

การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตของลองกอง

อรพิน ประพฤติดี¹ จำเป็น อ่อนทอง² และ ชัยรัตน์ นิลนนท์³

Abstract

Praprutdee, O.¹, Onthong, J.² and Nilnold, C.²

Using potash fertilizer to improve fruit development and fruit quality of longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.)

Songklanakarin J. Sci. Technol., 2007, 29(4) : 1003-1016

The objective of this study was to determine the effect of potash fertilizers on fruit development and fruit quality, nutrient concentration in leaf, peduncle, rind and pulp of longkong fruit and some properties of soil. The experimental design was randomized complete block design (RCB) with 5 replicates (one tree per replicate) and 6 treatments as follows: (1) without K (control), (2) applied 13-13-21 at 2 kg tree⁻¹, (3) applied 13-13-21 2 at kg tree⁻¹ + K₂SO₄ at 1 kg tree⁻¹, (4) applied 13-13-21 at 2 kg tree⁻¹ + KCl at 733 g tree⁻¹ (5) K₂SO₄ at 840 g tree⁻¹ and (6) KCl at 700 g tree⁻¹. The results showed that K application increased cluster weight, fruit weight, fruit diameter and total soluble solids (TSS), compared with the control ($P \leq 0.05$), whereas the rind thickness decreased. However, there was no apparent effect on length of peduncle, peduncle weight, number of fruits and juice titratable acidity (TA). Even though K fertilization improved fruit

¹Department of Plant Sciences, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat Campus, Thungsong, Nakhon Si Thammarat, 80110 Thailand. ²Department of Soil Sciences, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand.

¹วท.ม. (การจัดการทรัพยากรดิน) สาขาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่) อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110 ²Ph.D. (Agricultural Chemistry) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ³Ph.D. (Soil Science) รองศาสตราจารย์ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112
Corresponding e-mail: Orapin_3t@hotmail.com

รับต้นฉบับ 30 พฤศจิกายน 2548 รับลงพิมพ์ 11 พฤศจิกายน 2549

qualities, among the K sources fruit qualities were not significantly different. The fruit qualities of the K-fertilized (average) and control treatments after 14 weeks of fruit set were as follow: cluster weight 473.06 and 336.59 g cluster⁻¹, fruit weight 432.90 and 272.79 g cluster⁻¹, fruit diameter 32.75 and 29.96 mm and TSS 17.46 and 14.88 % Brix respectively. Moreover, K concentrations in leaf, rind and pulp in the K-fertilized treatments were higher than in the control ($P \leq 0.05$), while Ca concentrations in leaf and rind were reversed ($P \leq 0.05$). However, pulp K concentrations in the K-fertilized and control treatments were not different. Two application times of K-fertilizer did not give better fruit qualities than a single one, but resulted in higher amount of exchangeable K accumulation in soil. Therefore, it is recommended that KCl can be applied as a single application to longkong trees at 5 weeks after fruit set.

Key words : *Aglaia dookoo* Griff., K fertilizer, fruit quality, total soluble solids

บทคัดย่อ

อรพิน ประพฤติดี จำเป็น อ่อนทอง และ ชัยรัตน์ นิลนนท์
การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตของลองกอง
ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2550 29(4) : 1003-1016

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตของลองกอง ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบ และในส่วประกอบต่างๆ ของผลผลิต และสมบัติของดิน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design: RCB) มี 5 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น ประกอบด้วย 6 ตำรับ คือ (1) ไม่ใส่ปุ๋ยบำรุงผล (ควบคุม) (2) ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กก./ต้น (3) ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กก./ต้น ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต อัตรา 1 กก./ต้น (4) ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กก./ต้น ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ อัตรา 733 กรัม/ต้น (5) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต อัตรา 840 กรัม/ต้น และ (6) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ อัตรา 700 กรัม/ต้น พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้ค่าน้ำหนักสดรวมต่อผล น้ำหนักสดต่อช่อ ขนาดผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ($P \leq 0.05$) ส่วนความหนาเปลือกผลมีค่าต่ำกว่า ($P \leq 0.05$) สำหรับความยาวก้านช่อผล น้ำหนักสดก้านช่อผล จำนวนผลต่อช่อ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ การใส่ปุ๋ยผสมที่มีโพแทสเซียมสูง หรือปุ๋ยโพแทสเซียมเชิงเดี่ยวไม่ได้ทำให้คุณภาพของผลผลิตแตกต่างกัน แต่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้คุณภาพของผลผลิตลองกองดีกว่าไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม โดยสัปดาห์ที่ 14 ตำรับที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดรวมต่อผล 473.06 และ 336.59 กรัม/ช่อ น้ำหนักสดต่อช่อ 432.90 และ 272.79 กรัม/ช่อ ขนาดผล 32.75 และ 29.96 มม. และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 17.46 และ 14.88 % Brix ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าคุณภาพของโพแทสเซียมไนโบ เปลือกผล และเนื้อผลของตำรับที่ใส่ปุ๋ยมีค่าสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย ($P \leq 0.05$) สำหรับแคลเซียมไนโบ และเปลือกผลของตำรับที่ใส่ปุ๋ยมีค่าต่ำกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย ($P \leq 0.05$) แต่ในเนื้อผลไม่พบความแตกต่างทางสถิติ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 2 ครั้ง ไม่ได้ทำให้คุณภาพของผลผลิตดีกว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพียงครั้งเดียว แต่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 2 ครั้ง ทำให้เกิดการสะสมโพแทสเซียมในดิน ดังนั้นจึงควรใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตรา 700 กรัม/ต้น เป็นปุ๋ยบำรุงผลโดยใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียวหลังลองกองติดผล 5 สัปดาห์

ลองกองเป็นผลไม้ที่มีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ผลชนิดอื่นจึงมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลผลิตของลองกองมีคุณภาพที่แตกต่างกัน ทั้งที่ลองกองมีเพียงพันธุ์เดียว (จรัสศรี และสุวิมล, 2547) และ

ละอองเรณูของลองกองเป็นหมันก่อนดอกบานจึงไม่มีการกลายพันธุ์ (มังคล และคณะ, 2543) ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตของลองกอง จึงเป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะธาตุอาหารพืชซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความ

สำคัญต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต ตลอดจนคุณภาพผลผลิตของพืช

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาผล และคุณภาพของผลผลิต เนื่องจากเป็นธาตุที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดในการสร้าง และเคลื่อนย้ายสาร ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เกิดการรวมตัวของสารต่างๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์โปรตีน การสร้างแป้ง และน้ำตาล นอกจากนี้โพแทสเซียมยังช่วยในการสร้างสารประกอบฟอสเฟตที่ให้พลังงานสูง ซึ่งจำเป็นต่อการสร้าง และเคลื่อนย้ายแป้ง รวมทั้งน้ำตาลที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงบริเวณใบซึ่งแหล่งผลิต ผ่านท่ออาหารไปสะสมที่ผลซึ่งเป็นแหล่งสะสมอาหารที่สำคัญ (ยงยุทธ, 2546; Menzel *et al.*, 1992) มีรายงานว่า ส้มที่ได้รับโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจะมีน้ำหนักผล และเส้นผ่านศูนย์กลางผลเพิ่มขึ้น (Smith, 1968) ตรงกับที่ นิภาพร และตระกูล (2544) พบว่า ฝรั่งที่ได้รับโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นมีขนาดของผลใหญ่ขึ้น น้ำหนักผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น สำหรับสับปะรดที่ได้รับโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจะมีเปอร์เซ็นต์ความหวานเพิ่มขึ้น (ชัยพร, 2525) ดังนั้นหลังการติดผลของไม้ผลเศรษฐกิจหลายชนิดรวมทั้งลองกอง จึงมีการนำปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมสูงมาใช้เป็นปุ๋ยบำรุงผลในระยะการพัฒนาของผลกันมากขึ้น

การจัดการธาตุอาหารสำหรับลองกองที่ให้ผลผลิตแล้วจะปฏิบัติเช่นเดียวกับไม้ผลชนิดอื่น โดยมีการให้ปุ๋ย 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 การใส่ปุ๋ยหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อฟื้นฟูความสมบูรณ์ของต้น ครั้งที่ 2 การใส่ปุ๋ยระยะก่อนออกดอกเพื่อส่งเสริมการพัฒนาของตาดอก ครั้งที่ 3 การใส่ปุ๋ยหลังติดผล โดยใส่ปุ๋ยผสมที่มีโพแทสเซียมสูง เช่น สูตร 13-13-21 (กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชสวน, 2539) สำหรับสวนลองกองที่มีการผลิตในรูปแบบธุรกิจเกษตรจะใส่ปุ๋ยครั้งที่ 4 ด้วยซึ่งเป็น การใส่ปุ๋ยระยะผลโตเพื่อเพิ่มคุณภาพด้านรสชาติเป็นสำคัญ ดังนั้นก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต 4-6 สัปดาห์ จึงใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) หรือปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) อัตรา 1-2 กก./ต้น (นพ และคณะ, 2546) แต่การนำปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมสูงมาใช้อย่างต่อเนื่องอาจทำให้เกิดการสะสมโพแทสเซียมในดินได้ มีรายงานว่าดินใต้ทรงพุ่มลองกองมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงถึง 265 พีพีเอ็ม (ppm) (ราชัน, 2545) ซึ่งเป็นระดับที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ใช้

ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในประเทศไทยมากคือสูงกว่า 120 ppm (เอิบ, 2544) แสดงว่ามีการนำปุ๋ยโพแทสเซียมมาใช้ในสวนลองกองมาก จนทำให้มีการสะสมโพแทสเซียมในดินสูง ซึ่งอาจมีผลทำให้ลองกองดูดแคลเซียม และแมกนีเซียมไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการพัฒนาผล และคุณภาพผลผลิตของลองกอง ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ และในส่วนประกอบต่างๆ ของผลผลิต และสมบัติของดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลองและการเก็บตัวอย่าง

เลือกต้นลองกองที่มีสภาพใกล้เคียงกันจำนวน 30 ต้น (ปลูกในชุดดินรือเสาะ (Ro); Typic Pelehumults มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ มีระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 0.2 เซนติโมล/กก. ($cmol\ kg^{-1}$) ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก) เตรียมต้นสำหรับการทดลอง โดยหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตตัดแต่งกิ่ง และใส่ปุ๋ยคอก 20 กก./ต้น ก่อนออกดอกใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 2 กก./ต้น วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น ประกอบด้วย 6 คำรับ คือ (1) ไม่ใส่ปุ๋ยบำรุงผล (ควบคุม) (2) ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กก./ต้น (3) ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กก./ต้น ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต อัตรา 1 กก./ต้น (4) ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กก./ต้น ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ อัตรา 733 กรัม/ต้น (5) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต อัตรา 840 กรัม/ต้น และ (6) ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ อัตรา 700 กรัม/ต้น (อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตคำรับที่ 5 และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์คำรับที่ 6 จะทำให้ดินลองกองได้รับโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (K_2O) เท่ากับ 0.42 กก./ต้น ซึ่งเท่ากับต้นที่ได้รับจากปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กก./ต้น) หลังลองกองติดผล 5 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยคำรับที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 สำหรับปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตในคำรับที่ 3 และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ในคำรับที่ 4 ใส่หลังลองกองติดผล 9 สัปดาห์ โดยก่อนใส่ปุ๋ยกำจัดวัชพืชแล้วจึงหว่านปุ๋ยบนผิวดินจากชายพุ่มเข้ามาด้านในทรงพุ่มประมาณ 2 ใน 3 ของรัศมีทรงพุ่มแล้วพรวนดินกลบดินๆ ให้ลึกไม่เกิน 5 ซม. เก็บ

ตัวอย่างช่อผลทุก 2 สัปดาห์ โดยสุ่มเก็บช่อผลครั้งละ 2 ช่อ/ต้น เก็บตัวอย่างใบแบบสุ่มบริเวณรอบทรงพุ่มโดยเก็บใบย่อยคู่กลางจากใบประกอบตำแหน่งที่ 2 จำนวน 8-10 ใบ/ต้น โดยเก็บตัวอย่างใบ 2 ครั้งหลังลงกองติดผล 4 และ 16 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ได้กึ่งกลางทรงพุ่มบริเวณที่ใส่ปุ๋ยต้นละ 4 จุด แล้วนำดินมาคลุกรวมกันเพื่อเป็นตัวแทนของดิน (composite sample) เก็บตัวอย่างดิน 2 ครั้ง หลังลงกองติดผล 4 และ 16 สัปดาห์

2. การวิเคราะห์คุณภาพและการพัฒนาของผล

นำตัวอย่างช่อผลลงกองมาชั่งน้ำหนักสดรวมของช่อผล น้ำหนักสดผลต่อช่อ วัดความยาวช่อผล นับจำนวนผลต่อช่อ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผล และวัดความหนาเปลือกผล และเมื่อผลลงกองอายุ 10-16 สัปดาห์นำเนื้อผลไปคั้นน้ำ และนำน้ำคั้นไปวิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity : TA) และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid : TSS) หรือเปอร์เซ็นต์บริก (% Brix) ด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ (refractometer)

3. การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

นำตัวอย่างใบ ก้านช่อผล เปลือกผล และเนื้อผล ไปอบที่อุณหภูมิ 70°C จนน้ำหนักคงที่ บดจนละเอียดแล้วนำไปย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธีการกลั่น วิเคราะห์ฟอสฟอรัสด้วยวิธีเฮลโลมโอบิโดวานโดฟอสฟอริก (yellow molybdovanadophosphoric acid method) และนำไปวัดด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (visible spectrophotometer) วิเคราะห์โพแทสเซียมโดยนำไปวัดด้วยเครื่องเปลวโฟโตมิเตอร์ (flame photometer) สำหรับแคลเซียม และแมกนีเซียม วัดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (atomic absorption spectrophotometer) (จำป็น, 2547)

4. การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

ตัวอย่างดินนำมาผึ่งในที่ร่มจนแห้งสนิท บดด้วยโกร้งร้อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. และนำไปวัดปฏิกิริยาดิน (pH) ด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ (ดิน:น้ำ = 1:5) หาอินทรีย์วัตถุโดยวิธีวอล์คเลย์-แบลค (Walkley and

Black method) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) วัดโดยสกัดดินด้วยน้ำยาสกัดเบรย์ทู (Bray II) แล้วนำไปปรับสีด้วยวิธีโมลิบดีนัมบลู (molybdenum blue method) และวัดค่าด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium) วัดโดยสกัดดินด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต (ammonium acetate) พีเอช 7 แล้วนำไปวัดด้วยเครื่องเปลวโฟโตมิเตอร์ แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium and magnesium) วัดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (จำป็น, 2547)

ผลการทดลอง

1. คุณภาพผลผลิต

1.1 คุณภาพภายนอก ตลอดช่วงการพัฒนาของผล น้ำหนักสดรวมช่อผล (cluster weight) (Figure 1A) และน้ำหนักสดผลต่อช่อ (fruit weight) (Figure 1B) มีค่าเพิ่มขึ้น และคงที่หลังติดผล 14 สัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 10-16 พบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้น้ำหนักสดรวมช่อผล และน้ำหนักสดผลต่อช่อ มีค่าสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ($P < 0.05$) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่างกันไม่ได้ทำให้น้ำหนักสดรวมช่อผล และน้ำหนักสดผลต่อช่อมีความแตกต่างกัน (Figure 1A และ B) โดยสัปดาห์ที่ 14 น้ำหนักสดรวมช่อผลของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (เฉลี่ยจากทุกตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม) และไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่า 473.06 และ 336.59 กรัม/ช่อ (Figure 1A) ส่วนน้ำหนักสดผลต่อช่อของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม และไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่า 432.90 และ 272.79 กรัม/ช่อ ตามลำดับ (Figure 1B) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่ได้ทำให้น้ำหนักสดก้านช่อผล (peduncle weight) ความยาวก้านช่อผล (length of peduncle) และจำนวนผลต่อช่อ (number of fruit) มีความแตกต่างกัน (Figure 1C, D และ E) โดยน้ำหนักสดก้านช่อผลเพิ่มขึ้นเมื่อช่อผลมีอายุเพิ่มขึ้น และคงที่หลังติดผล 14 สัปดาห์ (Figure 1C) ส่วนความยาวช่อผลมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงการพัฒนาของผล (Figure 1D) สำหรับจำนวนผลต่อช่อพบว่าหลังติดผล 4-6 สัปดาห์ จำนวนผลต่อช่อลดลงมาก สัปดาห์ที่ 8-14 ค่อนข้างคงที่ และสัปดาห์ที่

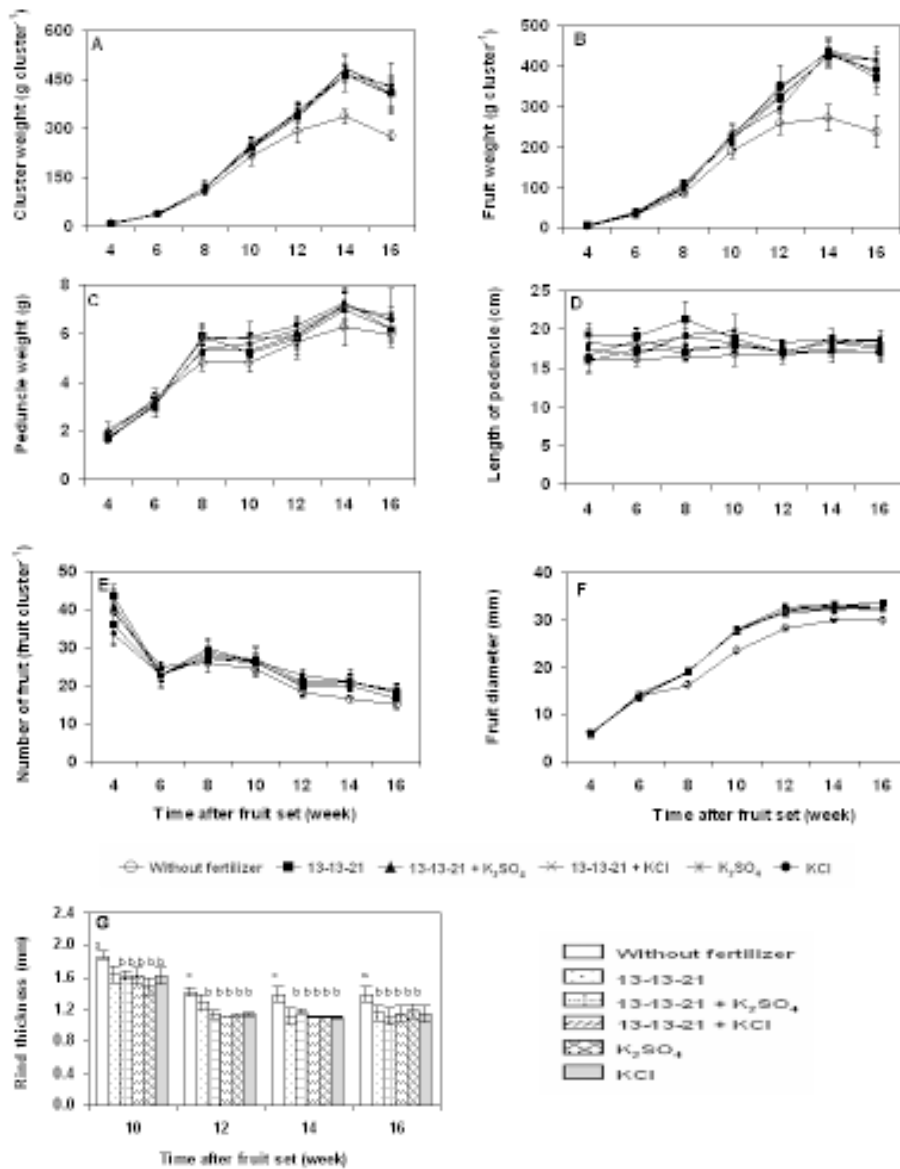


Figure 1. Effect of potash fertilizer on fruit quality of longkong. (I= standard error. The same letter over the bars indicate no significant difference at $P=0.05$ by DMRT)

16 จะลดลงอีกเล็กน้อย จำนวนผลต่อช่อของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (Figure 1E) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10-16 พบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ขนาดผล (fruit diameter) มีค่าสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ($P \leq 0.05$) (Figure 1F) แต่ความหนาเปลือก (rind thickness) มีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1G) โดยสัปดาห์ที่ 14 ขนาดผลของ

ตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม และไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่า 32.75 และ 29.96 มม. (Figure 1F) ส่วนความหนาเปลือกของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม และไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่า 1.12 และ 1.39 มม. ตามลำดับ (Figure 1G) ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่างกันไม่ได้ทำให้ขนาดผล และความหนาเปลือกมีความแตกต่างกัน (Figure 1F และ G) โดยขนาดผลมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุของผล และคงที่ในสัปดาห์

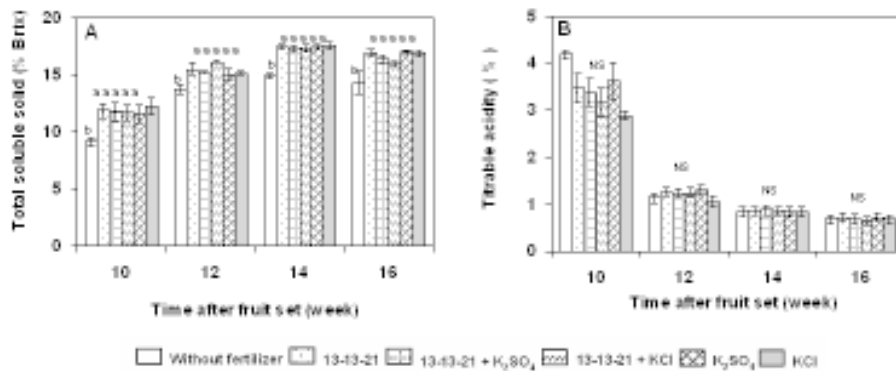


Figure 2. Effect of potash fertilizer on total soluble solid and titratable acidity of longkong fruit. (NS=non significant difference at $P \leq 0.05$, I= standard error. The same letter over the bars indicate no significant difference at $P=0.05$ by DMRT)

ที่ 14 (Figure 1F) สำหรับความหนาเปลือกลดลงเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้น และคงที่หลังติดผล 14 สัปดาห์ (Figure 1G)

1.2 คุณภาพภายใน ความหวานของลองกองซึ่งวัดในรูปของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid) เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังติดผล 10-12 สัปดาห์ และเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 14 สำหรับสัปดาห์ที่ 16 มีค่าลดลง การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ($P \leq 0.05$) โดยสัปดาห์ที่ 14 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม และไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่า 17.46 และ 14.88 % Brix ตามลำดับ (Figure 2A) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่างกันไม่ได้ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีความแตกต่างกัน (Figure 2A) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่ได้ทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity) มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 2B) โดยปริมาณกรดที่ไทเทรตได้จะลดลงอย่างรวดเร็วหลังติดผล 10-12 สัปดาห์ และลดลงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 12-14 แต่ช่วงสัปดาห์ที่ 14-16 ปริมาณกรดค่อนข้างคงที่

2. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ

การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบมีค่าสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ($P \leq 0.05$) แต่แคลเซียมและแมกนีเซียมมีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) โดยสัปดาห์ที่ 14 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

และไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่า 21.23 และ 15.08 กรัม/กก. แคลเซียม มีค่า 13.56 และ 18.07 กรัม/กก. และแมกนีเซียม มีค่า 3.45 และ 4.23 กรัม/กก. ตามลำดับ (Table 1) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่างกันไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบแตกต่างกัน (Table 1) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบมีความแตกต่างกัน (Table 1) และพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมลดลงเมื่ออายุใบเพิ่มขึ้น แต่แคลเซียมและแมกนีเซียมมีความเข้มข้นสูงขึ้นเมื่ออายุใบเพิ่มขึ้น

3. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนประกอบต่าง ๆ ของผลผลิต

3.1 ก้านช่อผล การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในก้านช่อดอก (peduncle) มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม พบว่าสัปดาห์ที่ 16 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในก้านช่อผลของตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม แต่ความเข้มข้นของแคลเซียม และแมกนีเซียมมีแนวโน้มต่ำกว่า (Table 2) ตลอดช่วงการพัฒนาของผลพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมค่อนข้างคงที่ แต่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีแนวโน้มลดลง

3.2 เปลือกผล การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเปลือกผล (rind) สูงกว่าตำรับที่

Table 1. Effect of potash fertilizer on leaf nutrient concentration of longkong at 4 and 16 weeks after fruit set.

Treatment	Nutrient concentration (g kg ⁻¹)									
	N		P		K		Ca		Mg	
	4 weeks	16 weeks	4 weeks	16 weeks	4 weeks	16 weeks	4 weeks	16 weeks	4 weeks	16 weeks
Without K	23.44	21.9	2.63	2.33	24.57	15.07 b	10.92	18.07 a	2.74	4.23 a
13-13-21	24.28	21.87	2.39	2.05	26.05	20.47 a	10.75	15.03 ab	2.92	3.51 ab
13-13-21 + K ₂ SO ₄	23.68	22.58	2.52	2.03	25.68	22.08 a	10.26	12.56 b	2.9	3.53 ab
13-13-21 + KCl	22.51	22.51	2.26	2.1	23.86	21.33 a	10.03	15.05 ab	2.74	3.20 b
K ₂ SO ₄	23.9	22.56	2.46	2.1	25.81	20.77 a	10.22	12.59 b	2.88	3.26 b
KCl	23.71	20.66	2.43	2.32	25.82	21.48 a	10.77	12.60 b	2.73	3.61 ab
F - test	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	*
C. V. (%)	8.5	11.46	12.36	13.32	10.71	13.29	9.87	16.29	9.95	14.6

NS = non significant difference, * = significant difference at P≤0.05

Means within the same parameter followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 by DMRT

Table 2. Effect of potash fertilizer on nutrient concentration in longkong peduncle at 4 and 16 weeks after fruit set.

Treatment	Nutrient concentration (g kg ⁻¹)									
	N		P		K		Ca		Mg	
	4 weeks	16 weeks	4 weeks	16 weeks	4 weeks	16 weeks	4 weeks	16 weeks	4 weeks	16 weeks
Without K	16.05	16.41	2.09	1.73	31.82	17.18	5.48	7.40	0.78	0.89
13-13-21	16.73	17.92	1.77	1.67	29.93	18.40	4.95	5.44	0.67	0.62
13-13-21 + K ₂ SO ₄	16.92	18.21	2.02	1.83	30.91	19.22	5.25	6.82	0.75	0.64
13-13-21 + KCl	15.59	15.53	1.89	1.62	27.94	18.83	5.72	7.72	0.86	0.88
K ₂ SO ₄	16.05	16.37	1.96	1.68	30.01	18.98	5.39	6.50	0.73	0.76
KCl	16.31	17.57	1.90	1.78	28.20	18.78	5.13	6.65	0.79	0.73
F - test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C. V. (%)	15.98	11.65	12.07	14.02	16.07	15.80	7.82	13.48	14.27	13.69

NS = non significant difference at P≤0.05

ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (P≤0.05) แต่แคลเซียมมีค่าต่ำกว่า (P≤0.05) และการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่างกันไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมและแคลเซียมในเปลือกผลมีความแตกต่างกัน (Table 3) โดยในสัปดาห์ที่ 16 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเปลือกผลของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมและไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่า 29.20 และ 22.59 กรัม/กก. ส่วนแคลเซียมในเปลือกผลของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

และไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่า 4.10 และ 5.69 กรัม/กก.ตามลำดับ (Table 3) ตลอดช่วงการพัฒนาของผลไม่พบความแตกต่างทางสถิติของความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมในเปลือกผล (Table 3) ทั้งนี้ความเข้มข้นของไนโตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อช่อผลมีอายุเพิ่มขึ้น แต่ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีแนวโน้มลดลงเมื่อช่อผลมีอายุเพิ่มขึ้น

Table 3. Effect of potash fertilizer on nutrient concentration in longkong rind at 10 and 16 weeks after fruit set.

Treatment	Nutrient concentration (g kg ⁻¹)									
	N		P		K		Ca		Mg	
	10 weeks	16 weeks	10 weeks	16 weeks	10 weeks	16 weeks	10 weeks	16 weeks	10 weeks	16 weeks
Without K	13.07	15.34	1.74	1.56	33.06 b	22.59 b	6.96 a	5.69 a	1.84	1.36
13-13-21	11.78	17.26	1.74	1.40	39.74 a	27.67 a	4.73 b	4.15 b	2.06	1.21
13-13-21 + K ₂ SO ₄	11.15	17.23	1.90	1.52	38.62 a	30.40 a	4.99 b	4.00 b	2.07	1.36
13-13-21 + KCl	12.29	16.10	2.07	1.58	38.97 a	28.74 a	5.18 b	4.11 b	2.08	1.35
K ₂ SO ₄	12.25	15.57	1.98	1.50	38.50 a	28.50 a	4.89 b	4.13 b	2.01	1.30
KCl	12.36	16.21	2.15	1.44	39.43 a	30.66 a	5.29 b	4.23 b	2.19	1.37
F - test	NS	NS	NS	NS	*	*	*	*	NS	NS
C.V. (%)	18.43	8.23	22.12	12.07	9.80	7.52	13.39	14.37	21.79	14.55

NS = non significant difference, * = significant difference at P≤0.05

Means within the same parameter followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 by DMRT

Table 4. Effect of potash fertilizer on nutrient concentration in longkong pulp at 10 and 16 weeks after fruit set.

Treatment	Nutrient concentration (g kg ⁻¹)									
	N		P		K		Ca		Mg	
	10 weeks	16 weeks	10 weeks	16 weeks	10 weeks	16 weeks	10 weeks	16 weeks	10 weeks	16 weeks
Without K	14.70	8.92	2.61	1.84	16.67 b	15.23 b	3.25	0.91	1.71	1.08
13-13-21	15.47	8.97	2.66	1.97	22.20 a	20.75 a	3.38	0.80	1.85	0.97
13-13-21 + K ₂ SO ₄	14.86	8.98	2.63	1.63	21.28 a	20.19 a	3.94	0.89	1.78	0.95
13-13-21 + KCl	14.31	9.24	2.60	1.66	21.25 a	20.59 a	3.20	0.79	1.57	0.99
K ₂ SO ₄	14.20	10.40	2.53	1.94	20.55 a	20.22 a	2.99	0.85	1.76	0.93
KCl	14.20	8.94	2.55	1.65	21.06 a	20.60 a	3.47	0.87	1.80	0.88
F - test	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	9.95	18.02	11.20	25.73	9.74	7.03	9.72	12.54	18.60	15.22

NS = non significant difference, * = significant difference at P≤0.05

Means within the same parameter followed by the same letter are not significantly different at P=0.05 by DMRT

3.3 เนื้อผล การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อผล (pulp) มีค่าสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (P≤0.05) (Table 4) การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมต่างกันไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อผลมีความแตกต่างกัน โดยในสัปดาห์ที่ 16 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อผลของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

และไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่า 20.79 และ 15.23 กรัม/กก. ตามลำดับ (Table 4) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมในเนื้อผลมีความแตกต่างกัน (Table 4) ทั้งนี้พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในเนื้อผลมีแนวโน้มลดลงเมื่อผล

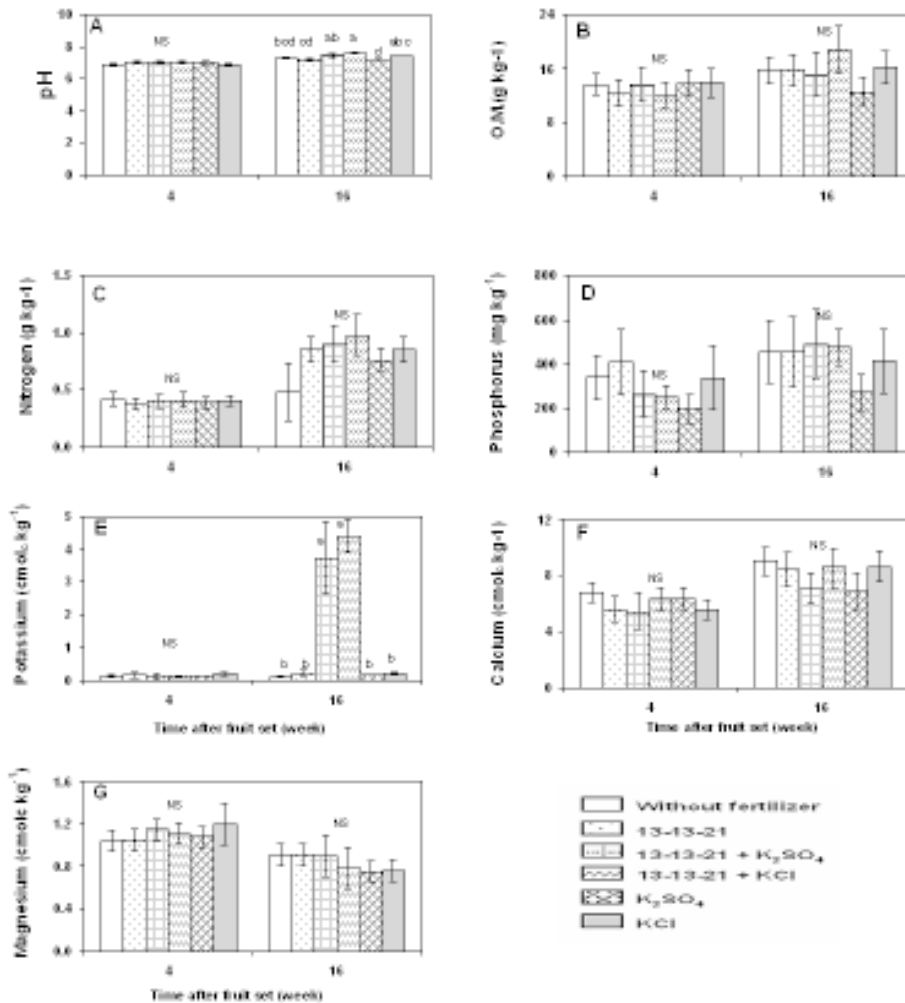


Figure 3. Effect of potash fertilizer on some properties and nutrients of soil. (NS = non significant difference at $P \leq 0.05$, I= standard error. The same letter over the bars indicate no significant difference at $P=0.05$ by DMRT)

มีอายุเพิ่มขึ้น

4. ธาตุอาหารและสมบัติทางเคมีบางประการของดิน

การใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ร่วมกับโพแทสเซียมซัลเฟต และการใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ ทำให้ระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย ตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Figure 3E) หลังการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ดินมีระดับโพแทสเซ-

ียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงขึ้นแต่ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่าลดลง โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ร่วมกับโพแทสเซียมซัลเฟต ตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต ตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 3.75, 4.40, 0.22, 0.15, 0.21 และ 0.11 cmol kg⁻¹ ตามลำดับ (Figure 3E) อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยไม่ได้ทำให้อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มี

ความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 3B, C, D, F และ G) โดยหลังการทดลองดินมีอินทรีย์วัตถุ ในโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงขึ้น แต่มีแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลง (Figure 3B, C, D, F และ G) สำหรับ pH ของดินหลังการทดลองมีค่าสูงขึ้น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 3A)

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อคุณภาพของผลผลิต

น้ำหนักสดรวมของผล น้ำหนักสดผลต่อช่อ และขนาดผล ของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่าสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (Figure 1A, B, และ F) เนื่องจากเมื่อใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ดินมีระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงขึ้น (Figure 3E) ส่งผลให้ต้นลองกองดูดโพแทสเซียมได้เพิ่มขึ้นซึ่งสังเกตได้จากความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบและส่วนประกอบต่างๆ ของผลของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (Table 1, 2, 3 และ 4) โดยโพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทในการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดที่ช่วยในการรวมตัวของสารต่างๆ เข้าด้วยกันซึ่งมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์โปรตีน การสร้างแป้งและน้ำตาล ตลอดจนการเคลื่อนย้ายอาหารจากการสังเคราะห์แสงบริเวณใบซึ่งเป็นแหล่งผลิตผ่านท่ออาหารไปยังผล โดยผลจะเป็นแหล่งสะสมอาหาร (sink) ที่สำคัญ (Menzel *et al.*, 1992) เมื่อผลของอายุเพิ่มขึ้นจะมีการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตไปสะสมที่ผลเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะระยะเก็บเกี่ยว (นฤทธิ, 2545) ทำให้ผลของมีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักสดรวมของผล น้ำหนักสดผลต่อช่อ และขนาดผลเพิ่มขึ้น ตรงกับที่ นิภาพร และตระกูล (2544) พบว่าการให้โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นทำให้ผลฝรั่งมีขนาดใหญ่ขึ้น และมีน้ำหนักผลเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับที่ Quaggio *et al.* (2002) รายงานว่าเลมอน (lemon) ที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราสูงขึ้นมีน้ำหนักของผลเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ น้ำหนักสดรวมของช่อผลและน้ำหนักสดผลต่อช่อของลองกองมีค่าสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 14 หลังติดผล แต่ในสัปดาห์ที่ 16 เกิดการหลุดร่วงของผลจึงทำให้จำนวนผลต่อช่อลดลง (Figure 1E) ส่งผลให้น้ำหนักสดรวมของผล และน้ำหนักสดผลต่อช่อลดลง (Figure

1A และ B)

ตลอดช่วงการพัฒนาของผล พบว่า จำนวนผลต่อช่อลดลงมากในช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 หลังติดผล หลังจากนั้นจำนวนผลเปลี่ยนแปลงไม่มาก ตรงกับรายงานของ อรพิน และสุรภิตติ (2535) ที่พบว่า อัตราการหลุดร่วงของผลลดลงสูงมากในระยะสัปดาห์ที่ 3-6 และสัปดาห์ที่ 16 ทุกตำรับมีจำนวนผลต่อช่อลดลงอีกเล็กน้อย สอดคล้องกับที่ มงคล (2547) รายงานว่าในระยะสุดท้ายของการติดผลจะมีผลร่วงอีกประมาณ 4% อย่างไรก็ตาม พบว่าในสัปดาห์ที่ 8-16 จำนวนผลต่อช่อของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ซึ่งอาจเป็นเพราะดินที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมมีความสมบูรณ์ของดินสูงกว่าทำให้มีอาหารสะสมมากกว่าจึงเกิดการหลุดร่วงของผลน้อยกว่าส่งผลให้มีจำนวนผลต่อช่อมากกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (Figure 1E)

ความหนาเปลือกผลของลองกองลดลงเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้น (Figure 1G) เพราะเกิดแรงดันจากการขยายตัวของเซลล์เนื้อผลทำให้เซลล์ของเปลือกผลมีลักษณะแบนและขยายตัวทางด้านยาว การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ลองกองมีความหนาเปลือกน้อยกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (Figure 1G) เนื่องจากมีขนาดผลโตกว่าจึงเกิดแรงดันของเซลล์เนื้อผลมากกว่า ประกอบกับเมื่อพิจารณาแคลเซียมในเปลือกผลพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมและไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีความเข้มข้นของแคลเซียม 4.10 และ 5.69 กรัม/กก. ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งเปลือกผลของตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีความเข้มข้นของแคลเซียมสูงกว่า และมีความหนาเปลือกผลมากกว่า สอดคล้องกับที่ มงคล และคณะ (2541) รายงานว่าการใช้สารประกอบแคลเซียมฉีดพ่นต่อผลทำให้ความหนาเปลือกผลของลองกองเพิ่มขึ้นสามารถลดปัญหาผลแตกของลองกองได้ ทั้งนี้แคลเซียมเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ โดยจะพบมากในส่วนของมิดเดิลลามลลา (middle lamella) ซึ่งจะทำหน้าที่เชื่อมผนังเซลล์ให้มั่นคง จึงมีความสำคัญต่อความแข็งแรงของเซลล์ และมีผลต่อแรงยึดเหนี่ยวของเซลล์ (ยงยุทธ, 2546) อย่างไรก็ตามการนำปุ๋ยโพแทสเซียมมาใช้เป็นปุ๋ยบำรุงผลควรระมัดระวังเกี่ยวกับปัญหาการแตกของผลเพราะลองกองจะดูดใช้น้ำได้มากขึ้นทำให้การขยายขนาดของผลเป็นไปอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เดือวก้นลองกองก็ดูดแคลเซียมได้น้อยลงมีผลทำให้เปลือก

ผลบางลง ซึ่งการให้น้ำและการควบคุมสภาพความชื้นของดินให้สม่ำเสมออาจลดปัญหาการแตกของผลให้ต่ำลงได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการแตกของผลลองกอง (จิราณาฎ, 2537; Peet, 1992)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ความหวาน) ในน้ำคั้นของลองกองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 และเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 14 สำหรับสัปดาห์ที่ 16 มีค่าลดลงเล็กน้อยโดยพบว่าความหวานมีค่าสูงสุดหลังติดผล 14 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (Figure 2A) ตรงกับที่ สุทธิญา และสุรพงษ์ (2530) รายงานว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์ที่ 9-14 และสัปดาห์ที่ 14-16 จะลดลงอย่างช้าๆ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม เนื่องจากเมื่อลองกองได้รับโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น จะเกิดการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล และเคลื่อนย้ายสู่ผลได้มากขึ้นทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ลองกองมีความหวานเพิ่มขึ้นสังเกตได้ว่าเมื่อผลลองกองอายุ 14 สัปดาห์ ความหวานเฉลี่ยจากทุกตำรับใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่า 17.46 % Brix ในขณะที่ความหวานของตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่าเพียง 14.88 % Brix (Figure 2A) ตรงกับที่มีรายงานว่า การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในระดับที่สูงขึ้นทำให้ผลของแอปปริคอต (Apricot) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (Bussi and Amiot, 1998) สอดคล้องกับที่ ชัยพร (2525) และ Cannon (1988) พบว่า การเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมให้ต้นประดทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น สำหรับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ทุกตำรับการทดลองพบว่าปริมาณกรดสูงที่สุดหลังติดผล 12 สัปดาห์ และจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 และจะลดลงอีกเล็กน้อยช่วงสัปดาห์ที่ 12-14 แต่ช่วงสัปดาห์ที่ 14-16 ปริมาณกรดค่อนข้างคงที่ (Figure 2B) ตรงกับที่ สุทธิญา และสุรพงษ์ (2530) รายงานว่า ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้จะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์ที่ 9-13 หลังจากนั้นจะลดลงช้าๆ ซึ่งการที่ผลลองกองมีปริมาณกรดสูงในช่วงผลแก่ และลดลงเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงและสลายตัวของกรดอินทรีย์ในผลซึ่งจะทำให้รสชาติเปรี้ยวลดลง

การนำปุ๋ยผสมที่มีโพแทสเซียมสูง และปุ๋ยโพแทสเซียม

เชิงเดี่ยวมาใช้เป็นปุ๋ยบำรุงผลไม่ได้ทำให้การพัฒนาของผลและคุณภาพผลผลิตแตกต่างกัน แสดงว่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่ลองกองได้รับจากปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ไม่ได้ทำให้คุณภาพผลผลิตดีขึ้นซึ่งอาจเป็นเพราะลองกองได้รับไนโตรเจน และฟอสฟอรัส จากดินเพียงพอแล้วจากการใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ก่อนลองกองออกดอก สำหรับตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ก็ไม่ได้ทำให้การพัฒนาของผล และคุณภาพผลผลิตแตกต่างกัน ตรงกับที่มีรายงานว่า การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่ได้ทำให้คุณภาพผลผลิตของทุเรียนแตกต่างกัน (สุมิตรา, 2545) สอดคล้องกับผลการศึกษากการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ที่พบว่าไม่ได้ทำให้คุณภาพผลผลิตของพิสตาชิโอ (Pistachio) แตกต่างกัน (Zeng *et al.*, 2001) อย่างไรก็ตามพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตและตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นปุ๋ยโพแทสเซียมเชิงเดี่ยวทำให้คุณภาพผลผลิตของลองกองดีขึ้น แสดงว่าก่อนการทดลองโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งมีค่า 0.11 และ 0.19 cmol kg⁻¹ ตามลำดับนั้น เป็นระดับของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก จึงไม่เพียงพอต่อความต้องการของลองกองเมื่อใส่ปุ๋ยจึงทำให้ระดับของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าสูงขึ้น (Figure 3E) ลองกองจึงดูดโพแทสเซียมได้เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ และส่วนประกอบต่างๆ ของผลสูงขึ้นด้วย (Table 1, 2, 3 และ 4) อย่างไรก็ตามพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ร่วมกับโพแทสเซียมซัลเฟต และตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยบำรุงผล 2 ครั้ง ทำให้โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นมาก (Figure 3E) แต่ไม่ได้ทำให้คุณภาพผลผลิต ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ และส่วนประกอบต่างๆ ของผลแตกต่างกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และตำรับที่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียว แสดงว่าการใส่ปุ๋ยบำรุงผล 2 ครั้ง เป็นการใส่ปุ๋ยที่เกินความจำเป็น ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยบำรุงผลเพียงครั้งเดียวก็ทำให้ลองกองได้รับธาตุโพแทสเซียมเพียงพอกับความต้องการแล้ว

2. ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและอันตรกิริยากับแคลเซียม

หลังการทดลองโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าลดลง แต่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยมีค่าสูงขึ้น (Figure 3E) ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของปุ๋ย อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดิน (เอ็บ, 2544) พบว่าก่อนการทดลองระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของทุกตำรับจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก ($< 0.2 \text{ cmol kg}^{-1}$) แต่หลังการทดลอง พบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ร่วมกับโพแทสเซียมซัลเฟต และตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ดินมีระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 3.75 และ 4.40 cmol kg^{-1} ตามลำดับ (Figure 3E) ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ($> 1.2 \text{ cmol kg}^{-1}$) แสดงว่ามีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเกินความจำเป็นจึงทำให้เกิดการสะสมโพแทสเซียมในดิน สอดคล้องกับที่ มนูญ (2546) รายงานว่าดินใต้ทรงพุ่มของลองกองมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ($1.38 \text{ cmol kg}^{-1}$) ในขณะที่ดินนอกทรงพุ่มมีโพแทสเซียมในระดับต่ำมาก ($0.17 \text{ cmol kg}^{-1}$) เช่นเดียวกับผลของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดิน และดัชนีชี้กับการแสดงอาการต้นโทรม ในสวนลำไยจำนวน 10 สวน ที่พบว่าลำไยที่แสดงอาการต้นโทรมมีค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเท่ากับ $1.25-1.49 \text{ cmol kg}^{-1}$ ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก และผลการวิเคราะห์ใบลำไยพบว่าโพแทสเซียมในใบจากต้นโทรมสูง แต่ปริมาณแคลเซียมในใบต่ำกว่าต้นปกติ (ยุทธนา และคณะ, 2543)

สำหรับผลการวิเคราะห์ใบลองกองก็พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยมีค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย แต่แคลเซียมและแมกนีเซียมมีค่าต่ำกว่า (Table 1) นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของแคลเซียมในเปลือกผลของตำรับที่ใส่ปุ๋ยมีค่าต่ำกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย (Table 3) แสดงว่าเกิดภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) ระหว่างธาตุอาหารขึ้น จึงมีผลทำให้ลองกองดูดแคลเซียมและแมกนีเซียมได้ลดลง สอดคล้องกับที่ สุมิตรา และคณะ (2544) รายงานว่าพบภาวะปฏิปักษ์ระหว่างโพแทสเซียมกับแคลเซียมในใบทุเรียนของสวนที่มีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมสูงตรงกับที่ Kaith และ Awasthi (1995) รายงานว่า การให้ธาตุโพแทสเซียมกับต้น

แอปเปิลมากเกินไปพืชจะดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียมลดลง ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ ดังนั้นจึงควรนำผลการวิเคราะห์ดินและใบมาประกอบการพิจารณาในการจัดการธาตุอาหารด้วย เพื่อตรวจสอบว่าลองกองจะได้รับแคลเซียมและแมกนีเซียมเพียงพอหรือไม่ เพราะสภาพธรรมชาติของดินปลูกลองกองมีแคลเซียมและแมกนีเซียมต่ำ (จำป็น และคณะ, 2547) จึงควรต้องระมัดระวังเกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเกินความจำเป็น

จะเห็นได้ว่าหลังการทดลองตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ให้มีโพแทสเซียมเท่ากับ 0.42 กิโลกรัมของโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (K_2O) /ตัน/ปี ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยบำรุงผลเพียงครั้งเดียวไม่เกิดการสะสมโพแทสเซียมในดิน โดยดินมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระหว่าง $0.2-0.3 \text{ cmol kg}^{-1}$ ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (Figure 3E) ทั้งนี้การใช้ปุ๋ยบำรุงผลทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น โดยตำรับที่ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ร่วมกับโพแทสเซียมซัลเฟต ใส่ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ร่วมกับโพแทสเซียมคลอไรด์ ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ มีต้นทุนค่าปุ๋ยบำรุงผลเท่ากับ 24, 40, 33, 14 และ 9 บาท/ตัน ตามลำดับ (คิดจากปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ราคาต้นละ 12,000, 16,000 และ 10,000 บาท ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามการเลือกใส่ปุ๋ยบำรุงผลควรนำผลการวิเคราะห์ดินมาประกอบการพิจารณาด้วย โดยหากพบว่าก่อนใส่ปุ๋ยบำรุงผลดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ ควรเลือกใช้ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กก./ต้น เป็นปุ๋ยบำรุงผล เพราะจะทำให้ดินลองกองได้รับทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในกรณีที่ดินมีอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพียงพอ แต่ขาดกำมะถัน และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 0.3 cmol kg^{-1} ซึ่งตามเกณฑ์มาตรฐานของค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดินจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (เอ็บ, 2544) ควรเลือกใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตเป็นปุ๋ยบำรุงผล ในกรณีที่ดินมีอินทรีย์วัตถุ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพียงพอ แต่ไม่มีปัญหาการขาดกำมะถัน และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 0.3 cmol kg^{-1} ควร

เลือกใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์เป็นปุ๋ยบำรุงผล โดยใส่เพียงครั้งเดียวหลังลงกองคิดผล 5 สัปดาห์ ในอัตรา 700 กรัม/ตัน เพราะจะทำให้ลองกองได้รับโปแตสเซียมเพียงพอกับความ ต้องการ และไม่เกิดการสะสมของโปแตสเซียมในดินในระยะยาว นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ เป็นปุ๋ยบำรุงผลยังเป็นการประหยัดค่าปุ๋ยเนื่องจากมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยชนิดอื่นๆ

สรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมบำรุงผลทำให้การพัฒนาของผลและคุณภาพผลผลิตดีขึ้น โดยลองกองมีค่าน้ำหนักสดรวมข้อผล น้ำหนักสดผลต่อข้อ ขนาดผล และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยบำรุงผล 2 ครั้งไม่ได้ทำให้การพัฒนาของผล และคุณภาพผลผลิตแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียว นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยบำรุงผล 2 ครั้งยังทำให้เกิดการสะสมของโปแตสเซียมในดิน และเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายให้สูงขึ้น ดังนั้นจึงควรใช้ปุ๋ยบำรุงผลเพียงครั้งเดียวโดยใส่ปุ๋ยหลังลงกองคิดผล 5 สัปดาห์ การใช้ปุ๋ยผสมที่มีโปแตสเซียมสูง และปุ๋ยโปแตสเซียมเชิงเดี่ยวไม่ได้ทำให้การพัฒนาของผล และคุณภาพของผลผลิตแตกต่างกัน สำหรับต้นลองกองในพื้นที่ของสวนนี้ปลูกในชุดดินรือเสาะ ซึ่งดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับที่เพียงพอ ไม่มีปัญหาการขาดกำมะถัน แต่มีโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ จึงควรใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ อัตรา 700 กรัม/ตัน เป็นปุ๋ยบำรุงผล เพราะมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าปุ๋ยชนิดอื่น อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมเกินความจำเป็นช้าบ่อยๆ อาจทำให้มีการสะสมโปแตสเซียมในดินในระยะยาวได้ รวมทั้งอาจส่งผลทำให้การดูดแคลเซียมและแมกนีเซียมของพืชลดลงได้ จึงควรนำผลของการวิเคราะห์ดินและพืชมาประกอบการพิจารณาด้วย

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยพืชสวน. 2539. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยพืชสวน. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
จรัสศรี นวลศรี และ สุวิมล กลศึก. 2547. พันธุ์และความหลากหลายของพันธุ์พืชสกุลกลางสาด. ใน เอกสาร

ประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง การวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 24 มีนาคม 2547, หน้า 2-1 ถึง 2-15.

จิรานาญ รัตนพงษ์. 2537. การแตกของผลลองกองและวิธีการแก้ไข. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จำป็น อ่อนทอง. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา.

จำป็น อ่อนทอง สุรชาติ เพชรแก้ว สายใจ กิมสงวน มงคล แซ่หลิม และ จรัสศรี นวลศรี. 2547. ความต้องการธาตุอาหารของลองกองและการจัดการโดยใช้ผลการวิเคราะห์ดินและธาตุอาหารในใบ. ใน เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง การวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 24 มีนาคม 2547, หน้า 7-1 ถึง 7-24.

ชัยพร เฉลิมพัทธ์. 2525. อิทธิพลของระยะปลูกและอัตราปุ๋ยโปแตสเซียมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการเกิดโรคแคงในสับปะรด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาไม้ผล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพ ศักดิ์เศรษฐ์ ชัยพร เฉลิมพัทธ์ และ สมพร ณ นคร. 2546. การผลิตไม้ผลให้มีคุณภาพ. โครงการส่งเสริมและพัฒนามังคุดคุณภาพ สำนักงานเกษตรจังหวัดนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช : กรมส่งเสริมการเกษตร.

นฤทธิ โตะหะ. 2545. ความเข้มข้นของธาตุอาหารและคาร์โบไฮเดรตในใบและผลผลิตในระยะออกดอกและพัฒนาผลลองกอง. ปัญหาพิเศษหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

นิภาพร สอนสุด และ ตรีภพ ดันสุวรรณ. 2544. ผลของโปแตสเซียมต่อคุณภาพของฝรั่ง. ว. เกษตร 17 : 29-37.

มนูญ แซ่อ่อง. 2546. ความเข้มข้นของธาตุอาหาร และคาร์โบไฮเดรตในใบระยะก่อนออกดอกของลองกอง.

- ปัญหาพิเศษหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา
ธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย
สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- มงคล แซ่หลิม. 2547. การผลิตลองกองในภาคใต้. ใน เอกสาร
ประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง การวิจัยและ
พัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้.
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่. 24 มีนาคม 2547, หน้า 1-1 ถึง
1-15.
- มงคล หลิม จรัสศรี นวลศรี และอุไรวรรณ นามศรี. 2543.
ความมีชีวิตของละอองเรณูของลองกอง ว่างสาต และ
ดุกู. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 22 (1) : 35-42.
- มงคล แซ่หลิม สายันต์ สดุดี และ สุภาณี ชนะวีรธรรม. 2541.
การใช้สารประกอบแคลเซียมกับลองกอง. ว. สงขลา-
นครินทร์ วทท. 20 (1) : 21-26.
- ราชัน สุวัฒน์วิจิตร. 2545. ความเข้มข้นของธาตุอาหารและ
คาร์โบไฮเดรตในใบลองกองต้นที่ให้ผลผลิตและไม่ให้
ผลผลิต. ปัญหาพิเศษหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา
วิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย
สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชา
ปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุทธนา เขาสุมรุ ชิตี ศรีตันทิพย์ และ สันติ ช่างเจรจา. 2543.
รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการการแก้ไขปัญหาด้านโทรม
ของลำไย : ความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดิน
และต้นลำไยกับการแสดงอาการต้นโทรม. กรุงเทพฯ :
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สุมิตรา กุ๋วโรตม นกุล ถวิลถึง สมพิศ ไม้เรียง พิมล เกษสยาม
และ จิรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร. 2544. รายงานฉบับ
สมบูรณ์ โครงการความต้องการธาตุอาหารและการ
แนะนำปุ๋ยในทุเรียน.กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุน
สนับสนุนการวิจัย.
- สุมิตรา กุ๋วโรตม. 2545. ปฏิบัติการใช้ปุ๋ยในไม้ผล. เคหการ
เกษตร ฉบับพิเศษ.
- สุธัญญา จันทร์ทักษิณภาส และ สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2530.
การเจริญเติบโตของผลลองกอง. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)
21: 142-150.
- อรพิน อินทร์แก้ว และ สุรกิตติ ศรีกุล. 2535. การใช้สารเคมี
ในการยืดผลลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว. สุราษฎร์-
ธานี : ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี.
- เอิบ เขียวรัตน์. 2544. การสำรวจดิน. กรุงเทพฯ : สำนัก
พิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bussi, C. and Amiot, M.J. 1998. Effects of nitrogen and
potassium fertilization on the growth, yield and
pitburn of apricot (cv. Bergeron). Hort. Sci. and
Bio. 73 : 387-392.
- Cannon, R.C. 1988. Pineapple need plenty of potassium.
Qd. Agric. J. 94 : 313-316.
- Kaith, N.S. and Awasthi, R.P. 1995. Effect of different
levels of substrate K on growth and macro
nutrient content of apple seedlings. Indian J.
Hort. 52 : 229-233.
- Menzel, C.M., Haydon, G.F. and Simpson, D.R. 1992.
Mineral nutrient reserves in bearing litchi trees
(*Litchi chinensis* Sonn.). J. Hort. Sci. 67 : 149 -
160.
- Menzel, C.M., Caseldine, M.L., Haydon, G.F. and
Simpson, D.R. 1987. The effect of leaf age on
nutrients composition of non - fruiting litchi
(*Litchi chinensis* Sonn.). J. Hort. Sci. 62 : 273-
279.
- Peet, M.M. 1992. Fruit cracking in tomato. Hort.
Technology 2 : 216-223.
- 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.
- Smith, F. Paul.1968. Citrus nutrition. In Nutrition of
Fruit Crops. (ed Norman F.) pp.174-207. New
Jersey, Childers.somerset Press, Inc, Somerville.
- Zeng, Q., Brown, P.H. and Holtz, B.A. 2001. Potassium
fertilization affects soil K, leaf K concentration,
and nut yield and quality of mature pistachio
trees. Hort. Sci. 36(1) : 85-89.