ากับ 1697.70 และ 3685.63 มิลลิกรัม, แมกนีเซียมเท่ากับ 101.50 และ 172.65 มิลลิกรัม, และแคลเซียมเท่ากับ 202.15 และ 335.26 มิลลิกรัม ตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิต เมื่อประเมินจากผลผลิตสด 100 กิโลกรัม พบว่าผลผลิตลองกองต้องใช้ธาตุโพแทสเซียมและไนโตรเจนในปริมาณที่สูงกว่าธาตุอื่น ๆ และการใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณโพแทสเซียมและไนโตรเจนเพิ่มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย คือ โพแทสเซียมมีค่า 435.36 และ 345.03 กรัม ไนโตรเจนมีค่า 247.64 และ 204.33 กรัม (Figure 5)

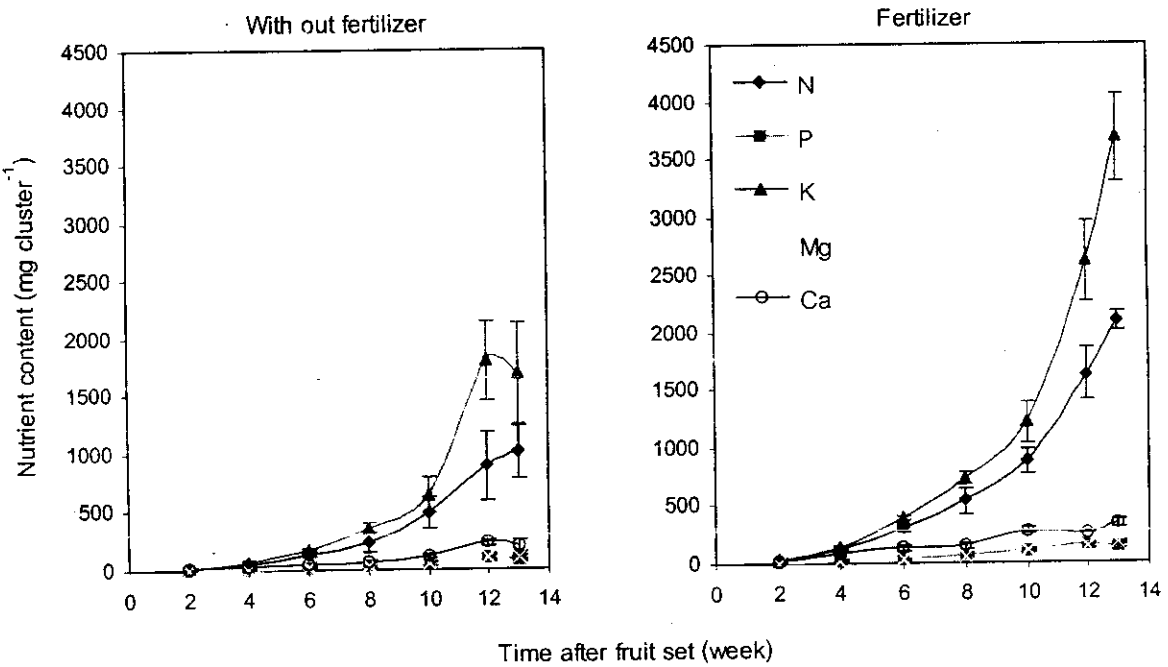

Figure 4. Nutrient requirement during fruit development of longkong

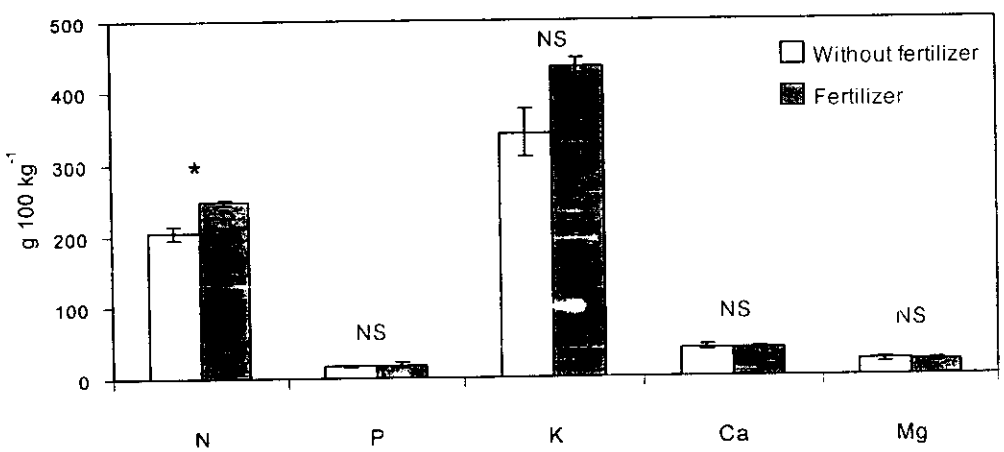

Figure 5. Nutrient quantities in longkong fruit per 100 kg fresh fruit. (NS = not significant and * = significant at P ≤ 0.05)

วิจารณ์

1. การพัฒนาผลผลิต

สามารถแบ่งการพัฒนาผลของลองกองตามการพัฒนาน้ำหนักสด ออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงน้ำหนักสดผลเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ เริ่มตั้งแต่ติดผลจนผลอายุ 8 สัปดาห์ ในช่วงนี้จะมีการหลุดร่วงของผลในสัปดาห์ที่ 4-6 และช่วงน้ำหนักสดผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว คือช่วงอายุผล 10-13 สัปดาห์ โดยน้ำหนักผลที่เพิ่มขึ้นเกิดจากเนื้อผล ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผลรวม (Figure 1) ช่วงนี้ ปริมาณกรดในน้ำคั้นลดลงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น เมื่ออายุผลเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 13 ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (Figure 3) สอดคล้องกับรายงานของ สุรกิตติ และคณะ (2540) ที่ทำการศึกษาที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และสุราษฎรธานี พบว่าการเจริญเติบโตของผลและเนื้อเป็นแบบ Simple sigmoid curve โดยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วง 6 สัปดาห์แรกหลังติดผล และน้ำหนักจะเพิ่มอย่างรวดเร็ว แต่เริ่มคงที่ในสัปดาห์ที่ 11-12 ปริมาณกรดในน้ำคั้นจะลดลงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 13 มีไม้ผลหลายชนิดที่การพัฒนาผลแบ่งเป็น 2 ช่วง เช่นเดียวกับลองกอง เช่น การพัฒนาผลของส้ม ในช่วงการแบ่งเซลล์ ของผลน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ใช้เวลา 4-5 สัปดาห์หลังผสมเกสร และจากนั้นจะมีการเพิ่มน้ำหนักผลอย่างรวดเร็วในช่วงขยายขนาดของเซลล์ ในช่วงนี้ผลจะมีอัตราการร่วงสูง (Mehouachi *et al.*,1995) ในการเกิดกระบวนการสุกของผลไม้ทั่วไปทำให้ กรดต่าง ๆ ในผลมีองค์ประกอบที่เปลี่ยนไป มีการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต เช่นเปลี่ยนจากแป้งเป็นน้ำตาล หรือจากน้ำตาลเป็นน้ำตาลอีกชนิดหนึ่ง (จริงแท้, 2538) และในลองกองพบว่ามีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในผลเพิ่มขึ้นเมื่อผลอายุผลเพิ่มขึ้นในช่วงผลเกิดกระบวนการสุก (นฤทธิ์, 2545) ทำให้เมื่อผลสุกปริมาณกรดในผลลดลงและปริมาณน้ำตาลในผลเพิ่มขึ้น

2. ผลการใส่ปุ๋ยต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิต

การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้คุณภาพโดยรวมของผลผลิตลองกองดีขึ้น คือ ความยาวช่อ ขนาดผล น้ำหนักผลและช่อผล และความหวาน เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดการหลุดร่วงของผลในช่วงการพัฒนาผล (Figure 2 and 3) จากข้อมูลธาตุอาหารในผลผลิตและใบของลองกอง พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียมในทุกองค์ประกอบของผลผลิต และในใบจากต้นลองกองที่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มสูงกว่าต้นไม่ใส่ปุ๋ย (Table 2 and 3) และข้อมูลปริมาณธาตุอาหารที่ประเมินจากผลผลิตสด 100 กิโลกรัม ซึ่งพบว่าปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมของผลผลิตลองกองที่ใส่ปุ๋ยสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมของผลผลิตที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียงกัน (Figure 5) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณภาพผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้นเกิดจาก

ธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม สอดคล้องกับรายงานในเกรฟฟรุตที่พบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมทำให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้น (He *et al.*, 2003) และในแอปเปิล เลมอน มะนาว และส้ม ยังทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น แต่ในพืชตระกูลส้มการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนยังทำให้ปริมาณกรดในผลเพิ่มขึ้นด้วย (เกียรติรวี และ ตระกูล, 2544 ; Fallahi *et al.*, 2001 ; Smith, 1968 ; Quaggio *et al.*, 2002) ส่วนอิทธิพลของโพแทสเซียม ในฝรั่ง เลมอน และส้ม พบว่าการให้อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มทำให้ขนาดผลและน้ำหนักผลเพิ่มขึ้น และยังทำให้ปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในฝรั่งเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนในส้มการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (นิภาพร และ ตระกูล, 2544 ; Smith, 1968 ; Quaggio *et al.*, 2002) อย่างไรก็ตามในผลแอปริคอตการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราสูงทำให้ผลมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น (Bussi and Amiot, 1998) จากข้อมูลดินพบว่าการใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสะสมในปริมาณที่สูงมาก ซึ่งจากข้อมูลต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งได้งดการให้ปุ๋ยมาก่อนเป็นเวลา 1 ปี พบว่ายังมีระดับของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่สูงถึง 115.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับสูงมากอยู่แล้ว (เอิบ, 2544) ทำให้ปุ๋ยฟอสเฟตที่เพิ่มลงไปเกินความต้องการของลองกอง และมีรายงานการศึกษาธาตุอาหารในสวนลองกองในจังหวัดสงขลาและนราธิวาสที่มีการจัดการแตกต่างกันจำนวน 10 สวน พบว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่สะสมในดินเฉลี่ยสูงถึง 237.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (จำเป็น และคณะ, 2547) ดังนั้นในสวนลองกองที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูงอย่างต่อเนื่องทำให้ฟอสฟอรัสเหลือตกค้างเกินความต้องการของพืช จึงควรงดหรือลดอัตราการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสลง

3. **ความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลผลิต**

ลองกองต้องการธาตุโพแทสเซียมและไนโตรเจนในการพัฒนาผลสูงกว่าธาตุอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด โดยความต้องการธาตุอาหารมีแนวโน้มเช่นเดียวกับการพัฒนาน้ำหนักสดของผลผลิต คือ ในช่วงแรกลองกองมีการสะสมธาตุอาหารในผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วง 8 สัปดาห์แรกหลังติดผล และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงผลอายุ 10–12 สัปดาห์ ส่วนธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม ผลผลิตลองกองต้องการในปริมาณที่น้อย การสะสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตลอดช่วงการพัฒนาผล (Figure 4) ซึ่งใกล้เคียงกับความต้องการธาตุอาหารของผลผลิตลำไย คือ ต้องการไนโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณสูงกว่าธาตุอื่น และผลลำไยมีความต้องการมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงหลังติดผลประมาณ 1 เดือน ส่วนธาตุอื่นความต้องการเพิ่มขึ้นในอัตราที่คงที่ (ยุทธนา และคณะ, 2543) เมื่อคิดปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตลองกองสด 100 กิโลกรัม จากต้นที่มีการใส่ปุ๋ยทางดิน จะมีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงเพิ่มกว่าต้นที่ไม่ให้ปุ๋ยอย่างเห็นได้ชัด (Figure 5) ผลผลิตลองกองต้องการไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากกว่าฟอสฟอรัสประมาณ 12 และ 20 เท่าตามลำดับ แต่การจัดการปุ๋ยในลองกอง

ในระยะต่าง ๆ ได้ใช้ไนโตรเจน 720 กรัมต่อต้น ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1,040 กรัมต่อต้น และโพแทสเซียม (K_2O) 1,200 กรัมต่อต้น ซึ่งให้ฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูงใกล้เคียงกับไนโตรเจนและโพแทสเซียมนั้นเพราะเกิดจากความเชื่อว่าฟอสฟอรัสช่วยในการออกดอก เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารที่ต้นลองกองดูดดึงไปใช้และการสูญเสียจากกระบวนการต่าง ๆ ถึงแม้ว่าพืชสามารถดูดดึงฟอสฟอรัสไปใช้ได้น้อยกว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียม แต่ฟอสฟอรัสจะสูญเสียไปกับกระบวนการต่าง ๆ ได้น้อยกว่า ทำให้มีฟอสฟอรัสเหลือตกค้างในดินสูง (Table 1) การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจึงไม่มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในผลผลิตเพิ่มขึ้น และจากรายงานวิจัยการจัดการธาตุอาหารในทุเรียนพบว่าการใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่องทำให้มีฟอสฟอรัสตกค้างในดินเป็นปริมาณที่สูงมาก และการงดใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในปีถัดไปไม่มีผลกระทบต่อการออกดอกและการให้ผลผลิตของทุเรียน (สุมิตรา, 2544) ดังนั้นการจัดการปุ๋ยให้เพียงพอแก่ความต้องการของต้นลองกองในการพัฒนาผลจึงควรให้ความสำคัญกับธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม ควรลดการใช้ปุ๋ยฟอสเฟต และในช่วงการพัฒนาผลควรให้ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมในช่วงสัปดาห์ที่ 4-5 หลังติดผล ซึ่งเป็นช่วงก่อนระยะพัฒนาผลที่การเพิ่มของน้ำหนักผลอย่างรวดเร็วทำให้ผลต้องการธาตุอาหารสูง เพื่อให้ลองกองสามารถดูดดึงไปใช้ได้ทันความต้องการของผล

สรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาและความต้องการธาตุอาหารของผลผลิตลองกองแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอายุ 8 สัปดาห์แรก มีการเจริญเติบโตช้าและใช้ธาตุอาหารในการพัฒนาผลน้อย และช่วงอายุตั้งแต่ 10–13 สัปดาห์ จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลมาก ธาตุอาหารที่ลองกองใช้ในการพัฒนาผลมากคือ ธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม การให้ปุ๋ยทางดินสามารถเพิ่มคุณภาพผลผลิต คือ น้ำหนักผล ความยาวซ่อ ขนาดผล และความหวาน ดังนั้นการจัดการปุ๋ยสามารถเพิ่มคุณภาพผลผลิตลองกองได้ จึงสามารถแนะนำการจัดการปุ๋ยแก่ลองกองโดยเบื้องต้นคือ ต้องให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูง ส่วนฟอสฟอรัส ควรลดหรืองดการใช้ลงเพราะผลผลิตลองกองมีความต้องการน้อย แต่ต้องขึ้นกับระดับฟอสฟอรัสที่สะสมในดิน โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ดิน และการให้ปุ๋ยบำรุงผลควรให้ในช่วงสัปดาห์ที่ 4-5 หลังติดผล เป็นช่วงก่อนระยะการพัฒนาผลอย่างรวดเร็ว ซึ่งผลผลิตมีความต้องการธาตุอาหารสูง

เอกสารอ้างอิง

เกียรติรวี พันธ์ไชยศรี และ ตระกูล ตันสุวรรณ. 2540. ผลของไนโตรเจนต่อคุณภาพของมะนาว. วารสารเกษตร 17 : 136-146.

จรัสศรี นวลศรี และ สุวิมล กลศึก. 2547. พันธุ์และความหลากหลายของพันธุ์พืชสกุลลางสาด. ใน เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้. ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 24 มีนาคม 2547 หน้า 10-1 ถึง 10-16.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. นครปฐม : ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

จำเป็น อ่อนทอง. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช.สงขลา : ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

จำเป็น อ่อนทอง, สุรชาติ เพชรแก้ว, สายใจ กิ้มสงวน, มงคล แซ่หลิม และ จรัสศรี นวลศรี. 2547. ความต้องการธาตุอาหารของลองกองและการจัดการโดยใช้ผลการวิเคราะห์ดินและธาตุอาหารในใบ. ใน เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้. ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาสงขลานครินทร์ วันที่ 24 มีนาคม 2547 หน้า 7-1 ถึง 7-24.

นฤทธิ โตะหะ. 2545. ความเข้มข้นของธาตุอาหารและคาร์โบไฮเดรตในใบและผลผลิตในระยะออกดอกและพัฒนาผลลองกอง. รายงานวิชา ปัญหาพิเศษ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิภาพร สอนสุด และ ตระกูล ตันสุวรรณ. 2544. ผลของโพแทสเซียมต่อคุณภาพของฝรั่ง. วารสารเกษตร 17 : 29-37.

มงคล หลิม, จรัสศรี นวลศรี และ อุไรวรรณ นามศรี. 2543. ความมีชีวิตของละอองเรณูของลองกอง ลางสาด และดูกู. วารสารสงขลานครินทร์ (วทท.) 22 : 35-42.

ยุทธนา เขาสุเมรุ, ชิติ ศรีตนทิพย์ และ สันติ ช่างเจรจา. 2543. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการการแก้ไขปัญหาต้นโทรมของลำไย : ความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดินและต้นลำไยกับการแสดงอาการต้นโทรม. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สุมิตรา ภู่วโรดม, นุกูล ถวิลถึง, สมพิศ ไม้เรียง, พิมล เกษสยม และ จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร. 2544. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สุรกิตติ ศรีกุล, อรพิน อินทร์แก้ว และ ชาย โมรวิส. 2540. การใช้สารแคลเซียมในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มคุณภาพและการเก็บรักษาของผลลองกอง. วิทยาสารสถาบันวิจัยพืชสวน. 16 : 7–34.

สุรกิตติ ศรีกุล. 2537. วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวลองกอง. ในแนวทางการจัดการสวนลองกอง (บรรณาธิการ : จำเป็น อ่อนทอง, สุรกิตติ ศรีกุล และ มนตรี อิรไกรศีล) หน้า 121-145 สุราษฎร์ธานี : ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2544. การสำรวจดิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Bussi, C. and Amlot, M.J. 1998. Effects of nitrogen and potassium fertilization on the growth, yield and pitburn of apricot (cv.Bergeron). Journal of Horticultural Science and Biotecnology. 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. Journal American Pomological Society. 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 Science Society of America Journal. 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 Science. 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. American Pomological Society. 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.