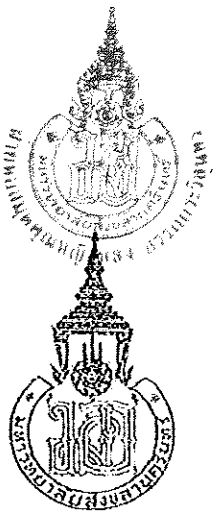


ผลของธาตุอาหารพืชต่อคุณภาพผลผลิตลองกอง

Effect of Plant Nutrients on Qualities of Longkong Fruit

ญันยงค์ ปล้องอ่อน

Yanyong Plongon

เลขหมู่ SB379.L66 ญ63 2549 ฉ. 2

Bib Key 278456

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Soil Resources Management

Prince of Songkla University

2549

ISBN 974-11-4416-4

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลของธาตุอาหารพืชต่อคุณภาพผลผลิตลองกอง
ผู้เขียน	นายญันยงค์ ปล้องอ่อน
สาขาวิชา	การจัดการทรัพยากรดิน

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยรัตน์ นิลนนท์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารักษ์ จันทศิลป์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล อารีย์กุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลของธาตุอาหารพืชต่อคุณภาพผลผลิตลองกอง
ผู้เขียน	นายญันยงค์ ปล้องอ่อน
สาขาวิชา	การจัดการทรัพยากรดิน
ปีการศึกษา	2548

บทคัดย่อ

ลองกองเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของภาคใต้ ในปัจจุบันสามารถควบคุมให้ผลผลิตออกช่วงนอกฤดูกาลได้มากขึ้น ทำให้ลองกองมีผลผลิตสดวางจำหน่ายเกือบตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตามลองกองยังประสบปัญหาผลผลิตไม่สม่ำเสมอ ซึ่งอาจเกิดจากอิทธิพลของธาตุอาหาร ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาอิทธิพลของธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิตลองกอง เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในผลและคุณภาพผลผลิต คุณภาพผลผลิตในและนอกฤดูกาล ผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิต และประเมินความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลผลิต โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 คุณภาพผลผลิตในและนอกฤดูกาลที่สัมพันธ์กับธาตุอาหารในผลผลิตลองกอง ศึกษาโดยการสุ่มซื้อผลผลิตลองกองทั้งในและนอกฤดูกาลผลิตมาวิเคราะห์คุณภาพผลผลิตได้แก่ ความยาวก้านช่อ ขนาดผล จำนวนผล น้ำหนักขององค์ประกอบต่าง ๆ ปริมาณน้ำคั้น ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น ทดสอบชิมรสชาติ และวิเคราะห์ธาตุอาหารในก้านช่อผล เนื้อผล เปลือกผล และน้ำคั้น ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักผล ขนาดผล และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นของผลผลิตในฤดูกาลมีค่าสูงกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นของผลผลิตลองกองในฤดูกาลมีค่าต่ำกว่านอกฤดูกาล ความเข้มข้นของธาตุอาหารในน้ำคั้นของผลผลิตนอกฤดูกาลมีแนวโน้มสูงกว่าในฤดูกาล และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์โดยใช้เส้นขอบเขตบน พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียมในผลผลิตที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักผลและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นเพิ่มขึ้น และความชอบของผู้บริโภคจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นเพิ่มขึ้น โดยความชอบของผู้บริโภคที่มีคะแนนสูงสุดเมื่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นมีค่าอยู่ในช่วง 0.8-1.2 เปอร์เซ็นต์ และ 15-20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการประเมินธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตลองกองสด 100 กิโลกรัม พบว่าต้องใช้ไนโตรเจน 138 กรัม ฟอสฟอรัส 28 กรัม โพแทสเซียม 221 กรัม แคลเซียม 35 กรัม และ แมกนีเซียม 17 กรัม ในการพัฒนาผลผลิต

การทดลองที่ 2 ความต้องการธาตุอาหาร และผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตของลองกอง ทำศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างดิน ใบ เปลือกกิ่ง และผลผลิต ทุก 2 สัปดาห์หลังติดผล จากต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ย (ปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15, 8-24-24 และ

13--13--21 ใส่ในระยะหลังเก็บเกี่ยว ระยะก่อนออกดอก และระยะพัฒนาผล ตามลำดับ อัตราสูตรละ 2 กิโลกรัมต่อต้น) นำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารและคุณภาพผลผลิต พบว่าการพัฒนาผลผลิตของลองกองสามารถแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงผลอายุ 0-8 สัปดาห์ การเพิ่มของน้ำหนักสดและการสะสมธาตุอาหารของผลเป็นไปอย่างช้า ๆ และช่วงผลอายุ 10-13 สัปดาห์ น้ำหนักผลและการสะสมธาตุอาหารของผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การใส่ปุ๋ยทางดินให้แก่ต้นลองกองทำให้คุณภาพผลผลิตลองกองดีขึ้น โดยเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพผลผลิตของต้นลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยเมื่อผลอายุ 13 สัปดาห์ พบว่ามีความยาวช่อผลเท่ากับ 19.13 และ 11.50 เซนติเมตร จำนวนผลต่อช่อเท่ากับ 42.33 และ 25.33 ผลต่อช่อ น้ำหนักผลเท่ากับ 835.70 และ 488.58 กรัมต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางผลเท่ากับ 34.53 และ 33.52 มิลลิเมตร และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นเท่ากับ 17.33 และ 14.8 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อประเมินความต้องการธาตุอาหารของผลผลิตลองกองสด 100 กิโลกรัม จากต้นที่ใส่ปุ๋ย พบว่าต้องใช้ไนโตรเจน 248 กรัม ฟอสฟอรัส 39 กรัม โพแทสเซียม 435 กรัม แคลเซียม 21 กรัม และ แมกนีเซียม 17 กรัม ในการพัฒนาผลผลิต

Thesis Title	Effect of Plant Nutrients on Qualities of Longkong Fruit
Author	Mr.Yanyong Plongon
Major Program	Soil Resources Management
Academic Year	2005

ABSTRACT

Longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) is an important fruit tree for the southern economy of Thailand. Nowadays, longkong fruits are available in the market all year round. However, the fruit qualities were greatly, possibly because of non-optimum plant nutrients in many locations. Therefore, the effect of nutrients on longkong fruit qualities was conducted in order to investigate the relationship between nutrients in fruit and fruit qualities, study the effect of fertilizer on fruit development and fruit qualities and assess nutrient requirement on fruit development. The experiment was divided into two parts.

Experiment I : The on- and off-season of longkong fruit quality in relation to the fruit nutrient components. The on- and off-season longkong were sampled to investigate fruit qualities, : cluster length, fruit diameter, number of fruit, fruit weight, tritrable acidity (TA), total soluble solid (TSS), and sensory test. Nutrients in juice, fruit cluster axis, rind and pulp of longkong fruit were analyzed. The results show that fruit weight, fruit diameter and TSS of on-season fruit were higher than that of off-season and the off-season fruit contained higher TA than that of on-season. High N and K concentrations in fruit tended to increase fruit weight and juice TA. The flavor depended on TA and TSS. The values of TA and TSS the score of seven were 0.8-1.2 % and 15-20 %, respectively. The amounts of N, P, K, Ca and Mg in 100 kg fresh fruit were 138, 28, 221, 35 and 17 g, respectively.

Experiment II : Nutrient requirement and effect of fertilizer on development and quality 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} after harvesting period, before bloom and fruit development). The results indicated that fruit enlargement and fruit nutrient accumulation developed slowly during 0-8 weeks after fruit set and increased rapidly during 10-13 weeks. Fertilizer application improved all fruit qualities : the cluster length, number of fruit, fruit weight, fruit diameter and TSS 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 %, respectively. The amounts of N, P, K, Ca and Mg in 100 kg fresh fruit sampled from the fertilized longkong trees were 248, 39, 435, 21 and 17 g, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงลงได้ เพราะผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางตั้งแต่เริ่มเขียนโครงร่างจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งยังแนะนำเรื่องแหล่งทุนในการสนับสนุนงานวิจัยซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายในการศึกษาเป็นอย่างมาก รองศาสตราจารย์มงคล แซ่หลิม กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้ให้คำปรึกษาและช่วยตรวจทานแก้ไขงานเขียนตลอดการทำวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งสละเวลาช่วยตรวจสอบซักถาม แนะนำข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ เพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโท และน้อง ๆ นักศึกษาปริญญาตรี โดยเฉพาะนางสาวจันทนา สุธรรมพันธ์ ที่ช่วยเหลือในการเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่าง อาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาธรณีศาสตร์ ที่ช่วยอบรมสั่งสอนวิชาความรู้ ให้คำปรึกษา และช่วยให้ความสะดวกในการติดต่องานด้านต่าง ๆ และบุคคลที่ขาดไม่ได้ คือ พ่อ แม่ พี่สาว และน้องสาว ที่เป็นกำลังใจและให้กำลังทรัพย์ในการศึกษาครั้งนี้ วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนแหล่งทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ประจำปีงบประมาณ 2547 จากบัณฑิตวิทยาลัย และทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทเชื่อมโยงกับบัณฑิตศึกษาประจำปี 2547 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

โอกาสนี้จึงใคร่ขอขอบคุณบุคคลและสถาบันที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เป็นอย่างสูง

ญันยงค์ ปล้องอ่อน

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการตารางภาคผนวก	(10)
รายการรูป	(11)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	9
2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	10
วัสดุ	10
อุปกรณ์	11
วิธีการวิจัย	11
3 ผลการทดลอง	17
การทดลองที่ 1	17
การทดลองที่ 2	25
4 วิจารณ์ผลการทดลอง	42
5 สรุป และข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	58
ประวัติผู้เขียน	71

รายการตาราง

ตารางที่ หน้า

1 คุณภาพผลผลิตลองกองที่ให้ผลผลิตนอกและในฤดูกาล..... 17

2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในองค์ประกอบผลผลิตลองกองนอกและในฤดูกาล..... 19

3 สมบัติบางประการของดินบริเวณทรงพุ่มลองกองที่อายุผล 12 สัปดาห์..... 26

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

1 คุณภาพและธาตุอาหารในน้ำคั้นขอผลผลิตลองกองในช่วงอายุ 10–16 สัปดาห์..... 59

2 คุณภาพภายนอกของผลผลิตลองกองนอกฤดูกาลผลิต จำนวน 28 ช่อ..... 59

3 คุณภาพภายนอกของผลผลิตลองกองในฤดูกาลผลิต จำนวน 72 ช่อ..... 60

4 คุณภาพภายในของผลผลิตลองกองนอกฤดูกาลผลิต จำนวน 28 ช่อ..... 63

5 คุณภาพภายในของผลผลิตลองกองในฤดูกาลผลิต จำนวน 72 ช่อ..... 64

6 น้ำหนักผลต่อช่อของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (กรัม)..... 66

7 ความยาวก้านช่อผลลองกองในช่วงการพัฒนาผล (เซนติเมตร)..... 67

8 การเปลี่ยนแปลงจำนวนผลต่อช่อของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (ผล)..... 67

9 น้ำหนักต่อผลของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (กรัมต่อผล)..... 68

10 ขนาดผลของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (มิลลิเมตร)..... 68

11 น้ำหนักเนื้อผลของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (กรัม)..... 69

12 น้ำหนักเปลือกต่อช่อของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (กรัม)..... 69

13 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นลองกองในช่วงการพัฒนาผล (เปอร์เซ็นต์)..... 70

14 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นลองกองในช่วงการพัฒนาผล (เปอร์เซ็นต์)..... 70

รายการรูป

รูปที่ หน้า

1 ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในน้ำคั้น เนื้อผล และเปลือกผลกับน้ำหนักผลผลิตของลองกอง..... 21

2 ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในน้ำคั้น เนื้อผล และเปลือกผลกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นของผลผลิตลองกอง..... 22

3 ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในน้ำคั้น เนื้อผล และเปลือกผลกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นของผลผลิตลองกอง..... 23

4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น กับคะแนนความชอบ..... 24

5 ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิตลองกองสด 100 กิโลกรัม..... 25

6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในช่วงการพัฒนาผลของลองกอง..... 26

7 น้ำหนักผลต่อช่อในช่วงการพัฒนาผลของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย..... 27

8 ความยาวก้านช่อในช่วงการพัฒนาผลของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย..... 28

9 จำนวนผลต่อช่อในช่วงการพัฒนาผลของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย..... 28

10 น้ำหนักต่อผลในช่วงการพัฒนาผลของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย..... 29

11 น้ำหนักเนื้อผลและเปลือกผลในช่วงการพัฒนาผลของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย 29

12 ขนาดผลในช่วงการพัฒนาผลของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย..... 30

13 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นในช่วงการพัฒนาผลของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย..... 30

14 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นในช่วงการพัฒนาผลของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย..... 31

15 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล..... 34

16 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล..... 35

17 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล..... 36

18 ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล..... 37

19 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล..... 38

20 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ใช้ในการพัฒนาผลลองกองจากต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย..... 39

21 ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ใช้ในการพัฒนาผลลองกองจากต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย..... 40

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า
22 ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิตลองกองสด 100 กิโลกรัม จากต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย..... 41

บทที่ 1

บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

ลองกองเป็นไม้ผลที่มีพื้นที่ปลูกมากในภาคใต้และภาคตะวันออกเพราะเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดีและมีราคาค่อนข้างสูง โดยจากการสำรวจพื้นที่ปลูกในปี พ.ศ. 2546 ลองกองมีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศถึง 393,572 ไร่ และให้ผลผลิตประมาณ 210,838 ตัน ราคาผลผลิตโดยเฉลี่ยกิโลกรัมละ 34 บาท (ศูนย์สารสนเทศ, 2548) ในปัจจุบันได้มีการศึกษาการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวจนสามารถยืดอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวได้ยาวนานเพิ่มขึ้น จากเดิมซึ่งเก็บได้แค่ 4-6 วัน จนสามารถเก็บรักษาได้ถึง 30 วัน โดยการใช้สารเคมีร่วมกับการดัดแปลงบรรยากาศ (มุทิตา และคณะ, 2547) และยังมีการศึกษาการแปรรูปผลผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ลองกองในน้ำเชื่อม น้ำลองกอง และไวน์ลองกอง (มุทิตา และ สุกัญญา, 2547; สุกัญญา และ มุทิตา, 2547) อีกทั้งการจัดการสวนลองกองสามารถช่วยให้ลองกองให้ผลผลิตออกนอกฤดูกาลเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีผลผลิตลองกองมีวางจำหน่ายกระจายเกือบตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตามลองกองก็ยังประสบปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพผลผลิตคือ น้ำหนักผลผลิตต่อช่อ ความยาวช่อ จำนวนผลต่อช่อ ขนาดผล และรสชาติของผลผลิตที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีการศึกษาพบว่าลองกองเป็นพืชที่ไม่มีการผสมเกสรเพราะละอองเรณูเป็นหมันก่อนดอกบาน เมล็ดลองกองสามารถเจริญพัฒนาขึ้นมาได้เอง (apomixis) (มงคล และคณะ, 2543) ทำให้ต้นกล้าลองกองที่เกิดจากเมล็ดมีลักษณะเหมือนต้นเดิมสอดคล้องกับการตรวจสอบดีเอ็นเอ (DNA) ของลองกอง (จรัสศรี และ สุวิมล, 2547) ทำให้ค่อนข้างแน่ใจว่าลองกองมีพันธุ์เดียว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณภาพผลผลิตของลองกองไม่ได้ขึ้นปัจจัยทางพันธุกรรรม แต่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกได้แก่ สิ่งแวดล้อม และการจัดการ มีรายงานว่าอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตของลองกองมีผลต่อรสชาติของผลโดยเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้นปริมาณกรดในผลจะลดลงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น (Sapii *et al.*, 2000) ธาตุอาหารก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพผลผลิตเป็นอย่างมาก ดังมีรายงานในไม้ผลหลายชนิด โดยเฉพาะธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่พืชมีความต้องการในปริมาณมาก การได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอและเหมาะสมทำให้พืชเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเป็นปกติ บทบาทของธาตุอาหารต่อผลผลิตไม้ผลแต่ละธาตุมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่เป็นสารตั้งต้นของสารประกอบหลายชนิด พบว่าการให้ไนโตรเจนในระดับที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มขนาดผล ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลเกรฟฟรุ๊ต (He *et al.*, 2003) และ เลมอน (Quaggio *et al.*, 2002) แต่ในแอปริคอตหากได้รับไนโตรเจน

ในปริมาณสูงจะทำให้ผลอ่อนแอเกิดโรคเข้าทำลายได้ง่ายในช่วงเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว (Bussi *et al.*, 2003) ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดพลังงานในระดับเซลล์ ในเลมอนการเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ความหนาเปลือกเพิ่มขึ้น (Quaggio *et al.*, 2002) และในส้มที่มีระดับฟอสฟอรัสในใบสูงจะมีปริมาณกรดและของแข็งที่ละลายได้ในผลต่ำกว่าต้นที่มีระดับฟอสฟอรัสในใบต่ำ (Smith, 1968) โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทในการปลุกฤทธิ์เอนไซม์หลายชนิดโดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แป้ง และยังช่วยการเคลื่อนย้ายอาหารในท่ออาหารจากแหล่งสร้างไปยังส่วนที่ต้องการใช้ พบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ขนาดผล ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในฝรั่งเพิ่มขึ้น (นิภาพร และ ตระกูล, 2544) แคลเซียมมีบทบาทเกี่ยวกับการลดความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลไม้ ในแอปเปิลเมื่อฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมให้ผลโดยตรงสามารถลดการเกิดแผลที่ผลได้ อีกทั้งยังสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพผลให้ดีขึ้น (Raese and Drake, 2002) และแมกนีเซียมมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายน้ำตาล หากพืชขาดแมกนีเซียมทำให้พืชสะสมแป้งและน้ำตาลไว้ที่ใบ ส่งผลให้การเคลื่อนย้ายน้ำตาลผ่านท่ออาหารไปยังผลน้อยลงทำให้ผลชะงักการเจริญเติบโตได้ (ยงยุทธ, 2546) ในลองกองการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิตยังมีน้อยมาก ที่มีการศึกษาได้แก่การลดการแตกของผลโดยการฉีดพ่นสารประกอบแคลเซียม (มงคล และคณะ, 2541; สุรกิตติ และคณะ, 2540)

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้ศึกษาอิทธิพลของธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิตและการใส่ปุ๋ยต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิตลองกอง

2. การตรวจเอกสาร

2.1 ลองกองและการพัฒนาผลผลิต

ลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.) เป็นไม้ผลเมืองร้อน ในประเทศไทยมีถิ่นกำเนิดที่อำเภอระแงะ จังหวัดนราธิวาส เนื่องจากเป็นไม้ผลที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน ทำให้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต คือ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ และต้องมีปริมาณน้ำฝนกระจายตลอดทั้งปี โดยมีปริมาณ 2,000-3,000 มิลลิเมตรต่อปี ดินควรเป็นดินร่วนปนทรายมีอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (มงคล, 2547)

ต้นลองกองจะมีการพักตัวสะสมอาหารในช่วงแล้งและเมื่อได้รับความชื้นจากน้ำฝนหรือจากการให้น้ำ ทำให้ต้นลองกองที่มีความสมบูรณ์มีอาหารสะสมในต้นเพียงพอเกิดการแทงช่อดอก โดยในภาคใต้ตอนล่างจะแทงช่อดอกในช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน (กวิศร์ และวันทนา, 2541) การพัฒนาช่อดอกลองกองตั้งแต่เริ่มแทงช่อดอกจนกระทั่งดอกบานใช้เวลาประมาณ 8 สัปดาห์ (มงคล และคณะ, 2544) และการพัฒนาผลจากระยะดอกบานจนกระทั่ง

เก็บเกี่ยวผลผลิตใช้เวลา 12-14 สัปดาห์ เมื่อรวมระยะเวลาโดยเริ่มตั้งแต่แทงช่อดอกจนสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ใช้เวลา 19-21 สัปดาห์ โดยการพัฒนาผลผลิตของลองกองแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 อายุผล 1-6 สัปดาห์ เป็นระยะที่มีการเจริญและพัฒนาของผลอย่างช้า ๆ การเพิ่มน้ำหนักผลจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น น้ำหนักเปลือกสดมีค่าสูงกว่าน้ำหนักเนื้อสด และเป็นระยะที่มีการร่วงของผลอย่างต่อเนื่อง ระยะที่ 2 อายุผล 7-11 สัปดาห์ เป็นระยะที่มีการเจริญและพัฒนาของผลอย่างรวดเร็ว น้ำหนักผลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณสัปดาห์ที่ 9 น้ำหนักเนื้อสดจะเพิ่มขึ้นมาสูงกว่าน้ำหนักเปลือก สีผลจะเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองในสัปดาห์ที่ 10 ในระยะนี้เนื้อผลยังมีความฉุน ปริมาณกรดในผลเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วและปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 8 และระยะที่ 3 อายุผล 11 สัปดาห์ จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นระยะที่ผลหยุดการเจริญเติบโต โดยน้ำหนักสดและขนาดของผลมีแนวโน้มคงที่ และเป็นระยะที่มีน้ำหนักและขนาดผลสูงสุด เนื้อผลจะเริ่มเปลี่ยนจากฉุนเป็นใส ปริมาณกรดจะลดลงจนต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 12 ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่มีปริมาณสูงสุด (สุรกิตติ และคณะ, 2537)

การเก็บเกี่ยวผลผลิตลองกองในระยะที่เหมาะสมนั้นผลผลิตต้องมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นสูงสุดและปริมาณกรดในน้ำคั้นต้องมีค่าต่ำคือ ผลลองกองต้องมีรสหวานสนิทซึ่งเป็นรสชาติที่ผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่นิยมบริโภค โดยทั่วไปการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะสังเกตการเปลี่ยนสีของผลและการชิมรสชาติประกอบการตัดสินใจในการเก็บเกี่ยว โดยผลลองกองต้องเปลี่ยนสีตลอดทั้งช่อและผลที่ปลายช่อต้องมีรสหวาน จากการศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวผลผลิตลองกองในหลาย ๆ พื้นที่พบว่าระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมคือ อายุผลประมาณ 13 สัปดาห์หลังติดผล ซึ่งผลผลิตลองกองจะมีน้ำหนักผลประมาณ 19-20 กรัม มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 17-19 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ 0.67-0.74 เปอร์เซ็นต์ (กวิศร์ และ วันทนา, 2541; มุทิตา และคณะ, 2547; สุรกิตติ, 2537)

2.2 การจัดการปุ๋ยในสวนลองกอง

การใช้ปุ๋ยในลองกองและในไม้ผลทั่วไปจะมีความคล้ายคลึงกัน คือ การให้ปุ๋ยแบ่งออกเป็น 3 ระยะด้วยกัน คือ ระยะที่ 1 การใส่ปุ๋ยบำรุงต้นหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วทำการตัดแต่งกิ่งเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยบำรุงต้น ปุ๋ยที่มีการแนะนำคือ ปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15 อัตรา 1-3 กิโลกรัมต่อต้น และปุ๋ยอินทรีย์ 20-50 กิโลกรัมต่อต้น ระยะที่ 2 การใส่ปุ๋ยเพื่อส่งเสริมการออกดอก จะใส่ในช่วงปลายฤดูฝน ปุ๋ยที่ใช้ คือ ปุ๋ยผสมสูตร 8-24-24 หรือ 9-24-24 อัตรา 2-3 กิโลกรัมต่อต้น ซึ่งจะมีสัดส่วนของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงกว่าไนโตรเจน เพราะมีความเชื่อว่าฟอสฟอรัสช่วยในการพัฒนาตาดอก และในระยะที่ 3 การใส่ปุ๋ยเพื่อบำรุงผล ในระยะนี้จะใช้สูตรที่มีโพแทสเซียมสูง ซึ่งจะช่วยในการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลไปสะสมยังบริเวณผล ปุ๋ยที่ใช้สวนใหญ่ คือ ปุ๋ยผสมสูตร 13-13-21 อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น ซึ่งระยะเวลาในการใช้มีคำแนะนำที่แตกต่างกันไปตั้งแต่ ช่วงตาดอก

กำลังยืดไปจนถึงหลังติดผลประมาณ 8 สัปดาห์ (กลุ่มสื่อส่งเสริมการเกษตร, 2548; จำเป็น, 2537; ไสว, 2546)

2.3 บทบาทและหน้าที่ของธาตุอาหาร

ธาตุอาหารที่ดินทั่วไปโดยเฉพาะดินในเขตร้อนมีไม่เพียงพอ และพืชมีความต้องการในปริมาณสูง ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม ทำให้จำเป็นต้องใส่เพิ่มเติมลงไปในรูปปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินให้เพียงพอต่อความต้องการของพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาผลผลิต ซึ่งแต่ละธาตุมีบทบาทดังนี้

2.3.1 ไนโตรเจน

เป็นธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้ในรูปแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเทรตไอออน (NO_3^-) มีบทบาทเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนซึ่งเป็นสารตั้งต้นของสารประกอบหลายชนิด โดยเฉพาะคลอโรฟิลล์ที่มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสงช่วยในการสร้างอาหาร และไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์และฮอร์โมนพืช ซึ่งฮอร์โมนพืชที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ออกซิน (auxin) และไซโทไคนิน (cytokinin) โดยออกซินมีบทบาทสำคัญในป้องกันการร่วงของใบ กิ่ง และผล ไซโทไคนินมีบทบาทในการส่งเสริมการแบ่งเซลล์ ขยายขนาดเซลล์ และส่งเสริมการสร้างและการเจริญของตา โดยทั่วไปการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพียงพอสามารถเพิ่มทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิต แต่ถ้าให้ในอัตราที่มากเกินไปจะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพลดลง (ยงยุทธ, 2546)

2.3.2 ฟอสฟอรัส

รูปของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินที่มีมากและนำไปใช้ได้ง่ายที่สุด คือ ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($H_2PO^-_4$) ฟอสฟอรัสมีความสำคัญในพืช โดยเป็นองค์ประกอบของไฟติน (phytin) กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) และฟอสโฟไลปิด (phospholipid) นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังเป็นองค์ประกอบสำคัญในการถ่ายทอดพลังงานในระดับเซลล์ โดยเป็นองค์ประกอบของอะดีโนซีนไทรฟอสเฟต (adenosine triphosphate) อะดีโนซีนไดฟอสเฟต (adenosine diphosphate) นิวคลีโอโปรตีน (nucleoprotein) และโคเอนไซม์ (coenzyme) เพื่อให้เอนไซม์บางชนิดสามารถมีกิจกรรมได้ ได้แก่ NAD^+ (nicotinamide adenine dinucleotide) $NADP^+$ (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate) FAD (flavin adenine dinucleotide) โคเอนไซม์เอ (coenzyme A) (ยงยุทธ, 2546) ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะช่วยเพิ่มการติดเมล็ด เกษตรกรมีความเชื่อว่าฟอสฟอรัสช่วยในการส่งเสริมการออกดอก อย่างไรก็ตามฟอสฟอรัสเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการออกดอกเท่านั้น ซึ่งหากฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีเพียงพอ พืชจะไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต (ธวัชชัย, 2540)

2.3.3 โพแทสเซียม

รูปของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ คือ โพแทสเซียมไอออน (K^+) โพแทสเซียมจัดเป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและเร็ว มีบทบาทในการลดศักย์ออสโมติกในเซลล์ซึ่งช่วยในการขยายขนาดและปรับความดันภายในเซลล์ บทบาทของโพแทสเซียมที่สำคัญคือเป็นตัวปลุกฤทธิ์ ซึ่งมีเอนไซม์กว่า 50 ชนิดที่ใช้โพแทสเซียมเป็นตัวปลุกฤทธิ์ ที่สำคัญได้แก่ การปลุกฤทธิ์เอนไซม์ที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์แป้ง โพแทสเซียมช่วยในการเคลื่อนย้ายในท่ออาหารจากแหล่งผลิตไปยังแหล่งใช้ (ยงยุทธ, 2546) ซึ่งมีอิทธิพลกับคุณภาพผลผลิต ดังมีหลาย ๆ งานวิจัยที่พบว่าโพแทสเซียมสามารถช่วยเพิ่มขนาดผล ปริมาณกรด และความหวานของผลไม้

2.3.4 แคลเซียม

รูปของแคลเซียมที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้คือ แคลเซียมไอออน (Ca^{++}) ความเข้มข้นของแคลเซียมในผลไม้มีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ โดยแคลเซียมจะมีบทบาทในการยับยั้งความผิดปกติของผลไม้ เพราะแคลเซียมจะเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์และช่วยคงรูปของชั้นเนื้อเยื่อ ส่วนใหญ่จะมีมากในบริเวณมิดเดิลลาเมลลา (middle lamella) และแคลเซียมยังสามารถชะลอการเสื่อมสภาพของผลไม้ได้โดยแคลเซียมไปจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์พอลิกาแลกทูรอเนส (polygalacturonase) ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของผนังเซลล์ (ยงยุทธ, 2546)

2.3.5 แมกนีเซียม

รูปของแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์คือ แมกนีเซียมไอออน (Mg^{++}) บทบาทที่สำคัญของแมกนีเซียมคือ เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟีลล์ และยังมีหน้าที่ในการปลุกฤทธิ์เอนไซม์หลายชนิดอีกทั้งมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลเข้าสู่ท่ออาหาร หากขาดแมกนีเซียมทำให้พืชสะสมแป้งไว้ในใบไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปยังแหล่งใช้ได้ แมกนีเซียมเป็นธาตุประจุบวกทำให้เป็นปฏิปักษ์ (antagonist) กับธาตุประจุบวกด้วยกัน โดยเฉพาะโพแทสเซียมซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่ได้รับจากการให้ปุ๋ยทำให้ไปลดการดูดดึงแมกนีเซียมของพืช

2.4 อิทธิพลของธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิต

คุณภาพผลผลิตของไม้ผลสามารถแบ่งได้คือ คุณภาพภายนอก เช่น ขนาด น้ำหนัก และความสมบูรณ์ของผลผลิต ส่วนคุณภาพภายใน เช่น ความหวาน ซึ่งจะตรวจวัดในรูปปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด และรสชาติ มีรายงานว่าธาตุอาหารจะไปมีอิทธิพลต่อคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

2.4.1 ขนาดและน้ำหนักผล

คุณภาพภายนอกโดยเฉพาะขนาดและน้ำหนักผลมีความสำคัญมากในการใช้พิจารณาคุณภาพของผลผลิตไม้ผล ธาตุอาหารที่พบว่ามีอิทธิพลต่อขนาดและน้ำหนักของผลผลิตของไม้ผลหลายชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน และโพแทสเซียม ซึ่งมีรายงานการศึกษาไนโตรเจนในใบที่

ทำให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเกรฟฟรุ๊ตเหมาะสม พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ แก่ต้นเกรฟฟรุ๊ตทำให้ผลผลิตและน้ำหนักผลเพิ่มขึ้นแต่น้ำหนักผลจะลดลงเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงเกินไป (He *et al.*, 2003) เช่นเดียวกับการศึกษาผลการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตของเลมอน พบว่าการเพิ่มระดับปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมทำให้น้ำหนักผลของเลมอนเพิ่มขึ้น โดยโพแทสเซียมจะช่วยเพิ่มขนาดผลได้สูงกว่าไนโตรเจน อีกทั้งเมื่อเพิ่มอัตราไนโตรเจนให้สูงเกินไปกลับทำให้น้ำหนักผลลดลงได้ (Quaggio *et al.*, 2002) ในฝรั่ง มีการศึกษาผลของโพแทสเซียมต่อคุณภาพฝรั่ง พบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมทำให้น้ำหนัก ขนาด และความหนาเนื้อของผลฝรั่ง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (นิภาพร และ ตระกูล, 2544) และมีรายงานในส้ม การเพิ่มอัตราไนโตรเจนมีแนวโน้มทำให้ขนาดและน้ำหนักผลลดลง ซึ่งตรงกันข้ามปุ๋ยโพแทสเซียมที่ทำให้น้ำหนักผลเพิ่มชัดเจนเช่นเดียวกัน (Smith, 1968) จากรายงานในไม้ผลชนิดต่าง ๆ แล้วทั้งธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีอิทธิพลในการเพิ่มขนาดและน้ำหนักผล แต่สำหรับธาตุไนโตรเจนควรใส่ให้อัตราที่เหมาะสม หากให้ในอัตราที่สูงเกินไปจะไปลดทั้งขนาดและน้ำหนักของผลผลิตได้

2.4.2 ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาล

ปริมาณกรด (titratable acidity : TA) และความหวานของผลไม้เป็นคุณภาพที่มีสำคัญ ซึ่งจะบอกถึงรสชาติของผลไม้ โดยความหวานจะวัดในรูปปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (total soluble solid : TSS) เพราะของแข็งส่วนใหญ่ในน้ำคั้นผลไม้จะเป็นน้ำตาล โดยธรรมชาติของผลไม้จะมีปริมาณกรดสูงในช่วงที่ผลกำลังพัฒนา เมื่อผลไม้เริ่มเข้าสู่กระบวนการสุกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมทตาบอริซึมภายในผล คือ ผลจะเพิ่มอัตราการหายใจอย่างรวดเร็ว ปริมาณกรดในผลจะสลายตัว แป้งในผลที่สะสมไว้จะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ทำให้ความเปรี้ยวลดลงและความหวานเพิ่มขึ้น หากปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมทำให้ผลไม้มีรสชาติดี (จริงแท้, 2538) แต่ในลองกองมีกระบวนการที่แตกต่างกันบางส่วน เนื่องจากลองกองเป็นผลไม้ที่มีกระบวนการสุกแบบ non-climacteric คือ เป็นผลไม้ที่ไม่สามารถเก็บผลที่บริบูรณ์ไปบ่มให้สุกได้ โดยอัตราการหายใจของผลค่อนข้างคงที่ หรือค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเกิดกระบวนการสุก (สุรกิตติ, 2537) การเพิ่มขึ้นของน้ำตาลในผลส่วนใหญ่จะเคลื่อนย้ายมาจากส่วนต่าง ๆ รายงานเกี่ยวกับธาตุอาหารที่มีอิทธิพลกับปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลไม้หลายชนิด มีการศึกษาอิทธิพลของไนโตรเจนต่อปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในเกรฟฟรุ๊ต และมะนาว พบว่ามีทิศทางเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือ การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น โดยไนโตรเจนมีแนวโน้มทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นมากกว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (เกียรติรวี และ ตระกูล, 2540; He *et al.*, 2003) และในแอปเปิลมีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลเพิ่มขึ้น (Fallahi *et al.*, 2001) ในส้มมีรายงานว่าฟอสฟอรัสมีแนวโน้มจะไปลดปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น จาก

การศึกษาในส้ม 2 สายพันธุ์ คือ Navel และ Valencia โดยเปรียบเทียบปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลส้มของต้นที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบต่างกัน พบว่าส้มที่มีฟอสฟอรัสในใบสูงจะมีปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่ำกว่าส้มที่มีฟอสฟอรัสในใบต่ำ (Smith, 1968) เป็นที่น่าสังเกตว่าในส้มที่ให้อัตราปุ๋ยฟอสเฟตสูงจะส่งผลให้ปริมาณน้ำคั้นของผลส้มสูงขึ้นด้วย ซึ่งอาจเป็นผลให้ปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลส้มเจือจางลง ส่วนอิทธิพลของโพแทสเซียม มีการศึกษาในฝรั่งโดยให้โพแทสเซียมที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ พบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นโพแทสเซียมทำให้ปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลเพิ่มขึ้น (นิภาพร และ ตระกูล, 2544) และในพืชตระกูลส้มการเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ปริมาณกรดของผลเพิ่มขึ้น แต่จะทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลง (Smith, 1968) และจากการศึกษาในแอปริคอตการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อัตราต่ำและสูงเป็นเวลา 4 ปี พบว่าการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราสูง ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลมีแนวโน้มสูงกว่าที่ให้ปุ๋ยอัตราต่ำ (Bussi and Amiot, 1998)

2.4.3 ลักษณะอื่น ๆ

คุณภาพของผลไม้นอกจากขนาด น้ำหนัก ปริมาณกรด และปริมาณน้ำตาล ยังมีลักษณะอื่น ๆ อีกหลายประการที่บ่งบอกถึงผลไม้ชนิดนั้น ๆ มีคุณภาพที่ดี เช่น ลักษณะผล ความหนาเปลือก ปริมาณน้ำคั้น คุณค่าทางอาหาร และการต้านทานการเกิดโรคซึ่งจะขึ้นอยู่ลักษณะจำเพาะของผลไม้ชนิดนั้น ๆ มีรายงานเกี่ยวกับธาตุไนโตรเจน แม้ว่าสามารถช่วยเพิ่มขนาดและเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในผลไม้หลาย ๆ ชนิด แต่การให้เกินความจำเป็นต่อพืชจะส่งผลเสียต่อผลผลิตได้เช่นกัน เพราะไนโตรเจนจะทำให้การเจริญเติบโตและการขยายขนาดของเซลล์รวดเร็วทำให้ผนังเซลล์ไม่แข็งแรงเซลล์อวบน้ำ ส่งผลให้ไปลดความต้านทานการเข้าทำลายของโรคและแมลง ซึ่งมีรายงานในการวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยในผลแอปริคอต โดยการให้ไนโตรเจนในอัตราที่ต่างกัน พบว่าการให้ไนโตรเจนในอัตราที่สูงทำให้เกิดแผลเป็นรอยบุ๋มที่ผล (pitburn) เพิ่มขึ้นด้วย (Bussi *et al.*, 2003) ฟอสฟอรัส มีรายงานเกี่ยวกับอิทธิพลฟอสฟอรัสกับคุณภาพผลผลิตในพืชตระกูลส้ม พบว่าการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มให้เปลือกผลพืชตระกูลส้มบางลง และยังทำให้ปริมาณน้ำคั้นเพิ่มขึ้น (Smith, 1968; Quaggio *et al.*, 2002) โพแทสเซียม จากการศึกษาในส้มฟรีมองต์ พบว่าการพ่นปุ๋ย 0-0-60 ทางใบ อัตรา 1500 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตรา 5 ลิตรต่อต้น ทำให้ความหนาเปลือกของส้มเพิ่มขึ้นกว่าการให้ปุ๋ยทางดินสูตรเดียวกัน (พัชริน และ รวี, 2545) ซึ่งมีผลเป็นไปในทางเดียวกับรายงานในพืชตระกูลส้มที่พบว่าการเพิ่มอัตราปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ความหนาของเปลือกส้มเพิ่มขึ้น และยังทำให้ปริมาณน้ำคั้นลดลงอีกด้วย (Smith, 1968) และแคลเซียม เป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งความผิดปกติของผลไม้ เพราะแคลเซียมส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของผนังเซลล์ ดังมีรายงานการทดลองฉีดพ่นสารประกอบแคลเซียมที่ผลแอปเปิล พบว่าแคลเซียมจะช่วยลดอาการผิดปกติที่ผิว

ผล (bitter pit) อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงคุณภาพผลผลิตแอปเปิลด้านอื่น ๆ ด้วย (Raese and Drake, 2002)

2.5 การพัฒนาผลและการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในผล

ขั้นตอนในการพัฒนาผลประกอบด้วยการแบ่งเซลล์หรือเพิ่มจำนวนเซลล์ และการขยายขนาดเซลล์ทำให้ผลเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและน้ำหนักผล โดยการพัฒนาผลของผลไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ (1) แบบ Single sigmoid curve คือระยะแรกผลจะมีการเพิ่มขนาดและน้ำหนักผลอย่างช้า ๆ และจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะที่ 2 จากนั้นขนาดและน้ำหนักผลจะมีแนวโน้มคงที่เมื่อผลสุก ตัวอย่างผลไม้ที่มีการพัฒนาแบบนี้ ได้แก่ ลองกอง (สุรกิตติ, 2537) เชอรี่ (Sean Carrington and Gerard King, 2002) และ Loquat (Amoros *et al.*, 2003) และ (2) แบบ Double sigmoid curve ระยะแรกการเพิ่มขนาดและน้ำหนักผลอย่างรวดเร็ว เมื่อเข้าระยะที่ 2 การเพิ่มของขนาดและน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในระยะที่ 3 ขนาดและน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอีกครั้ง และจะมีแนวโน้มคงที่ในช่วงผลสุก ตัวอย่างในการพัฒนาผลแบบนี้ ได้แก่ ฝรั่ง (Mercado-Silva *et al.*, 1998) ซึ่งการพัฒนาผลในแต่ละช่วงของผลไม้มีความต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกัน โดยมีตัวอย่างการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลส้มในช่วงการพัฒนาผลในระยะต่าง ๆ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในเนื้อผลจะเพิ่มขึ้นในช่วงผลเจริญเติบโตในระยะแรก คือ ช่วงการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ แต่ความเข้มข้นจะเริ่มลดลงตลอดช่วงการพัฒนาจนถึงผลบริบูรณ์ทางสรีรวิทยา และในเปลือก ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมก็เป็นเช่นเดียวกับในเนื้อ แต่ความเข้มข้นฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในเปลือกลดลงตลอดช่วงการพัฒนาผล ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในเนื้อจะสูงกว่าในเปลือกผล แต่แคลเซียมและแมกนีเซียมในเปลือกจะสูงกว่าในเนื้อ (Storey and Treeby, 2000)

2.6 ธาตุอาหารและบทบาทต่อคุณภาพผลผลิตลองกอง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับธาตุอาหารกับคุณภาพผลผลิตของลองกองในปัจจุบันยังมีน้อยมาก ที่มีการศึกษาได้แก่การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตซึ่งพบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนของเนื้อและเปลือกผลมีปริมาณของโพแทสเซียมสะสมอยู่สูงที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยมีความเข้มข้นในเปลือกเท่ากับ 2.79, 1.85 และ 0.14 เปอร์เซ็นต์ และในเนื้อเท่ากับ 1.95, 1.16 และ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (จำเป็น, 2537) ผลจากการศึกษาธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สูญเสียไปกับผลผลิตลองกอง 100 กิโลกรัม เท่ากับ 200, 30, 400, 40 และ 20 กรัม ตามลำดับ (จำเป็น และคณะ, 2547) และการศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารประกอบแคลเซียมกับผลผลิตลองกอง เนื่องจากลองกองเป็นผลไม้ที่มีเปลือกบางทำให้มีปัญหาเกี่ยวกับการแตกของผล เมื่อได้รับน้ำกะทันหันในช่วงผล

ใกล้เก็บเกี่ยว ได้ทำการศึกษาโดยการฉีดพ่นสารประกอบแคลเซียมในรูป $CaCl_2$ และ Ca-EDTA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ฉีดพ่น 2 และ 3 ครั้ง ในช่วงผลอายุ 9-11 สัปดาห์ พบว่าการฉีดพ่นสารประกอบแคลเซียมช่วยลดการหลุดร่วงของผล เพิ่มขนาดผล และมีแนวโน้มเพิ่มความแน่นเนื้อของผลความหนาของเปลือกผล (มงคล และคณะ, 2541) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาการใช้สารแคลเซียมในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มคุณภาพและการเก็บรักษาผลผลิตลองกอง ซึ่งใช้ $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ฉีดพ่นทุก 2 สัปดาห์ หลังติดผลจนกระทั่งผลเปลี่ยนสี พบว่าการใช้สารละลายแคลเซียมที่ความเข้มข้น 0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการหลุดร่วงและการแตกของผลได้ ช่วยให้จำนวนผลต่อช่อและน้ำหนักผลต่อช่อเพิ่มขึ้น และยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว (สุรกิตติ และคณะ, 2540)

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลและคุณภาพผลผลิตลองกอง
2. ศึกษาผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตลองกอง
3. ศึกษาคุณภาพผลผลิตลองกองนอกและในฤดูกาลการผลิต
4. ประเมินความความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลผลิตของลองกอง

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุ

1.1 ผลผลิตลองกอง จำนวน 100 ช่อ

1.2 ปุ๋ยเคมีผสมสูตร 15–15–15, 8–24–24 และ 13–13–21

1.3 ต้นลองกองที่ให้ผลผลิตแล้วอายุ 10–12 ปี จำนวน 8 ต้น

1.4 กรดซัลฟิวริก (Sulphuric acid : 98% w/w H_2SO_4)

1.5 กรดอะซิตริก (Glacial acetic acid : 99.5% w/w CH_3COOH)

1.6 กรดไนทริก (Nitric acid : 65% w/w HNO_3)

1.7 กรดเพอร์คลอริก (Perchloric acid : 70% w/w $HClO_4$)

1.8 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid : 37% w/w HCl)

1.9 กรดบอริก (Boric acid : H_3BO_3)

1.10 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide : 30% w/w H_2O_2)

1.11 แอมโมเนียมฟูออไรด์ (Ammonium fluoride : NH_4F)

1.12 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide : NaOH)

1.13 แมกนีเซียมออกไซด์ (Magnesium oxide : MgO)

1.14 แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide : 25% w/w NH_4OH)

1.15 แอมโนเนียมโมลิบเดต (Ammonium molybdate : $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$)

1.16 แอนทิโมนีโพแทสเซียมทาร์เทรต (Antimony potassium tartrate : $KSbO.C_4H_4O_6$)

1.17 แอมโมเนียมเมทตาวานาเดท (Ammonium metavanadate : NH_4VO_3)

1.18 สทรอนเทียมคลอไรด์ (Strontium choride : $SrCl_2.6H_2O$)

1.19 แลนทานัมคลอไรด์ (Lanthanum chloride : 99.9% w/w $LaCl_3.xH_2O$)

1.20 โบรโมกรีซอลกรีน (Bromocresol green)

1.21 ฟีนอร์ฟธาลีน (Phenolphthalein)

2. อุปกรณ์

2.1 เครื่องแก้วและภาชนะสำหรับเตรียมสารเคมีและตัวอย่าง
2.2 เครื่องเจาะเก็บตัวอย่างดิน (Core Type Auger)
2.3 ตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มิลลิเมตร
2.4 เครื่องบดตัวอย่างพืช
2.5 ตู้อบตัวอย่างพืช (Hot air oven) ยี่ห้อ Menmert
2.6 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius
2.7 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BP 221 S
2.8 เครื่องพีเอชมิเตอร์ (pH meter) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น Professional Metter PP-20
2.9 เครื่องเขย่า (Shaker)
2.10 เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ยี่ห้อ Kokusan รุ่น H-700
2.11 เครื่องกลั่นไนโตรเจน ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น Vapodest 2
2.12 เครื่องสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (Spectrophotometer) ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV-1201
2.13 เครื่องเฟลมโฟโทมิเตอร์ (Flame Photometer) ยี่ห้อ CORNING รุ่น 410
2.14 เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโทมิเตอร์
(Atomic absorption spectrophotometer) ยี่ห้อ PERKIN-ELMER รุ่น 4000
2.15 เครื่องวัดขนาดผล เวอร์เนียคาร์ลิปเปอส์ (Vernier carlipers) รุ่น Digital Caliper
2.16 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ รีแฟรคโทมิเตอร์ (Refractometer)

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 คุณภาพผลผลิตนอกและในฤดูกาลที่สัมพันธ์กับธาตุอาหารในผลผลิตลองกอง โดยสุ่มซื้อผลผลิตลองกองที่วางจำหน่ายในตลาดเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และการทดลองที่ 2 ความต้องการธาตุอาหารและผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตของลองกอง โดยทำการทดลองที่สวนลองกองของเกษตรกร บ้านเลขที่ 78 หมู่ที่ 3 ตำบลท่าม่วง อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิเคราะห์คุณภาพผลผลิต ธาตุอาหารในองค์ประกอบต่าง ๆ ของผลผลิต และคุณสมบัติบางประการของดิน โดยมีขอบเขตวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 วิธีดำเนินการ

3.1.1 คุณภาพผลผลิตนอกและในฤดูกาลที่สัมพันธ์กับธาตุอาหารในผลผลิตลองกอง

สุ่มซื้อตัวอย่างผลผลิตลองกองที่วางจำหน่ายในตลาดเขตอำเภอหาดใหญ่ คัดเลือกเฉพาะช่อที่มีความสมบูรณ์ คือ ไม่มีผลหลุดร่วง ไม่มีโรคแมลงเข้าทำลาย และผลมีสีเหลืองตลอดทั้งช่อ จำนวน 100 ช่อ โดยจัดซื้อผลผลิตในฤดูกาล (สิงหาคม-กันยายน) จำนวน 72 ช่อ และนอกฤดูกาล (เมษายน-กรกฎาคม) จำนวน 28 ช่อ โดยจัดซื้อร้านละ 2 ช่อ ครั้งละ 3-5 ร้าน นำตัวอย่างผลผลิตมาวิเคราะห์คุณภาพและธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของผลผลิต คือ ในก้านช่อผล เนื้อผล เปลือกผล และน้ำคั้น

3.1.2 ความต้องการธาตุอาหารและผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตของลองกอง

เตรียมต้นลองกองซึ่งมีอายุ 10-12 ปี ที่ปลูกในอำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ชุดดินวิสัย (Visai series: Fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Plinthaquults) ซึ่งมีลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลเข้มปนเทา ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินร่วนปนทราย ถึงดินร่วนเหนียวปนทราย พบจุดประสีออกน้ำตาลเหลืองและแดงตลอดหน้าตัดดิน ดินมีความเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดแก่ มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ทำการคัดเลือกต้นลองกองที่มีขนาดทรงพุ่ม การจัดการ และสภาพพื้นที่มีความใกล้เคียงกัน จำนวน 8 ต้น และงดการใส่ปุ๋ยก่อนการทดลอง 1 ฤดูกาล ทำการเตรียมต้นให้พร้อมแทงช่อดอกโดยการงดน้ำและกำจัดวัชพืชและสิ่งปกคลุมดินบริเวณทรงพุ่มปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 4-6 สัปดาห์ เพื่อลดความชื้นในดินทำให้ต้นลองกองสะสมอาหาร แล้วให้น้ำในปริมาณมากเพื่อกระตุ้นการแทงช่อดอก พร้อมกับจัดตำรับการทดลอง ซึ่งมี 2 ตำรับ คือ (1) ไม่ใส่ปุ๋ย และ (2) ใส่ปุ๋ยทางดิน โดยใส่ในระยะต่างๆ ได้แก่ สูตร 15-15-15 อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น ที่ระยะก่อนแทงช่อดอก 3-4 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น ที่ระยะก่อนแทงช่อดอกประมาณ 1 เดือน และใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น ที่ระยะผลอายุ 8 สัปดาห์ ตำรับการทดลองละ 4 ต้น แล้วทำการเก็บตัวอย่างช่อผลโดยสุ่มเก็บช่อผลจำนวน 2 ช่อต่อต้น ตัวอย่างใบ เก็บจากใบย่อยคู่กลางจากใบประกอบตำแหน่งที่ 2 บริเวณรอบทรงพุ่ม ต้นละ 8-10 ใบ ตัวอย่างเปลือกกิ่ง เจาะเปลือกด้วยคอร์ที่กิ่งหลัก ต้นละ 5-6 กิ่ง และ ตัวอย่างดิน เก็บจากบริเวณใต้ทรงพุ่มที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จำนวน 4 จุดต่อต้น โดยเก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ นับจากระยะติดผล นำตัวอย่างผลผลิตมาวิเคราะห์คุณภาพ วิเคราะห์ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของผลผลิต ในใบ และในเปลือกกิ่ง และตัวอย่างดินนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการ

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต

นำตัวอย่างผลผลิตที่สุ่มซื้อในการทดลองที่ 1 และตัวอย่างผลผลิตที่เก็บจากการทดลองที่ 2 นำมาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

3.2.1 ความยาวก้านช่อผล

ใช้ไม้บรรทัดวัดโดยวัดความยาวก้านช่อจากขั้วก้านช่อผลถึงปลายก้านช่อผลโดยใช้หน่วยเซนติเมตร

3.2.2 เส้นผ่านศูนย์กลางผล

สุ่มตัวอย่างผลลองกองเพื่อเป็นตัวแทนช่อผล จำนวน 10 ผล นำมาวัดเส้นผ่านศูนย์กลางผลโดยวัดตามแนวขว้างผลด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอส์ ให้ยึดเอาค่าที่มากที่สุดเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางผลของแต่ละผล

3.2.3 จำนวนผล

นำช่อผลลองกองมานับจำนวนผล โดยนับทุกผล

3.2.4 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง

นำช่อผลลองกองมาชั่งน้ำหนักสดของส่วนต่าง ๆ คือ ก้านช่อผล ผล เนื้อผล และเปลือกผล และนำมาชั่งน้ำหนักแห้งของส่วนต่าง ๆ เมื่อผ่านการอบจนน้ำหนักคงที่ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3.2.5 ปริมาณน้ำคั้น

นำเนื้อผลลองกองน้ำหนัก 100 กรัม ไปคั้นน้ำโดยเครื่องคั้น จากนั้นนำน้ำคั้นที่ได้ไปวัดปริมาตรด้วยกระบอกวัดปริมาตร คิดเป็นหน่วย มิลลิลิตรต่อ 100 กรัมน้ำหนักเนื้อสด

3.2.6 ปริมาณกรดในน้ำคั้น (titratable acidity : TA)

นำคั้นน้ำลองกอง 2 มิลลิลิตร ไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ใช้ฟีนอล์ฟธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ และคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก (A.O.A.C., 1990)

3.2.7 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (total soluble solid : TSS)

นำน้ำคั้นลองกองไปวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยเครื่องรีเฟรกโทมิเตอร์ ซึ่งจะเป็นการวัดการหักเหของแสง ค่าที่วัดได้จะเป็นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ซึ่งของแข็งส่วนใหญ่คือน้ำตาล

3.2.8 ความชอบ

ใช้การทดสอบความชอบโดยวิธีการชิม โดยสุ่มตัวอย่างผลลองกองของแต่ละช่อมาแกะเนื้อผลใส่จาน นำไปชิมรสชาติ โดยใช้ผู้ชิมอายุ 20-25 ปี จำนวน 10 คน กลุ่มเดียวกันตลอดการทดลอง โดยให้คะแนนความชอบแบ่งเป็น 1-9 คะแนน คะแนนที่สูงแสดงถึงความชอบมาก นำคะแนนมาทดสอบการกระจายตัวแบบปกติ แล้วนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของผลผลิตแต่ละช่อ

3.3 การเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างพืช

ตัวอย่างน้ำคั้นนำไปย่อยด้วยกรดผสมไนทริกผสมเพอร์คลอริกสัดส่วน 3:1 ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จนสารละลายใสไม่มีสี แล้วนำไปปรับปริมาตรเก็บใส่ขวดพลาสติกรอวิเคราะห์ธาตุอาหาร ส่วนตัวอย่างใบ เปลือกกิ่ง ก้านช่อผล ผล เนื้อผล และเปลือกผล เตรียมตัวอย่างโดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้ละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 20-40 เมช (mesh) จากนั้นนำตัวอย่างไปย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 25 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส โดยเติมไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จนสารละลายตัวอย่างใส แล้วนำไปปรับปริมาตรรอวิเคราะห์ธาตุอาหารต่อไป (จำเป็น, 2546)

3.3.2 การวิเคราะห์ธาตุอาหารในสวนต่าง ๆ ของลองกอง

นำตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของลองกองที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างมาวิเคราะห์ธาตุอาหารต่าง ๆ ตามคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช (จำเป็น, 2546) ดังนี้

(1) ไนโตรเจน นำสารละลายตัวอย่างไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่นไนโตรเจนโดยใช้กรดบอริกเป็นตัวจับแก๊สแอมโมเนีย นำสารละลายที่ได้ไปไทเทรตหาแอมโมเนียด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก

(2) ฟอสฟอรัส นำสารละลายตัวอย่างไปปรับสีด้วยวิธีเยลโลโมลิบโดวาเนโดฟอสฟอริกแอซิด (yellow molybdovanadophosphoric acid method) แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโทมิเตอร์

(3) โพแทสเซียม นำสารละลายตัวอย่างไปวัดด้วยเครื่องเฟลมโฟโทมิเตอร์

(4) แคลเซียม และแมกนีเซียม นำสารละลายตัวอย่างไปวัดค่าการดูดแสงด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโทมิเตอร์

(5) ไนเทรตและแอมโมเนียมในน้ำคั้น นำน้ำคั้นสดไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่นโดยทำให้น้ำคั้นอยู่ในสภาพที่เป็นด่างด้วยแมกนีเซียมออกไซด์ และใช้กรดบอริกเป็นตัวจับแก๊สแอมโมเนียจากการกลั่น นำสารละลายที่ได้ไปไทเทรตหาแอมโมเนียด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก

3.4 การเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน

นำตัวอย่างดินที่เก็บจากการทดลองที่ 2 ไปเตรียมและวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินดังนี้ (จำเป็น, 2546)

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร เก็บใส่ถุงพลาสติกที่กันความชื้นได้ รอวิเคราะห์สมบัติบางประการ

3.4.2 การวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน

(1) ปฏิกิริยาดิน (pH) นำตัวอย่างดินผสมกับน้ำสัดส่วน 1:5 วัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายดินด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์

(2) อินทรียวัตถุ (organic matter) นำตัวอย่างดินไปออกซิไดซ์สารอินทรีย์คาร์บอนด้วยสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตโดยใช้กรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วนำสารละลายตัวอย่างดินมาไทเทรตหาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมตที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาด้วยสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ตามวิธีวอล์เลย์-แบลค (Walkley-Black method)

(3) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) นำตัวอย่างดินมาสกัดด้วยน้ำยาสกัดเบรย์ทู (Bray II) นำไปปรับสีด้วยวิธีโมลิบดินัมบลู (Molybdenum blue method) แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงโดยเครื่องสเปกโทรโฟโทมิเตอร์

(4) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium) สกัดตัวอย่างดินด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซีเทต นำสารละลายที่สกัดได้ไปวัดด้วยเครื่องเฟลมโฟโทมิเตอร์

(5) แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium and magnesium) สกัดตัวอย่างดินด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซีเทต แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโทมิเตอร์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองที่ 1 คุณภาพผลผลิตนอกและในฤดูกาลที่สัมพันธ์กับธาตุอาหารในผลผลิตของลองกอง นำข้อมูลคุณภาพผลผลิตและความเข้มข้นธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของผลผลิตลองกองในและนอกฤดูกาลนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (T-test) และนำข้อมูลคุณภาพผลผลิตด้านต่าง ๆ มาหาค่าความสัมพันธ์กับธาตุอาหารในผลผลิตโดยใช้กราฟการกระจายแล้วหาค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) โดยใช้สมการรีเกรสชัน และทดลองหาความสัมพันธ์โดยใช้วิธีกำหนดเส้นขอบเขตบนโดยใช้ทฤษฎีที่ว่าคุณภาพถูกควบคุมโดยหลายปัจจัย โดยให้จุดบริเวณเส้นขอบเขตบนแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับคุณภาพผลผลิตลองกองโดยตรง และทำการประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิต โดยนำความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของผลผลิตมาประเมินเป็นธาตุอาหารต่อน้ำหนักผลผลิตสด 100 กิโลกรัม

การทดลองที่ 2 ความต้องการธาตุอาหารและผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตของลองกอง นำข้อมูลคุณภาพผลผลิตและความเข้มข้นธาตุอาหารในแต่ละระยะของการพัฒนาผลมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ส่วนการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและธาตุอาหารในผลผลิตใช้การพิจารณาแนวโน้ม และนำข้อมูลความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของผลผลิตมาคำนวณเป็นปริมาณธาตุอาหารในช่วงต่าง ๆ ของการพัฒนาผลผลิต และ

ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ทั้งหมดเมื่ออยู่ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต แล้วนำไปเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของทั้งสองการทดลองใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS for Window Version 10.0) (กัลยา, 2542)

บทที่ 3

ผลการทดลอง

1. คุณภาพผลผลิตนอกและในฤดูกาลที่สัมพันธ์กับธาตุอาหารในผลผลิตของลองกอง

1.1 คุณภาพผลผลิตลองกองนอกและในฤดูกาล

จากการเปรียบเทียบคุณภาพผลผลิตลองกองนอกและในฤดูกาลการผลิต พบว่า น้ำหนักผลรวมทั้งช่อ น้ำหนักผลต่อช่อ ขนาดผล ความยาวก้านช่อผล และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นของผลผลิตในฤดูกาลมีค่าสูงกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นของผลผลิตในฤดูกาลมีค่าต่ำกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล ส่วนจำนวนผลต่อช่อ น้ำหนักต่อผล ปริมาณน้ำคั้น และคะแนนความชอบของผลผลิตในและนอกฤดูกาลมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณภาพผลผลิตลองกองที่ให้ผลผลิตนอกและในฤดูกาล

รายการ	นอกฤดูกาล	ในฤดูกาล	T-test
น้ำหนักผลรวมทั้งช่อ (กรัม)	438.41 ± 14.16	567.69 ± 17.02	**
น้ำหนักผลต่อช่อ (กรัม)	430.93 ±13.96	559.72 ± 16.75	**
จำนวนผลต่อช่อ (ผล)	28.42 ± 1.03	30.21 ± 0.82	NS
ขนาดผล (มิลลิเมตร)	29.06 ± 0.42	31.96 ± 0.25	**
น้ำหนักต่อผล (กรัม)	15.45 ± 0.57	18.76 ± 0.38	**
ความยาวช่อ (เซนติเมตร)	15.39 ± 0.48	15.32 ± 0.38	NS
ปริมาณน้ำคั้นต่อเนื้อ 100 กรัม (มิลลิลิตร)	54.26 ± 1.13	55.02 ± 0.49	NS
ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (เปอร์เซ็นต์)	1.07 ± 0.00	0.96 ± 0.00	**
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (เปอร์เซ็นต์)	16.22 ±0.29	18.36±1.76	**
คะแนนความชอบ (คะแนน)	5.06 ± 0.15	5.37 ± 0.10	NS

หมายเหตุ : NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.3 ธาตุอาหารในองค์ประกอบของผลผลิตลองกองนอกและในฤดูกาล

1.3.1 น้ำคั้น

ความเข้มข้นของแอมโมเนียม ไนเทรต ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมในน้ำคั้นของผลผลิตในฤดูกาลมีค่าเฉลี่ย 9.91, 3.16, 112.85, 21.04 และ 73.66 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ต่ำกว่าผลผลิตนอกฤดูกาลที่มีค่าเฉลี่ย 19.15, 10.98, 123.29, 24.81 และ 79.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนโพแทสเซียมของผลผลิตในและนอกฤดูกาลมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2)

1.3.2 เนื้อผล

ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และ แคลเซียมในเนื้อผลของผลผลิตในฤดูกาลมีค่าเฉลี่ย 4.08, 1.31, 3.83 และ 0.44 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ต่ำกว่าผลิตนอกฤดูกาลที่มีค่าเฉลี่ย 4.83, 1.58, 4.30 และ 0.70 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนแมกนีเซียมของผลผลิตในและนอกฤดูกาลมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2)

1.3.3 เปลือกผล

ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมในเปลือกของผลผลิตในและนอกฤดูกาลมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนแมกนีเซียมของผลผลิตในฤดูกาลมีค่าสูงกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล โดยมีค่าเฉลี่ย 0.92 และ 0.71 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

1.3.4 ก้านช่อผล

ความเข้มข้นของไนโตรเจนและแคลเซียมของผลผลิตในฤดูกาลมีค่าเฉลี่ย 5.04 และ 4.69 กรัมต่อกิโลกรัม ต่ำกว่าผลผลิตนอกฤดูกาลที่มีค่าเฉลี่ย 7.49 และ 5.64 กรัมต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียมในผลผลิตในฤดูกาลที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 กรัมต่อกิโลกรัม สูงกว่าผลผลิตนอกฤดูกาลที่มีค่าเฉลี่ย 1.11 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของผลผลิตในและนอกฤดูกาลมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในองค์ประกอบผลผลิตลองกองนอกและในฤดูกาล

องค์ประกอบของผลผลิต	ธาตุ	นอกฤดูกาล	ในฤดูกาล	T-test
น้ำคั้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	NH_4^+-N	19.15±2.13	9.91±0.28	**
	NO_3^--N	10.98±1.66	3.16±0.09	**
	P	123.29±4.22	112.85±2.54	*
	K	596.80±32.90	583.11±12.96	NS
	Ca	24.81±1.16	21.04±0.44	**
	Mg	79.11±2.30	73.66±1.22	*
เนื้อผล (กรัมต่อกิโลกรัม)	N	4.83±0.23	4.08±0.12	**
	P	1.58±0.06	1.31±0.04	**
	K	4.30±0.14	3.83±0.09	**
	Ca	0.70±0.04	0.44±0.03	**
	Mg	0.92±0.04	0.84±0.03	NS
เปลือกผล (กรัมต่อกิโลกรัม)	N	15.08±0.43	15.17±0.28	NS
	P	1.46±0.04	1.45±0.03	NS
	K	30.45±0.77	29.86±0.60	NS
	Ca	5.29±0.30	5.01±0.21	NS
	Mg	0.71±0.04	0.92±0.04	**
ก้านช่อผล (กรัมต่อกิโลกรัม)	N	7.49±0.38	5.04±0.72	**
	P	1.42±0.06	1.34±0.05	NS
	K	27.71±1.16	29.95±0.88	NS
	Ca	5.64±0.39	4.69±0.23	*
	Mg	1.11±0.11	1.43±0.07	*

หมายเหตุ : NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และ ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกันที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในองค์ประกอบผลผลิตและคุณภาพผลผลิต

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในองค์ประกอบต่าง ๆ ของผลผลิตกับคุณภาพผลผลิตของลองกอง พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับที่ต่ำ ดังนั้นจึงได้พิจารณาโดยใช้เส้นขอบเขตบน โดยใช้แนวคิดว่าคุณภาพผลผลิตบนเส้นแนวขอบเขตบนเกิดจากอิทธิพลของธาตุอาหารโดยตรง เมื่อปัจจัยอื่น ๆ อยู่ในระดับที่เหมาะสม ทำให้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารและคุณภาพผลผลิตมีแนวโน้มดังนี้

ห้องสมุด
กุลนาญ์ พลง อรรถกระวีสุนทร

1.3.1 น้ำหนักผลผลิต

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในน้ำคั้น เนื้อผล และเปลือกผล และความเข้มข้นของโพแทสเซียมในน้ำคั้นของผลลองกองที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักผลผลิตเพิ่มขึ้น (รูปที่ 1 ก, ข, ค และ จ) ส่วนความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อผลและเปลือกผลที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แต่จะลดลงอย่างชัดเจนเช่นกันเมื่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นอีก (รูปที่ 1ง และ ฉ)

1.3.2 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น

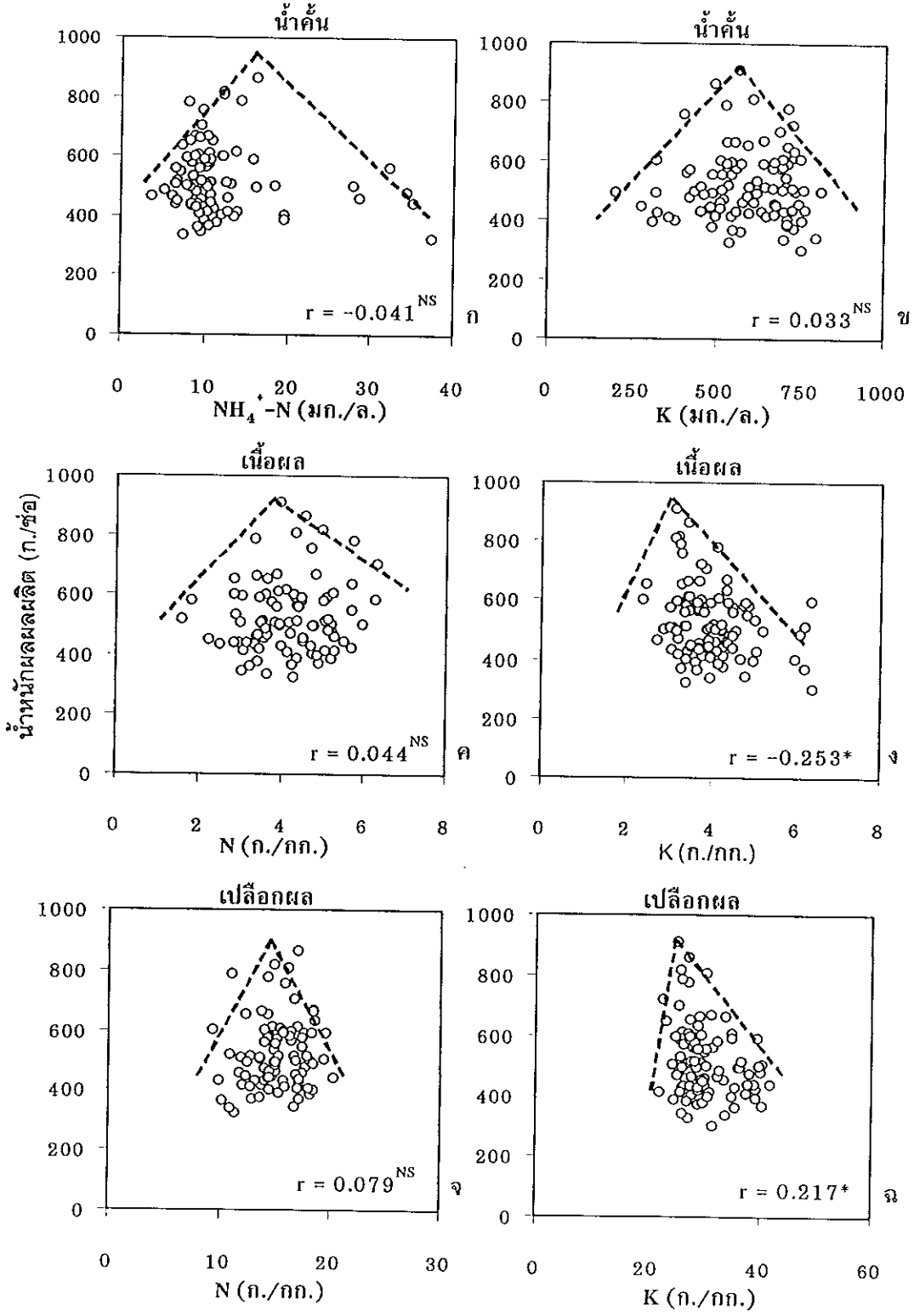
ความเข้มข้นของไนโตรเจนในน้ำคั้น เนื้อผล และเปลือกผลและโพแทสเซียมในน้ำคั้นที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นของผลเพิ่มขึ้น (รูปที่ 2 ก, ข, ค และ จ)

1.3.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำค้น

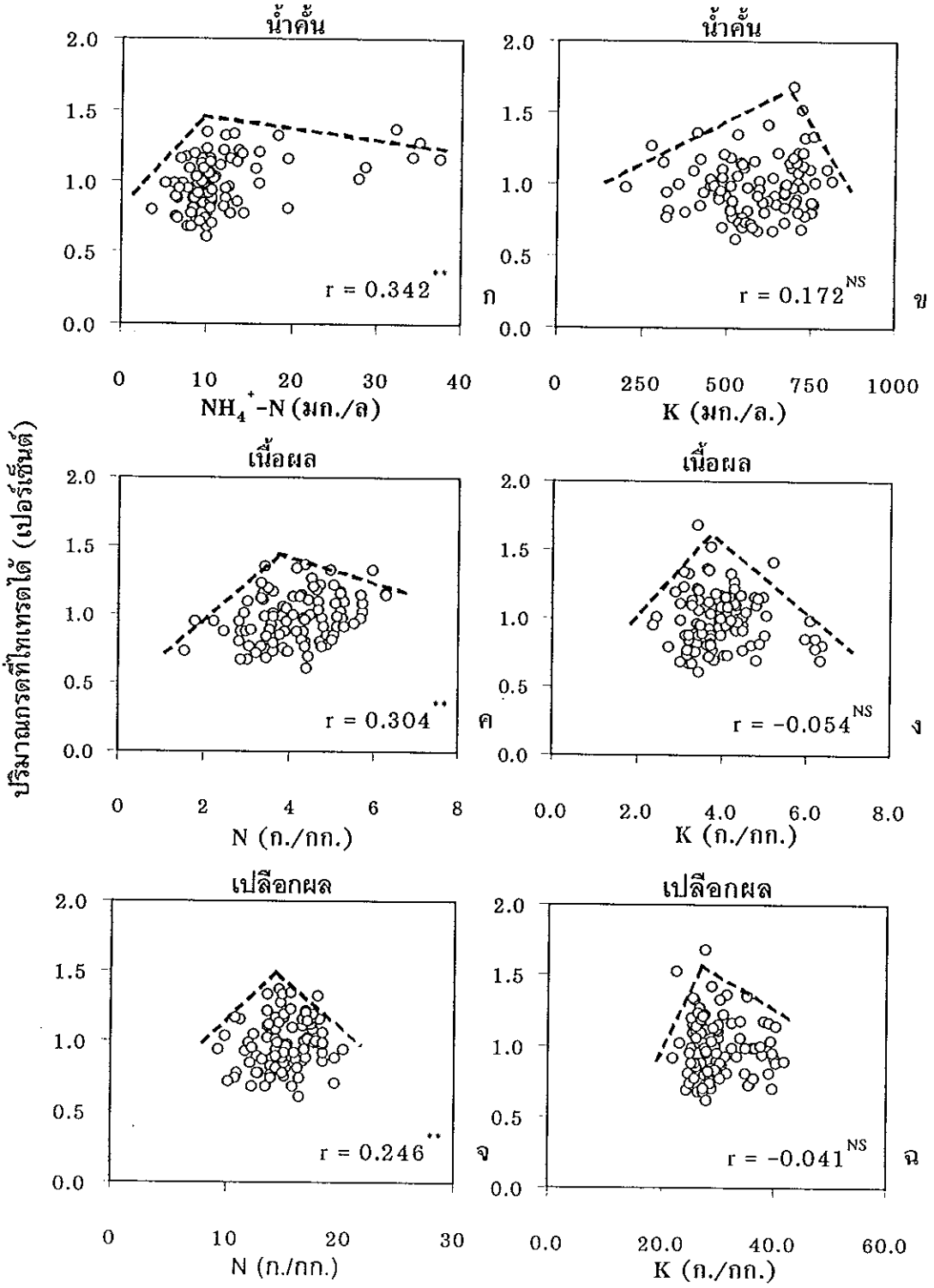
ความเข้มข้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียมในน้ำคั้น เนื้อผล และเปลือกผลที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (รูปที่ 3 ก, ข, ค, ง, จ และ ฉ)

1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพผลผลิตและคะแนนความชอบของผู้บริโภค

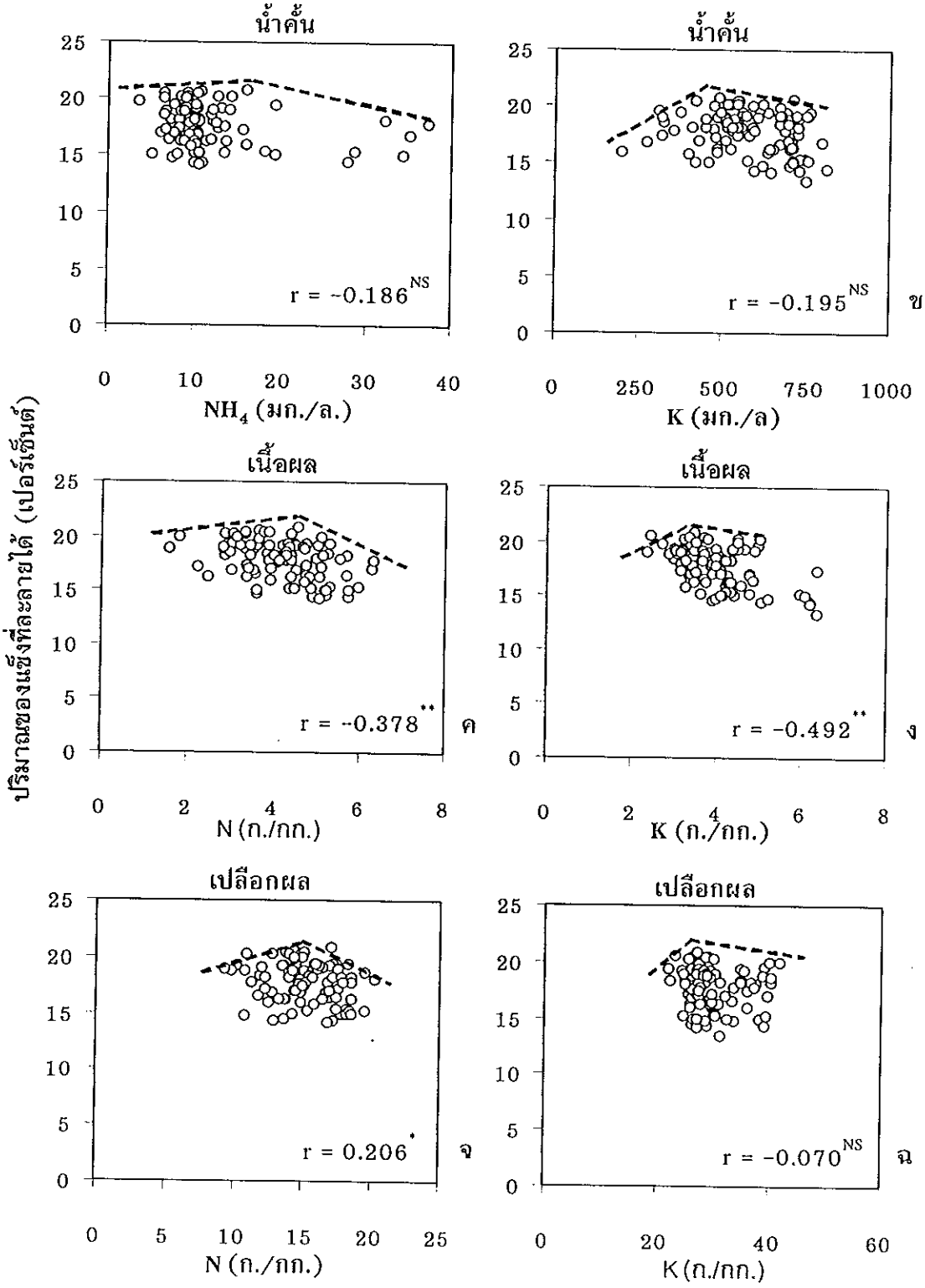
จากการทดสอบการชิมรสชาติผลผลิตลองกอง นำค่าที่ได้มาทดสอบการกระจายตัวแบบปกติแล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น พบว่าปริมาณกรดที่ไทเทรตในน้ำคั้นที่ลดลงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้คะแนนความชอบเพิ่มขึ้น โดยปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นที่ทำให้คะแนนความชอบของผู้บริโภคสูง มีค่าอยู่ในช่วง 0.8-1.2 เปอร์เซ็นต์ และ 15-20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 4 ก และ ข)



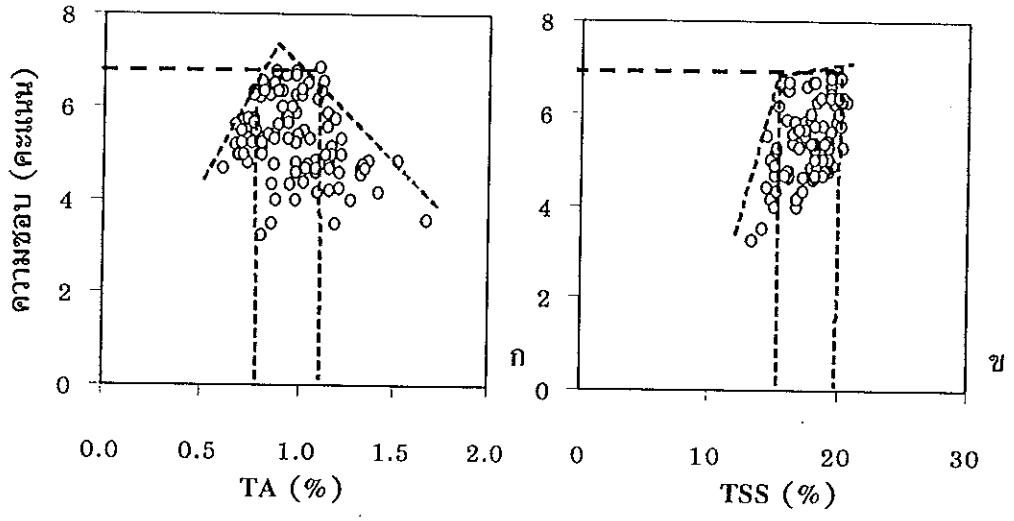
รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนและโพแทสเซียมในน้ำคั้น เนื้อผล และเปลือกผลกับน้ำหนักผลผลิตของลองกอง



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนและโพแทสเซียมในน้ำคั้น เนื้อผล และเปลือกผลกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นของผลผลิตลองกอง



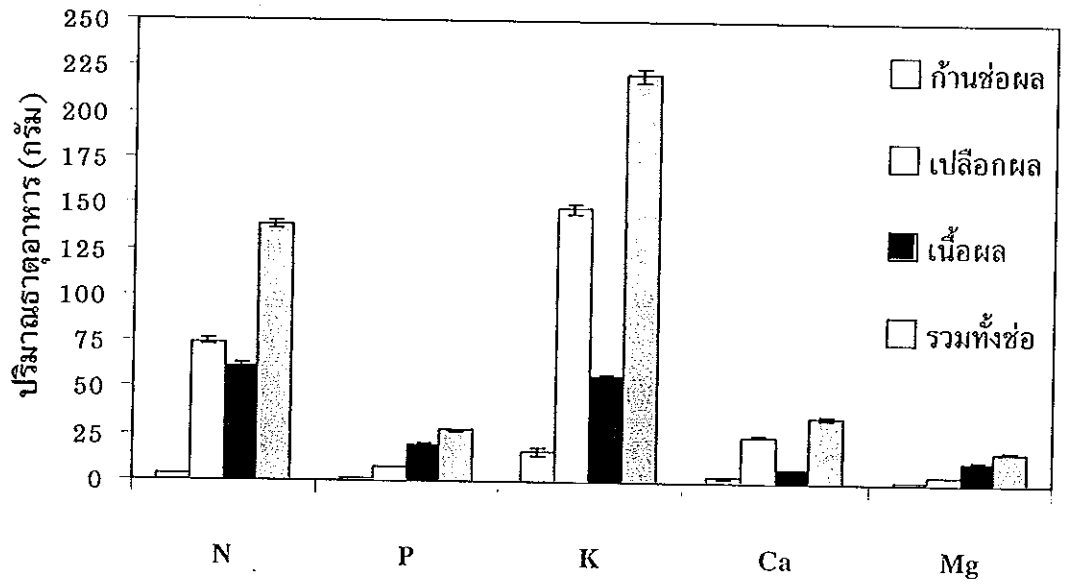
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนและโพแทสเซียมในน้ำคั้น เนื้อผล และเปลือกผลกับปริมาณของแข็งที่ละลายได้



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นกับคะแนนความชอบ

1.5 ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิตลองกอง

เมื่อทราบความเข้มข้นของธาตุอาหารและน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ของผลผลิตลองกองทำให้สามารถประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิตได้ ซึ่งจากการประเมินโดยให้ลองกองให้ผลผลิตต้นละ 100 กิโลกรัม ต้องใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เท่ากับ 138, 28, 221, 35 และ 17 กรัม ตามลำดับ โดยธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมจะสะสมอยู่ในเปลือกผล รองลงมาคือในเนื้อผลและก้านช่อผล ตามลำดับ ส่วนธาตุฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมจะสะสมในเนื้อผลมากกว่าในเปลือกผลและก้านช่อผล ตามอันดับ (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิตลองกองสด 100 กิโลกรัม

2. ความต้องการธาตุอาหาร และผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตของลองกอง

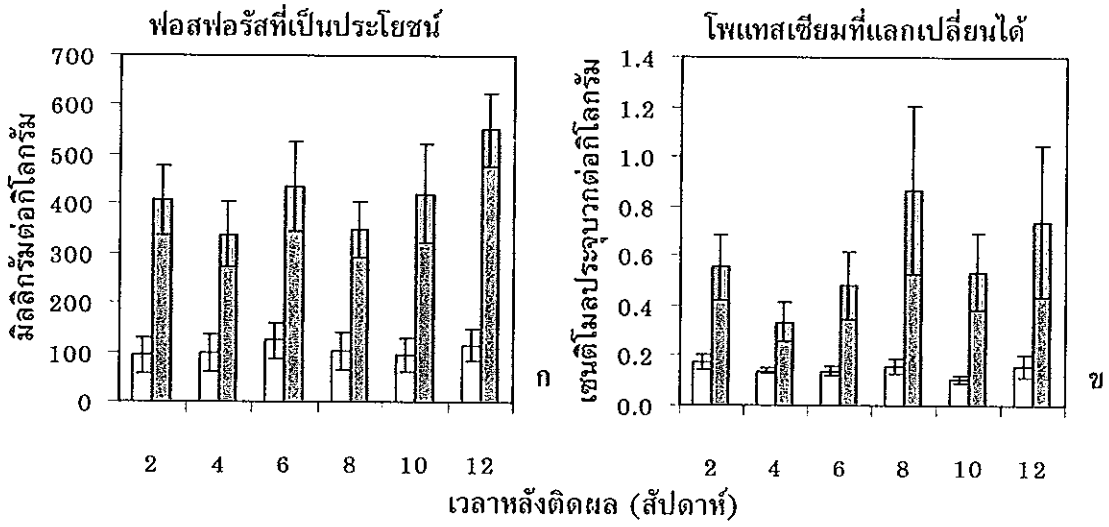
2.1 ผลของการใส่ปุ๋ยต่อสมบัติบางประการของดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินบริเวณทรงพุ่มทุก 2 สัปดาห์ ของต้นลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าสมบัติบางประการของดินในช่วงการพัฒนาผลมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ยกเว้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีการเปลี่ยนแปลงชัดเจน จึงได้แสดงการเปรียบเทียบสมบัติบางประการของดินในช่วงผลอายุ 12 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าการใส่ปุ๋ยทางดินมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าต้นลองกองที่ไม่ใส่ปุ๋ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 550.67 และ 115.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3) โดยต้นลองกองที่ใส่ปุ๋ยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยในทุกช่วงของการพัฒนาผลและเพิ่มขึ้นชัดในสัปดาห์ที่ 12 หลังติดผล ในขณะที่ต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยค่ามีแนวโน้มสม่ำเสมอตลอดช่วงการพัฒนาผล (รูปที่ 6 ก) และการใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.74 และ 0.16 เซนติโมลประจุบวกต่อกิโลกรัม ($cmol_c\ kg^{-1}$) ตามลำดับ (ตารางที่ 3) โดยปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของต้นที่ใส่ปุ๋ยสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยในทุกช่วงของการพัฒนาผล และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 8-12 หลังติดผล ในขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยค่ามีแนวโน้มสม่ำเสมอตลอดช่วงการพัฒนาผลผลิต (รูปที่ 6 ข)

ตารางที่ 3 สมบัติบางประการของดินบริเวณทรงพุ่มลองกองช่วงผลอายุ 12 สัปดาห์

ทรีตเมนต์	สมบัติบางประการของดิน					
	pH	OM ($g\ kg^{-1}$)	avail P ($mg\ kg^{-1}$)	exch K ($cmol_c\ kg^{-1}$)	exch Ca ($cmol_c\ kg^{-1}$)	exch Mg ($cmol_c\ kg^{-1}$)
ไม่ใส่ปุ๋ย	5.28	25.59	115.01	0.16	0.96	0.48
	±0.18	±2.06	±33.16	±0.05	±0.67	±0.05
ใส่ปุ๋ยทางดิน	4.80	29.65	550.67	0.74	1.23	0.44
	±0.12	±5.53	±74.45	±0.30	±0.37	±0.11
T-test	NS	NS	**	NS	NS	NS

หมายเหตุ : NS = ไม่แตกต่างทางสถิติ และ ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในช่วงการพัฒนาผลของลองกอง

2.2 ผลการใส่ปุ๋ยต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิตลองกอง

2.2.1 คุณภาพภายนอกของผลผลิต

น้ำหนักสดผลต่อช่อของลองกองเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการพัฒนาผลเพิ่มขึ้น โดยสามารถแบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ช่วง คือช่วง 6 สัปดาห์แรกหลังติดผล น้ำหนักสดผลจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และช่วงสัปดาห์ที่ 8-13 หลังติดผล น้ำหนักสดผลในช่วงนี้จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (รูปที่ 7) โดยในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งสามารถแยกเนื้อผลและเปลือกผลจากกันได้ น้ำหนักสด

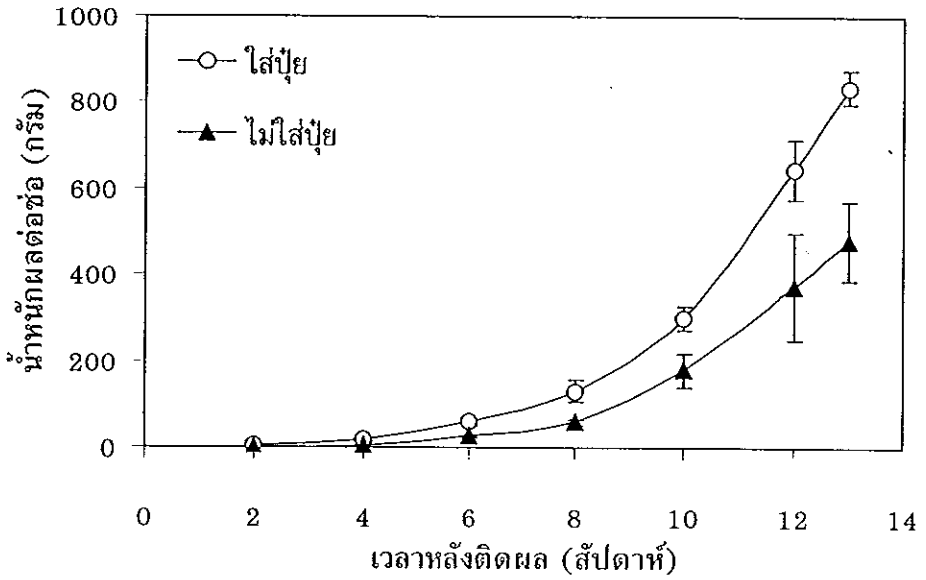
ของเนื้อผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับน้ำหนักสดผล (รูปที่ 11ก) น้ำหนักสดเปลือกผลเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 12 (รูปที่ 11ข)

การใส่ปุ๋ยให้แก่ต้นลองกองทำให้คุณภาพผลผลิตดีกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยคุณภาพผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยวที่ผลอายุ 13 สัปดาห์ มีค่าน้ำหนักผลต่อช่อเท่ากับ 835.70 และ 480.30 กรัม ความยาวก้านช่อผลเท่ากับ 19.13 และ 11.50 เซนติเมตร จำนวนผลต่อช่อเท่ากับ 42.33 และ 25.33 ผล น้ำหนักผลเท่ากับ 19.86 และ 18.78 กรัม และขนาดผลเท่ากับ 34.53 และ 33.52 มิลลิเมตร โดยความยาวช่อผลและจำนวนผลต่อช่อมีแนวโน้มแตกต่างตั้งแต่ลองกองเริ่มติดผล (รูปที่ 8 และ 9) ส่วนน้ำหนักและขนาดผลมีแนวโน้มแตกต่างกันตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 และน้ำหนักและขนาดผลของต้นที่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มคงที่เร็วกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย คือเมื่อผลมีอายุ 12 สัปดาห์ และ 13 สัปดาห์ ตามลำดับ (รูปที่ 10 และ 12)

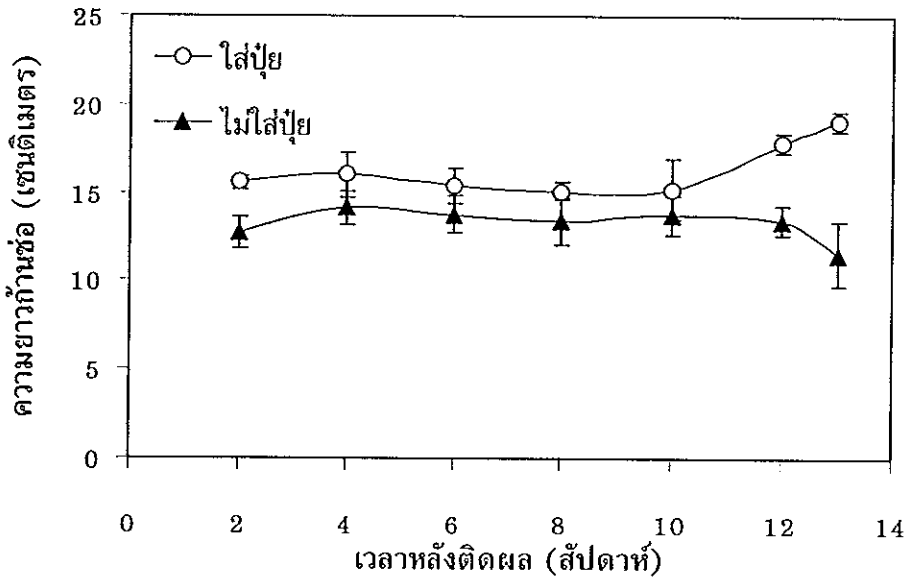
2.2.2 กรดที่ไทเทรตได้และของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นของผลผลิต

ผลผลิตลองกองสามารถคั้นน้ำได้เมื่อผลอายุ 10 สัปดาห์ พบว่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นลดลงเมื่อเวลาในการพัฒนาผลเพิ่มขึ้น โดยลดลงต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 13 ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 13)

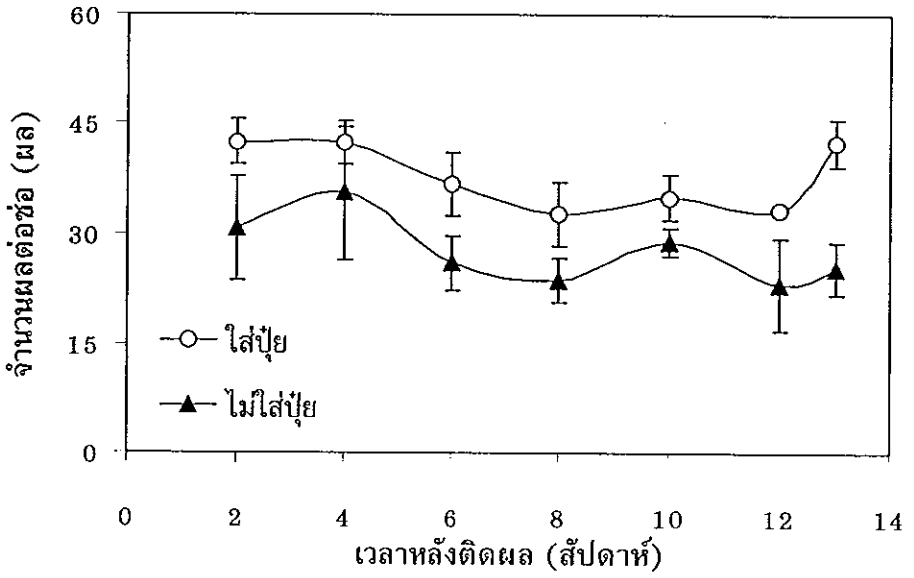
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นมีทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ คือมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการพัฒนาผลเพิ่มขึ้นและคงที่เมื่อผลอายุ 12 สัปดาห์ การใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นเพิ่มขึ้น โดยในสัปดาห์ที่ 13 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย มีค่า 17.33 และ 14.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 14)



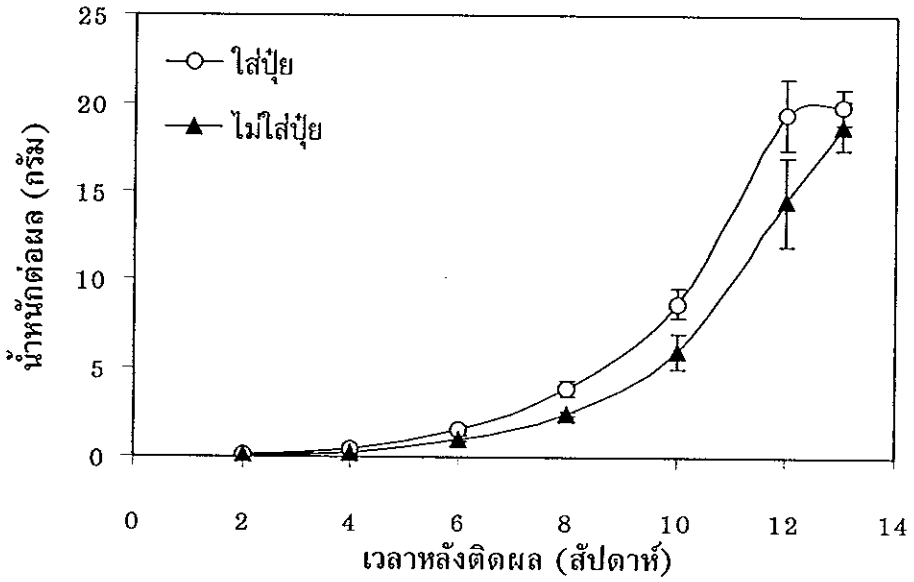
รูปที่ 7 น้ำหนักผลต่อช่อในช่วงการพัฒนาผลผลิตของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย



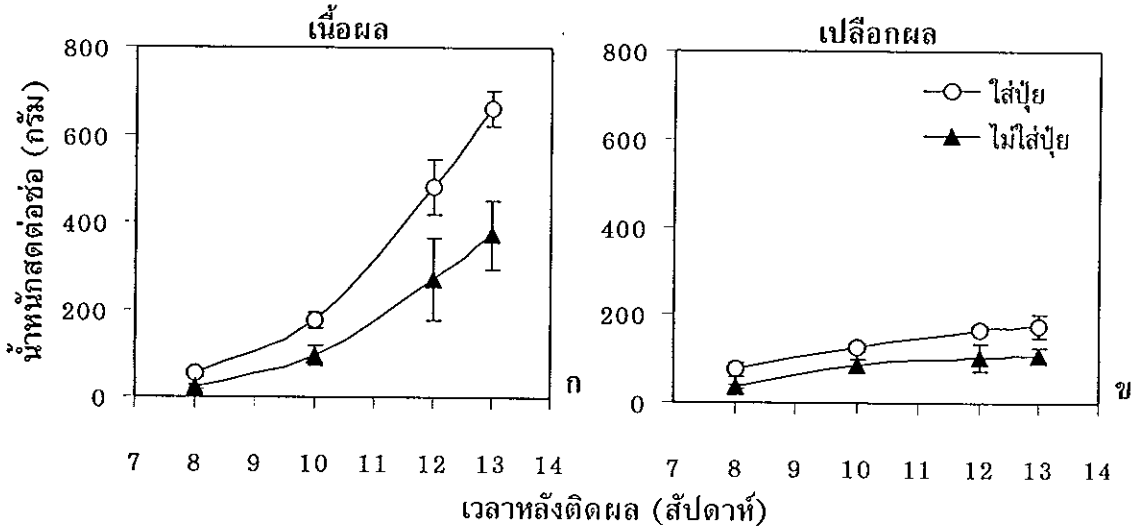
รูปที่ 8 ความยาวก้านช่อผลในช่วงการพัฒนาผลผลิตของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย



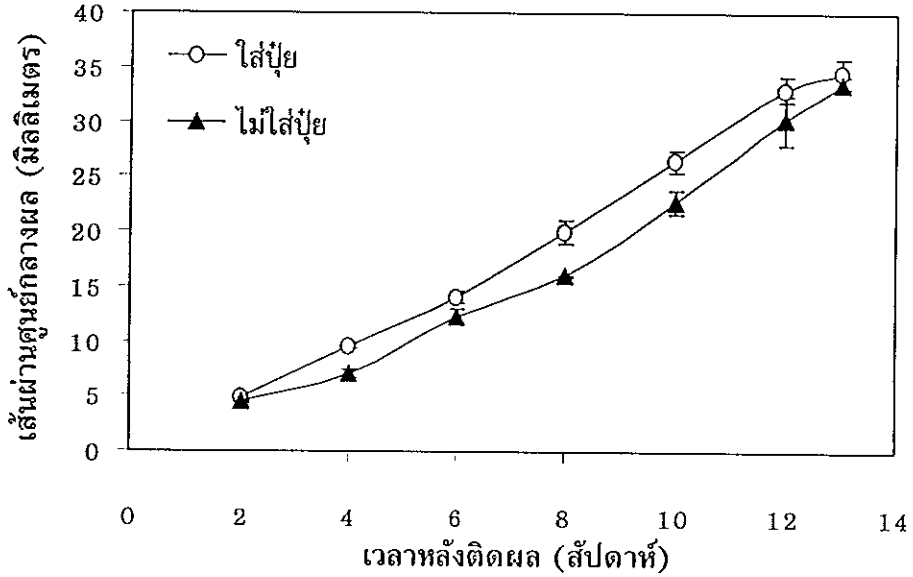
รูปที่ 9 จำนวนผลต่อช่อในช่วงการพัฒนาผลผลิตของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย



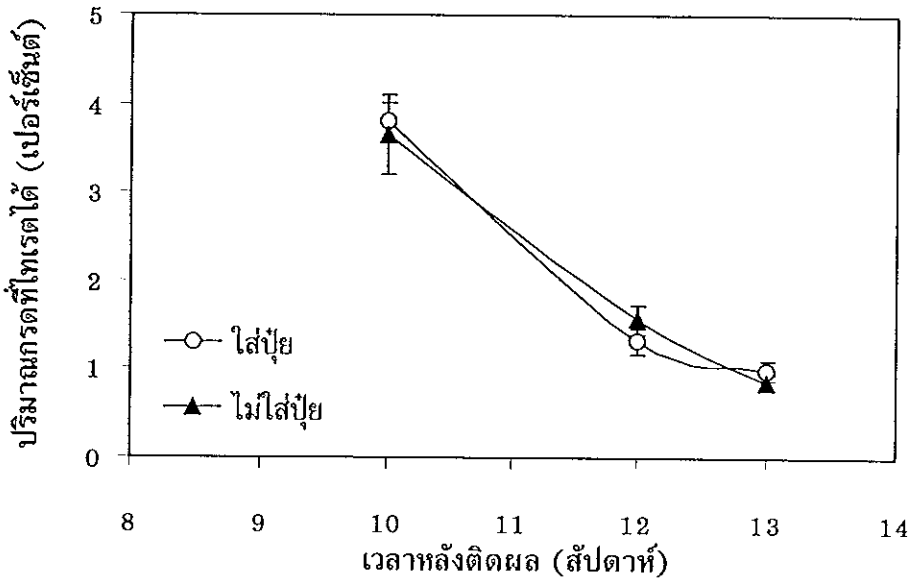
รูปที่ 10 น้ำหนักต่อผลในช่วงการพัฒนาผลผลิตของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย



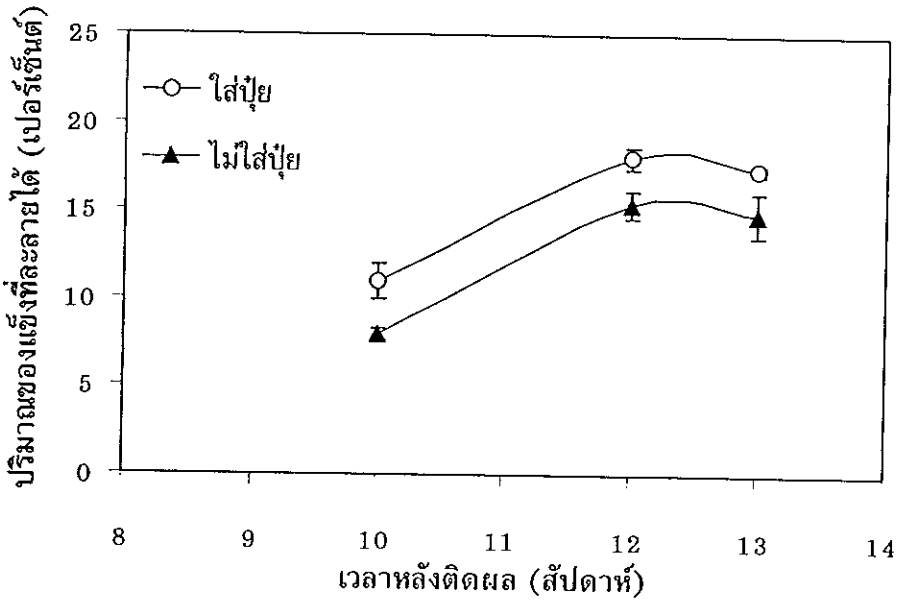
รูปที่ 11 น้ำหนักเนื้อผลและเปลือกผลในช่วงการพัฒนาผลผลิตของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย



รูปที่ 12 ขนาดผลในช่วงการพัฒนาผลผลิตของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย



รูปที่ 13 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นในช่วงการพัฒนาผลผลิตของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย



รูปที่ 14 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นในช่วงการพัฒนาผลผลิตของลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย

2.3 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของลองกอง

จากการเก็บตัวอย่างใบ เปลือกกิ่ง และผลผลิตของลองกองจากต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยตั้งแต่ติดผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตมาวิเคราะห์ธาตุอาหารได้ผลการทดลองดังนี้

2.3.1 ไนโตรเจน

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ เปลือกกิ่ง และก้านช่อผลมีแนวโน้มคงที่ตลอดช่วงการพัฒนาผล ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบมีค่าสูงกว่าในเปลือกกิ่งและก้านช่อผลตามลำดับ การใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบและในก้านช่อผลมีค่าสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยในทุกช่วงของการพัฒนาผล (รูปที่ 15 ก, ข และ ค) ความเข้มข้นของไนโตรเจนในผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงการพัฒนาผล สัปดาห์ที่ 2-4 และลดลงเมื่อเข้าสัปดาห์ที่ 6 จากนั้นเมื่อสามารถแยกองค์ประกอบของผลเป็นเนื้อผลและเปลือกผล ในสัปดาห์ที่ 8 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อผลลดลงอย่างเห็นได้ชัดและมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 13 ส่วนในเปลือกผลมีแนวโน้มที่คงตลอดช่วงพัฒนาผลในสัปดาห์ที่ 8-13 การใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในผลสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 และในเปลือกผลในช่วงสัปดาห์ที่ 12-13 (รูปที่ 15 ง, จ และ ฉ)

2.3.2 ฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบ เปลือกกิ่ง และก้านช่อผลมีแนวโน้มคงที่ตลอดช่วงการพัฒนาผล ยกเว้นในใบของต้นที่ใส่ปุ๋ยซึ่งมีฟอสฟอรัสสูงในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบมีค่าสูงกว่าในก้านช่อผลและเปลือกกิ่ง ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบสูงกว่าต้นที่ไม่ให้ปุ๋ย ส่วนในเปลือกกิ่งและก้านช่อผลมีค่าใกล้เคียงกัน (รูปที่ 16 ก, ข และ ค) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 และคงที่ในสัปดาห์ที่ 6 จากนั้นในสัปดาห์ที่ 8 ฟอสฟอรัสทั้งในเนื้อและเปลือกผลลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 13 โดยในเนื้อผลจะมีค่าลดลงชัดกว่าในเปลือกผล ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในผลของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในเปลือกผลของต้นที่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย (รูปที่ 16 ง, จ และ ฉ)

2.3.3 โพแทสเซียม

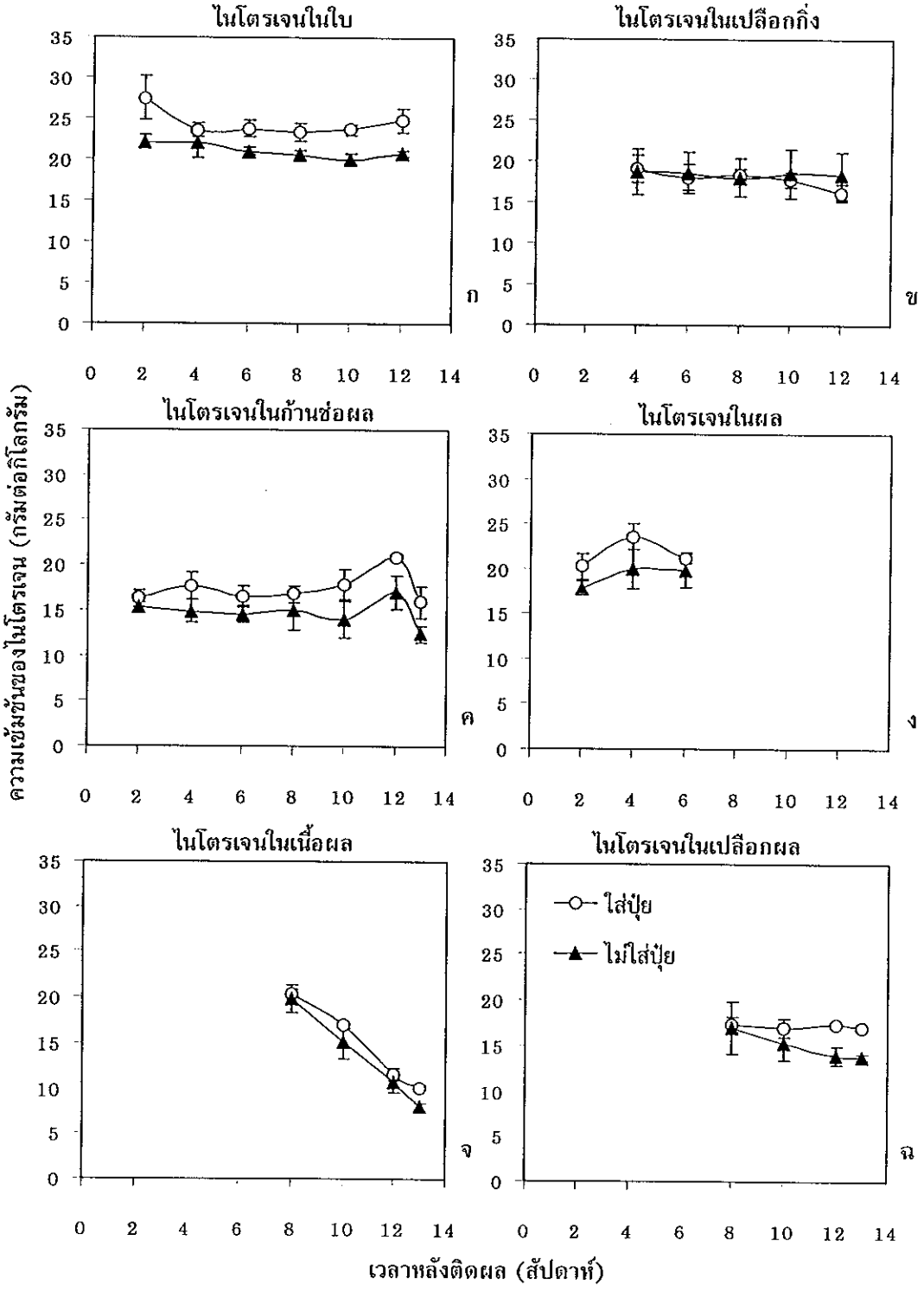
ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบของต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยและเปลือกกิ่ง มีแนวโน้มคงที่ตลอดช่วงการพัฒนาผล แต่โพแทสเซียมในใบของต้นที่มีการใส่ปุ๋ยและก้านช่อผลมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาการพัฒนาผลเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 และในก้านช่อผลซึ่งสูงกว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 2-6 (รูปที่17 ก, ข และ ค) ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ของการพัฒนาผล และคงที่ในสัปดาห์ที่ 6 จากนั้นในสัปดาห์ที่ 8 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อผลจะลดลงจนมีค่าต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 13 ส่วนในเปลือกผล ความเข้มข้นของโพแทสเซียมมีแนวโน้มคงที่ตลอดช่วงสัปดาห์ที่ 8-13 ของการพัฒนาผล การใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในผลสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 โพแทสเซียมในเนื้อผลของต้นที่ใส่ปุ๋ยมีค่าสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยในสัปดาห์ที่ 13 เท่านั้น แต่ในเปลือกผลของต้นทีใส่ปุ๋ยมีค่าโพแทสเซียมสูงกว่าชัดเจนในทุกช่วงการพัฒนาผล (รูปที่ 17 ง, จ และ ฉ)

2.3.4 แคลเซียม

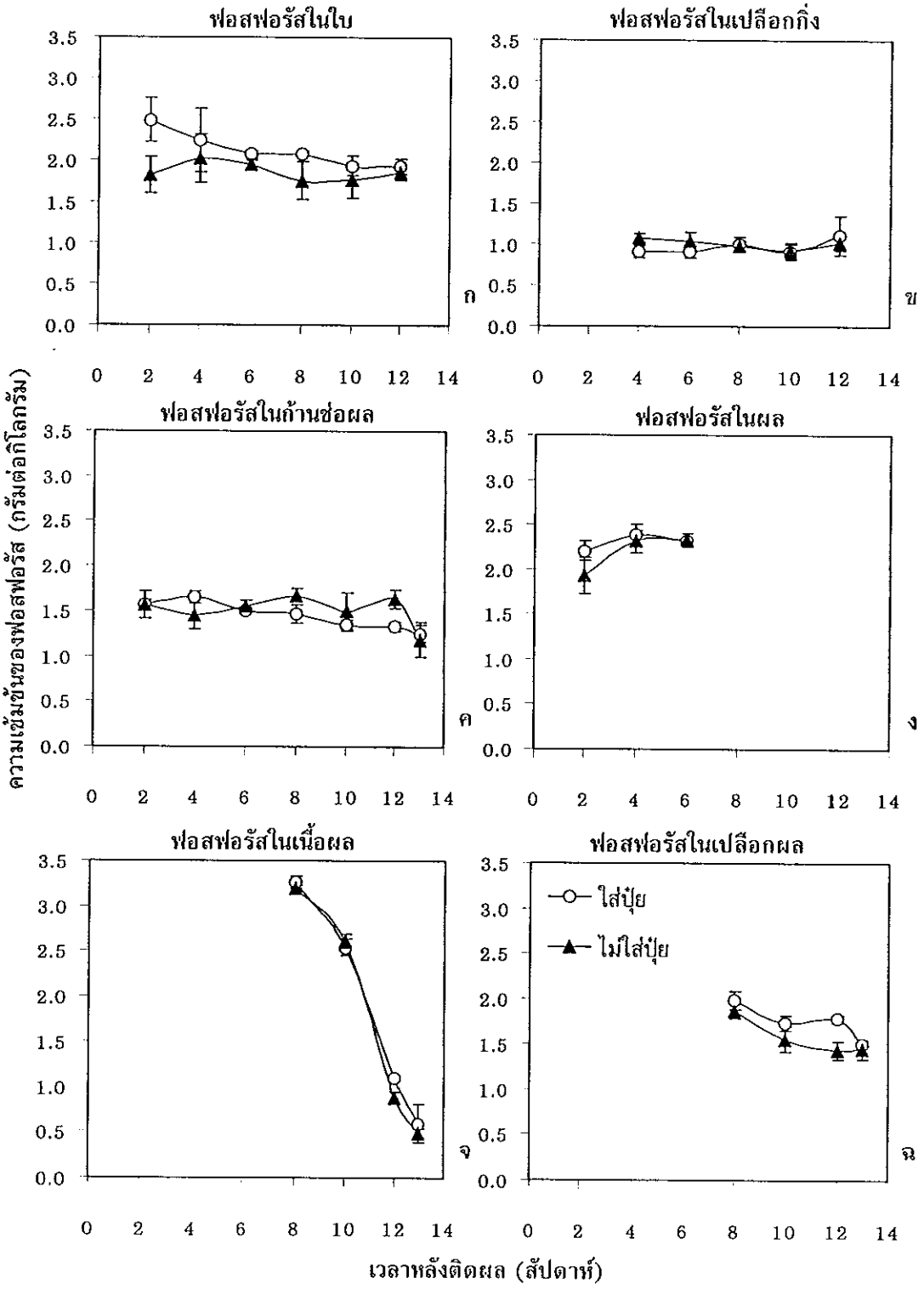
ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบมีค่าแปรปรวนค่อนข้างสูง ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมในเปลือกกิ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาในการพัฒนาผลเพิ่มขึ้น และต้นที่ใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นแคลเซียมในเปลือกสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ในก้านช่อผลความเข้มข้นของแคลเซียมของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียงกันตลอดช่วงการพัฒนาผล (รูปที่ 18 ก, ข และ ค) ความเข้มข้นของแคลเซียมในผลลดลงเมื่อเวลาในการพัฒนาผลเพิ่มขึ้น และการใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในผลในช่วงสัปดาห์ที่ 2-6 สูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย แต่ในช่วงสัปดาห์ที่ 8-13 ความเข้มข้นของแคลเซียมในเนื้อและเปลือกผลของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียงกัน (รูปที่ 18 ง, จ และ ฉ)

2.3.5 แมกนีเซียม

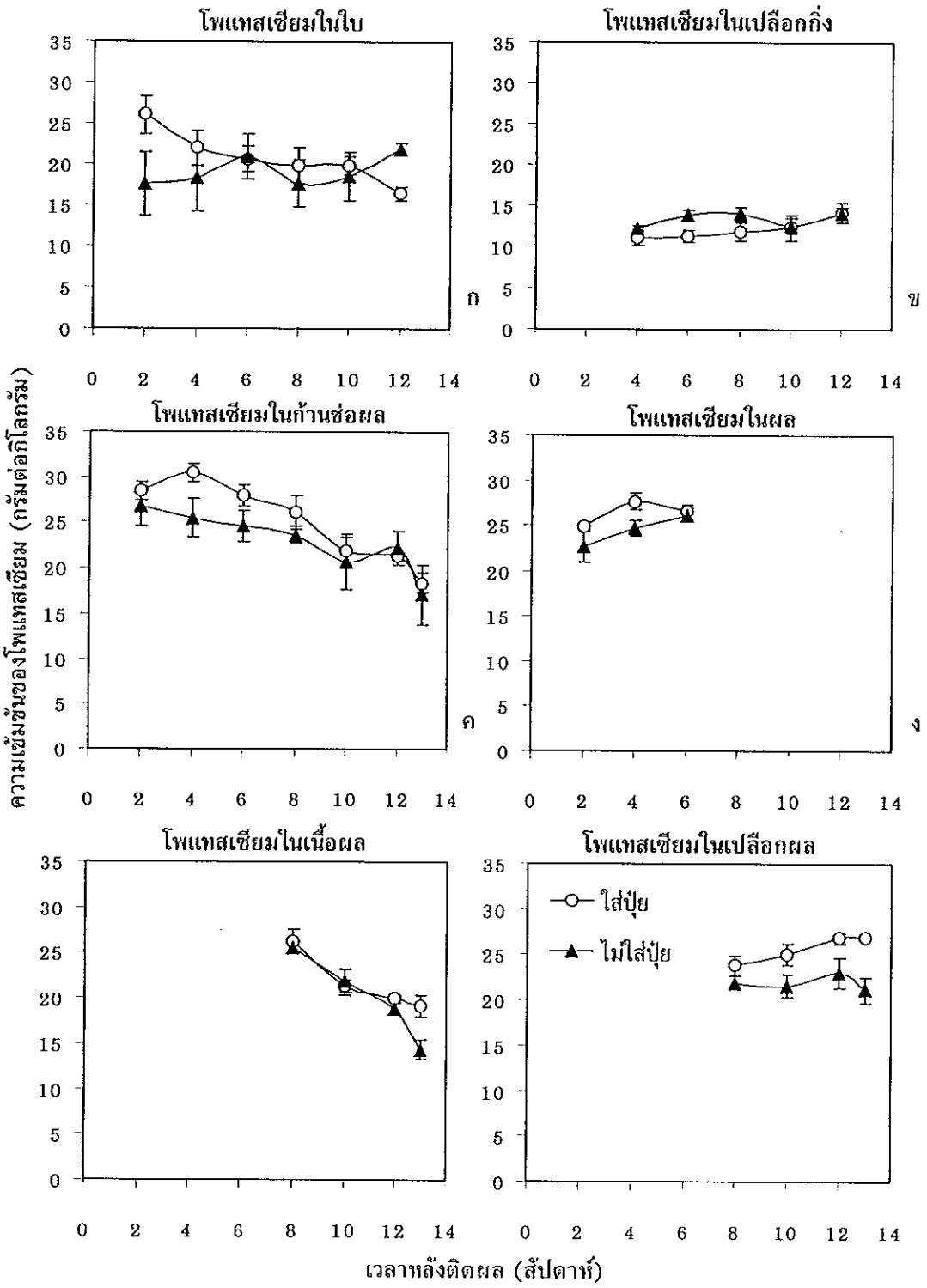
ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบมีค่าแปรปรวนค่อนข้างสูง ส่วนเปลือกกิ่งความเข้มข้นของแมกนีเซียมมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาในการพัฒนาผลเพิ่มขึ้น และต้นที่ใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นแมกนีเซียมในเปลือกกิ่งมีค่าสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยในช่วงสัปดาห์ที่ 4–6 และกลับมามีค่าใกล้เคียงกันในสัปดาห์ที่ 8–12 ในก้านช่อผลความเข้มข้นของแมกนีเซียมของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียง (รูปที่ 19 ก, ข และ ค) ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในผลลดลงเมื่อเวลาในการพัฒนาผลเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในผล เนื้อผล และเปลือกผลของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียง (รูปที่ 19 ง, จ และ ฉ)



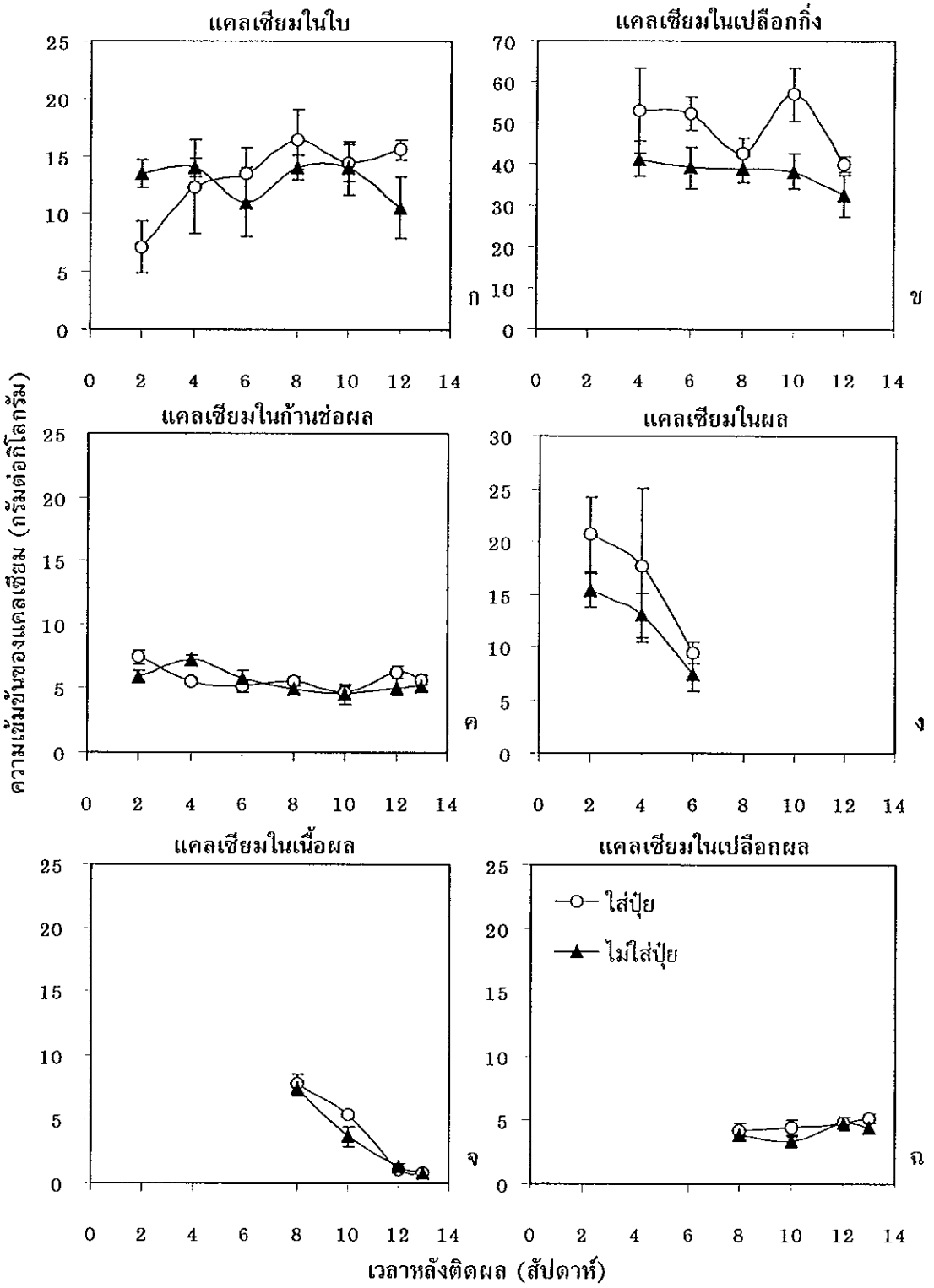
รูปที่ 15 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล



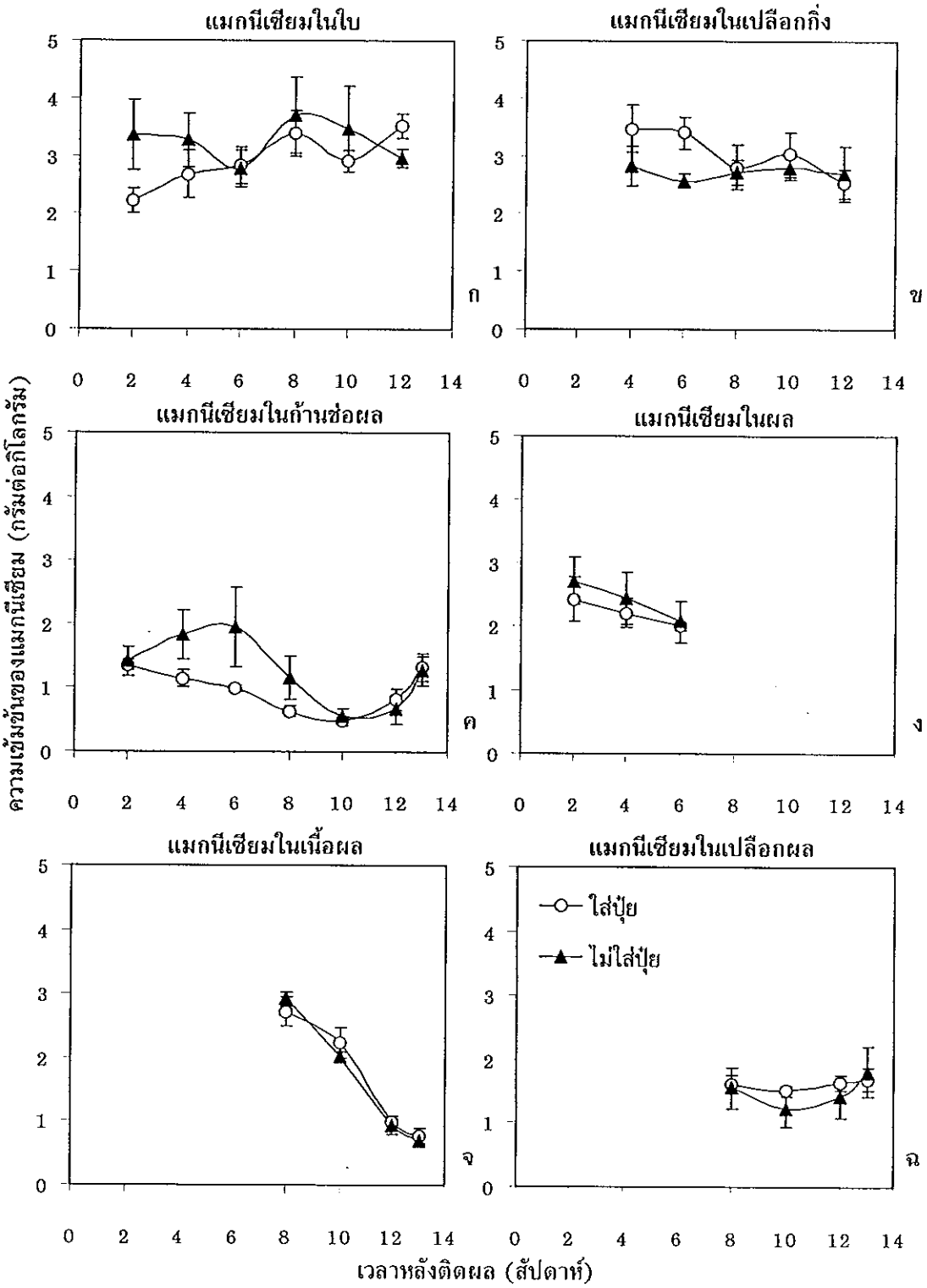
รูปที่ 16 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล



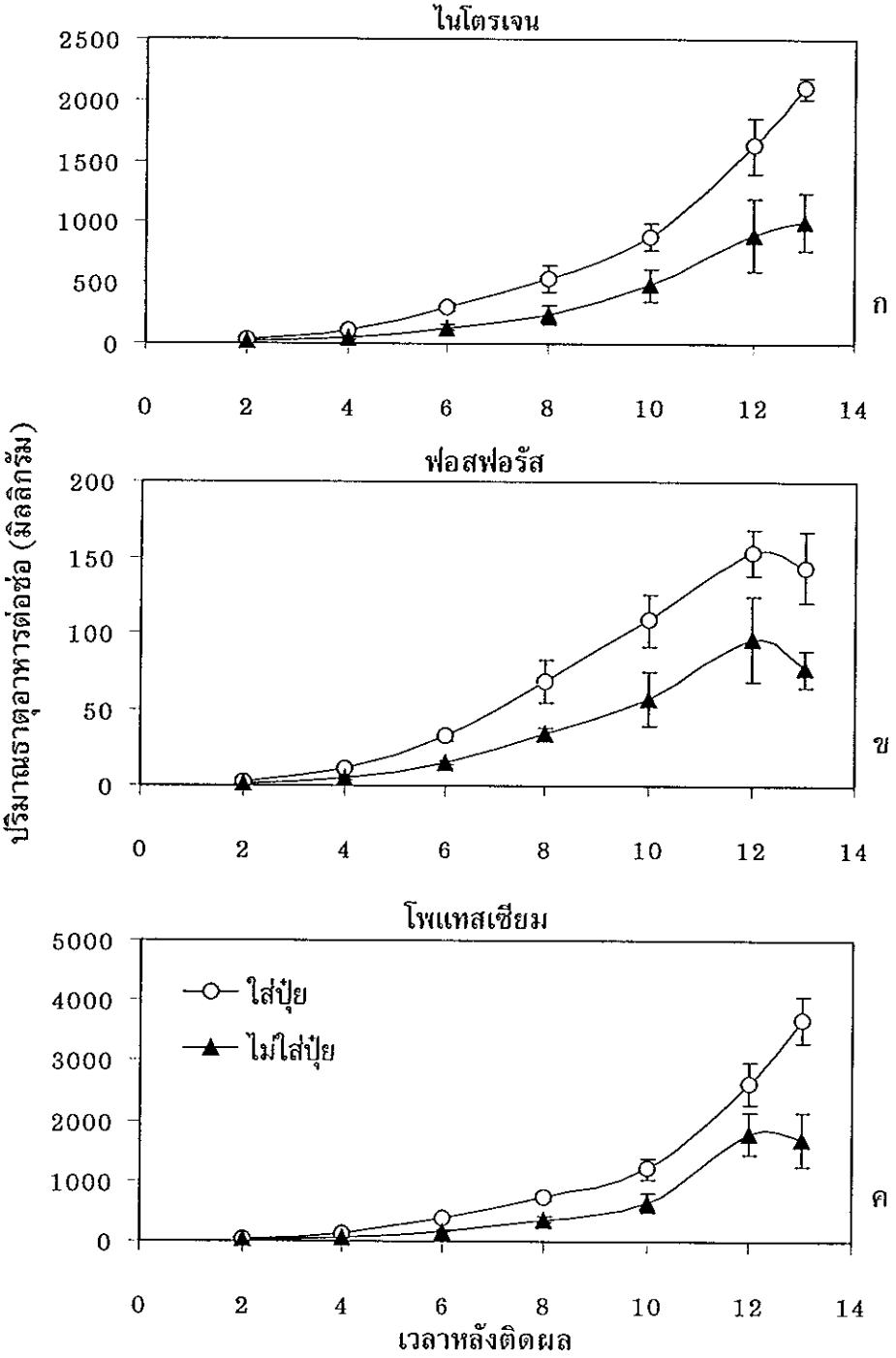
รูปที่ 17 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล



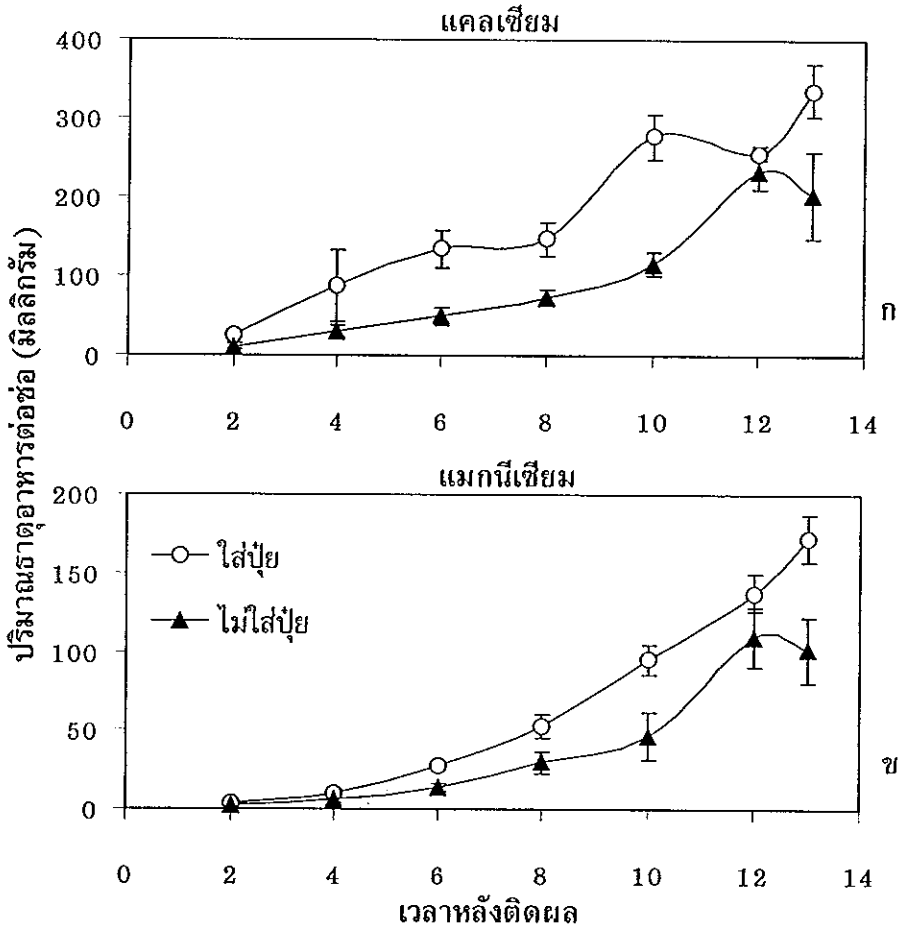
รูปที่ 18 ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล



รูปที่ 19 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล



รูปที่ 20 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ใช้ในการพัฒนาผลลองกองจากต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย



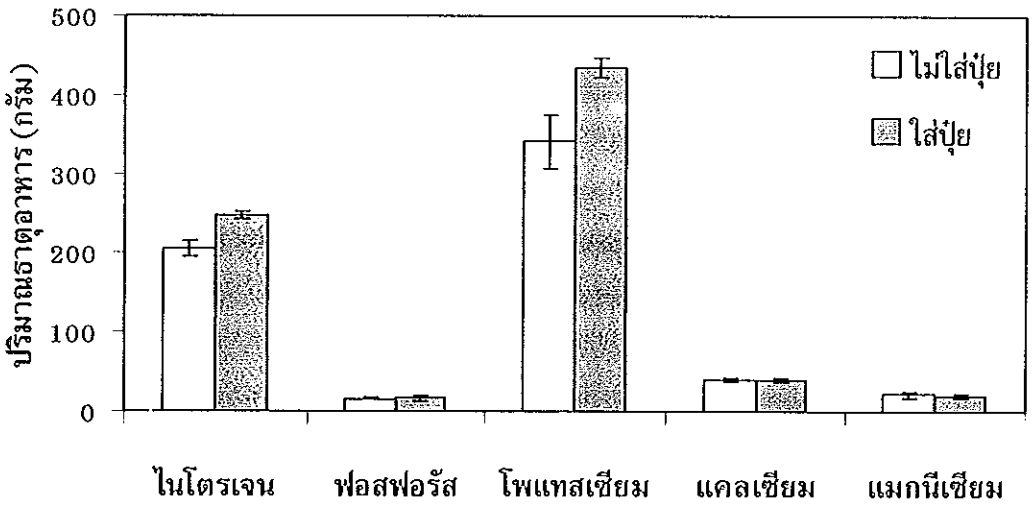
รูปที่ 21 ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ใช้ในการพัฒนาผลลองกองจากต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย

2.4 ความต้องการธาตุอาหารของผลผลิตลองกอง

ธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตลองกองจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุผลที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณโพแทสเซียมและไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-8 และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังสัปดาห์ที่ 8 (รูปที่ 20 ก และ ค) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม มีการเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตลอดช่วงการพัฒนาของผล การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ธาตุอาหารในผลผลิตมีปริมาณเพิ่มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 (รูปที่ 20 และ 21) โดยในต้นที่ใส่ปุ๋ยปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 13 ยกเว้นปริมาณฟอสฟอรัสซึ่งมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 12 ส่วนต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยซึ่งปริมาณธาตุอาหารเริ่มมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 12 (รูปที่ 20 ข) ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตต่อช่อในสัปดาห์ที่ 13 ของต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยมีค่า คือ ไนโตรเจนเท่ากับ 1,009 และ 2,100

มิลลิกรัม ฟอสฟอรัสเท่ากับ 77 และ 144 มิลลิกรัม โพแทสเซียมเท่ากับ 1,698 และ 3,686 มิลลิกรัม แมกนีเซียมเท่ากับ 102 และ 173 มิลลิกรัม และแคลเซียมเท่ากับ 202 และ 335 มิลลิกรัม ตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิตต่อต้น เมื่อประเมินจากลองกองให้ผลผลิต 100 กิโลกรัมต่อต้น ลองกองต้องใช้ธาตุโพแทสเซียมมากกว่าไนโตรเจน แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ใส่ในการพัฒนาผลผลิตสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับโพแทสเซียมซึ่งต้นที่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยโดยมีค่า คือ ไนโตรเจนเท่ากับ 248 และ 204 กรัม โพแทสเซียมเท่ากับ 435 และ 345 กรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม ของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียงกัน (รูปที่ 22)



รูปที่ 22 ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิตลองกองสด 100 กิโลกรัม จากต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. คุณภาพของผลผลิตลองกองนอกและในฤดูกาล

ลองกองที่ให้ผลผลิตในฤดูกาล (เดือนสิงหาคม-กันยายน) มีคุณภาพผลผลิตดีกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล (ก่อนฤดูกาล เดือนเมษายน-กรกฎาคม) โดยผลผลิตลองกองในฤดูกาลมีน้ำหนักผล ขนาดผล และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (ความหวาน) สูงกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล และมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (ความเปรี้ยว) ต่ำกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล (ตารางที่ 2) อาจเกิดจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตลองกองที่อายุต่างกัน เพราะพบว่าอายุผลมีอิทธิพลต่อคุณภาพและธาตุอาหารในน้ำคั้นของผลผลิต โดยเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นลดลงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นเพิ่มขึ้น และอายุผลที่เพิ่มขึ้นยังมีผลทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียม ไนเทรต แคลเซียม และแมกนีเซียม ในน้ำคั้นของผลลองกองลดลง แต่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในน้ำคั้นมีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อย (ตารางภาคผนวกที่ 1) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลผลิตลองกองนั้นสอดคล้องกับราการศึกษาคุณภาพผลผลิตลองกองหลังการเก็บเกี่ยวที่อายุผลแตกต่างกัน พบว่าเมื่อลองกองหลังการเปลี่ยนสี 4 วัน เป็น 14 วัน ทำให้ปริมาณกรดในน้ำคั้นลดลงจาก 1.18 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 0.82 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 8.3 เปอร์เซ็นต์ เป็น 23.4 เปอร์เซ็นต์ และเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นลดลง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นเพิ่มขึ้น แต่หากเก็บเกี่ยวหลังการเปลี่ยนสีผล 10 วัน พบว่าปริมาณกรดและของแข็งที่ละลายน้ำได้เปลี่ยนแปลงน้อยมาก (Sapii *et al.*, 2000) และจากการศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับช่อผลลองกองพบว่าเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้นจาก 12 สัปดาห์ เป็น 15 สัปดาห์หลังติดผล ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นจาก 8.8 เปอร์เซ็นต์ เป็น 18.1 เปอร์เซ็นต์ (มุทิตา และคณะ, 2547) ซึ่งเมื่อพิจารณาร่วมกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในองค์ประกอบของผลผลิต ซึ่งความเข้มข้นของธาตุอาหารในน้ำคั้นและในเนื้อผลของผลผลิตนอกฤดูกาลมีแนวโน้มสูงกว่าผลผลิตในฤดูกาล อาจเป็นไปได้ว่าเนื่องจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เร็วเกินไปของผลผลิตนอกฤดูกาลเพื่อที่จะสามารถจำหน่ายผลผลิตในราคาที่สูงกว่าช่วงฤดูกาลปกติ ทำให้ผลผลิตนอกฤดูกาลมีคุณภาพผลผลิตด้อยกว่าผลผลิตในฤดูกาล อีกทั้งช่วงเวลาในการพัฒนาผลที่ต่างกันทำให้สภาพแวดล้อมอาจมีอิทธิพลต่อคุณภาพผลผลิต กล่าวคือ ฤดูกาลการให้ผลผลิตของลองกองในภาคใต้ตอนล่างอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม-พฤศจิกายน โดยต้นลองกองเริ่มแทงช่อดอกในช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน (กวิศร์ และ วันทนา, 2541) ซึ่งตรง

กับช่วงต้นฤดูฝนทำให้ปริมาณน้ำและความชื้นเหมาะสมในการพัฒนาดอกและผล แตกต่างกับการให้ผลผลิตนอกฤดูกาลที่ทำการงดน้ำและกวาดทรงพุ่มเพื่อเร่งให้ต้นลองกองมีการสะสมอาหารเร็ว จากนั้นจึงกระตุ้นการออกดอกด้วยการให้น้ำในปริมาณมาก ทำให้ต้นลองกองมีเวลาเตรียมความอุดมสมบูรณ์ในช่วงก่อนออกดอกน้อย และหากมีการงดน้ำจนต้นลองกองขาดน้ำรุนแรงจนใบร่วงหล่นมากทำให้สูญเสียแหล่งสร้างและสะสมอาหารซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาผลโดยตรง โดยมีรายงานในส้มที่มีการปลดใบส้มทิ้งจะไปลดการพัฒนาผลและเพิ่มอัตราการร่วงของผล (Mehouachi *et al.*, 1995) เมื่อลองกองแทงช่อดอกช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม ซึ่งเป็นช่วงฝนทิ้งช่วงทำให้ไปจำกัดการพัฒนาของผลหากมีการให้น้ำไม่เพียงพอ จากการศึกษาการพัฒนาผลลองกองในพื้นที่แตกต่างกัน พบว่าเวลาในการพัฒนาผลจนสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อยู่ในช่วง 12-16 สัปดาห์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการพัฒนาผลผลิตลองกอง (นพรัตน์, 2528; สุชัญญา, 2527; สุรกิตติ และคณะ, 2540)

2. ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในองค์ประกอบของผลและคุณภาพผลผลิต

มีรายงานในไม้ผลหลาย ๆ ชนิด เกี่ยวอิทธิพลของธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิต โดยธาตุที่มีอิทธิพลชัดเจนได้แก่ ไนโตรเจน และโพแทสเซียม ซึ่งมีอิทธิพลต่อน้ำหนักผล ขนาดผล ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลผลิตไม้ผล (นิภาพร และ ตระกูล, 2544; He *et al.*, 2003; Quaggio *et al.*, 2002; Smith, 1968) อย่างไรก็ตามในลองกองเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลกับคุณภาพผลผลิตแล้ว พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต่ำ เนื่องจากคุณภาพผลผลิตลองกองไม่ได้ขึ้นอยู่กับธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว แต่จะขึ้นกับอายุการเก็บเกี่ยวและเวลาการเก็บรักษาผลผลิต และ สภาพแวดล้อม ธาตุอาหารเป็นแค่ปัจจัยหนึ่งเท่านั้น จึงได้ทดลองใช้เส้นขอบเขตบนเพื่อดูแนวโน้มอิทธิพลของธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิต โดยให้จุดบนเส้นขอบเขตบนแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับคุณภาพผลผลิตโดยตรง ส่วนจุดอื่น ๆ ใต้เส้นขอบเขตแสดงถึงอิทธิพลของธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิตแสดงไม่เต็มที่เพราะปัจจัยอื่น ๆ ไม่เหมาะสม พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียมในผลผลิตที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ขนาดผลและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นเพิ่มขึ้น แสดงว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่เหมาะสมจะไปเพิ่มคุณภาพภายนอกของผลผลิต คือ น้ำหนักผลเพิ่มขึ้น แต่จะไปทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ซึ่งแสดงรสเปรี้ยวของผลเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่บอกถึงความหวานของผลจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นของผลลองกองมีแนวโน้มสัมพันธ์กับความชอบของผู้บริโภค โดยความชอบที่ผู้บริโภคให้คะแนนสูงมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อยู่ในช่วง 0.8-1.2 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ในช่วง 15-20 เปอร์เซ็นต์

3. ผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิต

การพัฒนาผลของลองกองสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วงด้วยกัน คือ ช่วงผลอายุ 8 สัปดาห์หลังติดผล การพัฒนาของผลเป็นไปอย่างช้า ๆ โดยน้ำหนักสดของผลเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ผลจะมีการหลุดร่วงสูงในสัปดาห์ที่ 4-6 และช่วงผลอายุ 8-13 สัปดาห์ การพัฒนาของผลเป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยน้ำหนักสดผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมาจากน้ำหนักเนื้อผลเป็นส่วนใหญ่ คือประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักผลรวม (รูปที่ 11ก) ในช่วงนี้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นจะลดลงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้จะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มคงที่ในสัปดาห์ที่ 13 ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (รูปที่ 13 และ 14) สอดคล้องกับการศึกษาการพัฒนาผลของลองกองที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี ที่พบว่าการเจริญเติบโตของผลและเนื้อเป็นแบบ Simple sigmoid curve โดยน้ำหนักผลลองกองเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วงผลอายุ 6 สัปดาห์ และน้ำหนักจะเพิ่มอย่างรวดเร็วและเริ่มคงที่ในสัปดาห์ที่ 11-12 ปริมาณกรดในน้ำคั้นจะลดลงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นเมื่ออายุผลเพิ่มขึ้น และคงที่ในสัปดาห์ที่ 13 (สุรกิตติ และคณะ, 2540) และมีไม้ผลหลายชนิดที่มีการพัฒนาผลแบ่งเป็น 2 ช่วง เช่นเดียวกับลองกอง เช่น การพัฒนาผลของส้มที่การพัฒนาผลในช่วงการแบ่งเซลล์น้ำหนักผลจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ใช้เวลา 4-5 สัปดาห์ และในช่วงขยายขนาดของเซลล์ น้ำหนักผลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Mehouachi, *et al.*,1995) และการลดลงของกรดในผลและการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลลองกองนั้นเป็นลักษณะทั่วไปที่เกิดกระบวนการสุกของผลไม้ ที่กรดต่าง ๆ ในผลมีองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงไปและมีการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต โดยเปลี่ยนจากแป้งเป็นน้ำตาลหรือน้ำตาลเป็นน้ำตาลอีกชนิด (จริงแท้, 2538) ในผลลองกองพบว่ามีการสะสมคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นเมื่อผลอายุเพิ่มขึ้นในช่วงผลเกิดกระบวนการสุก (นฤทธิ์, 2545)

การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้คุณภาพของผลผลิตลองกองดีขึ้น โดยทำให้ความยาวช่อ ขนาดผล น้ำหนักผล น้ำหนักผลต่อช่อ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดการหลุดร่วงของผล (รูปที่ 7, 8, 9, 10, 11 และ 14) เมื่อพิจารณาธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของลองกองพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียมในใบและในองค์ประกอบของผลผลิตจากต้นที่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มสูงกว่าต้นไม่ใส่ปุ๋ย (รูปที่ 15 และ 17) และความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผล พบว่าปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมของผลผลิตลองกองที่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมของผลผลิตลองกองที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียงกัน (รูปที่ 22) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพผลผลิตของลองกองที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นอิทธิพลจากธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมจากการให้ปุ๋ย สอดคล้องกับรายงานในผลไม้หลายชนิด เช่น การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมทำให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้นในเกรฟฟรุ๊ต (He *et al.*, 2003) ส่วนในแอปเปิล (Fallahi *et al.*, 2001) เลมอน (Quaggio *et al.*,

2002) มะนาว (เกียรติรวี และ ตระกูล, 2544) และส้ม (Smith, 1968) ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น ในฝรั่ง (นิภาพร และ ตระกูล, 2544) เลมอน และส้มการให้อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มทำให้ขนาดผลและน้ำหนักผลเพิ่มขึ้น โดยในฝรั่งยังทำให้ปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น และในส้มทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นด้วย และจากการพิจารณาสมบัติบางประการของดินพบว่าการใส่ปุ๋ยทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสะสมในปริมาณที่สูงมาก (550 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แม้แต่ต้นลองกองที่ไม่ใส่ปุ๋ยซึ่งได้งดการใส่ปุ๋ยมาแล้ว 1 ฤดูกาล ยังพบว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่สูงมาก (115 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แสดงให้เห็นว่าการจัดการปุ๋ยในลองกองตามการจัดการปุ๋ยในไม้ผลโดยทั่วไปนั้นเป็นการให้ธาตุฟอสฟอรัสที่เกิดความต้องการของพืช สอดคล้องกับรายงานการศึกษาธาตุอาหารในสวนลองกองในจังหวัดสงขลาและนราธิวาสที่มีการจัดการแตกต่างกันจำนวน 10 สวน พบว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่สะสมในดินเฉลี่ยสูงถึง 237.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดว่าอยู่ในระดับที่สูงมาก (จำเป็น และคณะ, 2547)

4. ผลของปุ๋ยต่อธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงพัฒนาผล

ธาตุอาหารพืชที่ให้ทางดินจะเข้าสู่รากพืชโดยเข้าไปพร้อมกับน้ำในรูปสารละลายและเคลื่อนย้ายผ่านทางท่อน้ำไปยังใบและส่วนต่าง ๆ ของพืชเพื่อใช้ในกิจกรรมสร้างอาหารของพืช ทำให้ธาตุอาหารในพืชส่วนใหญ่สะสมอยู่ที่ใบ เมื่อใบใช้ธาตุอาหารในการดำเนินกิจกรรมในการสร้างอาหารเพื่อส่งไปยังเซลล์ในส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะเนื้อเยื่อที่มีการเจริญพัฒนา ได้แก่ ปลายยอด ปลายราก ดอก และผล ซึ่งแต่ละส่วนมีการสะสมธาตุอาหารแตกต่างกัน ในลองกองการใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของลองกองในช่วงการพัฒนาผลมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

4.1 ใบและเปลือกกิ่ง

ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบตลอดช่วงการพัฒนาผล และโพแทสเซียมในช่วงแรกของการพัฒนาผลของต้นที่ใส่ปุ๋ยมีค่าที่สูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยทางดินจะมีผลอย่างชัดเจนในใบ เพราะใบเป็นแหล่งสร้างอาหารของพืชจึงจำเป็นต้องใช้ธาตุอาหารเป็นสารตั้งต้นหรือตัวช่วยกระตุ้นการทำงานในกระบวนการสร้างสารอินทรีย์ ต่าง ๆ ส่วนในเปลือกกิ่งความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้กันตลอดช่วงการพัฒนาผล ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมของต้นที่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ตรงกับรายงานการศึกษาธาตุอาหารและคาร์โบไฮเดรตในใบและเปลือกกิ่งในช่วงระยะเวลาก่อนแทงช่อดอกของลองกอง พบว่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของต้นที่ให้ผลผลิตแล้วของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยไม่แตกต่างกันตลอดช่วงเวลา

ก่อนการแทงช่อดอก (ญันยงค์, 2546) อาจเนื่องมาจากธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่จะเคลื่อนที่ไปยังใบและถูกส่งต่อไปยังเนื้อเยื่อเจริญอื่น ๆ ที่มีกิจกรรมการสร้างเซลล์ใหม่และมีกิจกรรมสังเคราะห์แสง บริเวณเปลือกกิ่งเป็นเนื้อเยื่อที่มีกิจกรรมน้อยทำให้มีปริมาณธาตุอาหารสะสมอยู่น้อยและเปลี่ยนแปลงน้อยด้วย โดยมีรายงานในลิ้นจี่ว่าธาตุอาหารในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ คือ ใบ กิ่งแขนง รากขนาดเล็กมีความเข้มข้นสูงกว่าลำต้น และกิ่งขนาดต่าง ๆ (นันทรัตน์, 2544)

4.2 องค์ประกอบของผลผลิต

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในก้านช่อผลมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาในการพัฒนาผลเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกของต้นที่มีการใส่ปุ๋ยจะมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย และกลับมามีค่าใกล้เคียงกันเมื่อใกล้ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (สัปดาห์ที่ 10–13) อาจเนื่องมาจากโพแทสเซียมเคลื่อนย้ายจากก้านช่อผลไปใช้ในผลในกระบวนการสุก ซึ่งสอดคล้องกับโพแทสเซียมในเนื้อและเปลือกผลของต้นที่ใส่ปุ๋ยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นชัดในช่วงระยะนี้ (รูปที่ 17 จ และ ฉ) ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในส่วนของเนื้อผลมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลอายุเพิ่มขึ้น (รูปที่ 15, 16, 17, 18 และ 19) ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับการทดลองในส้มที่พบว่าฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมจะเพิ่มขึ้นในระยะแรกของการพัฒนาผล คือ ระยะแบ่งเซลล์ แล้วมีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะที่ 2 คือ ระยะขยายขนาดเซลล์ และมีแนวโน้มคงที่ในระยะสุดท้ายของการพัฒนาผลซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Storey and Treeby, 2000) และในมะม่วงความเข้มข้นของแคลเซียมในผลจะลดลงเมื่อใกล้ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (Joyce *et al.*, 2001) การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักผลของลองกองอย่างช้า ๆ ในช่วงผลอายุ 8 สัปดาห์หลังติดผล และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงผลอายุ 8–12 สัปดาห์ แล้วมีแนวโน้มคงที่ในช่วงผลอายุ12–13 สัปดาห์ นั้น (รูปที่ 12) แสดงให้เห็นว่าผลลองกองต้องการธาตุอาหารไปใช้ในการเพิ่มจำนวนเซลล์ในระยะแรกของการพัฒนาผล และเมื่อเพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้นการพัฒนาจะเปลี่ยนเป็นการขยายขนาดเซลล์ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารภายในเซลล์ลดลง เมื่อมีการพัฒนาทางด้านขนาดจนเต็มที่แล้วทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลคงที่ ซึ่งจะเข้าสู่ช่วงกระบวนการสุกของผล และการใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน และโพแทสเซียมในก้านช่อผล เนื้อ และเปลือกผลสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะในก้านช่อผลและเปลือกผลที่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน

5. ความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลผลิต

จากการประเมินปริมาณธาตุอาหารที่เสียไปกับผลผลิต โดยคิดว่าลองกองให้ผลผลิตมากกว่า 100 กิโลกรัมต่อต้น จะต้องใช้ธาตุโพแทสเซียม ไนโตรเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมในการพัฒนาผลผลิต มีค่าเท่ากับ 221, 138, 35, 28 และ 17 กรัม ตามลำดับ (รูปที่ 5) เมื่อคิดเป็นสัดส่วนอย่างต่ำของ $N:P_2O_5:K_2O$ มีค่าเท่ากับ 2.2:1.0:4.1 เมื่อเปรียบเทียบค่าที่เคยมีประเมินไว้โดยเบื้องต้นของผลผลิตลองกองสด 100 กิโลกรัม ที่ต้องโพแทสเซียม ไนโตรเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมในการพัฒนาผลผลิตเท่ากับ 400, 200, 40, 30 และ 20 กรัม ตามลำดับ คิดเป็นสัดส่วนอย่างต่ำของ $N:P_2O_5:K_2O$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.0:1.0:7.0 (จำเป็น และคณะ, 2547) พบว่าสัดส่วนที่ได้มีความแตกต่างกัน แต่มีความต้องการธาตุโพแทสเซียมสูงเช่นเดียวกัน ซึ่งปริมาณธาตุอาหารในมังคุด มะม่วง และทุเรียนก็มีความต้องการโพแทสเซียมมากกว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในการพัฒนาผลเช่นเดียวกัน (ปัญจพร, 2544) การพัฒนาผลของลองกองต้องการธาตุโพแทสเซียมและไนโตรเจนในปริมาณสูงกว่าธาตุอื่น ๆ โดยการสะสมธาตุอาหารในผลผลิตมีแนวโน้มเหมือนกับการพัฒนาน้ำหนักสดของผล คือ ธาตุโพแทสเซียมและไนโตรเจนในผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วง 8 สัปดาห์แรกหลังติดผล และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงผลอายุ 8–12 สัปดาห์ ซึ่งคล้ายกับความต้องการธาตุอาหารของผลผลิตลำไยที่ต้องการไนโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณสูงกว่าธาตุอื่น โดยเพิ่มขึ้นในช่วงหลังติดผลประมาณ 1 เดือน (ยุทธนา และคณะ, 2543) เมื่อคิดปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตลองกองจากต้นที่มีการใส่ปุ๋ยพบว่าลองกองใช้ปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีเพียงพอต่อความต้องการของลองกองอยู่แล้ว ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด และเมื่อประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการพัฒนาผลผลิตสด 100 กิโลกรัม ของต้นที่ใส่ปุ๋ยพบว่าต้องใช้โพแทสเซียม ไนโตรเจน แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 435, 248, 39, 21 และ 17 กรัมต่อผลผลิตสด 100 กิโลกรัม ตามลำดับ (รูปที่ 22) ซึ่งมีปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงกว่าที่ประเมินไว้เบื้องต้นมาก การใส่ปุ๋ยให้ลองกองในทั้ง 3 ระยะของการทดลอง มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 720 กรัมต่อต้น ฟอสฟอรัส (P_2O_5) เท่ากับ 1,040 กรัมต่อต้น และโพแทสเซียม (K_2O) เท่ากับ 1,200 กรัมต่อต้น จะสังเกตได้ว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูงใกล้เคียงกับไนโตรเจนและโพแทสเซียมทั้งที่ผลผลิตลองกองต้องการไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากกว่าฟอสฟอรัสประมาณ 12 และ 20 เท่า ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะเกิดจากความเชื่อว่าฟอสฟอรัสช่วยในการออกดอกและโดยสภาพทั่วไปของดินกรดเขตร้อนมักประสบปัญหาขาดธาตุฟอสฟอรัส ทำให้มีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูงอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีฟอสฟอรัสเหลือตกค้างในดินสูงเกินความต้องการของพืช ซึ่งรายงานวิจัยการจัดการธาตุอาหารในทุเรียนพบว่าการ

ใช้ปุ๋ยโดยทั่วไปของเกษตรกรทำให้มีฟอสฟอรัสตกค้างในดินเป็นปริมาณที่สูงมาก และการงดใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในปีถัดไปไม่ส่งผลกระทบต่อการออกดอกและการให้ผลผลิต (สุมิตรา, 2544) ดังนั้นการจัดการปุ๋ยให้เพียงพอต่อความต้องการของต้นลองกองในการพัฒนาผล จึงควรให้ความสำคัญกับธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมเพราะทำให้คุณภาพผลผลิตดีขึ้น และควรลดการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตลงหากมีการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอัตราสูงอย่างต่อเนื่องเพราะฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินมีเพียงพอกับความต้องการของลองกอง อีกทั้งหากมีการใส่ฟอสฟอรัสในอัตราสูงอย่างต่อเนื่องอาจมีผลกระทบต่อการดูดใช้จุลธาตุของพืชได้ การใส่ปุ๋ยในช่วงการพัฒนาผลควรให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงในช่วงสัปดาห์ที่ 4-5 หลังติดผล เพื่อให้ลองกองสามารถดูดดึงไปใช้ได้ทันความต้องการของผลเนื่องเป็นช่วงที่ผลลองกองเริ่มมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ซึ่งต้องการธาตุอาหารสูง

บทที่ 5

สรุป และข้อเสนอแนะ

1. สรุป

1.1 คุณภาพผลผลิตลองกองนอกและในฤดูกาล

ผลผลิตลองกองที่ให้ผลผลิตในฤดูกาลมีคุณภาพดีกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล โดยผลผลิตในฤดูกาลมีน้ำหนักผลผลต่อช่อ ขนาดผล และปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นของผลผลิตในฤดูกาลมีค่าต่ำกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล คุณภาพผลผลิตที่แตกต่างกันอาจเป็นผลของอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่แตกต่างกัน เพราะความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลผลิตในฤดูกาลมีแนวโน้มต่ำกว่าผลผลิตนอกฤดูกาล ซึ่งอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ต่างกันมีผลต่อคุณภาพผลและธาตุอาหารในผล โดยอายุผลที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นลดลง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นเพิ่มขึ้น และความเข้มข้นของแอมโมเนียม ไนเทรต แคลเซียม และแมกนีเซียมในน้ำคั้นของผลผลิตลดลง

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในองค์ประกอบของผลและคุณภาพผลผลิต

จากการใช้เส้นขอบเขตบนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของลองกอง พบว่าธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในผลผลิตที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักผลผลิตต่อช่อและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น โดยปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นมีแนวโน้มสัมพันธ์กับความชอบของผู้บริโภค ซึ่งปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ที่อยู่ในช่วง 0.8-1.2 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ในช่วง 15-20 เปอร์เซ็นต์ เป็นช่วงที่ผู้บริโภคให้คะแนนสูงสุด

1.3 ผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิต

การพัฒนาผลของลองกองสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงผลอายุ 8 สัปดาห์หลังติดผล น้ำหนักสดผลเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และมีการหลุดร่วงของผลสูงในช่วงผลอายุ 4-6 สัปดาห์ และช่วงผลอายุ 10-13 สัปดาห์ น้ำหนักสดผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงนี้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นจะลดลงและปริมาณของแข็งที่ละลายได้จะเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้คุณภาพผลผลิตของลองกองดีขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยทำให้ความยาวช่อ ขนาดผล น้ำหนักผล น้ำหนักผลต่อช่อ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น อีกทั้งช่วยลดการหลุดร่วงของผล

1.4 ผลของปุ๋ยต่อธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของลองกอง

การใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบในช่วงแรกของการพัฒนาผลเพิ่มขึ้นสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนในเปลือกกิ่งความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้กันตลอดช่วงการพัฒนาผล ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมของต้นที่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย และการใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ธาตุอาหารในผลผลิตเพิ่มขึ้นคือ ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในก้านช่อผล ไนโตรเจนและโพแทสเซียมในก้านช่อผล เนื้อ และเปลือกผลสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะในก้านช่อผลและเปลือกผลที่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน

1.5.ความต้องการธาตุอาหารในการพัฒนาผลผลิต

จากการประเมินธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตลองกองที่จำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไป พบว่าผลผลิตลองกองสด 100 กิโลกรัม จะต้องใช้ธาตุโพแทสเซียม ไนโตรเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมในการพัฒนาผลผลิตเท่ากับ 221, 138, 35, 28 และ 17 กรัม ตามลำดับ และเมื่อนำผลผลิตลองกองจากต้นที่มีการใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยไปประเมินปริมาณธาตุอาหาร พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมจากต้นที่ใส่ปุ๋ยมีค่าสูงกว่าต้นที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมของต้นที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียงกัน โดยปริมาณธาตุอาหารในต้นที่ใส่ปุ๋ยมีปริมาณโพแทสเซียม ไนโตรเจน แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 435, 248, 39, 21 และ 17 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงกว่าที่ประเมินไว้เบื้องต้นมาก

2. ข้อเสนอแนะ

การจัดการสวนลองกองเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคนั้น ควรให้ความสำคัญกับการจัดการปุ๋ยซึ่งมีความสำคัญต่อคุณภาพผลผลิตลองกองเป็นอย่างมาก เนื่องจากผลผลิตลองกองต้องการธาตุโพแทสเซียมและไนโตรเจนมากกว่าธาตุอื่น ดังนั้นการให้ปุ๋ยในช่วงการพัฒนาผลควรให้ปุ๋ยที่มีอัตราไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงในช่วงผลอายุ 4–5 สัปดาห์ และหากการจัดการปุ๋ยเดิมมีการให้ฟอสฟอรัสในอัตราที่สูงอย่างต่อเนื่องควรลดหรืองดการให้ปุ๋ยฟอสเฟตลงได้ และหากต้องการความถูกต้องควรพิจารณาควบคู่กับผลการวิเคราะห์ดิน และควรให้ความสำคัญอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตซึ่งมีอิทธิพลต่อคุณภาพผลผลผลิตเป็นอย่างมาก โดยอายุเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เหมาะสมของลองกองควรเก็บเกี่ยวที่อายุผลประมาณ 13 สัปดาห์ โดยนับจากวันที่ดอกลองกองบานตลอดทั้งช่อ ซึ่งในช่วงนี้ผลผลิตจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงสุดและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ต่ำที่สุด

ในการทดลองยังเป็นการศึกษาการใช้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมร่วมกัน และเวลาในการใส่จะใช้ครอบคลุมทุกช่วงการพัฒนาของต้น ทำให้ไม่สามารถบอกถึงอิทธิพลของธาตุอาหารแต่ละธาตุ อัตรา และช่วงเวลาที่ชัดเจน จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอิทธิพลของธาตุอาหาร อัตรา และช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยเพื่อให้ได้แนวทางการจัดการธาตุอาหารในลองกองที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มสื่อส่งเสริมการเกษตร. 2548. ลองกอง. ส่วนส่งเสริมการเผยแพร่ กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [Online] http://agritech.doae.go.th/agri-media (ค้นวันที่ 5 ตุลาคม 2548)

กวิศร์ วานิชกุล และ วันทนา บัวทรัพย์. 2541. ความเป็นไปได้ในการขยายแหล่งผลิตลองกองสู่ภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันการวิจัยและการพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2542. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for windows. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

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

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

จำเป็น อ่อนทอง, สุรชาติ เพชรแก้ว, สายใจ กิ้มสงวน, มงคล แซ่หลิม และ จรัสศรี นวลศรี. 2547. ความต้องการธาตุอาหารของลองกองและการจัดการโดยใช้ผลการวิเคราะห์ดินและธาตุอาหารในใบ. เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 24 มีนาคม 2547 หน้า 10-1 ถึง 10-16

จำเป็น อ่อนทอง. 2537. แนวทางการจัดการดินและปุ๋ยในสวนลองกอง. ใน แนวทางการจัดการสวนลองกอง. (บรรณาธิการ : จำเป็น อ่อนทอง, สุรกิตติ ศรีกุล และ มนตรี อิรไกรศีล). หน้า 41-73. สุราษฎร์ธานี : ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี.

จำเป็น อ่อนทอง. 2545. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา : ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

ญันยงค์ ปล้องอ่อน. 2546. การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารและคาร์โบไฮเดรตในลองกองช่วงก่อนแทงช่อดอก. รายงานวิชาธาตุอาหารพืชขั้นสูง. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากร-ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธวัชชัย นิ่มกิ่งรัตน์. 2540. ฟอสฟอรัส ; บทบาทต่อการออกดอกของพืช. วิทยาสารสถาบันวิจัยพืชสวน 16 : 103-107.

นพรัตน์ พันธุวนิช. 2528. การเจริญเติบโตของผล ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยวของลองกอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นฤทธิ โตะหะ. 2545. ความเข้มข้นของธาตุอาหารและคาร์โบไฮเดรตในใบและผลผลิตในระยะออกดอกและพัฒนาผลลองกอง. รายงานวิชาปัญหาพิเศษ. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2544. ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นลิ้นจี่. วารสารวิชาการเกษตร. 19 : 106-119.

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

ปัญจพร เลิศรัตน์. 2544. งานวิจัยการให้ปุ๋ยเคมีในระบบน้ำกับไม้ผลเมืองร้อนบางชนิด. กลยุทธ์การจัดการธาตุอาหารพืชสู่รายได้ที่ยั่งยืน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและวารสารเคหการเกษตร วันที่ 18-19 สิงหาคม หน้า 85-90.

พัชริน ตะริดโน และ รวี เศรฐภักดี. 2545. อิทธิพลของปุ๋ยที่มีธาตุโพแทสเซียมสูงต่อคุณภาพของผลส้มฟรีมองต์. วารสารสาระไม้ผลและผัก 7 : 6-7.

มงคล แซ่หลิม, สายัณห์ สดุดี, จำเป็น อ่อนทอง และ สุภาณี ชนะวีระวรรณ. 2544. การศึกษาสวนต้นแบบในการผลิตลองกอง. รายงานวิจัย. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มงคล แซ่หลิม. 2547. การผลิตลองกองในภาคใต้. เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 24 มีนาคม 2547 หน้า 1-1 ถึง 10-15

มงคล หลิม, สายัณห์ สดุดี และ สุภาณี ยงค์. 2541. การแก้ปัญหาการแตกของผลลองกองในภาคใต้. วารสารสงขลานครินทร์ (วทท.) 21 : 301-308.

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

มุทิตา มีนุ่น และ สุกัญญา จันทะชุม. 2547. กระบวนการผลิตน้ำลองกอง. เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 24 มีนาคม 2547 หน้า 10-1 ถึง 10-16.

มุทิตา มีนุ่น, สุกัญญา จันทะชุม และ นันทพร สุขกระจ่าง. 2547. การยืดอายุการเก็บรักษาลองกองผลเดี่ยวโดยวิธีดัดแปลงสภาพบรรยากาศ. เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 24 มีนาคม 2547 หน้า 10-1 ถึง 10-16.

มุทิตา มีนุ่น, สุกัญญา จันทะชุม และ นันทพร สุขกระจ่าง. 2547. กระบวนการผลิตลองกองชิ้นในน้ำเชื่อม. เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 24 มีนาคม 2547 หน้า 10-1 ถึง 10-16.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

ศูนย์สารสนเทศ. 2548. สถิติการปลูกลองกอง (Long kong) รายจังหวัด ปีการเพาะปลูก 2546. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [Online] http://doae.go.th/data/fruit/35.pdf (ค้นวันที่ 5 ตุลาคม 2548)

สุกัญญา จันทะชุม และ มุทิตา มีนุ่น. 2547. การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากลองกอง : ไวน์ผลไม้. เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 24 มีนาคม 2547 หน้า 10-1 ถึง 10-16.

สุชัญญา จันทร์ทักษิโณภาส. 2527. การเจริญเติบโตของผลลองกอง. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

สุรกิตติ ศรีกุล, อรพิน อินทร์แก้ว และ ชาย โพธิวิส. 2540. การใช้สารแคลเซียมในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มคุณภาพและการเก็บรักษาของผลลองกอง. วิทยาสารสถาบันวิจัยพืชสวน. 16 : 7-34.

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

ไสว รัตนวงศ์. 2546. ทิศทางลองกองกับการพัฒนาในอนาคต. เอกสารประกอบการสัมมนาผลการวิจัย เรื่องการพัฒนาการผลิตและการจัดการผลผลิตลองกองในภาคใต้. กลุ่มงานอุดหนุนงานวิจัย กองส่งเสริมการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 12 พฤศจิกายน 2546 หน้า 115-131.

A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis of Association of Official Analysis Chemists 15th ed. Virginia: The Association of Official Analytical Chemists, Inc.

Amoros, A., Zapata, P., Botella, M.A. and Serrano, M. 2003. Physico-chemical and physiological changes during fruit development and ripening of five Loquat (*Eriobtrya japonica* Lindl.) cultivars. Food Science and Technology International. 9 : 43-51.

Bussi, C. and Amiot, 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.

Joyce, D. C., Shorter, A. J. and Hockings, P. D., 2001. Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturities. Scientia Horticulturae. 91 : 81-99.

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.

Mercado-Silva, E., Benito-Bautista, P. and Garcia-Velasco, M. A. 1998. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. Posthavest Biology and Technology. 13 : 143-150.

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.

Sapii, T. A., Yunus, N., Muda, P. and Lin, S. T. 2000. Postharvest quality changes in Dokong (*Lansium domesticum* Corr.) harvested at different stages of ripeness. Quality assurance in agricultural produce, ACIAR proceedings 100 pp. 201-205.

Sean Carrington, C. M. and Gerard King, R. A. 2002. Fruit development and ripening in Barbados cherry, *Malpighia emarginata* DC. Scientia Horticulturae. 92 : 1-7.

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.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 คุณภาพผลและธาตุอาหารในน้ำคั้นของผลผลิตลองกองในช่วงผล อายุ 10-16 สัปดาห์

รายการ	อายุผลหลังติดผล (สัปดาห์)				F-test	C.V. (%)
	10	12	14	16		
น้ำหนักช่อผล (กรัม)	189.81	260.57	202.80	228.74	NS	28.62
TA (เปอร์เซ็นต์)	4.19^{a}	1.13^{b}	0.84^{bc}	0.68^{c}	**	13.46
TSS (เปอร์เซ็นต์)	9.16^{b}	13.72^{a}	15.32^{a}	15.00^{a}	**	12.73
NH_4^+-N (มิลลิกรัมต่อลิตร)	39.67^{a}	10.42^{b}	7.84^{b}	5.99^{b}	**	33.80
NO_3^--N (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.36^{a}	0.11^{c}	0.50^{c}	1.01^{ab}	*	81.10
P (มิลลิกรัมต่อลิตร)	182.15^{b}	247.66^{a}	240.85^{a}	234.77^{a}	*	15.33
K (มิลลิกรัมต่อลิตร)	2301.10	2645.11	2604.23	2433.08	NS	9.01
Ca (มิลลิกรัมต่อลิตร)	162.62^{a}	52.40^{b}	63.12^{b}	39.86^{b}	**	33.12
Mg (มิลลิกรัมต่อลิตร)	170.76^{a}	128.56^{b}	139.06^{b}	125.42^{b}	**	14.10

หมายเหตุ : ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และ NS = ไม่แตกต่างทางสถิติ ค่าที่อยู่ในแถวเดียวกันมีตัวอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยวิธี LSD

ตารางภาคผนวกที่ 2 คุณภาพภายนอกของผลผลิตลองกองนอกฤดูกาลผลิต จำนวน 28 ช่อ

ช่อที่	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนผล (ผล)	ขนาด (มม.)	ก้านช่อผล			น้ำหนักเปลือกผล		น้ำหนักเนื้อผล	
				ยาว (ซม.)	นน. สด (กรัม)	นน. แห้ง (กรัม)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)
1	564.89	37	27.22	17.5	10.23	3.58	121.26	32.76	410.62	77.85
2	479.38	22	33.11	14.6	6.64	1.93	105.70	22.10	355.22	107.09
3	401.78	32	26.11	14.5	6.11	1.85	75.92	18.00	307.58	50.22
4	427.95	31	27.15	17.0	6.44	2.07	80.00	22.84	366.03	67.83
5	395.92	27	27.75	13.0	5.56	1.62	91.33	19.98	289.84	39.69
6	497.07	41	26.82	15.6	7.96	2.33	131.65	29.35	345.87	62.25
7	433.80	29	27.41	15.0	7.64	2.33	86.66	20.80	331.07	51.95
8	446.18	32	28.36	16.8	7.78	2.54	111.92	24.05	318.66	51.52
9	326.12	23	27.55	12.0	5.03	1.96	66.53	18.02	249.19	41.96
10	502.58	42	25.87	21.1	11.35	3.34	136.05	28.60	346.56	71.82
11	459.18	29	29.59	15.5	6.51	1.91	110.51	19.08	335.57	76.96
12	591.16	25	34.08	16.5	7.97	2.60	108.76	22.85	466.90	106.41
13	583.45	34	31.14	15.4	10.39	3.14	125.75	28.17	455.84	95.67
14	457.35	26	30.32	13.7	6.43	2.12	96.72	19.91	345.93	87.70

ตารางภาคผนวกที่ 3 คุณภาพภายนอกของผลผลิตลองกองในฤดูกาลผลิต จำนวน 72 ช่อ

ช่อที่	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนผล (ผล)	ขนาด (มม.)	ก้านช่อผล			น้ำหนักเปลือกผล		น้ำหนักเนื้อผล	
				ยาว (ซม.)	นน. สด (กรัม)	นน. แห้ง (กรัม)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)
15	515.30	22	33.67	17.0	9.30	2.90	113.45	22.70	385.55	77.00
16	427.32	25	30.72	16.0	7.30	2.10	88.95	16.45	326.77	67.61
17	415.07	27	28.83	18.1	7.98	2.40	100.51	20.84	302.21	36.74
18	302.53	25	28.54	15.0	10.24	3.05	96.08	20.30	263.58	33.55
19	373.30	27	25.76	10.7	7.24	2.33	84.16	18.48	208.29	34.30
20	377.63	28	28.04	10.5	6.70	2.07	102.11	22.26	266.27	46.68
21	338.19	23	28.41	12.0	6.88	2.22	82.55	17.75	245.93	55.81
22	501.61	32	28.89	19.3	9.70	3.03	103.41	25.07	366.77	76.69
23	405.03	31	27.25	18.8	6.17	2.00	78.31	20.55	301.77	73.74
24	496.93	32	29.13	17.2	10.04	3.04	99.10	23.83	364.69	54.03
25	386.57	24	30.19	15.3	6.39	1.96	87.11	20.14	275.23	64.76
26	433.25	26	31.17	16.0	6.31	1.84	105.27	19.08	300.05	56.30
27	390.11	22	31.04	12.5	5.06	1.68	88.26	18.41	273.18	42.90
28	345.80	22	29.51	14.3	4.15	1.42	67.23	17.26	274.42	56.56
29	577.98	30	31.08	18.1	7.50	2.79	119.34	26.87	441.16	121.00
30	401.33	25	29.19	14.0	5.28	1.66	90.12	17.63	298.82	46.57
31	461.82	29	29.01	14.5	6.35	2.30	111.30	23.95	336.14	69.90
32	669.77	27	34.40	16.6	9.38	2.92	142.74	28.13	510.35	90.78
33	513.36	24	33.02	14.8	6.80	2.00	113.65	21.24	390.26	75.13
34	780.32	41	31.61	20.4	11.99	3.71	159.78	34.51	583.39	44.10
35	705.02	42	31.03	17.2	11.04	35.57	189.40	39.85	486.02	36.98
36	582.50	29	32.60	9.5	7.50	2.46	142.46	32.53	417.91	49.59
37	818.51	51	31.35	28.5	9.33	5.11	186.38	41.73	592.91	94.48
38	723.11	44	30.59	16.9	11.71	3.86	167.96	37.20	523.63	79.37
39	615.02	37	32.00	17.8	8.89	2.91	140.54	31.90	445.61	78.43
40	547.27	32	31.87	14.6	6.86	2.04	120.77	22.63	417.58	73.32
41	508.62	25	32.00	15.0	8.44	2.77	130.92	30.34	363.31	70.23
42	503.03	35	28.50	16.3	6.18	2.01	122.38	29.02	376.73	75.03
43	435.05	33	28.79	14.1	5.55	1.73	103.31	25.62	317.04	83.30
44	505.53	30	29.01	17.6	7.39	2.51	104.02	27.38	382.96	94.06
45	653.31	33	31.76	13.8	6.69	2.19	119.44	31.50	513.09	105.18

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

ช่อที่	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนผล (ผล)	ขนาด (มม.)	ก้านช่อผล			น้ำหนักเปลือกผล		น้ำหนักเนื้อผล	
				ยาว (ซม.)	นน. สด (กรัม)	นน. แห้ง (กรัม)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)
46	578.45	27	33.03	14.4	7.85	2.44	114.15	24.40	450.89	96.63
47	608.17	27	34.87	13.0	6.69	2.07	121.43	24.69	472.82	120.49
48	635.10	27	37.20	13.9	7.18	2.23	121.60	22.83	495.87	86.20
49	455.62	20	34.49	10.0	4.58	1.18	76.20	18.38	366.19	48.99
50	438.05	26	32.46	16.0	6.02	1.66	79.65	17.52	369.16	73.80
51	595.80	26	34.44	13.0	6.77	2.24	139.42	28.19	434.71	86.12
52	654.30	40	31.22	18.4	11.83	3.50	167.12	38.87	464.89	118.73
53	611.40	32	33.04	18.3	8.23	2.79	146.40	27.02	445.49	117.56
54	508.95	29	32.14	14.4	5.29	1.65	117.99	22.54	377.45	63.91
55	598.98	30	33.97	14.5	6.62	1.96	144.70	25.83	439.67	113.93
56	419.88	23	30.97	12.0	5.24	1.68	112.28	20.96	295.67	72.81
57	464.70	22	32.94	11.2	5.55	1.96	105.02	20.57	276.00	56.62
58	572.66	35	30.66	15.2	9.49	2.98	132.80	28.57	411.09	63.21
59	535.24	37	28.88	16.0	10.40	3.20	127.96	27.77	375.68	46.72
60	591.06	23	36.01	14.8	8.99	2.75	121.02	23.80	441.16	79.96
61	1251.97	47	36.54	24.0	19.28	6.40	331.86	67.00	886.27	135.67
62	863.96	33	34.99	14.4	13.62	4.52	218.68	43.82	613.33	77.79
63	810.82	31	36.07	15.5	15.16	4.93	203.70	38.62	578.66	90.99
64	565.20	30	33.98	14.4	6.49	2.22	104.18	26.19	438.95	67.85
65	473.31	23	32.77	12.9	6.87	2.31	83.05	22.80	361.44	80.53
66	912.86	43	32.37	18.6	11.98	4.02	203.07	50.16	659.74	100.55
67	515.40	25	33.49	15.7	6.86	2.24	98.93	25.99	385.34	58.06
68	666.37	30	35.02	15.0	7.71	2.37	148.63	30.57	480.14	86.62
69	789.44	42	31.57	19.0	10.68	3.63	159.28	40.39	584.92	79.86
70	664.84	31	32.88	17.1	9.24	3.18	140.79	28.79	523.72	82.29
71	603.25	32	29.65	14.4	8.38	2.64	110.12	25.48	496.48	86.90
72	558.68	31	32.26	16.8	7.66	2.77	91.73	26.87	469.13	79.71
73	580.29	36	30.33	20.7	7.64	2.64	115.40	26.89	439.64	81.30
74	559.86	34	29.83	20.5	8.00	2.80	96.60	25.21	433.70	62.08
75	414.51	32	27.98	14.6	8.01	2.66	93.54	22.58	292.31	43.56
76	495.19	25	30.26	11.2	6.89	2.20	88.42	20.31	378.83	62.55

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

ช่อที่	น้ำหนักผล (กรัม)	จำนวนผล (ผล)	ขนาด (มม.)	ก้านช่อผล			น้ำหนักเปลือกผล		น้ำหนักเนื้อผล	
				ยาว (ซม.)	นน. สด (กรัม)	นน. แห้ง (กรัม)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)	สด (กรัม)	แห้ง (กรัม)
77	557.91	26	32.52	14.6	5.35	1.89	104.41	25.36	430.09	52.84
78	519.56	28	32.02	12.7	6.52	2.08	116.70	23.97	386.62	82.54
79	598.96	31	32.07	16.6	8.80	2.81	131.02	27.17	452.22	59.00
80	465.51	20	33.42	12.0	5.64	1.85	108.99	21.62	340.24	68.51
81	431.65	29	29.48	16.3	6.65	2.25	102.46	22.50	409.21	99.91
82	364.96	19	32.52	12.0	4.85	1.56	80.14	16.87	274.56	79.13
83	441.86	20	33.68	11.7	5.21	1.67	93.76	18.55	336.52	64.78
84	369.35	19	31.83	10.8	4.76	1.46	95.51	18.53	259.15	46.43
85	593.01	31	30.36	13.8	6.38	2.02	110.72	26.24	463.02	98.21
86	482.10	23	33.19	12.6	7.81	2.39	119.30	22.28	332.77	53.11
87	414.68	25	30.96	15.1	6.29	1.96	88.16	17.37	396.78	98.42
88	443.53	27	30.15	16.9	6.80	2.05	98.73	18.99	312.36	57.87
89	505.72	27	32.95	13.0	7.15	1.96	123.32	22.97	344.91	41.28
90	442.47	23	32.43	13.0	7.74	2.24	100.31	18.84	312.96	74.37
91	495.43	32	30.17	15.1	8.17	2.55	124.20	24.49	344.61	69.33
92	758.71	38	33.90	21.0	15.74	4.67	205.65	37.79	519.54	58.44
93	500.20	22	34.37	10.9	6.03	1.96	124.30	21.59	348.67	57.39
94	517.06	32	30.33	15.3	8.28	2.36	48.52	24.48	489.77	82.92
95	409.46	33	28.94	17.3	6.51	1.96	94.85	20.45	302.39	82.81
96	432.64	23	29.82	12.2	5.82	1.93	78.59	19.77	333.38	91.92
97	601.83	30	31.93	15.1	9.36	3.37	108.31	33.32	493.70	136.52
98	593.23	45	28.59	18.8	8.62	2.75	59.78	33.91	417.14	105.38
99	488.38	26	32.14	13.2	7.47	2.46	90.99	23.74	384.62	80.15
100	449.77	30	29.47	13.7	5.97	1.99	102.97	23.91	336.94	95.70

ตารางภาคผนวกที่ 4 คุณภาพภายในของผลผลิตลองกองนอกฤดูกาลผลิต จำนวน 28 ช่อ

ช่อที่	ปริมาณน้ำคั้น (ม.ล./100 ก.)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) (เปอร์เซ็นต์)	ความชอบ (คะแนน)
1	39.59	18.2	1.37	4.86
2	54.40	15.0	1.17	5.14
3	56.17	19.4	0.81	6.57
4	54.10	18.6	0.81	5.14
5	55.18	19.6	1.16	4.86
6	61.53	16.0	0.98	5.86
7	55.62	16.0	1.05	6.50
8	54.72	16.8	1.27	4.00
9	52.58	17.8	1.15	4.83
10	61.69	14.5	1.02	5.50
11	59.69	15.4	1.10	6.17
12	65.72	17.2	1.09	4.60
13	47.58	17.0	1.16	4.20
14	56.44	16.6	0.93	5.80
15	67.64	16.8	0.89	5.60
16	55.87	14.4	1.03	4.40
17	58.00	16.2	1.22	4.60
18	51.92	13.4	0.81	3.25
19	50.91	14.4	0.78	5.50
20	46.96	16.2	1.11	4.75
21	48.98	14.8	1.17	5.00
22	51.73	15.4	1.32	4.67
23	48.67	16.4	1.22	5.33
24	47.69	14.8	1.42	4.17
25	53.90	15.0	1.16	4.67
26	57.68	16.2	0.87	6.50
27	55.37	15.2	0.81	5.17
28	48.91	16.8	1.10	4.17

ตารางภาคผนวกที่ 5 คุณภาพภายในของผลผลิตลองกองในฤดูกาลผลิต จำนวน 72 ช่อ

ช่อที่	ปริมาณน้ำคั้น (ม.ล./100 ก.)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) (เปอร์เซ็นต์)	ความชอบ (คะแนน)
29	53.59	19.4	1.11	6.83
30	64.70	15.2	0.86	4.33
31	54.75	17.4	1.16	5.83
32	60.88	16.2	0.92	6.67
33	57.35	14.2	0.86	3.50
34	50.77	15.0	1.09	4.86
35	55.78	17.8	1.15	5.86
36	56.70	17.0	1.68	3.57
37	55.80	18.0	1.33	4.57
38	47.93	18.4	1.52	4.86
39	43.67	17.6	1.13	6.57
40	49.94	16.4	1.15	5.57
41	61.70	18.4	0.99	6.25
42	55.73	18.8	1.19	5.75
43	54.99	18.8	1.23	5.00
44	47.94	19.2	1.34	4.75
45	61.96	20.6	1.02	6.25
46	54.92	19.9	0.95	5.80
47	55.94	18.4	0.98	4.80
48	55.96	18.2	0.98	4.60
49	52.69	19.2	1.00	5.40
50	56.76	19.4	1.02	6.40
51	62.70	19.4	0.68	5.60
52	61.80	18.2	0.68	5.20
53	58.31	19.2	0.88	5.40
54	60.78	19.2	0.68	5.00
55	55.67	19.1	0.74	4.80
56	58.61	19.1	0.84	5.40
57	53.59	19.8	0.80	6.20
58	56.86	20.4	0.85	6.25
59	52.83	20.2	0.88	6.75
60	59.83	19.4	0.98	6.75

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

ชิ้นที่	ปริมาณน้ำคั้น (ม.ล./100 ก.)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) (เปอร์เซ็นต์)	ความชอบ (คะแนน)
61	56.84	19.0	1.19	3.50
62	56.71	20.8	1.21	4.25
63	58.49	19.0	0.87	4.75
64	54.22	16.2	0.61	4.67
65	54.88	18.2	0.88	5.33
66	55.17	18.0	0.74	5.33
67	46.94	17.8	0.96	6.00
68	53.56	17.8	1.06	5.33
69	53.11	20.2	0.77	6.33
70	54.59	20.4	1.12	6.33
71	48.79	18.6	0.82	6.33
72	55.67	20.4	0.75	5.25
73	50.58	19.2	0.81	5.25
74	58.67	20.2	0.77	5.75
75	54.92	20.2	0.77	6.25
76	57.66	16.0	1.05	4.75
77	55.52	19.0	0.70	5.00
78	53.43	18.8	0.74	5.75
79	54.85	17.4	0.70	5.50
80	57.67	17.0	0.99	5.25
81	53.17	18.2	0.74	5.75
82	56.72	19.2	0.72	5.00
83	53.00	18.8	0.81	5.00
84	51.97	18.2	1.14	5.00
85	63.68	15.2	0.70	5.25
86	55.59	20.0	0.91	6.00
87	50.86	19.4	0.91	6.33
88	53.77	18.0	0.94	6.67
89	56.98	18.6	0.88	4.00
90	49.98	20.0	0.89	6.33

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

ช่อที่	ปริมาณน้ำคั้น (ม.ล./100 ก.)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) (เปอร์เซ็นต์)	ความชอบ (คะแนน)
91	49.72	17.4	0.77	5.67
92	54.91	15.8	1.09	4.67
93	58.74	17.0	0.95	5.67
94	49.00	18.2	0.98	6.67
95	54.87	17.8	0.99	3.00
96	51.31	18.8	1.03	4.67
97	52.23	19.0	0.95	5.33
98	51.94	18.2	1.35	4.67
99	61.59	15.0	0.99	4.00
100	0.48	17.2	0.95	4.33

ตารางภาคผนวกที่ 6 น้ำหนักผลต่อช่อของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (กรัมต่อช่อ)

ตำรับ	ซ้ำ	เวลาหลังติดผล (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	13
ใส่ปุ๋ย	1	2.61	19.30	56.05	90.22	244.32	519.00	857.01
	2	3.36	15.99	44.32	86.67	325.01	759.74	888.78
	3	3.89	18.53	66.43	147.66	360.09	659.08	761.32
	4	3.91	14.53	63.79	194.98	268.25	-	-
ไม่ใส่ปุ๋ย	1	1.32	4.73	22.89	39.89	79.04	53.32	-
	2	1.27	3.30	19.94	69.31	164.92	470.57	354.67
	3	1.55	8.84	31.91	52.15	205.03	327.08	426.40
	4	2.60	9.68	27.68	70.81	260.70	643.93	659.83
ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	3.44	17.09	57.65	129.88	299.42	645.94	835.70
ไม่ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	1.68	6.64	25.60	58.04	177.42	373.72	480.30
T-test		**	**	**	*	*	NS	*

หมายเหตุ : NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และ ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 7 ความยาวก้านช่อผลลองกองในช่วงการพัฒนาผล (เซนติเมตร)

ตำรับ	ซ้ำ	เวลาหลังติดผล (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	13
ใส่ปุ๋ย	1	16.38	19.00	18.00	16.00	19.25	19.00	20.25
	2	15.50	15.17	13.00	13.75	14.00	16.75	18.00
	3	15.94	17.08	15.50	14.88	16.63	17.88	19.13
	4	14.50	13.00	15.00	15.75	11.00	-	-
ไม่ใส่ปุ๋ย	1	11.50	13.00	13.00	16.75	16.75	14.75	-
	2	11.00	12.00	11.75	11.75	11.50	12.75	7.25
	3	13.25	15.50	16.75	10.75	14.00	14.75	13.75
	4	15.00	16.00	13.50	14.25	12.75	11.50	13.50
ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	15.58	16.06	15.38	15.09	15.22	17.88	19.13
ไม่ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	12.69	14.13	13.75	13.38	13.75	13.44	11.50
T-test		*	NS	NS	NS	NS	**	*

หมายเหตุ : NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และ ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 8 จำนวนผลต่อช่อของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (ผลต่อช่อ)

ตำรับ	ซ้ำ	เวลาหลังติดผล (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	13
ใส่ปุ๋ย	1	44.00	45.33	44.00	32.00	38.50	33.00	48.00
	2	50.00	42.00	26.00	24.00	32.50	33.50	42.00
	3	35.33	48.00	43.50	30.00	41.50	33.00	37.00
	4	40.33	34.33	33.50	44.50	27.00	-	-
ไม่ใส่ปุ๋ย	1	18.00	19.50	15.00	17.00	24.00	7.50	-
	2	23.50	26.67	29.50	31.50	28.50	30.50	19.00
	3	31.00	34.50	29.00	21.00	29.50	19.00	26.00
	4	50.33	61.33	30.50	25.00	33.00	35.50	31.00
ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	42.42	42.42	36.75	32.63	34.88	33.17	42.33
ไม่ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	30.71	35.50	26.00	23.63	28.75	23.13	25.33
T-test		NS	NS	NS	NS	NS	NS	*

หมายเหตุ : NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 9 น้ำหนักต่อผลของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (กรัมต่อผล)

ตำรับ	ซ้ำ	เวลาหลังติดผล (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	13
ใส่ปุ๋ย	1	0.06	0.43	1.27	2.82	6.35	15.73	17.85
	2	0.07	0.38	1.70	3.61	10.00	22.68	21.16
	3	0.11	0.39	1.53	4.92	8.68	19.97	20.58
	4	0.10	0.42	1.90	4.38	9.94	-	-
ไม่ใส่ปุ๋ย	1	0.07	0.24	1.53	2.35	3.29	7.11	-
	2	0.05	0.12	0.68	2.20	5.79	15.43	18.67
	3	0.05	0.26	1.10	2.48	6.95	17.21	16.40
	4	0.05	0.16	0.91	2.83	7.90	18.14	21.28
ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	0.08	0.40	1.60	3.93	8.74	19.46	19.86
ไม่ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	0.06	0.20	1.05	2.47	5.98	14.47	18.78
T-test		NS	**	NS	*	NS	NS	NS

หมายเหตุ : NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และ ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 10 ขนาดผลของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (มิลลิเมตร)

ตำรับ	ซ้ำ	เวลาหลังติดผล (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	13
ใส่ปุ๋ย	1	4.113	9.648	12.635	16.847	23.352	31.165	31.78
	2	4.4244	9.773	14.881	21.018	27.154	35.2	36.068
	3	5.723	9.272	13.943	21.629	27.765	32.755	35.745
	4	5.336	9.49	14.63	20.633	27.465	-	-
ไม่ใส่ปุ๋ย	1	4.956	7.444	13.944	15.89	19.9	23.56	-
	2	4.256	5.798	10.593	16.048	22.015	31.895	33.505
	3	4.344	7.271	12.784	15.77	23.73	32.465	32.407
	4	4.149	7.377	11.579	16.159	25.235	33.14	34.662
ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	4.90	9.55	14.02	20.03	26.43	33.04	34.53
ไม่ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	4.43	6.97	12.23	15.97	22.72	30.27	33.52
T-test		NS	**	NS	*	NS	NS	NS

หมายเหตุ : NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และ ** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 11 น้ำหนักเนื้อผลของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (กรัมต่อช่อ)

ตำรับ	ซ้ำ	เวลาหลังติดผล (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	13
ใส่ปุ๋ย	1	-	-	-	31.06	124.41	369.58	627.05
	2	-	-	-	41.35	201.40	587.93	740.58
	3	-	-	-	65.13	207.91	484.76	615.62
	4	-	-	-	78.61	166.16	-	-
ไม่ใส่ปุ๋ย	1	-	-	-	12.64	33.42	30.15	-
	2	-	-	-	24.90	81.46	324.86	262.26
	3	-	-	-	19.86	115.46	236.07	328.04
	4	-	-	-	30.55	147.74	488.48	522.63
ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	-	-	-	54.04	174.97	480.76	661.08
ไม่ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	-	-	-	21.99	94.52	269.89	370.98
T-test		-	-		*	NS	NS	NS

หมายเหตุ : NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 12 น้ำหนักเปลือกต่อช่อของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (กรัมต่อช่อ)

ตำรับ	ซ้ำ	เวลาหลังติดผล (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	13
ใส่ปุ๋ย	1	-	-	-	59.16	119.91	149.42	229.96
	2	-	-	-	45.32	123.61	171.81	148.21
	3	-	-	-	82.53	152.19	174.32	145.70
	4	-	-	-	116.37	102.10	-	-
ไม่ใส่ปุ๋ย	1	-	-	-	27.26	45.62	23.17	-
	2	-	-	-	44.41	83.47	145.71	92.41
	3	-	-	-	32.29	89.58	91.01	98.36
	4	-	-	-	40.26	112.96	155.45	137.20
ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	-	-	-	75.84	124.45	165.18	174.62
ไม่ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	-	-	-	36.05	82.91	103.83	109.32
T-test		-	-	-	*	*	NS	*

หมายเหตุ : NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 13 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้นของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (เปอร์เซ็นต์)

ตำรับ	ซ้ำ	เวลาหลังติดผล (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	13
ใส่ปุ๋ย	1	-	-	-	-	4.40	1.49	1.179
	2	-	-	-	-	3.56	1.09	0.96
	3	-	-	-	-	3.46	1.37	0.84
	4	-	-	-	-	3.79	-	-
ไม่ใส่ปุ๋ย	1	-	-	-	-	3.96	1.52	-
	2	-	-	-	-	3.74	1.98	1.00
	3	-	-	-	-	2.39	1.60	0.78
	4	-	-	-	-	4.53	1.14	0.78
ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	-	-	-	-	3.80	1.32	0.99
ไม่ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	-	-	-	-	3.65	1.56	0.86
T-test		-	-	-	-	NS	NS	NS

หมายเหตุ : N S = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 14 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้นของลองกองในช่วงการพัฒนาผล (เปอร์เซ็นต์)

ตำรับ	ซ้ำ	เวลาหลังติดผล (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	13
ใส่ปุ๋ย	1	-	-	-	-	10	17	17.8
	2	-	-	-	-	11.5	18.6	17.2
	3	-	-	-	-	9	18.4	17
	4	-	-	-	-	13.6	-	-
ไม่ใส่ปุ๋ย	1	-	-	-	-	8.2	14	-
	2	-	-	-	-	7	14.8	15.4
	3	-	-	-	-	8	17.6	12.8
	4	-	-	-	-	8.5	15.2	16.2
ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	-	-	-	-	11.03	18.00	17.33
ไม่ใส่ปุ๋ย	เฉลี่ย	-	-	-	-	7.93	15.40	14.80
T-test		-	-	-	-	*	*	NS

หมายเหตุ : NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน ที่ค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายญันยงค์ ปล้องอ่อน

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4642010

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2543

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ญันยงค์ ปล้องอ่อน, จำเป็น อ่อนทอง และ มงคล แซ่หลิม. 2548. ผลการใส่ปุ๋ยต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิตลองกอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 36 5-6 (พิเศษ) : 32-35