วิทยานิพนธ์

ผลของปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอน ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1

Effects of Nitrogen Potassium Calcium and Boron Fertilizers on Growth Fruit Set and Quality of Papaya (*Carica papaya* L.) cv. Pakchong 1

นายชัยวัฒน์ อนุพันธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชสวน | พืชสวน

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง ผลของปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอน ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1

Effects of Nitrogen Potassium Calcium and Boron Fertilizers on Growth Fruit Set and Quality of Papaya (*Carica papaya* L.) cv. Pakchong 1

นามผู้วิจัย นายชัยวัฒน์ อนุพันธ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ (รองศาสตราจารย์ฉลองชัย แบบประเสริฐ, กส.บ.)

กรรมการ (รองศาสตราจารย์สุรศักดิ์ นิลนนท์, Ph.D.)

กรรมการ (รองศาสตราจารย์ยงยุทธ โอสถสภา, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา (รองศาสตราจารย์สุรศักดิ์ นิลนนท์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 28 **เดือน** พ.ค. **พ.ศ.** 2550

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอน ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1

Effects of Nitrogen Potassium Calcium and Boron Fertilizers on Growth Fruit Set and Quality of Papaya (*Carica papaya* L.) cv. Pakchong 1

โดย

นายชัยวัฒน์ อนุพันธ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2550

ชัยวัฒน์ อนุพันธ์ 2550: ผลของปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอน ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ฉลองชัย แบบประเสริฐ, กส.บ. 96 หน้า

การศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอน ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิต ของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ปลูกบนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 720 เมตร ทำการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2549 แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆ ประกอบด้วย 10 Treatments คือ T1 = N10:K10, T2 = N10:K20, T3 = N10:K30, T4 = N20:K10, T5 = N20:K20, T6 = N20:K30, T7 = N30:K10, T8 = N30:K20, T9 = N30:K30 และT10 = Control (ไม่ใส่ปุ๋ย) โดยใส่ปุ๋ยทางดินรอบทรงพุ่มทุกเดือนตั้งแต่ต้นอายุ 4-11 เดือน และการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ประกอบด้วย 7 Treatments คือ T1 = Control (พ่นน้ำกรอง), T2 = Ca 1,000 มก.Ca/ลิตร, T3 = Ca 2,000 มก. Ca/ลิตร, T4 = B 500 มก.B/ลิตร, T5 = B 1,000 มก.B/ลิตร, T6 = Ca 1,000 มก.Ca/ลิตรร่วมกับ B 1,000 มก.B/ลิตร และT7 = Ca 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับB 2,000 มก.B/ลิตร ฉีดพ่นทางใบทุก 2 เดือน เริ่มทำการทดลองตั้งแต่ต้นอายุ 4-10 เดือน แล้วจึงเก็บเกี่ยวผลผลิต ผลการทดลองที่1 แสดงว่าการที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ทุกตำรับไม่มีผลต่อความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่ม และ ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวก้านใบ จำนวนผลที่ติดบนต้น และจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวมากที่สุด ในด้านคุณภาพผล ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีเปอร์เซ็นต์ที่ใช้ประโยชน์ได้ในผลสูงที่สุดคือ 85.4% เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดคือ 14.2 °Brix และคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูงที่สุดคือ 7.8 คะแนน การทดลองที่ 2 ต้นมะละกอที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ทุกความเข้มข้นไม่มีความแตกต่าง ด้านความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวก้านใบ จำนวนผลที่ติดบนต้น และจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยว ในด้านคุณภาพผลพบว่า ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ที่ใช้ประโยชน์ได้ในผลสูงที่สุดคือ 87% ความแน่นเนื้อสูงที่สุดคือ 0.67 กิโลกรัม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลสูงที่สุดคือ 14.2 เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดคือ 14.2 °Brix และคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูงที่สุดคือ 8.5 คะแนน

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อประธานกรรมการ 25 พ.ค. 2550

Chaiwat Anuphan 2007: Effects of Nitrogen Potassium Calcium and Boron Fertilizers on Growth Fruit Set and Quality of Papaya (*Carica papaya* L.) cv. Pakchong 1. Master of Science (Agriculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Associate Professor Chalongchai Babpaserth, B.S. 96 pages.

The study on the effects of nitrogen potassium calcium and boron fertilizers on growth, fruit set and quality of papaya fruits (*Carica papaya* L.) cv. Pakchong 1, planted on the high land of 720 meters above sea level. The experiment was conducted at the Pangda Royal Project Station, Samoeng district, Chiang Mai province, from March 2005 to March 2006. There were 2 experiments: the 1st experiment aimed to study the effect of nitrogen and the potassium fertilizers application to the soil (grams N or K_2O per plant per month). The nutrient combination of 10 treatments were as follows: T1 = N10:K10, T2 = N10:K20, T3 = N10:K30, T4 = N20:K10, T5 = N20:K20, T6 = N20:K30, T7 = N30:K10, T8 = N30:K20, T9 = N30:K30, and T10 = CONTROL (no fertilizer). The 2nd experiment was to study the effect of the calcium and the boron foliar application once every two months – consisted of 7 treatments: T1 = CONTROL (plain water spray only), T2 = Ca1,000 mg.Ca/l, T3 = Ca2,000 mg.Ca/l, T4 = B500 mg.B/l, T5 = B1,000 mg.B/l, T6 = Ca 1,000 mg.Ca/l with B 1,000 mg.B/l and T7 = Ca 2,000 mg.Ca/l with B 2,000 mg.B/l. The treatment of both experiments were arranged in completely randomized design with 4 replications. The vegetative and reproductive growth observations were made during 4 to 11 month after planting. Soil application of nitrogen and potassium fertilizers had no effects on plant height and the canopy width but the plants obtaining 20 grams nitrogen and 20 grams potassium had higher growth, stem diameters, leaf width, leaf length, petiole length and number of harvested fruits. The plants obtaining 30 grams nitrogen and 30 grams potassium produced the best quality fruits of highest recovery (85.4%), TSS (14.2 °Brix) and highest testing scores (7.8 from 10).Foliar application of calcium, boron and calcium with boron fertilizers had no effects on plant height, canopy width, stem diameters, width and length of leaves, petiole length and number of harvested fruits. Application of 2,000 mg.Ca/l with 2,000 mg.B/l to papaya plants resulted in highest percentage of recovery (87%), fruit firmness (0.76 Kg.), fruit diameters (14.2 cm.),TSS (14.2 °Brix) and highest testing scores (8.5 from 10).

Anuphan C. — Student's signature

Babpaserth C. — Thesis Advisor's signature

25 / 05 / 2007

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ฉลองชัย แบบประเสริฐ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำปรึกษา ตลอดจนชี้แนะแนวทาง และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ดร. สุรศักดิ์ นิลนนท์ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก รองศาสตราจารย์ดร. ยงยุทธ โอสถสภา กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง และรองศาสตราจารย์ วิสุทธิ์ สุวรรณาภินันท์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นายสมาน ณ ลำปาง หัวหน้าสถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ และนายวิพัฒน์ ดวงโภชน์ หัวหน้าสถานีเกษตรหลวงปางดะ ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงทดลอง ตลอดจนเจ้าหน้าที่สถานีเกษตรหลวงปางดะทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 อาจารย์.สิรี สุวรรณเขตนิคม (พี่ต่าย) และพี่น้อง ที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการวิเคราะห์ธาตุอาหารในตัวอย่างดินและพืชในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ เพื่อนๆ และน้องๆ ภาควิชาพืชสวน และงานไม้ผลส่วนกลาง มูลนิธิโครงการหลวงทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ตลอดจนชี้แนะแนวทาง และสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณสาวิตรี ทิวงศ์ ที่คอยเป็นกำลังใจ รวมทั้งยังช่วยตรวจทานแก้ไข และให้ข้อเสนอแนะจนทำให้เกิดวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ชัยวัฒน์ อนุพันธ์

มีนาคม 2550

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลการทดลอง	29
วิจารณ์	64
สรุป	75
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	77
ภาคผนวก	87
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	96

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสูงเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	29
2	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	30
3	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	31
4	ความกว้างใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	33
5	ความยาวใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	34
6	ความยาวก้านใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	35
7	จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบาน(วัน) ของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	36
8	จำนวนผลที่ติดเฉลี่ยต่อต้นและจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ยต่อต้นของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 9-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆ เปรียบ เทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (ผล)	37
9	ความกว้างเฉลี่ยของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง1 อายุ 1, 4, 8, 12, 16และ20 สัปดาห์ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	38
10	ความยาวเฉลี่ยของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 1, 4, 8, 12, 16 และ20 สัปดาห์ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	39
11	องค์ประกอบทางกายภาพ ของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับ โพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	46
12	องค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ความสูงเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	48
14	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอนตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	49
15	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	50
16	ความกว้างใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ กันเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	51
17	ความยาวใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	51
18	ความยาวก้านใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	52
19	จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบาน (วัน) ของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	53
20	จำนวนผลที่ติดเฉลี่ยต่อต้นและจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ยต่อต้นของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 9-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (ผล)	54
21	ความกว้างเฉลี่ยของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 1, 4, 8, 12, 16 และ20 สัปดาห์ ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอนตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)	55
22	ความยาวเฉลี่ยของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 1, 4, 8, 12, 16 และ20 สัปดาห์ ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบ	56
23	องค์ประกอบทางกายภาพของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ กันเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

24 องค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ กันเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย 63

ตารางผนวกที่

1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในก้านใบของมะละกอที่ระดับวิกฤตต่างๆ 88

2 ปริมาณของธาตุอาหารในดินที่ระดับวิกฤตโดยทั่วไปสำหรับการปลูกมะละกอ 88

3 ความเป็นกรดด่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินปลูกมะละกอที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยใน 3 ช่วงเวลา 89

4 ความเป็นกรด-ด่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอนในดินปลูกมะละกอที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยใน 2 ช่วงเวลา 90

5 ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในก้านใบมะละกอของต้นที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยใน 2 ช่วงเวลา 91

6 ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอน ในก้านใบมะละกอของต้นที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยใน 2 ช่วงเวลา 92

7 สภาพอากาศของสถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 - มีนาคม 2549 93

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สีของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 1, 12 และ20 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่างที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	40
2	สีเนื้อผลของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	41
3	สีเมล็ดของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	41
4	สีของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4 และ16 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่างที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	57
5	สีเนื้อผลของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	58
6	สีเมล็ดของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย	58

ภาพผนวกที่

1	อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 - มีนาคม 2549	94
2	ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 - มีนาคม 2549	94
3	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และปริมาณน้ำระเหย (มิลลิเมตร/วัน) ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 - มีนาคม 2549	95

ผลของปุ๋ยไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอน ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1

Effects of Nitrogen Potassium Calcium and Boron Fertilizers on Growth Fruit Set and Quality of Papaya (*Carica papaya* L.) cv. Pakchong 1

คำนำ

มะละกอ (*Carica papaya* Linn.) เป็นไม้ผลเมืองร้อนที่สามารถขึ้นได้ดีในประเทศแถบร้อนแทบทุกประเทศ และเป็นพืชที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติที่ดีของมะละกอหลายประการ เช่น ปลูกง่าย ไม่เลือกดินฟ้าอากาศ ให้ผลเร็ว และให้ผลตลอดปี อีกทั้งผลสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างใช้บริโภคได้ทั้งในรูปผัก และผลไม้ (ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2536) ผลดิบใช้ประกอบอาหาร แปรรูปทำเค็มหั่นฝอย เชื่อม และกวน ผลสุกนอกจากจะใช้รับประทานสดแล้ว ยังแปรรูปเป็นมะละกอแห้ง น้ำเข้มข้น ฟรุตสลัด และกวน นอกจากนี้ยางจากมะละกอยังมีสารปาเปน (Papain) ที่ทำเป็นผงแห้ง ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ยา และอุตสาหกรรมฟอกหนัง (กรมวิชาการ และกรมส่งเสริมการเกษตร, 2538; ฉลองชัย, 2531; พาณิชย์, 2542)

มะละกอเป็นไม้ผลที่มีความต้องการในการบริโภคสูง ปัจจุบันการปลูกมะละกอไม่ได้ผลิตเพื่อการบริโภคเฉพาะในประเทศเท่านั้น แต่ยังมีจุดประสงค์ผลิตเพื่อการส่งออก การปลูกมะละกอในปัจจุบันยังประสบปัญหาอยู่หลายอย่าง เนื่องจากเป็นพืชที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม เช่นไม่ทนต่อการถูกน้ำขัง หรือสภาพชื้นแฉะหรือถ้าได้รับแสงไม่เพียงพอก็ทำให้ผลผลิตตกต่ำ หักล้มได้ง่าย การเจริญเติบโตเร็วจึงมีความต้องการธาตุอาหารสูงตามไปด้วย ดังนั้นความต้องการธาตุอาหารพืช ผันแปรตามสภาพพื้นที่ปลูก รวมถึงมีระบบรากตื้น รากส่วนใหญ่เป็นรากแขนงที่แตกขนานไปกับผิวดิน จึงมีความสามารถในการหาอาหารไม่ดีนัก ส่งผลกระทบต่อผลผลิตที่ได้ต่อพื้นที่มีปริมาณต่ำ นอกจากนี้มะละกอเป็นพืชอวบน้ำ อ่อนแอต่อการเกิดโรค ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การจัดการสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหาร ในการปลูกมะละกอ จะมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะละกอ (อภิญญา, 2548)

ดินเป็นปัจจัยหลักในการปลูกพืช การใช้ที่ดินเพาะปลูกเป็นเวลานานโดยไม่มีการบำรุงรักษา ทำให้ดินเสื่อม ดินขาดอินทรียวัตถุ ธาตุอาหารพืชในดินลดลง (กรมวิชาการเกษตร, 2544) การปลูกมะละกอจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยให้ด้วยเสมอ ซึ่งที่ผ่านมาการใส่ปุ๋ยยังไม่ได้จำนวน และปริมาณสัดส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการของมะละกอ ทำให้คุณภาพ และผลผลิตของมะละกออยู่ในระดับต่ำ (สุรศักดิ์, 2539)

มะละกอเป็นไม้ผลที่มีความต้องการปริมาณธาตุอาหารสูง ทุกครั้งที่เก็บผลผลิตจะมีการเคลื่อนย้ายปริมาณธาตุอาหารไปกับผลผลิต ซึ่งการจัดการธาตุอาหารในมะละกอต้องอยู่ในปริมาณที่สมดุลย์ไม่มากหรือน้อยเกินไป โดยเฉพาะปริมาณธาตุไนโตรเจนหากได้รับมากเกินไปจะทำให้มะละกอมีลักษณะอวบน้ำ ผนังเซลล์บางส่งผลให้มีความอ่อนแอต่อเชื้อโรค และแมลงศัตรูพืชสามารถเข้าทำลายได้ง่าย (อภิญญา, 2548) จากการทดลองของสุรศักดิ์ (2538) พบว่ามะละกอมีความต้องการธาตุโพแทสเซียมสูงกว่าธาตุไนโตรเจนประมาณ 3 เท่า และต้องการธาตุแคลเซียมในปริมาณสูงใกล้เคียงกับธาตุไนโตรเจน ส่วนธาตุอาหารเสริมนั้นมะละกอมีความต้องการธาตุหลักมากที่สุด รองลงมาจะเป็นธาตุ แมงกานีส โบรอน สังกะสี และทองแดง ตามลำดับ

ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาเพื่อที่จะหาปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการปลูกมะละกอ โดยเฉพาะธาตุหลักคือ ไนโตรเจน และโพแทสเซียม ธาตุรองคือ แคลเซียม และจุลธาตุคือ โบรอน ซึ่งจะต้องหาปริมาณการให้ธาตุอาหารต่างๆ เหล่านี้ในรูปของปุ๋ย เพื่อที่จะทำให้ผลมะละกอมีผลผลิตและคุณภาพดีขึ้น และเพิ่มศักยภาพการผลิตในเชิงการค้าเพื่อสนองตอบความต้องการของตลาดภายในประเทศ พร้อมทั้งยังส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศอีกด้วย

การตรวจเอกสาร

1. อนุกรมวิธาน

ในอนุกรมวิธานได้มีการจัดลำดับชั้นของมะละกอไว้ดังนี้ สมศักดิ์ และคณะ (2530)

Class Dicotyledonae

Order Passiflrales

Family Caricaceae

Genus Carica

Species papaya

มะละกอมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya* L. จัดอยู่ในวงศ์ Caricaceae (Foyet, 1972; Purseglove, 1974) มะละกอ *(Carica papaya* L.) เป็น 1ใน 4 Genera ใน Family Caricaceae คือ Genus *Carica* มี 40 species, Genus *Jacaratia* มี 6 species, Genus *Jarilla* มี 1 species และ Genus *Cylicomorpha* มี 2 species Genus ที่ใช้รับประทานได้มีแต่ Genus *Carica* เท่านั้นเช่น *C. papaya* ใช้รับประทานทั้งผลสุกและผลดิบ นอกจากนั้นยังมี *C. chilensis*, *C. goudotiana* และ*C. pubescens* ซึ่งใช้ผลรับประทานเป็นผักหรือของหวาน และ *C. monoica* ใช้ใบรับประทาน (Story, 1976) มะละกอ *(C. papaya* L.) มีชื่อสามัญเรียกต่างกันคือ pawpaw หรือ papaw ในสหราชอาณาจักร, mamao ในประเทศบราซิล, lecheso ในประเทศเวเนซูเอลา และ fruta bomba ในประเทศคิวบา (Samson, 1980) ในประเทศไทยเรียกชื่อของมะละกอแตกต่างกันออกไปเช่น ภาคกลาง เรียกว่า มะละกอ, ภาคใต้เรียกว่า ลอกอ, ภาคอีสาน เรียกว่า บักฮุ้ง, ภาคเหนือ เรียกว่า มะกวยเต็ด (สมศักดิ์ และคณะ, 2530)

2. ถิ่นกำเนิด และการแพร่กระจาย

มะละกอมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกา (Samson, 1982) แต่ไม่ปรากฏแน่ชัดว่าส่วนไหนของเขตนี้ (Schroeder, 1958) แต่ Allen (1967) กล่าวว่ามะละกอมีถิ่นกำเนิดในตอนใต้ของแม็กซิโก มีความใกล้ชิดกับ *C. peltata* ซึ่งขึ้นถั่วไปในเขตนี้ และอาจปรับตัวได้ดีขึ้นโดยการผสมข้ามตามธรรมชาติระหว่าง species ที่เป็นพันธุ์พื้นเมืองในแถบนั้น เดิมคำว่าpapaya มาจากภาษาสเปน เมื่อแพร่กระจายออกไปจึงมีชื่อเรียกที่ต่างกันในแต่ละท้องถิ่น Jagtiani *et al.* (1987) กล่าวว่า

มะละกอมีถิ่นกำเนิดแถวพื้นที่ราบลุ่มทางตะวันออกของทวีปอเมริกากลาง และแพร่กระจายจากแม็กซิโกไปยังปานามา ต่อมาได้แพร่ขยายไปทางทวีปเอเชียและแอฟริกา Nakasone (1975) กล่าวว่า นักเดินเรือชาวสเปน และโปรตุเกสเป็นผู้นำเข้ามาเผยแพร่ ในทวีปเอเชีย โดยนำเมล็ดมาปลูกในหมู่เกาะมะลากา อินเดีย และฟิลิปปินส์ แล้วจึงเข้าสู่ประเทศไทย

3. <u>แหล่งผลิตมะละกอ</u>

Mc Gregor (1976) กล่าวว่า อยู่ในเขตเส้นรุ้งระหว่าง 32 เหนือถึง 32 ใต้ ในการปลูกเป็นการค้าควรปลูกในที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,500 เมตร แม้ว่ามะละกอ จะสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลได้ถึง 2,100 เมตร แต่สำหรับการปลูกเพื่อกรีดยางไม่ควรปลูกในที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเกิน 900 เมตร (Purseglove, 1974; Mc Gregor, 1976) อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ต้นมะละกอจะให้ผลที่มีคุณภาพที่อยู่ระหว่าง 20-33 องศาเซลเซียส (Ito, 1976; Madamba, 1977) ปัจจุบันมะละกอได้แพร่กระจายทั่วไปในเขตร้อนของโลก (Samsone, 1982) แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ที่สหรัฐอเมริกา บราซิล อินเดีย ศรีลังกา อินโดนีเซีย มาเลเซีย เปอรโตริโก คิวบา เม็กซิโก แอฟริกา เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยนั้นสามารถปลูกมะละกอได้ทุกภาคของประเทศ แต่แหล่งปลูกมะละกอเป็นการค้าได้แก่ จังหวัดราชบุรี นครปฐม อุบลราชธานี ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ นครราชสีมา สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม (ไพบูลย์, 2547)

4. <u>ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์</u>

ลำต้น

ลำต้น มะละกอเป็นไม้ล้มลุก(Herbaceous) ขนาดใหญ่ ลักษณะเป็นไม้เนื้ออ่อน อวบน้ำ ไม่มีแกนกลางเหมือนต้นไม้ชนิดอื่น (ศักดิ์สิทธิ์, 2545) นอกจากตรงข้อ ความสูงโดยทั่วไป 5-20 ฟุต ส่วนมากแล้วไม่ค่อยแตกกิ่งก้านสาขา คงเจริญเติบโตเฉพาะที่ยอดอย่างเดียว (วัฒนา, 2529) นอกจากกรณีที่ส่วนยอดถูกทำลาย หรือต้นล้มก็สามารถแตกกิ่งก้านสาขาได้ และกิ่งนั้นก็สามารถให้ดอกผลได้เช่นกัน ขนาดของลำต้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-30 เซนติเมตร บริเวณส่วนปลายของลำต้นจะมีใบเกิดเรียงตัวกันแบบเกลียว (สมศักดิ์ และคณะ, 2530)

เมื่อลำต้นยังเล็กจะเปราะ และหักง่าย เพราะมีเนื้อเยื่อที่อ่อนแต่เมื่อมีอายุมากขึ้น 2-3 ปี เนื้อเยื่อเหล่านี้จะเหนียว และแข็งขึ้น ส่วนของลำต้นจะมีท่อน้ำ และท่ออาหารอัดแน่นอยู่เป็นจำนวนมาก และมีเส้นใยน้อย (ไพบูลย์, 2547) ท่อน้ำ (Xylem) ประกอบด้วยพาเรนไคมา (Parenchyma) ที่มีชีวิตอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ว่ามีเส้นใยน้อย ส่วนท่ออาหารสำเร็จ (Phloem) ดูเหมือนว่าจะอยู่ตรงเปลือกด้านนอกของเนื้อเยื่อเจริญ (Cambium layer) ดังนั้นการขวั้นกิ่งหรือลำต้น จึงไม่เป็นผลต่อต้นมะละกอเหมือนกับพืชใบเลี้ยงคู่ชนิดอื่นๆ (ทวีเกียรติ, 2527) ลำต้นมีรอยของใบที่ร่วงหลุดไป (leaf scar) ผิวลำต้นมีสีน้ำตาลอ่อน ที่ลำต้นมี latex ซึ่งภายในมี enzyme papain อาจมีอายุยืนยาวนานถึง 20 ปีก็ได้ แต่ผลผลิตจะสูงในปีแรกๆเท่านั้น พออายุต้นมากๆผลผลิตจะลดลง (วัฒนา, 2529) โดยทั่วไป แม้ว่ามะละกอจะเป็นพืชที่มีอายุมากกว่า 2 ปีก็ตาม แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่นิยมไว้ต้นมะละกอนานกว่า 2.5 ปี เนื่องจากต้นมะละกอเมื่อมีอายุมากกว่า 2 ปี ผลผลิตจะลดลง และขนาดผลเล็กลงด้วย แม้ว่าจะมีการดูแลรักษาอย่างดี นอกจากนี้เกษตรกรมักประสบปัญหาการระบาดของโรค และแมลง จากต้นมะละกอที่มีอายุมากขึ้น (กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร, 2538)

ใบ

ใบเป็นแบบเดี่ยว simple leaf แบบ palmately venation ขนาดใหญ่มีลักษณะคล้ายใบปาล์ม เกิดเป็นพุ่มที่ยอด ภายในมี latex ใบมีขนาดใหญ่ และกว้างถึง 25-75 เซนติเมตร เนื้อผิวใบอ่อนนุ่มกว่าใบปาล์ม (ทวีเกียรติ, 2527) ส่วนของใบประกอบด้วยก้านใบที่ยาว และกลวงประมาณ 1 เมตร (สิริกุล, 2524) ก้านใบมีสีเขียวอ่อนหรือเจือสีม่วง แผ่นใบเป็นรูปคล้ายหัวใจลักษณะเป็นแฉกๆ แต่ละใบจะมีประมาณ 7-11 แฉก ขนาดลึก และเป็นซี่กว้าง (ศักดิ์สิทธิ์, 2545; สมศักดิ์ และคณะ, 2530) การเกิดของใบจะเรียงตัวกันเป็นเกลียวใบของมะละกอเมื่อแก่จะมีสีเหลืองใบล่างร่วงหล่นก่อนหมุนเวียนสลับกันไปตามลำดับความเจริญ (ไพบูลย์, 2547)

ดอก

ดอกมะละกอมีสีนวล มีกลิ่นหอม ดอกมะละกอทุกดอกจะเจริญออกมาตรงซอกเหนือก้านใบเสมอ ดอกอาจจะมีดอกเดียวหรือมากกว่าหนึ่งดอกก็ได้ (ไพบูลย์, 2547) ดังนั้นการที่ต้นมะละกอที่สมบูรณ์มีจำนวนใบมากๆ ย่อมจะมีผลผลิตมากขึ้นด้วยเสมอ สำหรับก้านดอกตัวเมียจะสั้นกว่าดอกกระเทย และดอกตัวผู้ ซึ่งมีก้านยาวถึง 50-100 เซนติเมตร (ทวีเกียรติ, 2527)

ดอกมะละกอโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ (ไพบูลย์, 2547; ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

1. ดอกตัวเมีย (Pistillate or female flower)
2. ดอกตัวผู้ (staminate or male flower)
3. ดอกกระเทย (Hermaphroditic flower)

ซึ่ง Purseglove (1974); Storey (1953) ได้จำแนกแบบของดอกไว้อย่างละเอียดได้ถึง 8 แบบ ด้วยกันคือ

1. Staminate มีกลีบดอกเชื่อมติดกันตั้งแต่โคนเป็นกรวยยาว ส่วนปลายแยกจากกันเป็น 5 กลีบ มีเกสรตัวผู้ 10 อัน ส่วนเกสรตัวเมียลดรูปลงเป็น rudimentary pistill
2. Teratological staminate เป็นดอกแบบ Staminate ที่มีเกสรตัวเมียเจริญขึ้นมา อาจมี Stigma ที่ปลายได้
3. Reduced elongata พบในต้นสมบูรณ์เพศ เป็นดอกที่มีกลีบดอกแข็งสั้น และหนากว่าดอกตัวผู้ ไม่มีเกสรตัวเมีย
4. Elongata เป็นดอกสมบูรณ์เพศที่มีกลีบดอกเชื่อมติดกัน 3 ใน 4 ของความยาวกลีบดอก มีเกสรตัวผู้ 10 อัน เกสรตัวเมีย 5 carpels
5. Carpelloid elongata เป็นดอกสมบูรณ์เพศที่มีเกสรตัวผู้ 2-10 อัน ส่วนก้านของเกสรตัวผู้เชื่อมติดกับผนังรังไข่
6. Pentandria เป็นดอกสมบูรณ์เพศที่เปลี่ยนมาจากดอกตัวเมีย มีเกสรตัวผู้ 5 อันเกสรตัวเมีย มี 5 carpels รังไข่เป็นร่อง
7. Carpelloid pentandria เป็นดอกชนิด Pentandria ที่มีก้านเกสรตัวผู้เชื่อมติดกับผนังรังไข่
8. Pistillate มีกลีบดอก 5 กลีบ แยกจากกันตั้งแต่โคนดอก ไม่มีส่วนของเกสรตัวผู้อยู่เลย เกสรตัวเมียมี 5 Carpels

ผล

ผลมะละกอเป็นแบบผลเดี่ยว มีความยาวประมาณ 7- 10 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 0.5-0.8 กิโลกรัม หรือมากกว่านี้ ในช่อดอกแต่ละช่อจะมีผล 1-3 ผล ขนาดของผลภายในต้นจะแตกต่างกันตามอายุ ผลมะละกอมีผิวเปลือกบางเรียบ ผลอ่อนมีสีเขียวหรือเขียวคล้ำ แต่เมื่อสุกผิวผลจะมีสี

เหลืองหรือเหลืองส้ม เนื้อมีสีส้มหรือสีส้มปนแดง เนื้อมีรสชาติหวานอร่อย ตรงกลางผลมีช่องว่าง (ไพบูลย์, 2547)

รูปร่างของผลขึ้นอยู่กับชนิดของดอก คือ ผลที่เกิดจากดอกเพศเมียจะมีรูปร่างกลมป้อม เนื้อบาง ช่องว่างภายในผลกว้าง ส่วนผลที่เกิดจากดอกสมบูรณ์เพศ หรือดอกกะเทยจะมีรูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของดอกได้แก่ ผลที่เกิดจากดอกเพนแทนเดรีย (Pentandria) จะมีรูปร่างกลมป้อม มีรอยแผลเป็นเป็นร่องค่อนข้างลึกตรงที่เกสรตัวผู้ติดอยู่ มีรอยเป็นพูแยกเห็นได้ชัดเจนเนื้อค่อนข้างบางและมีช่องว่างภายในผลมาก ส่วนผลที่เกิดจากดอกแบบอีลองกาต้า (Elongata) จะมีรูปร่างยาวรี ส่วนปลายผลพองออก ก้นผลค่อนข้างแหลม มีช่องว่างภายในผลแคบ เนื้อหนาผลลักษณะนี้เป็นที่ต้องการของตลาดมาก สำหรับผลที่เกิดจากดอกอินเตอร์มีเดียท (Intermediate) ผลจะมีรูปร่างผิดปกติ เช่น บิด โค้ง งอ และมีรอยแผลเป็น เป็นต้น ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด (ไพบูลย์, 2547)

เมล็ด

เมล็ดผลมะละกอที่เกิดจากดอกตัวเมียจะมีเมล็ดมาก ส่วนผลที่เกิดจากดอกสมบูรณ์เพศจะมีเมล็ดน้อยหรือไม่มีเมล็ดเลย เมล็ดจะติดอยู่กับผนังด้านในของผล มีรูปร่างกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร มีสีดำหรือสีเทา ผิวเปลือกย่นรอบๆ เมล็ดจะมีสารชนิดหนึ่งที่เป็นเนื้อเยื่อบางๆ หุ้มอยู่มีชื่อว่า กีลาตีน (Gelatin) หากต้องการเก็บเมล็ดชนิดนี้ไว้ทำพันธุ์ควรล้างสารชนิดนี้ออกให้หมดเสียก่อน มิฉะนั้นแล้วสารชนิดนี้จะดูดความชื้นจากบรรยากาศมาเก็บไว้ และทำให้เกิดเชื้อราเข้าทำลาย เมล็ดจะเสีย และเปอร์เซ็นต์การงอกลดน้อยลง คัพภะมีขนาดกลาง และมีลักษณะตรง ใบเลี้ยงแบน รูปร่างเป็นรูปไข่ อาหารเลี้ยงคัพภะจะอยู่ล้อมรอบใบเลี้ยง เมล็ดแห้งหนัก 1 กรัม จะมีเมล็ดประมาณ 20 เมล็ด (ไพบูลย์, 2547)

ราก

มะละกอมีรากเป็นระบบรากแก้วเหมือนกับพืชใบเลี้ยงคู่อื่นๆ โดยจะงอกออกจากเมล็ดเป็นรากเดี่ยวๆ ต่อจากนั้นต้นกล้ามะละกอมีอายุหนึ่งเดือนขึ้นไปจะมีการแตกรากใหม่ออกเป็นหลายแขนง มีขนาดใกล้เคียงกัน ตั้งแต่ 2-3 รากขึ้นไป จากการศึกษาพบว่าระบบรากไม่ได้มีอิทธิพลต่อการแสดงเพศของมะละกอแต่อย่างใด ไม่ว่าจะเป็นรากแบบไหน จะมีการแตกรากแก้ว หรือไม่ก็ตามมีโอกาสแสดงเพศได้ทั้งเพศผู้ เพศเมีย และกระเทยเท่ากัน (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

5. <u>พันธุ์ และลักษณะประจำพันธุ์</u>

พันธุ์มะละกอที่ปลูกในประเทศไทยในระยะแรกๆ เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งสิ้น ต่อมาได้มีการปลูกมะละกอกันอย่างแพร่หลาย และมีการผสมพันธุ์กันเรื่อยๆ จนเกิดมะละกอพันธุ์ใหม่ๆที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไปจากเดิมขึ้นมากมาย และได้มีการคัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะดีและเหมาะสมมาปลูกต่อๆกันจนกลายเป็นพันธุ์มะละกอของไทยมากมายหลายพันธุ์ด้วยกัน มะละกอนับว่าเป็นไม้ผลที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย นอกจากจะบริโภคกันภายในประเทศแล้ว ยังเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ปีละนับสิบล้านบาท และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ ในต่างประเทศนิยมบริโภคมะละกอที่มีผลขนาดเล็กน้ำหนักไม่เกิน 600 กรัม มะละกอที่ปลูกในเมืองไทยส่วนใหญ่จะผลโต จึงไม่เป็นที่นิยมของต่างประเทศ และปริมาณการผลิตเพื่อส่งออกโดยตรงก็ยังมีน้อย (ฉลองชัย, 2538)

สถานีวิจัยปากช่อง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จึงได้พัฒนาพันธุ์มะละกอมาตั้งแต่ 2519 จนถึงปัจจุบัน คัดเลือกได้สายพันธุ์ค่อนข้างบริสุทธิ์ และมีลักษณะตามที่ต้องการเหมาะสำหรับส่งเสริมปลูกเป็นการค้า ให้ชื่อว่า มะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ซึ่งเหมาะสำหรับการบริโภคสุกหรือส่งตลาดต่างประเทศ เพราะผลมีขนาดไม่โตจนเกินไป มีลักษณะเด่นคือ เป็นมะละกอที่มีลำต้นค่อนข้างเตี้ยมาก ให้ผลผลิตครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 8 เดือน ติดผลค่อนข้างดก โดยให้ผลผลิตประมาณ 30-40 กิโลกรัม/ต้น/ปี และที่สำคัญคือเป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างมีความต้านทานต่อโรคใบจุดวงแหวน ซึ่งถือเป็นโรคที่สำคัญที่สุดของมะละกอ (ฉลองชัย, 2538)

ลักษณะใบมี 7 แฉกใหญ่ ใบกว้างประมาณ 50-80 เซนติเมตร ยาวประมาณ 45-50 เซนติเมตร ก้านใบมีสีเขียวปนม่วง ก้านใบยาวประมาณ 70-75 เซนติเมตร ออกดอกเป็นช่อ โดยมีดอกเพศผู้น้อย และมีดอกสมบูรณ์เพศ หรือดอกกระเทยมาก (ฉลองชัย, 2538)

ผลมีขนาดเล็ก กลมยาว ตรงกลางผลเว้าเล็กน้อย มีน้ำหนักประมาณ 350 กรัม/ผล ผลสุกเนื้อสีส้ม เนื้อแข็งกรอบ เนื้อหนาประมาณ 1.8 เซนติเมตร รสชาติหอมหวาน มีเปอร์เซ็นต์ความหวานค่อนข้างสูงคือ ประมาณ 12-14 °Brix เนื้อไม่เละ ผลสุกจะมีผิวสีเหลืองทั้งผล สามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติได้นานยังมีรสหวานเช่นเดิม และเนื้อไม่เละด้วย เมล็ดมีสีดำขนาดเล็ก เป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับบริโภคสุก และเป็นที่ต้องการของตลาดยุโรป เพราะเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะหลายประการตรงตามความต้องการของตลาดต่างประเทศ (ฉลองชัย, 2538)

6. <u>การเจริญเติบโต</u>

ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม มะละกอจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงมาก เมล็ดงอกภายใน 2 สัปดาห์ และจากนั้นจะแตกใบอ่อนสัปดาห์ละ 2 ใบ ช่วงระยะของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (juvenile period) จะยาวนานเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุ์ (cultivar) เช่น พันธุ์ Betty จะเริ่มมีดอกที่ง่ามใบที่ 24 พันธุ์ Solo เริ่มที่ง่ามใบที่ 49 ถ้าเป็นลูกผสมของพันธุ์ทั้ง 2 จะเริ่มที่ง่ามใบที่ 32 จากนั้นจะเกิดดอกต่อๆไปทุกง่ามใบซึ่งจะคาดคะเนได้ว่าใน 1 ปี จะให้ผล 100 ผลต่อต้น (Storey, 1969) การเจริญเติบโตของผลจนกระทั่งผลสุก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 5.5-6 เดือน โดยทั่วไปผลมะละกอมีรูปทรงกลม หรือรูปไข่ ประกอบด้วย 5 พู (carpels) เชื่อมติดกัน มีช่องว่างตรงกลางขนาดใหญ่ซึ่งมีเมล็ดจำนวนมาก (Nakasone, 1986) ผลมะละกอจัดเป็นประเภท fleshy berry ที่มีขนาด และน้ำหนักแตกต่างกันไปตามพันธุ์ และความสมบูรณ์ของต้น รูปแบบการเจริญเติบโตของผลเป็นแบบ simple sigmoid เนื้อส่วนที่รับประทานเป็นส่วนของ mesocarp (Purseglove, 1974; Williams, 1975) เปลือกบาง และผิวเรียบ (Nakasone, 1986) การเจริญของผลสังเกตได้จากลักษณะภายนอก เช่น การเพิ่มความกว้าง ความยาว ความหนาของผล น้ำหนัก และปริมาตรของผล เป็นต้น (สุรพงษ์, 2529)

7. <u>บทบาทของธาตุ</u>

กิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่งของสิ่งมีชีวิต คือเซลล์ที่สามารถรับเอาสารบางชนิดซึ่งเป็นอาหาร (nutrients) จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปใช้ในการสังเคราะห์องค์ประกอบของเซลล์ และสารที่ให้พลังงานสำหรับกระบวนการรับอาหาร ลำเลียง และใช้ที่อวัยวะต่างๆ เรียกว่า โภชนาการ (nutrition) อาหารของพืชสีเขียวนั้นเป็นอนินทรียสารซึ่งประกอบด้วยธาตุต่างๆ สารเหล่านี้ได้มาจากอากาศ น้ำ และดิน เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (มีธาตุคาร์บอนและออกซิเจน), ไนเตรตไอออน (มีธาตุไนโตรเจน) และฟอสเฟตไอออน (มีธาตุฟอสฟอรัส) เป็นต้น จึงเรียกเรื่องราวที่เกี่ยวกับอาหารของพืชสีเขียวให้แตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆว่า ธาตุอาหารพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

การกำหนดหลักเกณฑ์ว่าธาตุใดเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของพืช(essential element) หรือไม่นั้น Arnon and Stout (1939) ได้ให้ข้อวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. พืชจะไม่สามารถเจริญจนครบชีพจักร (life cycle) ได้หากขาดธาตุนั้น

2. การกระทำของธาตุนั้นๆ ต่อพืช จะต้องมีลักษณะที่เฉพาะเจาะจง ธาตุอื่นจะไม่สามารถจะมาแทนที่ได้ทั้งหมด

3. ธาตุนั้นจะต้องเกี่ยวข้องโดยตรงกับโภชนะของพืช คือ เป็นส่วนประกอบของกระบวนการ metabolism ที่จำเป็นภายในพืช หรืออย่างน้อยพืชต้องมีความต้องการสำหรับการทำงานของ enzyme ที่จำเป็น

4. โดยทั่วไปยอมรับกันว่า ธาตุที่จำเป็นต่อพืชชั้นสูงมี 17 ธาตุด้วยกันคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม นิกเกิล และคลอรีน

บทบาทของธาตุไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีบทบาทในการเจริญเติบโตของพืชอย่างเห็นได้ชัดที่สุด อาทิเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่พืชสวนครัว พืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ใบจะโต และเขียวสดขึ้นทันที ทั้งนี้เพราะไนโตรเจนเป็นธาตุที่ช่วยให้พืชสร้างโปรตีนได้อย่างเพียงพอ พืชทุกชนิดต้องมีโปรตีน เพราะโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโพรโทพลาซึม (protoplasm) โปรตีนเป็นสารประกอบของอินทรีย์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของกรดอะมิโนเป็นจำนวนมาก กรดอะมิโนเหล่านี้มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ปัจจุบันพบว่ามีกรดอะมิโนอยู่มากกว่า 20 ชนิดที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ในโปรตีนของพืช ไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเอนไซม์ต่างๆ ซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยเร่ง และควบคุมปฏิกิริยาต่างๆในพืชให้ดำเนินไปได้อย่างปกติ และเมื่อพืชได้รับไนโตรเจนระดับพอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไปกับความต้องการของพืช จะส่งผลกับพืชดังต่อไปนี้คือ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

1. จะช่วยกระตุ้น (stimulate) ให้พืชเจริญเติบโตและมีความแข็งแรง (vigor)
2. ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น
3. ทำให้ใบมีสีเขียว
4. ส่งเสริมคุณภาพของพืชโดยเฉพาะพืชสวนครัวที่ใช้ใบ ลำต้น และหัวเป็นอาหาร
5. ส่งเสริมให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต
6. เพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์
7. ควบคุมการออกดอกออกผลของพืช
8. ช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ให้ผลและเมล็ด

บทบาทของโพแทสเซียม

โพแทสเซียมรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คือ K^+ มีเส้นผ่าศูนย์กลางในภาวะไฮเดรต 0.331 นาโนเมตร พืชดูดไอออนนี้ด้วยกลไกที่มีการคัดเลือกอย่างเข้มงวด (highly selective) แบบแอกทีฟ เมื่ออยู่ในพืชโพแทสเซียมเคลื่อนย้ายง่ายมากไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนย้ายภายในเซลล์ ระหว่างเซลล์ในเนื้อเยื่อ การเคลื่อนย้ายระยะไกลทางไซเลมและโฟลเอ็ม ในเชิงปริมาณธาตุนี้มีในพืชมากกว่าแคตไอออนอื่นๆ จึงเป็นธาตุซึ่งทำหน้าที่ลดศักย์ออสโมซิส (osmotic potential) ภายในเซลล์ และเนื้อเยื่อของพืชที่ไม่ทนเค็มทั่วไป (ยงยุทธ, 2546)

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในไซโทพลาซึมมีพิสัยค่อนข้างแคบคือ 100-120 มิลลิโมลาร์ แต่ในคลอโรพลาสต์มีความแปรปรวนสูงกว่าคือ อยู่ในช่วง 20-200 มิลลิโมลาร์ ส่วนที่เหลือสะสมในแวคิวโอล และโพแทสเซียมส่วนนี้เองที่มีบทบาทเกี่ยวกับการขยายขนาดของเซลล์ และการปรับความเต่งภายในเซลล์ (ยงยุทธ, 2546)

แม้ว่าพืชจะมีความต้องการโพแทสเซียมในปริมาณมาก เมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอื่น (Evans and Sorger, 1966) แต่ว่ายังไม่มีใครสามารถแยกสารประกอบที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบมาจากพืชได้ โพแทสเซียมจะปรากฏอยู่ในพืชในรูปที่ละลายอยู่ในน้ำ อย่างไรก็ตามมีรายงานอยู่บ้างที่บอกว่าโพแทสเซียมอาจรวมอยู่ในสารประกอบอินทรีย์ (Stout *et al*., 1947) จากการทดลองของ Nason and Mc Elroy (1963) พบว่าในส่วนของ meristem ของพืชมีธาตุโพแทสเซียมสะสมอยู่เป็นจำนวนมาก Webster (1953, 1956); Webster and Varner (1954) พบว่าธาตุโพแทสเซียมเป็นธาตุที่สำคัญในการกระตุ้นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ peptide bond บางชนิด และEaton (1952) พบว่าในระยะแรกที่พืชขาดธาตุนี้ จะมีการสะสมแป้งเป็นจำนวนมาก และสังเคราะห์โปรตีนได้น้อย ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า carbon ที่จะนำไปสร้างโปรตีนถูกนำไปสร้างแป้งเสียก่อน เนื่องจากธาตุนี้เป็นตัวกระตุ้นเอนไซม์หลายชนิด เมื่อขาดธาตุโพแทสเซียมจะทำให้ขบวนการ apical dominance ของพืชไม่มี เนื่องจากตาที่อยู่ปลายสุดของลำต้นตาย

ยงยุทธ (2546) กล่าวว่า โพแทสเซียมมีบทบาทในการควบคุมระดับ pH ของไซโทพลาสซึม ซึ่งถือว่ามีส่วนในกลไกการรักษาภาวะธำรงดุล (homeostasis) ของสิ่งแวดล้อมภายในเซลล์ให้เหมาะสมสำหรับกิจกรรมต่างๆ และบทบาทที่สำคัญอีกด้านหนึ่งของโพแทสเซียมคือ ช่วยปลุกฤทธิ์ (activate) เอนไซม์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขนส่งไอออนที่เยื่อ และเอนไซม์อื่นอีกมาก ถึงแม้แคตไอออน

ประจุบวกหนึ่งชนิดอื่นๆ จะทำหน้าที่แทนโพแทสเซียมได้ แต่ถ้าแคตไอออนเหล่านั้น เช่น NH^{+4} มีอยู่ในเซลล์มากเกินไปก็จะเป็นพิษ ส่วนรูบิเดียม (Rb^{+}) ซึ่งทำหน้าที่แทนได้ดีมากก็มีอยู่เพียงเล็กน้อยในธรรมชาติ

บทบาทของแคลเซียม

บทบาทของธาตุแคลเซียมที่รู้จักกันดีได้แก่ การเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ของพืชในรูปของสาร calcium pectate ในส่วนของ middle lamella ของผนังเซลล์ประกอบขึ้นด้วยสาร calcium และ magnesium pectate Bennett-Clark (1956) พบว่าการทำให้ธาตุแคลเซียมหลุดออกจากผนังเซลล์แต่เพียงบางส่วนโดยใช้สาร ethylendiamine tetraacetic acid (EDTA) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสาร chelate จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของ Avena coleoptile ได้ดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผนังเซลล์มีการยืดหยุ่น (plasticity) และยอมให้สารต่างๆผ่านเข้าออก (cell permeability) ได้มากขึ้น

ธาตุแคลเซียมเป็นธาตุที่สำคัญเกี่ยวกับโครงสร้างของ cell membrane และlipid โดย Hewitt (1963) พบว่าเกลือแคลเซียมของ lecthin เป็นสารประกอบของ lipid ซึ่งมีส่วนในการสร้าง cell membrane ของพืช นอกจากนี้ยังพบว่าแคลเซียมในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็มีความจำเป็นต่อขบวนการแบ่งตัวของเซลล์แบบ mitosis แล้วแคลเซียมอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับการก่อให้เกิด chromatin หรือ mitotic spindle ขึ้นภายในเซลล์ที่กำลังแบ่งตัว ในทำนองเดียวกันการแบ่งเซลล์ข้างต้นจะไม่เกิดขึ้นถ้าบนโครงสร้างของ chromosome ขาดธาตุแคลเซียม เพราะจะทำให้โครงสร้างของ chromosome ผิดปกติไป ความเข้มข้นของแคลเซียมในพืชแตกต่างกันตามสภาพการปลูก พันธุ์พืช และอวัยวะ ซึ่งแปรผันอยู่ในช่วง 0.1 ถึงมากกว่า 5% โดยน้ำหนักแห้ง พืชใบเลี้ยงคู่ต้องการแคลเซียมเพื่อให้เจริญอย่างพอเหมาะมากกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ยงยุทธ, 2546)

ธาตุรอง (secondary element)จัดอยู่ในกลุ่มธาตุอาหารมหัพภาพ (macronutrient elements) เนื่องจากพืชต้องการมากและความเข้มข้นในเนื้อเยื่อพืชมักสูงกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม(พืชแห้ง) เพียงแต่ดินทั่วไปไม่ค่อยขาดแคลนเหมือนธาตุอาหารหลัก (ยงยุทธ, 2546) แคลเซียมจัดอยู่ในกลุ่มธาตุที่มีการเคลื่อนย้ายได้น้อย พืชต้องการแคลเซียมเพื่อใช้ในการสร้าง calcium pectate ซึ่งเป็นส่วน ประกอบของ middle lamella ในผนังเซลล์ และแคลเซียมช่วยในการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน(Elliot *et al*., 1982) Hepler and Wayne (1985) รายงานว่า แคลเซียมช่วยให้เยื่อเซลล์

ทำหน้าที่ได้อย่างปกติ นอกจากนี้แคลเซียมยังช่วยในการแบ่งเซลล์ขณะเกิดการถ่ายเรณู ทำให้หลอดเรณูเจริญอย่างรวดเร็ว แข็งแรง และตั้งตรง

บทบาทของโบรอน

บทบาทที่เห็นชัดของโบรอนมีสองด้านคือ 1.) การสังเคราะห์ และสร้างความสมบูรณ์ให้ผนังเซลล์ อันเนื่องจากการสังเคราะห์สารเชิงซ้อนโบรอน-เพกทิน และ2.) บูรณภาพของเยื่ออันเกี่ยวข้องกับการรวมตัวของโบรอนกับไกลโคลิพิดในเยื่อ (ยงยุทธ, 2546)

Gauch and Dugger (1953, 1954) ยืนยันว่าธาตุโบรอนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายแป้งในพืช โดยอธิบายว่าธาตุโบรอนจะรวมตัวกับโมเลกุลของน้ำตาล แล้วเคลื่อนที่ผ่านเนื้อเยื่อของเซลล์ (cell membrane) หรือธาตุโบรอนอาจรวมตัวกับเนื้อเยื่อของเซลล์ก่อนแล้วจึงรวมตัวกับโมเลกุลของน้ำตาล เพื่อให้โมเลกุลของน้ำตาลผ่านเนื้อเยื่อของเซลล์ได้ นอกจากนั้นได้กล่าวว่าถ้าพืชขาดธาตุโบรอนจะทำให้ส่วนปลายของลำต้น และราก(stem and root tip)ตาย และดอกร่วง นอกจากนี้ได้แนะนำต่อไปว่า ลักษณะการขาดธาตุโบรอนคือ ลักษณะการขาดน้ำตาลนั่นเอง เนื่องจากบริเวณเนื้อเยื่อของพืชที่มีกิจกรรมเมแทบอลิซึมสูงคือ ปลายลำต้น และปลายรากต้องการปริมาณน้ำตาลเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเมื่อพืชขาดธาตุโบรอนจะทำให้ส่วนปลายราก และปลายลำต้นถูกกระทบกระเทือนก่อน Sisler *et al.* (1956) ได้สนับสนุนบทบาทของธาตุโบรอนข้างต้น โดยใช้ ^{14}c-labeled sucrose จากการทดลองพบว่า การดูดซึมและการเคลื่อนย้ายน้ำตาลจะช้าลงถ้าพืชขาดธาตุโบรอน นอกจากนี้จากการทดลองโดยใช้ $^{14}CO_2$ กับพืชในขณะทำการสังเคราะห์แสง ปรากฏว่าอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงเมื่อพืชขาดธาตุโบรอน เพราะพืชดูดซึม $^{14}CO_2$ ได้น้อยลง โบรอนจัดเป็นจุลธาตุ (Parr and Louhman, 1983) ดังนั้นบทบาทของโบรอนที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชมีหลายประการดังนี้คือ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

1. เกี่ยวข้องกับการดูดซึม (uptake) ธาตุแคลเซียมของรากพืช คือช่วยทำให้พืชเอาธาตุแคลเซียมไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นพืชที่ต้องการแคลเซียมมากจึงต้องการโบรอนมากด้วย

2. ช่วยให้พืชใช้ธาตุโพแทสเซียมได้มากขึ้น

3. มีบทบาทในการสังเคราะห์ (synthesis) และย่อย (break down) โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตในพืชทั้งนี้เพราะ BO_3^{-3} จะอยู่ร่วมกับ NO^-_3 และ $H_2PO_4^-$

4. เป็นตัวควบคุม (regulator) ที่ทำให้เรโชระหว่างโพแทสเซียมกับแคลเซียมในพืชเหมาะสม

5. ช่วยให้ดูดไนโตรเจนได้ดี

6. จำเป็นในการแบ่งเซลล์ของพืช

7. ช่วยการขนย้ายน้ำตาล (sugar transportation) ในพืชในรูป sugar borate complex ทางโฟลเอ็ม (phloem)

8. มีส่วนช่วยในขบวนการเมแทบอลิซึมของไนโตรเจน คาร์โบไฮเดรต ฮอร์โมน และฟอสฟอรัส

9. เกี่ยวข้องกับการดูด และคายน้ำ รวมทั้งกระบวนการสังเคราะห์แสง

10. จำเป็นต่อการงอกของละอองเรณู และการเจริญเติบโตของท่อนำนิวเคลียสของเรณู (pollen tube)

8. <u>การใช้ปุ๋ยเคมีกับมะละกอ</u>

Marinho (2001) ได้ทดลองให้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 อัตราคือ 10, 20 และ 30 กรัมN/ต้น/เดือน จากปุ๋ยไนโตรเจน 2 รูปคือ แอมโมเนียมซัลเฟต และแอมโมเนียมไนเทรต โดยประเมินผลของรูปไนโตรเจน กับอัตราไนโตรเจนที่ให้กับมะละกอพันธุ์ซันไลต์พบว่า การเพิ่มอัตราไนโตรเจนทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น น้ำหนัก ค่า pH และปริมาณกรด ไม่ได้รับผลจากแต่ละตำรับปุ๋ย ปริมาณ TSS (total soluble solid) ลดลงเมื่อเพิ่มแอมโมเนียมซัลเฟต ส่วนการทดลองที่ให้แอมโมเนียมไนเทรต ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น รวมถึงวิตามินซีที่เพิ่มขึ้นด้วย

Meilado-Vazquez *et al*. (2005) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับระบบการให้น้ำกับปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมกับมะละกอพันธุ์ Maradol ที่แม็กซิโก โดยการให้น้ำระบบน้ำหยด 1 สาย กับ 2 สาย และให้ปุ๋ย N-P-K ไปกับระบบน้ำด้วยโดยให้อัตรา 220-30-160, 250-40-180 และ 280-50-200 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อเฮกแตร์ พบว่าการให้น้ำ 2 สาย 1 สาย และระบบการให้น้ำตามร่อง มีผลผลิตเฉลี่ย 30.4, 19.6 และ 13.3 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ความเข้มข้นของ K ในต้นของการให้น้ำแบบน้ำหยดและแบบร่องมีต่ำ ส่วน Ca และ B มีสูง ในขณะที่ N, P, Mg, Fe, Cu, Zn และ Mn มีปริมาณพอเพียง

Singh *et al.* (1998) ทำการทดลองเพื่อหาอัตราของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เหมาะสมสำหรับต้นมะละกอโดยให้ ไนโตรเจน 100, 200 และ 300 กรัมN, ฟอสฟอรัส 150, 300 และ450 กรัมP_2O_5 และโพแทสเซียม 50, 100 และ150 กรัมK_2O ต่อต้น พบว่าต้นมะละกอที่ได้รับ 200 กรัมN 300 กรัมP_2O_5 และ 100 กรัมK_2O ต่อต้น จะให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 26.5 กิโลกรัม/ต้น โดย

ปริมาณผลผลิตจะได้รับอิทธิพลจากอัตรา ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยปริมาณผลผลิตที่สูงที่สุดจะต้องได้รับอัตรา N, P และK ร่วมกันอย่างเหมาะสม

Ghanta *et at*. (1995) ศึกษาผลของระดับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อผลผลิตและคุณภาพของผลมะละกอ โดยให้ N 100, 200 และ 400 gN/ต้น/ปี P 100, 200 และ300 gP_2O_5/ต้น/ปี และ K 200, 400 และ 600 gK_2Oต้น/ปี โดยการให้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพผลของมะละกอพันธุ์ Ranchi พบว่า การให้ N 400 gN/ต้น/ปี กับ K 600 gK_2O/ต้น/ปี จะทำให้มีการออกดอกเพิ่มขึ้น ถ้าได้รับ P 300 gP_2O_5/ต้น/ปี จะทำให้ออกดอกช้า และต้นที่ได้รับปุ๋ย N 200 gN/ต้น/ปี P 300 gP_2O_5/ต้น/ปี K 600 g P_2O_5/ต้น/ปี ทำให้มีจำนวนผล/ต้น ปริมาณผลผลิตต่อต้น และผลผลิตต่อเฮกแตร์ มีสูงที่สุด จากการทดลองพบว่า ต้นที่ได้รับปุ๋ย K และP ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ปริมาณ TSS น้ำตาล กรด ไวตามินซี และปริมาณแคโรทีน เพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามจะต่ำลงถ้าได้รับปุ๋ย N อัตราที่สูงขึ้น

Lavania and Jain (1995) ได้ศึกษาผลของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อผลผลิต และคุณภาพผลมะละกอพันธุ์ Pant Papaya-1 พบว่าเมื่อต้นมะละกอได้รับไนโตรเจนจะเพิ่มผลผลิต และไวตามินซี แต่จะลดค่า TSS และปริมาณน้ำตาล ในขณะที่ปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่เพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลคือ N 200 g/ต้น P_2O_5 50 g/ต้น และ K_2O 100 g/ต้น

Jayaprakash *et al*. (1989) ได้ศึกษาผลของการให้น้ำ และปุ๋ยต่อปริมาณผลผลิต และคุณภาพของมะละกอพันธุ์โซโลโดยให้น้ำที่ 75%, 50% และ 25% ของความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่าการให้น้ำไม่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ส่วนการให้ปุ๋ย N กับ P จะทำให้จำนวนผลต่อต้น และผลผลิตสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยการให้ N 250 g Nต่อต้น จะให้ผลผลิตสูงสุดคือ 38.21 กิโลกรัมต่อต้น และการให้ P 150 g P_2O_5 ต่อต้น จะให้ผลผลิตสูงสุดคือ 39.51 กิโลกรัมต่อต้น

Reddy *et al*. (1986) ได้ศึกษาผลของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 3 ระดับ พบว่า N และ P มีผลต่อการเพิ่มของความสูงต้น และเส้นรอบวงของต้น ส่วน P และ K ไม่มีผลต่อความสูงต้นหรือจำนวนวันที่ดอกบาน 50% P นั้นจะทำให้ปริมาณผลผลิตมากขึ้น และ K นั้นจะทำให้คุณภาพผลดีขึ้น ระดับ N, P และK ที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ระดับธาตุอาหารที่ก้านใบสูงขึ้นตามไป

ด้วย เมื่อเปลี่ยนการให้ธาตุ N จะมีผลอย่างชัดเจนในการเปลี่ยนแปลงของ N, P, K, Ca, Mg และ S ในก้านใบมากกว่าการเปลี่ยนแปลงของ P และK มีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างปริมาณผลผลิต และความเข้มข้นของ P ที่ก้านใบ และจะแสดงผลได้ดีกว่าในใบที่ 6 แทนที่จะเป็นใบที่ 11 จากยอด อัตราปุ๋ยที่ดีที่สุดคือ N 250 g, P_2O_5 375 g และK_2O 500 g/ต้น/ปี ในระยะปลูก 1.8x1.8 เมตร ผลผลิตจะได้ 155 ตัน/เฮกแตร์ใน 2 ปี

Perez and Childers (1982) ได้ทดลองผลของโบรอน(B) ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต ปริมาณธาตุอาหาร และคุณภาพผล โดยทดลองปลูกมะละกอพันธุ์บลูโซโลในทราย และให้สารละลายที่มีธาตุอาหารครบแต่จะให้ B 4 ระดับคือ 0.01, 0.05, 0.1 และ 1.5 ppm และนำแผ่นใบก้านใบ ผล มาวิเคราะห์ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, B, Al และ Zn พบว่าการขาดแคลนหรือการได้รับ B มากเกินไป จะมีลักษณะบ่งบอกกับใบ ก้านใบ ส่วนกลางลำต้น และผลมะละกอ ระดับ B ที่เหมาะสมคือ 20 ppm ที่พบในก้านใบ และแผ่นใบ ในขณะที่ปริมาณ B มีมากเกินไปพบ B 70 ppm ที่ก้านใบ และ 300 ppm ที่แผ่นใบ ถึงแม้ว่าลักษณะของการขาด B ที่จะปรากฏให้เห็นคือได้รับ B น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 ppm แต่ผลมีรสชาติดีกว่าต้นที่ได้รับคือ B 0.01 ppm Zang, X.P. and X. X. Rong (2002) รายงานว่าผลผลิตมะละกอ 100 ตัน/เฮกแตร์ ต้องการN 250 kg, P 20 kg และK 340 kg ในการวิเคราะห์ธาตุอาหารในก้านใบขณะเจริญเติบโต และออกดอกพบว่า การใส่ปุ๋ยในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม โดยพบว่า ratio ของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ควรจะได้รับคือ 5:6:5 และChapman *et al*. (1978) ได้แนะนำให้ใส่ปุ๋ยโบรอนอัตรา20 g borax/ตารางเมตร ในขณะปลูกในดินทรายและ 10 g borax/ตารางเมตร ในดินร่วนหรือดินเหนียว และให้รอบโคนต้นเมื่ออายุได้ 9-10 เดือน ให้ 10 g borax/ต้น หรือฉีดพ่นทางใบโดยใช้สาร polyborate 20.5% B ที่ 300 g/100 ลิตร หรือborax 500 g/100 ลิตร และฉีดพ่นทุก 1 เดือน ตั้งแต่พบใบแรกจนกว่าจะพบอาการที่ได้รับสาร B เกินไปจนเป็นพิษทำให้ใบไหม้

Werner (1993) ได้ให้ปุ๋ย ไนโตรเจน 2 รูปคือ ยูเรีย กับไนโตรฟอร์ม ใน 3 อัตราคือ 50, 100 และ 150 กิโลกรัม N/เฮกแตร์/ปี โดยแบ่งให้ทุก 2 เดือนและทุก 4 เดือน พบว่าไนโตรฟอร์มไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับยูเรีย ซึ่งยูเรียทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแบบกราฟเส้นตรงจากต้นที่ได้รับปุ๋ย 50 ถึง 150 กิโลกรัม/N/เฮกแตร์ตามลำดับ ระยะเวลาในการให้ไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิต ปริมาณไนโตรเจนในก้านใบเพิ่มขึ้นตามปริมาณปุ๋ยที่ได้รับเพิ่มขึ้น แต่ถึงอย่างไรก็ไม่มีผลต่อคุณภาพผล Awada (1977) ได้รายงานว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนจะเป็นการเพิ่มความเจริญเติบโตของต้นมะละกอ และน้ำหนักของก้านใบในช่วงแรก ส่วนโพแทสเซียมจะเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของ

ลำต้นในระยะออกดอกติดผล แต่ไม่เพิ่มน้ำหนักของก้านใบ สำหรับปุ๋ยฟอสฟอรัสจะเพิ่มการเจริญเติบโตทั้งลำต้น ก้านใบ และผล Tripathi (1961) รายงานว่าการเพิ่มไนโตรเจนจะทำให้เส้นรอบวงของผลมะละกอใหญ่มากขึ้น และปุ๋ยไนโตรเจนมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเจริญเติบโตช่วงแรกของการปลูกมะละกอ Jauhari and Singh (1971) ได้แนะนำให้ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในอัตรา 140, 70 และ 140 กรัม/ต้น ตามลำดับ

ไพบูลย์ (2547); พาณิชย์ (2542); ฉลองชัย (2531) แนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีดังนี้คือใช้ปุ๋ยทางใบสูตร 21-21-21 ชนิดที่มีอาหารธาตุรองฉีดพ่นทุก 14 วันต่อครั้ง หลังย้ายปลูกเพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรง โดยใช้อัตรา 50 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร ขณะเดียวกันอาจใช้ปุ๋ยทางดินสูตร 15-15-15 อัตราต้นละ 50 กรัม หลังจากย้ายปลูก 1 เดือน และใส่ทุกเดือนพอถึงเดือนที่ 3 หลังย้ายปลูกจะใส่เพิ่มเป็นต้นละ 100 กรัม ทุกเดือน เมื่อติดผลแล้วจะใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กรัมผสมกับยูเรียอัตรา 50 กรัมต่อต้น การปลูกมะละกอจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยให้ด้วยเสมอซึ่งที่ผ่านมาการใส่ปุ๋ยยังไม่ได้อัตราที่เหมาะสมกับความต้องการของมะละกอจึงทำให้คุณภาพ และผลผลิตของมะละกออยู่ในระดับที่ต่ำ (สุรศักดิ์, 2538) กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร(2538) พบว่าเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุดต้องใส่ ไนโตรเจน 170-270 กรัม N/ต้น/ปี ฟอสฟอรัส 170-350 กรัม P_2O_5/ต้น/ปี และโพแทสเซียม 60-500 กรัม K_2O/ต้น/ปี และโบรอน 10-20 กรัม Borax/ ต้น/ปี สำหรับการทดลองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังได้ผลไม่ชัดเจน จากรายงานของสุรศักดิ์ (2538,2539) พบว่า ควรใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 16-20-0 หรือ16-16-8 ในอัตรา 150 กรัม/ต้น/ปี ร่วมกับปุ๋ยคอกในอัตรา 4 กก./ต้น/ปี

ทวีเกียรติ (2533) พบว่า สิ่งที่จำเป็นควบคู่กันไปก็คือ ธาตุอาหารที่พืชต้องการในระยะแรกของการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำ แต่ค่อยๆ ต้องการเพิ่มมากขึ้น เริ่มตั้งแต่การออกดอกครั้งแรก ไปจนถึงระยะการเก็บผลผลิต แหล่งที่จะปลูกเป็นการค้าขนาดใหญ่ต้องคำนึงถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินจริงๆ โดยพื้นที่ดินนั้นควรจะเป็นดินเหนียวเพราะดินชนิดนี้จะมีธาตุโพแทสเซียมสูง ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่มะละกอต้องการมาก นอกจากนี้ดินต้องมีธาตุไนโตรเจน และแคลเซียมสูงอีกด้วย

อภิญญา (2548) รายงานว่า มะละกอมีความต้องการธาตุโพแทสเซียมสูงกว่าธาตุไนโตรเจนประมาณ 3 เท่า และต้องการธาตุแคลเซียมในปริมาณสูงใกล้เคียงกับธาตุไนโตรเจน ส่วนธาตุอาหารเสริมนั้นมะละกอมีความต้องการธาตุเหล็กมากที่สุด รองลงมาจะเป็นธาตุแมงกานีส โบรอน สังกะสี ทองแดงตามลำดับ และยังพบว่าการได้รับปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปอาจทำให้มีความอ่อนแอต่อโรค

และง่ายต่อการเข้าทำลายของแมลง เช่นโรคใบจุดวงแหวน ซึ่งมะละกอที่เป็นโรคจะมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าในต้นที่เจริญเป็นปกติในทุกๆ ส่วนของพืช ได้แก่ ก้านใบ ลำต้น ราก ซึ่งถ้าเปรียบเทียบธาตุอาหารในรูปสัดส่วน โพแทสเซียม: แคลเซียม: ไนโตรเจน ในก้านใบมะละกอของต้นปกติจะมีค่าอยู่ประมาณ 3:2:1 ขณะที่ในต้นที่เป็นโรคใบจุดวงแหวนมีค่าเท่ากับ 2:1:2 สำหรับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนถ้าใส่ 12.8 กก.N/ไร่ ฟอสฟอรัส 16 กก.P_2O_5/ไร่ โพแทสเซียม 16 กก.K_2O/ไร่ จะได้ผลผลิต 1.6 ตัน แต่ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเป็น 32 กก.N/ไร่ ฟอสฟอรัส 32 กก.P_2O_5/ไร่ โพแทสเซียม 48 กก.K_2O/ไร่ ผลผลิตจะเพิ่มเป็น 3.2 ตัน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. <u>แผนการทดลอง</u>

นำเมล็ดมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 มาเพาะเมล็ด เมื่อต้นกล้าอายุ 60 วัน จึงย้ายปลูกลงแปลงโดยเตรียมหลุมปลูกขนาด 50x50x50 เซนติเมตร ใช้วัสดุปลูกคือ หน้าดิน ปุ๋ยคอก แกลบเหลือง อัตราส่วน 2:1:1 ใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัมต่อหลุม ให้น้ำแบบหัวฉีดสเปรย์ (ชื่อสินค้า เรนดร็อป) อัตราการให้น้ำ 120-180 ลิตรต่อชั่วโมง รัศมีการกระจาย 2 เมตร โดยให้น้ำวันเว้นวัน ต้นเล็กรัศมีทรงต้น 1-1.5 เมตร ให้น้ำ 30 ลิตรต่อต้น ต้นใหญ่รัศมีทรงต้น 2-2.5 เมตร ให้น้ำ 80 ลิตรต่อต้น กำจัดวัชพืชด้วยวิธีการตัดหญ้า ใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย มีการทำความสะอาดแปลงโดยเด็ดใบแก่ทิ้งออกนอกแปลงและพ่นยาป้องกันกำจัดเชื้อราเป็นครั้งคราวใช้สารกลุ่มเบนโนมิล และทำการทดลองตั้งแต่ต้นอายุ 4 เดือน โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 ผลของปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1

วิธีการ

ทำการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนโดยใช้ปุ๋ยยูเรีย(46%N) ชื่อการค้า ปุ๋ยตราไข่มุก และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K_2O) ชื่อการค้า ปุ๋ยตราไข่มุก โดยให้ทางดินรอบทรงพุ่มทุกเดือน และรดน้ำตาม เพื่อศึกษาผลของการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิต โดยให้ปุ๋ยยูเรีย 3 ระดับ คือ 10, 20 และ30 gN/ต้น/เดือน และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ 3 ระดับ คือ 10, 20 และ30 gK_2O/ต้น/เดือน ดังนั้นจะมี 9 Treatments ดังนี้

T_1 = N 10 g : K 10 g	T_2 = N 10 g : K 20 g	T_3 = N 10 g : K 30 g
T_4 = N 20 g : K 10 g	T_5 = N 20 g : K 20 g	T_6 = N 20 g : K 30 g
T_7 = N 30 g : K 10 g	T_8 = N 30 g : K 20 g	T_9 = N 30 g : K 30 g

เปรียบเทียบกับชุดควบคุมคือไม่ใส่ปุ๋ย (T_{10}=Control) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งเป็น 10 Treatments มี 4 ซ้ำๆ ละ 3 ต้น ดังนั้น 1 Treatment มี 12 ต้น

การทดลองที่ 2 ผลของปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1

วิธีการ

ทำการทดสอบปุ๋ยแคลเซียม โดยใช้ปุ๋ยแคลเซียม (40%Ca) ชื่อการค้า แคล400 และปุ๋ยโบรอนโดยใช้ปุ๋ยโบรอน (70%B) ชื่อการค้า โบรอน70 โดยศึกษาพร้อมกับการทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 4 ซ้ำๆละ 3 ต้น 1 Treatment มี 12 ต้น โดยแบ่งเป็น 7 Treatments ดังนี้

T_1 : Control (พ่นด้วยน้ำกรองผสมสารจับใบ)
T_2 : Ca ความเข้มข้น 1,000 มก.Ca/ลิตร
T_3 : Ca ความเข้มข้น 2,000 มก.Ca/ลิตร
T_4 : B ความเข้มข้น 500 มก.B/ลิตร
T_5 : B ความเข้มข้น 1,000 มก.B/ลิตร
T_6 : Ca ความเข้มข้น 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับ B ความเข้มข้น 1,000 มก.B/ลิตร
T_7 : Ca ความเข้มข้น 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับ B ความเข้มข้น 2,000 มก.B/ลิตร

โดยให้ปุ๋ยทั้งหมด 4 ครั้ง เมื่อมะละกอมีอายุ 4, 6, 8 และ10 เดือน ด้วยวิธีการฉีดพ่นทางใบปริมาณต้นละ 2 ลิตร โดยผสมสารจับใบ ชื่อการค้า อิเลคตรอน อัตรา 15 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นตั้งแต่เวลา 08:00-10:00 น. ส่วนธาตุหลักให้ปุ๋ยตามการทดลองที่ 1 ใน T_5 คือ N 20g : K 20 g/ต้น/เดือน และดูแลรักษาเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

2. <u>การศึกษาการเจริญของลำต้น</u>

ทำการบันทึกผลจากต้นมะละกอทั้ง 12 ต้น ในแต่ละทรีตเมนต์โดยให้ 3 ต้น เป็น 1 ซ้ำ มีทั้งหมด 4 ซ้ำ นำมาศึกษาการเจริญของต้น โดยใช้ตลับเมตรวัดความสูงของต้น วัดจากพื้นถึงส่วนที่สูงที่สุดของต้น ความกว้างทรงพุ่ม วัดจากทิศเหนือไปทิศใต้ และจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก จากนั้นหาค่าเฉลี่ย เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย วัดสูงจากพื้น 15 เซนติเมตร โดยใช้เวอร์เนียคาริเปอร์

(vernier calipers) วัดในส่วนของลำต้นที่มีขนาดใหญ่มากที่สุด ณ.ความสูงนั้น ทุกเดือน ตั้งแต่ต้นมีอายุ 4 เดือน จนถึงระยะเก็บเกี่ยว

3. <u>การศึกษาลักษณะใบ</u>

ทำการศึกษาลักษณะใบโดยบันทึกผลการเจริญเติบโตของใบที่ 9 จากยอดของต้นมะละกอ ซึ่งสุรศักดิ์และคณะ(2538) แนะนำใบที่ 9 เป็นใบที่ใช้เป็นดัชนีในการหาธาตุอาหารในตัวอย่างพืช จึงเลือกใบนี้เป็นดัชนีวักการเจริญเติบโตด้วย ทรีตเมนต์ ละ 12 ใบ เก็บต้นละ 1 ใบ ให้ 3 ใบเป็น 1 ซ้ำ มีทั้งหมด 4 ซ้ำ นำมาศึกษาลักษณะทางกายภาพ บันทึกผลทุกเดือนตั้งแต่ต้นอายุ 4 เดือน จนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลดังนี้

1. ความกว้างใบเฉลี่ย โดยวัดในส่วนขอบใบด้านซ้ายสุดมาถึงขอบใบด้านขวาสุด
2. ความยาวใบเฉลี่ย โดยวัดส่วนของปลายใบด้านล่างที่ติดกับก้านใบมาถึงปลายใบในด้านตรงข้าม
3. ความยาวก้านใบ วัดจากโคนก้านใบส่วนที่ติดกับลำต้นมาถึงก้านใบส่วนที่ติดกับใบ โดยใช้ตลับเมตร

4. <u>การศึกษาลักษณะดอก</u>

ทำการบันทึกผลต้นมะละกอทุกต้นที่ทำการทดลองรวมทรีตเมนต์ละ 12 ต้น ให้ 3 ต้น เป็น 1 ซ้ำ มีทั้งหมด 4 ซ้ำ โดยศึกษาลักษณะต่างๆ ดังนี้

4.1. จำนวนวันที่ดอกแรกบานหลังจากปลูกลงแปลง โดยบันทึกจำนวนวัน ซึ่งหลังจากที่ปลูกลงแปลงจนเห็นดอกแรกบาน

4.2. จำนวนผลที่ติดเฉลี่ยต่อต้น โดยนับจำนวนผลที่ติดอยู่บนต้น ณ.เวลานั้น ซึ่งนับจำนวนผลทุกเดือนหลังจากที่ต้นติดผลแล้ว

4.3. จำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ยต่อต้นต่อเดือนโดยนับจำนวนผลที่เก็บเกี่ยวออกมาจากแปลงทุกทรีตเมนต์ในแต่ละเดือน

5. <u>การศึกษาลักษณะผล</u>

ทำการศึกษาโดยสุ่มเก็บเก็บข้อมูลจากผลมะละกอทุกทรีตเมนต์ที่ทำการทดลอง ทรีตเมนต์ๆ ละ 25 ผล โดยเฉลี่ยต้นละ 2 ผล เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมี โดยบันทึกผลทุกเดือนตั้งแต่ 1 สัปดาห์หลังจากติดผลจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลดังนี้

5.1. เปรียบเทียบสีผิวผลทุกเดือน ถ้าสีผิวผลมีความสม่ำเสมอจะรายงานเป็นช่วงสีเดียว แต่ถ้าสีผิวผลไม่สม่ำเสมอจะรายงานตามช่วงสีที่ปรากฏบนผล โดยใช้แผ่นเทียบสีของ The Royal Horticultural Society (R.H.S.)

5.2. วัดขนาดความกว้าง โดยวัดจากด้านซ้ายสุดมาหาด้านขวาสุด และความยาวผลเฉลี่ย วัดจากปลายผลด้านล่างมาหาขั้วผลด้านบน โดยใช้ไม้บรรทัด

เมื่อมะละกอถึงระยะเก็บเกี่ยวผลนำมาศึกษาลักษณะดังนี้

5.3. น้ำหนักผลเฉลี่ย โดยเครื่องชั่งน้ำหนัก

5.4. เปรียบเทียบสีเนื้อ สีเนื้อผลมีความสม่ำเสมอรายงานเป็นช่วงสีเดียว ด้วยแผ่นเทียบสีของ The Royal Horticultural Society (R.H.S.)

5.5. ชั่งน้ำหนักทั้งผล และน้ำหนักของผลส่วนที่รับประทานได้โดยเครื่องชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล (% recovery) จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล} = \frac{\text{น้ำหนักผลส่วนที่รับประทานได้}}{\text{น้ำหนักผลทั้งหมด}} \times 100$$

น้ำหนักผลส่วนที่รับประทาน = น้ำหนักผล – (น้ำหนักเมล็ด + น้ำหนักเปลือกผล)

5.6. ความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ(pressure tester) ขนาด 1 กิโลกรัม หัววัดรูปทรงกระบอก(cylinder shape) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร วัด 3 บริเวณคือ บริเวณขั้วผล วัดห่างจากขั้วผลลงมาทางก้นผล 5 เซนติเมตร บริเวณกลางผล วัดในส่วนตรงกลางผล และบริเวณก้นผล วัดห่างจากก้นผลขึ้นมาทางขั้วผล 5 เซนติเมตร โดยทั้ง 3 บริเวณจะเฉือนเปลือกผลออกแล้วจึงทำการวัด และนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นกิโลกรัม

5.7. ความหนาเนื้อ วัด 2 แห่ง คือ เนื้อบริเวณที่หนาที่สุด และบางที่สุดของเนื้อผลโดยไม่รวมเปลือกผล แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นเซนติเมตร โดยใช้เวอร์เนียคาริเปอร์ (vernier calipers)

5.8. จำนวนเมล็ด/ผล โดยนับจำนวนเมล็ดของแต่ละผลแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

5.9. น้ำหนักเมล็ด/ผลเฉลี่ยเป็นกรัม โดยนำเมล็ดของแต่ละผลไปล้างทำความสะอาดแล้วนำไปวางไว้จนสะเด็ดน้ำแล้วจึงทำการชั่งน้ำหนัก

5.10. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลมะละกอ เมื่อทำการผ่าผลตามแนวยาวจากขั้วผลมาหาก้นผลแล้วจึงทำการวัดในบริเวณที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลมากที่สุดโดยใช้เวอร์เนียคาริเปอร์ (vernier calipers)

5.11. สีเมล็ด โดยนำเมล็ดที่ล้างทำความสะอาดเอาเมือกที่ติดกับเมล็ดมะละกอออก ไปผึ่งลมจนแห้งแล้วจึงนำมาเทียบสี ด้วยแผ่นเทียบสีของ The Royal Horticultural Society (R.H.S.)

5.12. เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ Total Soluble Solids (%TSS) โดยใช้เครื่องHand Refractometer วัดน้ำคั้นจากเนื้อผลมะละกอ 3 ส่วน คือ บริเวณส่วนขั้วผล โดยนำเนื้อส่วนที่ห่างจากขั้วผลด้านบนลงมาทางปลายผลด้านล่าง 5 เซนติเมตร ส่วนกลาง โดยนำเนื้อส่วนที่อยู่บริเวณกลางผล และส่วนปลาย โดยนำเนื้อบริเวณที่ห่างจากปลายผลด้านล่างขึ้นมาทางขั้วผล 5 เซนติเมตร แล้วหาค่าเฉลี่ย มีหน่วยเป็น ^{o}Brix

5.13. รสชาติโดยการชิม หลังจากเก็บเกี่ยวผลมะละกอมาวางไว้ในอุณหภูมิห้อง 3 วัน โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ผู้ชาย 10 คน ผู้หญิง 10 คน อายุระหว่าง 20-35 ปี จบการศึกษาขั้นต่ำระดับ ปวส. โดยนำเนื้อผลในส่วนกลางผลมาให้ชิม ซึ่งในการเลือกเนื้อผลนั้นจะทำการแบ่งผลออกเป็น 4 ส่วนตามความยาวผลจากขั้วผลมาก้นผล แล้วนำเนื้อ 2 ส่วนที่อยู่ตรงกลางมาให้ชิม แล้วให้คะแนนการยอมรับดังนี้ คือ

ไม่ชอบมากที่สุด	ให้	1	คะแนน
ไม่ชอบมาก	ให้	2	คะแนน
ไม่ชอบปานกลาง	ให้	3	คะแนน
ไม่ชอบเล็กน้อย	ให้	4	คะแนน
ตอบไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	ให้	5	คะแนน
ชอบเล็กน้อย	ให้	6	คะแนน
ชอบปานกลาง	ให้	7	คะแนน
ชอบมาก	ให้	8	คะแนน
ชอบมากที่สุด	ให้	9	คะแนน

6. <u>การวิเคราะห์ดิน</u>

ก่อนทำการทดลองทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณแปลงปลูกจำนวน 9 จุด ที่ความลึก 30 เซนติเมตร นำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน แบ่งตัวอย่างดินประมาณ 1 กิโลกรัมเพื่อส่งวิเคราะห์ ก่อนทำการทดลอง เป็นระยะแรก ระยะที่ 2 คือ ขณะออกดอก สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแต่ละสิ่งทดลองๆ ละ 3 จุด ห่างจากโคนต้น 30 เซนติเมตร นำมาคลุกเค้าให้เข้ากัน แบ่งตัวอย่างดินประมาณ 1 กิโลกรัม เพื่อส่งวิเคราะห์ ระยะที่สาม คือ ขณะเก็บเกี่ยว สุ่มเก็บตัวอย่างดินเช่นเดียวกับระยะที่ 2 โดยหาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ ในการทดลองที่ 1 และวิเคราะห์ธาตุแคลเซียม และโบรอนเพิ่มในการทดลองที่ 2 โดยส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

7. <u>วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอนในก้านใบ</u>

7.1. การเก็บตัวอย่างพืช

สุ่มเก็บก้านใบในระยะออกดอก และเก็บเกี่ยวผล จำนวนต้นละ 1 ก้าน ในตำแหน่งใบที่ 9 สุรศักดิ์และคณะ(2538)แนะนำใบที่ 9 เป็นใบที่ใช้เป็นดัชนีในการหาธาตุอาหารในตัวอย่างพืชนำก้านใบที่ได้ 3 ต้นมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง นำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอนในแต่ละระยะ โดยนำแต่ละตัวอย่างใส่ถุงกระดาษเขียนป้ายกำกับไว้ อบให้แห้งในตู้อบที่มีลมร้อนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน จากนั้นนำตัวอย่างที่แห้งไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด Wiley Mill ผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh บรรจุตัวอย่างที่บดแล้วลงในถุงพลาสติกแห้ง และสะอาด ปิดปากถุงให้สนิท เก็บไว้ใน desiccator เมื่อจะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอน จึงอบตัวอย่างอีกครั้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นใน desiccator เมื่อตัวอย่างเย็นแล้วจึงนำไปวิเคราะห์

7.2. การย่อยสลายตัวอย่างพืช (digestion)

ชั่งตัวอย่างมะละกอที่แห้งสนิท 0.5 กรัม ใส่ลงใน test tube ขนาด 75 มิลลิลิตร แล้วเติม digestion mixture ซึ่งประกอบด้วย H_2SO_4 : Na_2SO_4 : Se metal ในอัตราส่วน 100:10:1 ลงไป 5

มิลลิลิตรนำไป digest บน Technicon Block Digestion ภายใต้ Fume hood โดยการควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ประมาณ 350 องศาเซลเซียส ย่อยสลายตัวอย่างพืช จนได้สารละลายใส ทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าสารละลายที่ได้ให้ผสมกันแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ใส่ลงในขวดพลาสติกขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มีฝาปิด (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอนต่อไป

7.3. การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยใช้เครื่องกลั่นไนโตรเจน (N-Distillation) ทำการปิเปตสารละลาย (aliqout) ที่ได้จากการ digest พืช (H_2SO_4 : Na_2SO_4 : Se mixture digestion) จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน distillation flask เติม 40% NaOH ลงไป 5 มิลลิลิตร แล้วทำการกลั่นไนโตรเจน ซึ่งอยู่ในรูป $(NH_4)_2SO_4$ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนีย เก็บแอมโมเนียที่กลั่นได้ไว้ในรูปของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ในสารละลาย Boric acid indicator 5 มิลลิลิตร กลั่นจนกระทั่งสารละลายใน flask ซึ่งบรรจุ Boric acid indicator มีปริมาตรประมาณ 30 มิลลิลิตร ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้นี้ด้วย standard 0.01 H_2SO_4 ทำ blank พร้อมตัวอย่าง (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

$$\%N \text{ ในพืช} = \frac{\text{ml. acid use (sample-blank titration) x Normality of std. acid x0.014x50x100}}{\text{Weight of plant sample (gm) x ml. of aliquot}}$$

7.4. การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส

ใช้วิธีของ Vanado-molybdate yellow color (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) ปิเปต aliquot ที่ได้จากการย่อยสลายตัวอย่างพืช จำนวน 3 มิลลิลิตร ลงใน test tube เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เติม 5% ammonium molybdate และ 0.25% ammonium metavanadate อย่างละ 1 มิลลิลิตร เขย่าแล้วทิ้งไว้ 20 นาที ได้สารประกอบเชิงซ้อนสีเหลืองใส จึงนำไปวัดความเข้มข้นของสีเหลืองที่เกิดขึ้น ที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

ทำกราฟมาตรฐาน (standard curve) ของ 0, 2.5, 5, 7.5, 10 และ 12.5 $mgPL^{-1}$ โดยปิเปต Stock 40 mg PL^{-1} จำนวน 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ2.5 มิลลิลิตร ลงใน test tube ขนาด 15 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนสารละลายแต่ละหลอดมีปริมาตร 3 มิลลิลิตร เติม blank หลอดละ 3 มิลลิลิตร เติม

5% ammonium molybdate และ 0.25% ammonium metavanadate อย่างละ 1 มิลลิลิตร เขย่าแล้วทิ้งไว้ 20 นาที วัดความเข้มข้นของสีเหลืองที่เกิดขึ้น ที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

$$\%P \text{ ในพืช} = \frac{\text{mg } PL^{-1} \text{from standard curve acid x8x50x10}^{-6}\text{x100}}{\text{weight of plant sample (gm) x ml. of aliquot}}$$

7.5. การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม

วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมโดยตรงจากสารละลายที่ได้จากการย่อยสลาย นำไปวัดความเข้มข้นของโพแทสเซียม โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Bradfield and Spencer, 1965; Isaac and Kerber, 1971) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน ช่วงความเข้มข้น 0-15 ppm K

7.6. การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม

วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมโดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometry (ศรีสม, 2547) โดยผสมสารละลายตัวอย่างพืช 10 มิลลิลิตรกับสารละลายสตรอนเทียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2.5% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตร หาความเข้มข้นของแคลเซียมจากกราฟมาตรฐาน โดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน แล้วคำนวณหาปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างพืช

การทำกราฟมาตรฐานโดยเตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4 และ5 ppm จากสารละลายมาตรฐานที่มีแคลเซียมความเข้มข้น 100 ppm ผสมสารละลายมาตรฐาน 10 มิลลิลิตร กับสารละลายสตรอนเทียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.5% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 422.7 นาโนเมตรทำกราฟมาตรฐานจากค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง

$$\text{ปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างพืช (ppm)} = \frac{(Cs-Cb) \times Vd}{W}$$

ปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างพืช (%) = $\frac{(Cs-Cb) \times Vd \times 10^{-4}}{W}$

Cs = ความเข้มข้นของแคลเซียมในสารละลายตัวอย่างพืชจากกราฟมาตรฐาน(พีพีเอ็ม)

Cb = ความเข้มข้นของแคลเซียมใน blank จากกราฟมาตรฐาน(พีพีเอ็ม)

Vd = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างพืชที่ได้จากการย่อยสลาย (100 มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักตัวอย่างพืช (กรัม)

7.7. การวิเคราะห์ปริมาณโบรอน

การวิเคราะห์ปริมาณโบรอนโดยวิธี Colorimetry แบบ Azomethine-H เป็นวิธีวิเคราะห์ปริมาณโบรอน โดยวัดความเข้มของสีเหลืองของ Azomethine-H boric acid complex ที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาของ boric acid กับ Azomethine-H ในระบบที่มี pH 5.0 - 5.5 (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

การย่อยสลายตัวอย่างพืช (Digestion)

ชั่งตัวอย่างพืชจำนวน 1.000-2.000 กรัม ใส่ใน crucible เติมสารละลาย saturated $Ca(OH)_2$ 5 มล. ระเหยให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 ^{0}C แล้วเผาใน muffle furnace ที่อุณหภูมิ 470 ^{0}C เป็นเวลา 90 นาที เมื่อตัวอย่างพืชที่เผาเย็น ละลายตะกอน (ash) ที่ได้ด้วย 0.36 N H_2SO_4 10 มล. กรองสารละลายที่ได้ในขวด polyethelene ขนาด 100 มล. ล้างตะกอนด้วย 0.36 NH_2SO_4 5 มล. จำนวน 2 ครั้ง

การวิเคราะห์ปริมาณ (Determination of B)

ปิเปต aliquot ที่ได้จากการย่อยสลายตัวอย่างพืชจำนวน 3 มล. ลงใน test tube ขนาด 15 มล. เติมสารละลาย EDTA 2 มล. เติมสารละลาย NH_4 acetate buffer 2 มล. เติมสารละลาย Azomethine-H 1 มล. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จึงนำไปวัดความเข้มของสีเหลืองที่เกิดขึ้นด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ wavelength 430 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่น 3 มล. เติมน้ำยา develop สี และทำเช่นเดียวกับตัวอย่าง set เครื่อง Spectrophotometer เป็น 100% Transmittance

ทำ standard curve ของ 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 และ 1.25 mg BL^{-1} โดยปิเปต 10 mg BL^{-1} standard B จำนวน 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ1.0 มล. ใส่ในหลอด test tube เติมน้ำจนสารละลายมี

ปริมาตร 3 มล. เติมสารละลาย EDTA และNH_4 acetate buffer อย่างละ 2 มล. เติมสารละลาย Azomethine-H 1 มล. เขย่าทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จึงนำไปวัดความเข้มข้นของสีเหลืองที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกับตัวอย่าง (set 0 mg BL^{-1} เป็น 100%T) plot ค่าที่อ่านได้จากสารละลายมาตรฐานลงในกระดาษกราฟ

$$\text{mg kg}^{-1}\text{ B ในพืช} = \frac{\text{mg BL}^{-1}\text{ from std. Curve x 8 x 20}}{\text{weight of sample x ml. of aliquot used}}$$

8. <u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

นำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

9. <u>สถานที่ทำการทดลอง</u>

- สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 อ.สันทราย จ.เชียงใหม่
- ห้องปฏิบัติการไม้ผลส่วนกลาง มูลนิธิโครงการหลวง อ.เมือง จ.เชียงใหม่

10. <u>ระยะเวลาทำการทดลอง</u>

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2549

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1

การศึกษาการเจริญเติบโตของลำต้น

1. ความสูงเฉลี่ย

ความสูงเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4-11 เดือน ทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยในเดือนที่ 4 ต้นมะละกอมีความสูงเฉลี่ย 113.6– 125.1 เซนติเมตร และเมื่อต้นมีอายุ 11 เดือน ต้นมีความสูงเฉลี่ย 303.1–356.4 เซนติเมตร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสูงเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
N10 : K10	124.2	186.4	254.1	293.8	321.3	343.8	348.1	336.7
N10 : K20	122.8	199.7	260.5	292.8	292.3	342.5	344.7	332.8
N10 : K30	119.4	191.8	250.9	275.8	285.3	339.4	340.0	324.5
N20 : K10	116.7	193.1	265.9	287.0	278.2	336.7	337.8	329.3
N20 : K20	123.5	198.6	243.6	299.7	306.4	351.3	355.3	350.3
N20 : K30	116.7	194.2	257.1	296.3	284.1	346.2	356.0	343.3
N30 : K10	125.1	202.2	269.8	309.4	323.8	354.5	356.3	356.4
N30 : K20	116.8	190.1	243.5	282.0	280.8	333.1	332.3	328.9
N30 : K30	116.3	193.3	253.3	288.8	299.3	348.9	350.9	344.5
ไม่ใส่ปุ๋ย	113.6	185.4	223.5	269.8	258.3	312.8	311.9	303.1
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

2. ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย

ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4-11 เดือน ทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยในเดือนที่ 4 ต้นมะละกอมีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 95.4-107.2 เซนติเมตร และเมื่อต้นมีอายุ 11 เดือน ต้นมีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย233.0–257.3 เซนติเมตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
N10 : K10	106.6	160.7	212.2	240.5	227.5	244.2	261.9	248.2
N10 : K20	100.4	176.7	223.4	240.9	233.3	249.8	261.6	248.7
N10 : K30	107.2	168.2	210.0	240.3	236.3	251.6	256.1	247.6
N20 : K10	98.7	179.9	221.6	246.3	231.7	253.0	258.6	250.4
N20 : K20	101.6	177.7	223.3	242.3	237.5	257.3	262.1	255.3
N20 : K30	96.2	172.5	212.6	255.0	222.3	248.9	262.1	257.1
N30 : K10	105.1	177.9	216.8	247.5	238.3	250.7	274.9	257.3
N30 : K20	95.4	166.4	226.3	258.7	231.3	252.3	260.5	249.3
N30 : K30	100.3	161.3	218.8	246.3	239.2	255.0	264.4	253.8
ไม่ใส่ปุ๋ย	101.7	159.9	201.1	214.2	214.2	237.2	244.1	233.0
$F\text{-test}_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

3. เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย

เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4 และ5 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยต้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 3.2- 8.0 เซนติเมตร และเมื่อต้นมะละกออายุ 6-11 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 9.3 เซนติเมตร ในเดือนที่ 6 และ15.7เซนติเมตร ในเดือนที่ 11 และในทุกทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 10.4-16.8 เซนติเมตร ตั้งแต่ต้นอายุ 6-11 เดือน ซึ่งในเดือนที่ 11

ทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับ โพแทสเซียม 20 กรัม กับทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับ โพแทสเซียม 20 และ 30 กรัม มีแนวโน้มที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากกว่า ทุกทรีตเมนต์ คือมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 16.8 เซนติเมตร ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
N10 : K10	3.5	6.8	10.7a	13.4a	13.6a	14.8a	15.6a	16.6a
N10 : K20	3.5	6.7	10.7a	13.8a	13.9a	14.8a	15.7a	16.7a
N10 : K30	3.7	7.9	10.7a	13.9a	14.4a	15.1a	15.6a	16.5a
N20 : K10	3.5	7.6	10.4a	13.8a	14.5a	14.8a	15.6a	16.7a
N20 : K20	3.9	8.0	11.2a	14.5a	14.8a	15.6a	15.7a	16.8a
N20 : K30	3.2	6.8	10.4a	13.6a	14.6a	14.9a	15.5a	16.6a
N30 : K10	3.7	7.5	10.8a	14.0a	14.3a	15.4a	15.7a	16.6a
N30 : K20	3.4	7.4	11.1a	14.4a	14.8a	15.4a	15.7a	16.8a
N30 : K30	3.5	7.5	11.2a	14.5a	14.1a	15.4a	15.7a	16.8a
ไม่ใส่ปุ๋ย	3.2	6.6	9.3b	11.4b	11.7b	12.8b	14.6b	15.7b
F-test $_{0.05}$	ns	ns	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ * คือ ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

การศึกษาลักษณะใบ

1. ความกว้างใบเฉลี่ย

ความกว้างใบเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4, 5, 10 และ11 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความกว้างใบเฉลี่ย 32.0-75.3 เซนติเมตร เมื่อต้นมะละกออายุ 6-9 เดือน ความกว้างใบเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนที่ 6 ทุกทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยมีความกว้างใบเฉลี่ย 68.0-72.2 เซนติเมตร ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความกว้างใบเฉลี่ย 62.3 เซนติเมตร ในเดือนที่ 7 ทุกทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยมีความกว้างใบเฉลี่ย 66.4-71.8 เซนติเมตร ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความกว้างใบเฉลี่ย 60.9 เซนติเมตร ในเดือนที่ 8 ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 และ 30 กรัม มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 72.6 และ 72.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความกว้างใบเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 59.1 เซนติเมตร ในเดือนที่ 9 ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 และ30 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 20 และ 30 กรัม มีความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุด 71.0-73.7 เซนติเมตรซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยตำรับอื่นๆ และไม่ใส่ปุ๋ย โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความกว้างใบเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 66.6 เซนติเมตร ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความกว้างใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
N10 : K10	36.5	59.7	68.0a	66.4ab	68.8bc	66.8c	70.4	71.3
N10 : K20	32.6	64.7	70.8a	70.1a	64.6c	67.9bc	70.2	72.0
N10 : K30	36.3	65.3	68.6a	69.1a	64.4c	68.2bc	70.9	71.3
N20 : K10	35.1	65.3	70.6a	68.6a	68.8bc	68.3bc	72.7	71.5
N20 : K20	35.6	66.8	72.2a	71.8a	73.3a	73.7a	75.6	75.3
N20 : K30	32.1	63.1	69.6a	69.7a	70.4b	71.0ab	74.1	72.6
N30 : K10	36.6	66.0	71.2a	70.5a	70.5b	71.5ab	72.8	72.5
N30 : K20	34.3	65.4	71.7a	70.1a	72.6ab	71.7ab	72.9	74.9
N30 : K30	33.2	65.5	71.3a	71.8a	72.7ab	72.3ab	73.3	74.4
ไม่ใส่ปุ๋ย	32.0	59.7	62.3b	60.9b	59.1d	66.6c	69.8	70.8
F-test $_{0.05}$	ns	ns	*	*	*	*	ns	ns

หมายเหตุ * คือ ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

2. ความยาวใบเฉลี่ย

ความยาวใบเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4, 5, 10 และ11 เดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความยาวใบเฉลี่ย 31.7-71.9 เซนติเมตร เมื่อต้นมะละกออายุ 6-9 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความยาวใบเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 63.8-62.2 เซนติเมตร และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับ โพแทสเซียม 20 กรัม มีความยาวใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 74.8-69.1 เซนติเมตร ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความยาวใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
N10 : K10	35.3	59.8	68.8abc	63.6a	65.9a	64.0bc	66.6	67.3
N10 : K20	34.8	64.2	72.8ab	67.5a	68.5a	64.1bc	65.8	67.2
N10 : K30	35.9	64.0	68.3bc	66.1a	65.2a	63.6bc	67.4	67.9
N20 : K10	34.5	64.5	70.3ab	65.5a	65.3a	66.9ab	68.4	66.4
N20 : K20	36.3	65.3	74.8a	68.3a	69.8a	69.1a	72.3	71.9
N20 : K30	32.3	62.4	68.6abc	65.7a	61.8a	67.3ab	70.0	68.4
N30 : K10	35.7	64.7	69.9ab	66.9a	67.3a	67.7ab	68.6	69.1
N30 : K20	34.8	64.3	71.3ab	67.8a	68.4a	68.8a	69.4	71.4
N30 : K30	32.6	63.8	71.3ab	67.8a	66.6a	68.9a	70.2	71.2
ไม่ใส่ปุ๋ย	31.7	58.8	63.8c	61.1b	57.6b	62.2c	65.3	66.1
F-test $_{0.05}$	ns	ns	*	*	*	*	ns	ns

หมายเหตุ * คือ ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

3. ความยาวก้านใบเฉลี่ย

ความยาวก้านใบเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4, 5, 10 และ11 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความยาวก้านใบเฉลี่ย 28.8-89.5 เซนติเมตร เมื่อต้นมะละกออายุ 6-9 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความยาวก้านใบเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 66.5-75.1 เซนติเมตร และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีความยาวก้านใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 77.7-85.8 เซนติเมตร ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความยาวก้านใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
N10 : K10	32.6	49.5	75.3a	76.7a	79.0ab	78.9abcd	79.0	83.7
N10 : K20	30.4	49.5	76.3a	78.2a	78.6b	78.7bcd	81.4	82.6
N10 : K30	33.6	53.3	72.3ab	75.4a	75.6b	76.7cd	80.2	81.0
N20 : K10	29.5	55.4	75.1a	78.6a	78.5b	81.3abcd	82.2	83.3
N20 : K20	31.8	56.8	77.7a	81.9a	82.3a	85.8a	86.6	89.5
N20 : K30	28.8	53.2	74.0a	75.8a	75.9b	79.7abcd	84.2	84.7
N30 : K10	33.8	53.3	75.5a	80.2a	81.3ab	83.9ab	86.3	87.4
N30 : K20	29.5	56.2	75.8a	77.6a	80.1ab	83.5abc	86.5	88.4
N30 : K30	29.5	53.2	77.6a	77.9a	80.8ab	80.3abcd	79.4	84.1
ไม่ใส่ปุ๋ย	29.5	49.1	66.5b	68.7b	70.1c	75.1d	76.2	79.0
F-test $_{0.05}$	ns	ns	*	*	*	*	ns	ns

หมายเหตุ * คือ ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

การศึกษาลักษณะดอก

1. จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบาน

จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบานของมะละกอ ไม่มีความความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัมและทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัมมีแนวโน้มที่ดอกแรกบานเร็วที่สุดคือ 85.8 วัน และทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มที่ดอกแรกบานช้าที่สุดคือ 90.7 วัน ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบาน(วัน) ของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

Treatments	จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบาน
N10 : K10	89.6
N10 : K20	85.8
N10 : K30	86.7
N20 : K10	86.7
N20 : K20	85.8
N20 : K30	90.5
N30 : K10	88.5
N30 : K20	89.4
N30 : K30	89.4
ไม่ใส่ปุ๋ย	90.7
F-test $_{0.05}$	ns

2. จำนวนผลที่ติดเฉลี่ยต่อต้น

จำนวนผลที่ติดเฉลี่ยต่อต้นของต้นมะละกออายุ 9-11 เดือน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีจำนวนผลเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุดคือ 24.1-31.2 ผล และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัมมีจำนวนผลเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุดคือ 48.1-53.2 ผล ดังตารางที่ 8

3. จำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ยต่อต้น

จำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ยต่อต้นตั้งแต่ต้นอายุ 9-11 เดือน ทุกทรีตเมนต์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้นอายุ 9 เดือน ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันคือ 7.7-6.9 ผลต่อต้น แต่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยตำรับอื่นๆ ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีจำนวนผล

ที่ถูกเก็บเกี่ยวน้อยที่สุดคือ 4.3 ผลต่อต้น เมื่อต้นอายุ 10 เดือน ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10, 20 และ30 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 และ30 กรัม มีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ 9.3-9.8 ผลต่อต้น ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวน้อยที่สุดคือ 5.6 ผลต่อต้น เมื่อต้นอายุ 11 เดือน ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 และ30 กรัม กับทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 และ30 กรัม มีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างจาก การใช้ปุ๋ยตำรับอื่นๆ และไม่ใส่ปุ๋ยคือ 10.3-10.6 ผลต่อต้น ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวน้อยที่สุดคือ 6.7 ผลต่อต้น ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จำนวนผลที่ติดเฉลี่ยต่อต้นและจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ยต่อต้นของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 9-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (ผล)

Treatments	อายุต้น (เดือน)					
	จำนวนผลที่ติดบนต้น			จำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยว		
	9	10	11	9	10	11
N10 : K10	35.1abcd	35.1bc	36.8b	5.8b	7.1c	8.4c
N10 : K20	33.8bcd	35.9bc	38.1b	6.1b	8.5b	9.1b
N10 : K30	32.0cd	36.7bc	36.7b	6.4b	8.4b	9.3b
N20 : K10	41.1abc	46.0ab	43.7ab	6.4b	9.6a	9.2b
N20 : K20	48.1a	53.2a	53.2a	7.5a	9.8a	10.4a
N20 : K30	34.6abcd	37.4bc	40.8ab	7.1a	9.7a	10.3a
N30 : K10	43.2abc	46.3ab	47.6ab	7.3a	8.4b	9.7b
N30 : K20	47.4a	48.0ab	49.8ab	6.9ab	9.3a	10.5a
N30 : K30	45.7ab	45.9ab	47.9ab	7.7a	9.5a	10.6a
ไม่ใส่ปุ๋ย	24.1d	31.2c	29.9c	4.3c	5.6d	6.7d
F-test $_{0.05}$	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ * คือ ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

การศึกษาลักษณะผล

1. ความกว้างผลเฉลี่ย

ความกว้างผลเฉลี่ยของผลมะละกออายุ 1-20 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยผลมีความกว้างเฉลี่ย 2.1-2.2 เซนติเมตร ในสัปดาห์ที่ 1 และจะมีความกว้างเพิ่มขึ้นจนผลอายุ 20 สัปดาห์ มีความกว้างเฉลี่ย 10.5-12.3 เซนติเมตร โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีแนวโน้มที่มีความกว้างผลมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความกว้างเฉลี่ยของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 1, 4, 8, 12, 16 และ20 สัปดาห์ ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุผล (สัปดาห์)					
	1	4	8	12	16	20
N10 : K10	2.3	4.8	7.9	8.9	10.1	10.7
N10 : K20	2.2	5.1	8.4	9.8	11.5	11.8
N10 : K30	2.2	4.4	7.9	9.0	11.3	11.5
N20 : K10	2.2	5.1	8.5	10.3	11.4	11.7
N20 : K20	2.1	5.1	8.0	9.9	10.8	11.3
N20 : K30	2.2	5.0	7.8	9.0	11.0	11.5
N30 : K10	2.2	5.5	8.5	9.4	10.6	11.3
N30 : K20	2.7	5.7	9.0	10.7	12.4	12.3
N30 : K30	2.2	4.9	8.9	9.7	12.1	11.6
ไม่ใส่ปุ๋ย	2.1	4.3	6.5	8.2	10.1	10.5
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns

2. ความยาวผลเฉลี่ย

ความยาวผลเฉลี่ยของผลมะละกออายุ 1-20 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยผลมีความยาวเฉลี่ย 3.4-4.2 เซนติเมตร ในสัปดาห์ที่ 1 และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนผลอายุ 20 สัปดาห์ มีความยาวผลเฉลี่ย 16.3-17.7 เซนติเมตร โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีแนวโน้มที่มีความยาวผลมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ดังตารางที่ 10

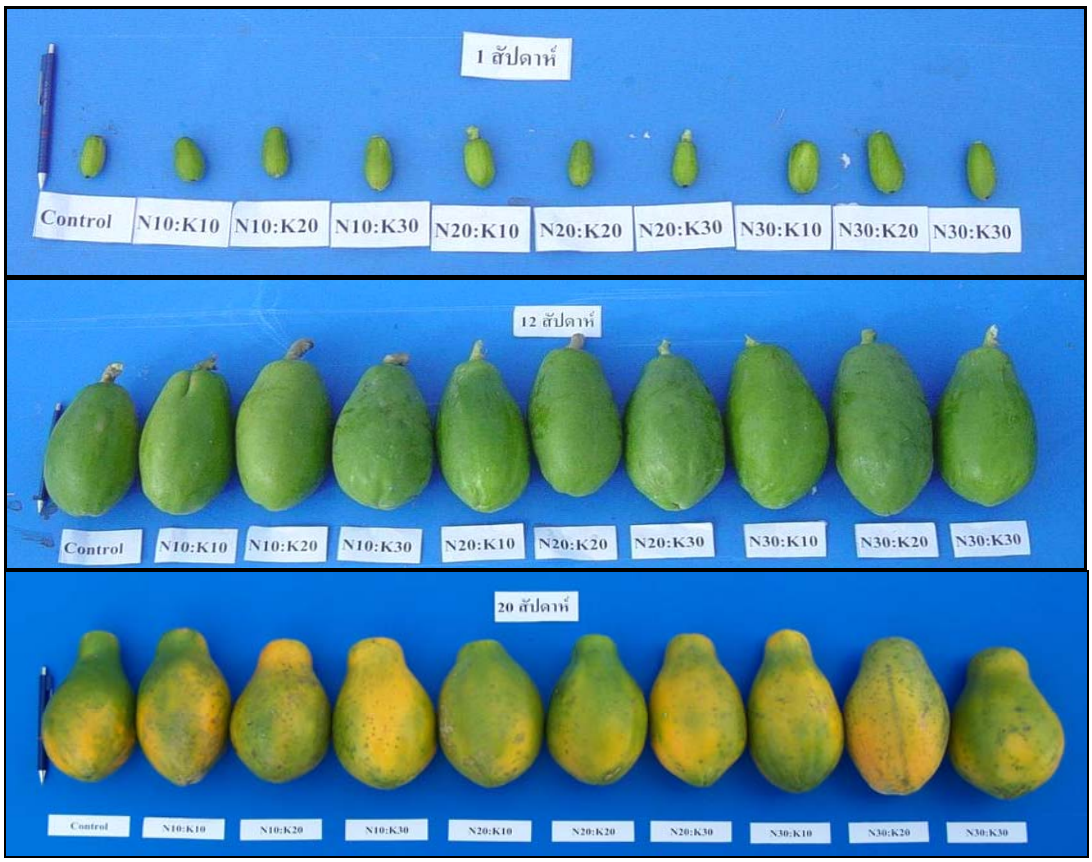
ตารางที่ 10 ความยาวเฉลี่ยของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 1, 4, 8, 12, 16 และ20 สัปดาห์ ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุผล (สัปดาห์)					
	1	4	8	12	16	20
N10 : K10	3.5	6.7	10.6	12.5	15.3	16.7
N10 : K20	3.7	7.2	11.5	12.5	15.8	16.6
N10 : K30	3.6	6.4	11.1	12.3	14.6	17.1
N20 : K10	3.6	7.3	11.6	12.8	15.6	17.2
N20 : K20	3.7	7.4	11.4	12.5	15.0	17.5
N20 : K30	4.1	7.2	11.4	12.9	14.8	16.7
N30 : K10	3.7	7.1	11.5	12.8	15.4	17.1
N30 : K20	4.2	7.8	11.9	13.6	15.9	17.7
N30 : K30	3.6	6.7	11.7	12.8	15.2	17.5
ไม่ใส่ปุ๋ย	3.4	6.2	10.5	10.9	14.3	16.3
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns

3. สีผิวผล

สีผิวผลของผลมะละกอ อายุ 1 และ 4 สัปดาห์ ทุกทรีตเมนต์มีสีเขียวอ่อน เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี R.H.S. อยู่ในกลุ่มสี Yellow-Green Group 145A เมื่อผลอายุ 8 สัปดาห์ ผลมีสีเขียว เมื่อเทียบ

กับแผ่นเทียบสี R.H.S. อยู่ในกลุ่มสี Green Group 143 A เมื่ออายุ 12 และ 16 สัปดาห์ ผลมีสีเขียว เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี R.H.S. อยู่ในกลุ่ม GG 143 A เมื่อผลอายุ 20 สัปดาห์ ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10, 20 และ30 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 และ20 กรัม ผลมีสีเขียวปนเหลือง เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี R.H.S. อยู่ในกลุ่มสี YGG 144 B ส่วนทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10, 20 และ30 กรัม ผลมีสี Yellow-Orange Group 21 A ปนกับสีเขียวอ่อน YGG 144 B ดัง ภาพที่ 1

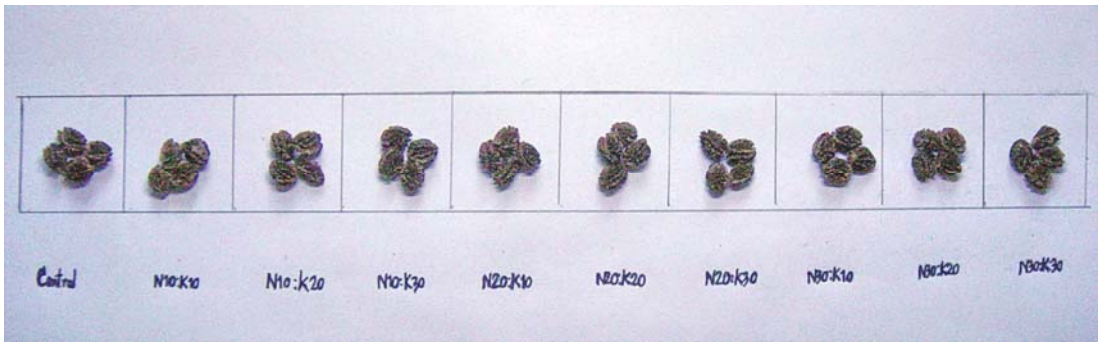


ภาพที่ 1 สีของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 1, 12 และ20 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่าง ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

4. สีเนื้อผลและสีเมล็ด

สีเนื้อผลของมะละกอหลังเก็บเกี่ยว และตั้งไว้ในห้อง 3 วัน ทุกทรีตเมนต์เนื้อผลมีสีส้ม เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี R.H.S. อยู่ในกลุ่มสี Orange Group โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีสีผล OG 28 B ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 10, 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10, 20 และ30 กรัม มีสีผล OG 28 A และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10, 20 และ30 กรัม มีสีผล OG 32 Aดังภาพที่ 2 ส่วนสีเมล็ด ทุกทรีตเมนต์มีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี R.H.S. อยู่ในกลุ่มสี Black Group 200 A ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 2 สีเนื้อผลของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย



ภาพที่ 3 สีเมล็ดของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

5. น้ำหนักผลเฉลี่ย

น้ำหนักผลเฉลี่ยของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 150 วัน ทุกทรีตเมนต์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10, 20 และ30 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม มีน้ำหนักผลเฉลี่ย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักผล 511.6-530.6 กรัม ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีน้ำหนักผลเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 454.2 กรัม ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียมทุกตำรับ ดังตารางที่ 11

6. เปอร์เซ็นต์ที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล

เปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผลน้อยที่สุดคือ 81.4 และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผลมากที่สุดคือ 85.4 รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม และทรีตเมนต์ที่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัมร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผลเท่ากับ 84.8, 84.6 และ 84.5 ตามลำดับ ดังตารางที่ 11

7. ความแน่นเนื้อเฉลี่ยของผล

ความแน่นเนื้อเฉลี่ยของผลในทุกทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม มีแนวโน้มที่มีค่าความแน่นเนื้อเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 0.56 กิโลกรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีแนวโน้มที่มีค่าความแน่นเนื้อเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.68 กิโลกรัม รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ย

ไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 0.65, 0.64 และ0.62 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 11

8. ความหนาเนื้อเฉลี่ยของผล

ความหนาเนื้อเฉลี่ยของผลในทุกทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม มีความหนาเนื้อเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 22.1 มิลลิเมตร และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม มีความหนาเนื้อเฉลี่ยมากที่สุดคือ 24.9 มิลลิเมตร รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีความหนาเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 24.1, 24.1 และ24.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 11

9. จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล

จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยที่สุดคือ 350.0 เมล็ด และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมากที่สุดคือ 559.0 เมล็ด รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน10 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 556.2, 549.6 และ545.4 เมล็ด ตามลำดับดังตารางที่ 11

10. น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผล

น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยที่สุดคือ 57.6 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมากที่สุดคือ 96.2 กรัม รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กรัม

ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัมร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผลเท่ากับ 87.8, 86.9 และ86.6 กรัม ตามลำดับ โดยน้ำหนักเมล็ดต่อผลแปรผันตรงกับจำนวนเมล็ดดังตารางที่ 11

11. เส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ย

เส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ยทุกทรีตเมนต์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 11.7 เซนติเมตร ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลางผลเฉลี่ยมากที่สุดคือ 13.2 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ย 13.1 และ13.0 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างจากทรีเมนต์อื่นๆ ดังตารางที่ 11

12. เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%TSS)

เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้พบว่า ทุกทรีตเมนต์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุดคือ 12.1 °Brix และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัมร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากที่สุดคือ 14.2 °Brix รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 13.9, 13.4 และ13.0 °Brix ตามลำดับ ดังตาราง ที่ 12

13. รสชาติโดยการชิม

รสชาติโดยการชิมพบว่า ทุกทรีตเมนต์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีคะแนนน้อยที่สุดคือ 5.8 และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีคะแนนมากที่สุดคือ 7.7 รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ย

ไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีคะแนน 7.4, 7.4 และ7.1 ตามลำดับ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 11 องค์ประกอบทางกายภาพ ของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

ทรีตเมนต์	น้ำหนักผลเฉลี่ย(ก.)	เปอร์เซ็นต์ที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล(%)	ความแน่นเนื้อ (กก.)	ความหนาเนื้อ (มม.)	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล (เมล็ด)	น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผล (ก.)	เส้นผ่าศูนย์กลางผล (เซนติเมตร)
N10 : K10	491.2b	81.6c	0.61	22.2	379.8bc	58.4c	11.9c
N10 : K20	479.8b	82.8abc	0.57	24.1	559.0a	86.6ab	12.2bc
N10 : K30	514.6a	82.5bc	0.57	24.1	545.4a	87.8ab	12.5b
N20 : K10	530.6a	83.3abc	0.56	22.1	493.8abc	81.4abc	12.6b
N20 : K20	513.6a	83.8abc	0.65	23.4	556.2a	96.2a	12.6b
N20 : K30	521.5a	84.5ab	0.64	23.8	459.2abc	69.6bc	12.7b
N30 : K10	511.6a	84.6ab	0.57	24.9	350.0c	57.6c	13.0a
N30 : K20	499.1ab	84.8ab	0.68	23.0	477.3abc	69.1bc	13.1a
N30 : K30	490.5b	85.3a	0.62	24.0	549.6a	86.9ab	13.2a
ไม่ใส่ปุ๋ย	454.2c	81.4c	0.60	23.3	517.7ab	75.5abc	11.7c
F-test $_{0.05}$	*	*	ns	ns	*	*	*

หมายเหตุ * คือ ตัวอักษรที่ตามหลัง ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 12 องค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมต่ำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

ทรีตเมนต์	เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%TSS)	รสชาติโดยการชิม (คะแนน)
N10 : K10	12.2c	6.0cd
N10 : K20	12.5bc	6.2cd
N10 : K30	12.8bc	6.6c
N20 : K10	12.9bc	6.7c
N20 : K20	13.0abc	7.0ab
N20 : K30	13.0abc	7.1ab
N30 : K10	13.4ab	7.4ab
N30 : K20	13.8a	7.4ab
N30 : K30	14.2a	7.7a
ไม่ใส่ปุ๋ย	12.1c	5.8d
F-test $_{0.05}$	*	*

หมายเหตุ * คือ ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

<u>การทดลองที่ 2</u> **<u>ผลของปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1</u>**

การศึกษาการเจริญของลำต้น

1. ความสูงต้นเฉลี่ย

ความสูงต้นเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4-11 เดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อต้นอายุ 4 เดือน มีความสูงต้นเฉลี่ย 90.6-98.7 และเมื่อต้นอายุ 11 เดือน มีความสูงเฉลี่ย 310.2-332.1 เซนติเมตร ดังตารางที่ 13

<u>ตารางที่ 13</u> ความสูงเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
ไม่ใส่ปุ๋ย	90.6	162.3	221.2	264.1	260.6	319.7	316.3	310.2
Ca1,000	98.7	166.7	226.7	265.6	260.8	321.4	319.4	311.5
Ca2,000	95.7	167.1	227.0	268.3	284.6	321.7	329.2	315.2
B500	90.6	164.9	221.5	266.0	276.2	322.1	327.1	315.2
B1,000	96.2	170.5	233.7	276.9	288.5	333.3	317.7	326.7
Ca1,000+B1,000	97.3	168.8	230.1	273.6	284.1	326.3	335.7	331.6
Ca2,000+B2,000	94.3	165.7	230.4	271.9	263.6	329.9	337.3	332.1
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

2. ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย

ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4-11 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อต้นอายุ 4 เดือน มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย74.1-82.9 เซนติเมตร และเมื่อต้นอายุ 11 เดือน มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 245.3-256.3 เซนติเมตร ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่าง ๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
ไม่ใส่ปุ๋ย	74.1	147.4	202.0	233.1	224.8	234.6	249.2	245.3
Ca1,000	78.0	150.6	203.2	234.1	229.7	235.6	252.1	247.3
Ca2,000	81.8	157.0	211.7	237.2	225.0	243.4	255.6	252.3
B500	77.1	152.7	204.3	235.6	230.2	242.2	251.6	256.3
B1,000	82.9	160.2	213.6	244.6	230.9	249.6	253.3	257.7
Ca1,000+B1,000	78.8	156.9	207.7	236.8	230.1	246.7	256.0	249.4
Ca2,000+B2,000	82.6	156.9	208.7	238.2	230.1	246.0	255.0	252.2
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

3. เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย

เส้นผ่าศูนย์กลางต้นเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4-11 เดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อต้นอายุ 4 เดือน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต้นเฉลี่ย 2.3-2.7 เซนติเมตร และเมื่อต้นอายุ 11 เดือน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต้นเฉลี่ย16.5-16.7 เซนติเมตร โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยแคลเซียมระดับต่างๆ และโบรอนระดับต่างๆ กับการใช้แคลเซียมร่วมกับโบรอนระดับต่างๆ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเท่ากันคือ 16.7 เซนติเมตร ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
ไม่ใส่ปุ๋ย	2.3	5.9	9.5	12.9	12.8	14.7	15.2	16.5
Ca1,000	2.7	6.0	10.1	13.2	13.7	14.9	15.6	16.7
Ca2,000	2.6	6.3	10.0	13.1	14.0	14.9	15.6	16.7
B500	2.4	6.1	9.9	13.3	13.1	14.8	15.2	16.7
B1,000	2.7	6.6	10.2	13.4	14.3	15.6	15.6	16.7
Ca1,000+B1,000	2.6	6.1	10.0	13.1	13.7	15.1	15.6	16.7
Ca2,000+B2,000	2.5	6.1	9.8	13.3	12.9	15.0	15.3	16.7
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

การศึกษาลักษณะใบ

1. ความกว้างใบเฉลี่ย

ความกว้างใบเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4-11 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อต้นอายุ 4 เดือน มีความกว้างใบเฉลี่ย 21.1-26.0 เซนติเมตร และเมื่อต้นอายุ 11 เดือน มีความกว้างใบเฉลี่ย 70.2-74.2 เซนติเมตร ดังตารางที่ 16

2. ความยาวใบเฉลี่ย

ความยาวใบเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4-11 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อต้นอายุ 4 เดือน มีความยาวใบเฉลี่ย 21.5-26.1 เซนติเมตร และเมื่อต้นอายุ 11 เดือน มีความยาวใบเฉลี่ย 70.0-71.6 เซนติเมตร ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 16 ความกว้างใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ กันเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
ไม่ใส่ปุ๋ย	21.1	60.0	66.2	67.0	66.9	68.5	69.7	70.2
Ca1,000	26.0	60.8	68.5	68.4	68.0	69.8	71.0	71.0
Ca2,000	23.4	60.0	67.7	67.5	68.7	71.0	72.1	73.6
B500	23.1	60.8	69.0	67.1	68.5	71.4	72.4	72.2
B1,000	24.9	60.9	71.0	69.6	71.1	71.5	73.3	74.2
Ca1,000+B1,000	24.9	60.2	68.8	67.1	69.6	71.0	71.3	73.2
Ca2,000+B2,000	25.1	60.0	66.5	68.0	67.9	70.8	71.9	72.0
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ตารางที่ 17 ความยาวใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
ไม่ใส่ปุ๋ย	21.5	58.1	66.4	62.5	63.0	63.0	66.9	70.0
Ca1,000	26.1	58.1	67.9	63.7	65.7	65.0	67.7	70.4
Ca2,000	23.8	59.7	70.0	66.1	65.6	65.2	67.8	70.4
B500	23.6	59.5	70.3	63.4	66.1	65.8	68.0	70.2
B1,000	25.3	59.8	72.3	66.4	70.8	65.2	67.2	70.4
Ca1,000+B1,000	24.9	59.7	70.0	63.1	65.8	66.0	68.7	71.6
Ca2,000+B2,000	25.2	58.9	70.2	64.5	66.6	65.1	67.3	70.3
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

3. ความยาวก้านใบเฉลี่ย

ความยาวก้านใบเฉลี่ยของต้นมะละกออายุ 4-11 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อต้นอายุ 4 เดือน มีความยาวใบเฉลี่ยความยาวก้านใบเฉลี่ย 19.6-23.1 เซนติเมตร และเมื่อต้นอายุ 11 เดือน มีความยาวใบเฉลี่ยความยาวก้านใบเฉลี่ย 80.1-85.1 เซนติเมตร ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ความยาวก้านใบเฉลี่ยของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4-11 เดือน ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุต้น (เดือน)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
ไม่ใส่ปุ๋ย	19.6	48.3	69.0	72.0	73.1	78.4	78.3	80.1
Ca1,000	23.1	48.3	72.0	72.9	76.4	78.5	79.9	80.2
Ca2,000	20.7	49.0	72.9	75.7	73.1	78.5	82.4	82.5
B500	20.0	48.8	72.0	73.0	74.6	79.5	83.5	82.7
B1,000	22.1	50.2	75.6	77.0	80.3	80.9	85.0	85.1
Ca1,000+B1,000	21.4	48.3	72.9	74.4	77.2	80.8	84.0	84.4
Ca2,000+B2,000	22.5	48.5	74.2	75.5	74.5	80.7	82.5	84.7
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

การศึกษาลักษณะดอก

1. จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบาน

จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบานของต้นมะละกอ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีแนวโน้มที่ดอกแรกบานเร็วที่สุดคือ 92.4 วัน และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีแนวโน้มที่ดอกแรกบานช้าที่สุดคือ 95.0 วัน ส่วนทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย ดอกแรกบานหลังจากปลูก 93.8 วัน ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบาน (วัน) ของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

Treatments	จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบาน
ไม่ใส่ปุ๋ย	93.8
Ca1,000	93.6
Ca2,000	94.3
B500	93.2
B1,000	92.7
Ca1,000+B1,000	92.4
Ca2,000+B2,000	95.0
F-test $_{0.05}$	ns

2. จำนวนผลที่ติดเฉลี่ยต่อต้น

จำนวนผลที่ติดเฉลี่ยต่อต้นของต้นมะละกออายุ 9-11 เดือน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้นอายุ 9 เดือน ติดผลเฉลี่ย 36.4-41.9 ผลต่อต้น ต้นอายุ 10 เดือน ติดผลเฉลี่ย 38.0-43.2 ผลต่อต้น และเมื่อต้นอายุ 11 เดือน ติดผล 41.3-47.5 ผลต่อต้น ดังตารางที่ 20

3. จำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ยต่อต้น

จำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ยต่อต้นตั้งแต่ต้นอายุ 9 เดือน ทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้นอายุ 9 เดือน ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียมความเข้มข้น 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียมความเข้มข้น 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยว 7.0 และ 6.9 ผลต่อต้น ตามลำดับ ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยและทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียมความเข้มข้น 1,000 มก. Ca/ลิตร มีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยว 6.3 และ6.5 ผลต่อต้น ตามลำดับ เมื่อต้นอายุ 10 เดือน ทรีตเมนต์ที่ได้รับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยว 9.1 ผล ทรีตเมนต์ที่

ได้รับปุ๋ยแคลเซียมความเข้มข้น 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวได้รองลงมาคือ 9.0 ผล และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียมความเข้มข้น 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยว 8.9 ผล ตามลำดับ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย และได้รับปุ๋ยแคลเซียมความเข้มข้น 1,000 มก.Ca/ลิตร มีผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเท่ากับ 8.3 และ 8.2 ผล ตามลำดับ เมื่อต้นอายุ 11 เดือน ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียมความเข้มข้น 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 10.5 ผล ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียมความเข้มข้น 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตรมีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเท่ากันคือ 10.3 ผลในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ไม่ได้รับปุ๋ย ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอนความเข้มข้น 500 มก.B/ลิตร มีจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยว 9.5 และ 9.8 ผล ตามลำดับ ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 จำนวนผลที่ติดเฉลี่ยต่อต้นและจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ยต่อต้นของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 9-11 เดือนที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอนตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (ผล)

Treatments	อายุต้น (เดือน)					
	จำนวนผลที่ติดบนต้น(ผล)			จำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยว(ผล)		
	9	10	11	9	10	11
ไม่ใส่ปุ๋ย	36.4	38.0	41.3	6.3	8.3	9.5
Ca1,000	36.5	39.6	42.9	6.5	8.2	10.1
Ca2,000	38.5	40.5	41.8	6.8	8.5	10.2
B500	38.5	38.9	43.3	6.7	8.7	9.8
B1,000	40.4	41.5	46.1	6.8	9.1	10.3
Ca1,000+B1,000	37.8	40.9	43.0	7.0	9.0	10.3
Ca2,000+B2,000	41.9	43.2	47.5	6.9	8.9	10.5
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns

การศึกษาลักษณะผล

1. ความกว้างผลเฉลี่ย

ความกว้างผลเฉลี่ยของผลมะละกออายุ 1-20 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อผลอายุ 1 สัปดาห์ผลมีความกว้างเฉลี่ย 1.9-2.1เซนติเมตร และผลมีความกว้างเพิ่มขึ้นจนผลอายุ 20 สัปดาห์ มีความกว้างเฉลี่ย 11.3-13.1 เซนติเมตร โดยทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก. B/ลิตร มีแนวโน้มที่มีความกว้างผลมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ความกว้างเฉลี่ยของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 1, 4, 8, 12, 16 และ20 สัปดาห์ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุผล (สัปดาห์)					
	1	4	8	12	16	20
ไม่ใส่ปุ๋ย	1.9	4.4	7.6	8.5	10.3	11.3
Ca1,000	2.1	4.9	7.7	9.2	11.5	12.0
Ca2,000	2.0	4.8	8.2	9.4	11.6	12.2
B500	2.0	5.0	8.3	9.4	11.5	11.4
B1,000	2.1	5.6	8.8	10.4	12.7	13.1
Ca1,000+B1,000	2.0	4.5	7.9	9.3	11.5	12.0
Ca2,000+B2,000	2.0	4.7	8.1	9.2	11.4	11.9
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns

2. ความยาวผลเฉลี่ย

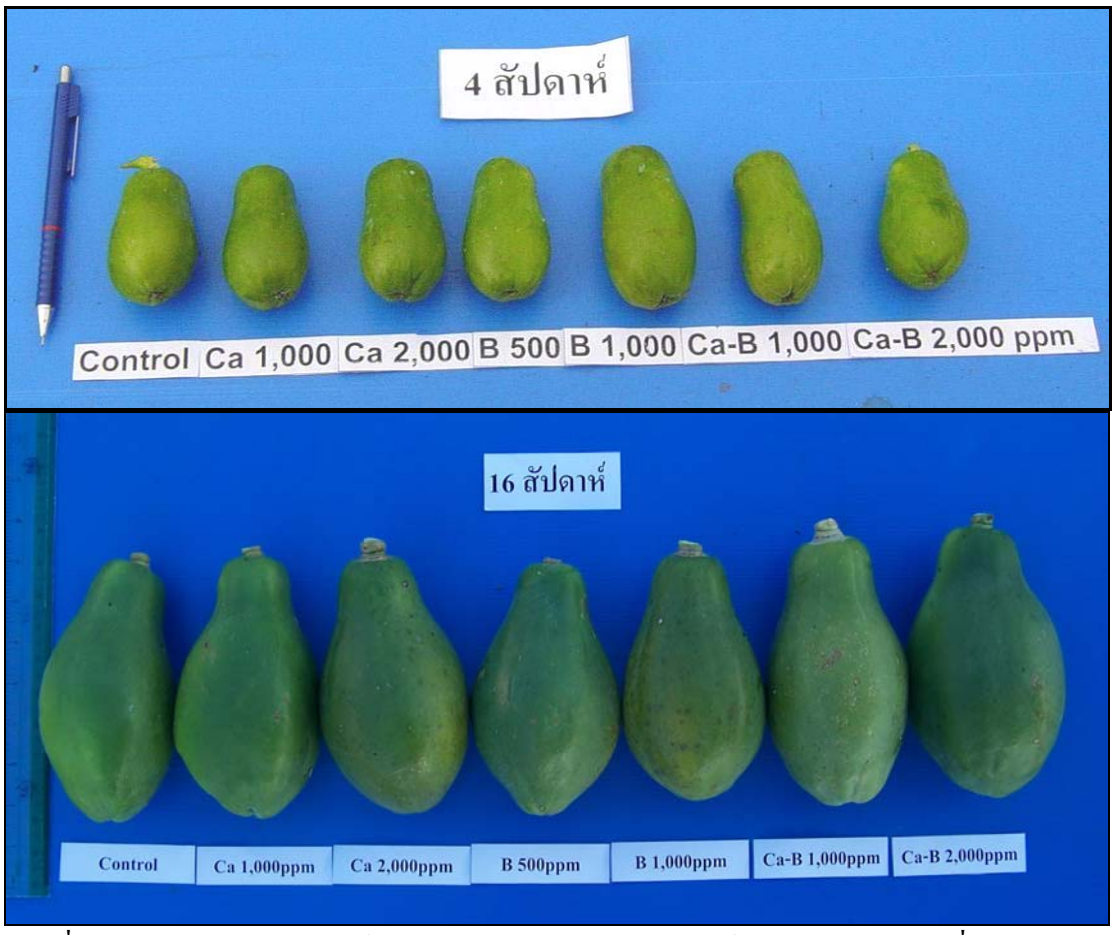
ความยาวผลเฉลี่ยของผลมะละกออายุ 1-20 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อผลอายุ 1 สัปดาห์ผลมีความยาวเฉลี่ย 3.2-3.5 เซนติเมตร และมีความกว้างเพิ่มขึ้นจนผลอายุ 20 สัปดาห์ มีความยาวเฉลี่ย 16.3-17.9 เซนติเมตร โดยทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก. B/ลิตร มีแนวโน้มที่มีความยาวผลมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ความยาวเฉลี่ยของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 1, 4, 8, 12, 16 และ20 สัปดาห์ ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย (เซนติเมตร)

Treatments	อายุผล(สัปดาห์)					
	1	4	8	12	16	20
ไม่ใส่ปุ๋ย	3.2	6.7	11.4	12.9	15.2	16.3
Ca1,000	3.3	7.3	12.1	13.2	15.6	16.7
Ca2,000	3.5	6.8	12.1	13.4	15.4	16.9
B500	3.3	7.1	12.0	13.0	15.4	16.6
B1,000	3.5	7.4	12.3	13.7	16.5	17.9
Ca1,000+B1,000	3.4	7.1	12.1	12.9	16.2	17.4
Ca2,000+B2,000	3.4	6.8	12.0	13.2	15.7	17.0
F-test $_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns

3. สีผิวผล

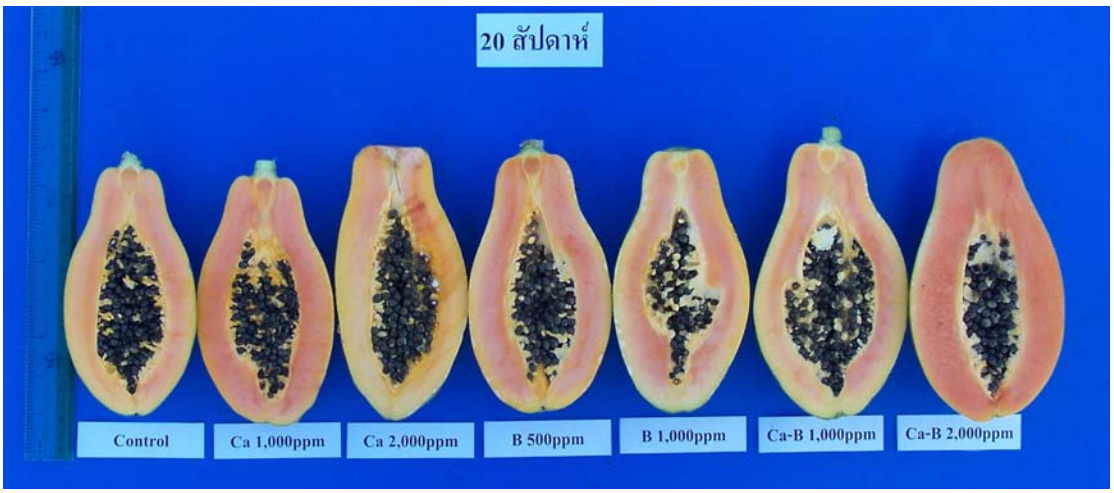
สีผิวผลของผลมะละกอ อายุ 1 สัปดาห์ ในทุกทรีตเมนต์มีสีเขียวอ่อน เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี R.H.S อยู่ในกลุ่มสี Yellow Group 145A เมื่อผลอายุ 4 สัปดาห์ ผลมีสีเขียว เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี R.H.S อยู่ในกลุ่มสี Green Group 143 A เมื่อผลอายุ 8, 12 และ16 สัปดาห์ ผลมีสีเขียวโดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 500 มก.B/ลิตร มีสี GG 139 B และทรีทมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก. B/ลิตร ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม ร่วมกับโบรอน 1,000 และ2,000 มก. B/ลิตร มีสี GG 139 A เมื่อผลอายุ 20 สัปดาห์ ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีสีเขียวปนเหลือง เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี R.H.S อยู่ในกลุ่มสี Yellow-Green Group144 C ส่วนทรีตเมนต์อื่นๆ มีสี Yellow Group 7 A ปนกับสีเขียวอ่อนสี Yellow-Green Group 144 B ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 สีของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 4 และ16 สัปดาห์ ภาพจากบนลงล่างที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

4. สีเนื้อผลและสีเมล็ด

สีเนื้อผลของมะละกอหลังเก็บเกี่ยว และตั้งไว้ในห้อง3 วัน ทุกทรีตเมนต์ เนื้อผลมีสีส้ม เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี R.H.S อยู่ในกลุ่มสี Orange Group โดย ทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีสีผล OG 28 A ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 และ2,000 มก.Ca/ลิตร มีสีผล OG 28B ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 500 และ1,000 มก. B/ลิตร มีสีผล OG29A ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีสีผลOG 32A และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก. B/ลิตร มีสีผล OG 32 B ดังภาพที่ 5 ส่วนสีเมล็ดทุกทรีตเมนต์มีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสี R.H.S. อยู่ในกลุ่มสี Brown Group 200 A ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 สีเนื้อผลของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียม ร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

ภาพที่ 6 สีเมล็ดของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียม ร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

5. น้ำหนักผลเฉลี่ย

น้ำหนักผลเฉลี่ยของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 อายุ 150 วัน ทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอนความเข้มข้น 500 มก.B/ลิตร มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 498.8 กรัม รองมาคือทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก. B/ลิตร ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ ลิตร มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 495.3 และ493.3 กรัม ตามลำดับ ส่วนทรีตเมนต์ที่ไม่ได้รับปุ๋ย มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 488.2 กรัม ดังตารางที่ 23

6. เปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล

เปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ผลน้อยที่สุดคือ 78.8 และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผลมากที่สุดคือ 87.0 รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 500 มก.B/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานได้ในผลคือ 85.2, 84.3 และ83.9 ตามลำดับ ดังตารางที่ 23

7. ความแน่นเนื้อเฉลี่ยของผล

ความแน่นเนื้อเฉลี่ยของผล มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความแน่นเนื้อเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 0.50 กิโลกรัม และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.69 กิโลกรัม รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีความแน่นเนื้อเฉลี่ย 0.67, 0.65 และ0.64 กิโลกรัม ตามลำดับดังตารางที่ 23

8. ความหนาเนื้อเฉลี่ยของผล

ความหนาเนื้อเฉลี่ยของผล ทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีความหนาเนื้อเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 21.8 มิลลิเมตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีความหนาเนื้อเฉลี่ยมากที่สุดคือ 25.4 มิลลิเมตร รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีความหนาเนื้อเฉลี่ย 24.9 , 24.7 และ 23.3 มิลลิเมตร ตามลำดับดังตารางที่ 23

9. จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล

จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล ในทุกทรีตเมนต์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยที่สุดคือ 439.7 เมล็ด และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมากที่สุดคือ 584.8 เมล็ด ไม่แตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร โดยมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล 564.0 และ501.6 เมล็ด ตามลำดับดังตารางที่ 23

10. น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผล

น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผล ในทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผลน้อยที่สุดคือ 74.09 กรัม และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผลมากที่สุดคือ 80.5 กรัม รองลงมาคือทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร ทรีตเมนต์ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.B/ลิตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 500 มก.B/ลิตร มีน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผลคือ 77.5 , 75.4 และ75.3 กรัม ตามลำดับดังตารางที่ 23

11. เส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ย

เส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ย มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 11.8 เซนติเมตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ยมากที่สุดคือ 14.2 เซนติเมตร รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 500 มก.B/ลิตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลเฉลี่ย 14.1, 13.0 และ12.9 เซนติเมตร ตามลำดับดังตารางที่ 23

12. เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%TSS)

เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุดคือ 12.9 ^{0}Brix และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากที่สุดคือ 14.2 ^{0}Brix ไม่แตกต่างกับทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตรมีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้คือ 14.1 ^{0}Brix แต่แตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 500 มก.B/ลิตร และ ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 13.5 และ13.4 ^{0}Brix ตามลำดับดังตารางที่ 24

13. รสชาติโดยการชิม

รสชาติโดยการชิม มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีคะแนนน้อยที่สุดคือ 6.4 และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีคะแนนมากที่สุดคือ 8.5 รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกับทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร มีคะแนน 8.0, 7.9 และ7.8 ตามลำดับ ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 23 องค์ประกอบทางกายภาพของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ กันเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

Treatments	น้ำหนักผลเฉลี่ย(ก.)	เปอร์เซ็นต์ที่ใช้ประโยชน์ได้ในผล(%)	ความแน่นเนื้อ(กก.)	ความหนาเนื้อ(มม.)	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผล(เมล็ด)	น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อผล(ก.)	เส้นผ่าศูนย์กลางผล(เซนติเมตร)
ไม่ใส่ปุ๋ย	488.2	78.8b	0.50c	21.8	439.7b	74.0	11.8c
Ca1,000	493.3	81.8ab	0.65ab	24.9	450.5b	75.4	12.0bc
Ca2,000	480.0	83.2a	0.69a	24.7	460.2b	75.0	12.5b
B500	498.8	83.9a	0.60ab	22.1	466.3b	75.3	12.9b
B1,000	486.7	84.3a	0.61ab	23.0	501.6a	74.2	13.0ab
Ca1,000+B1,000	484.1	85.2a	0.64ab	23.3	564.0a	77.5	14.1a
Ca2,000+B2,000	495.3	87.0a	0.67a	25.4	584.8a	80.5	14.2a
F-test $_{0.05}$	ns	*	*	ns	*	ns	*

หมายเหตุ * คือ ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 24 องค์ประกอบทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคของผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ กันเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย

Treatments	เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%TSS)	รสชาติโดยการชิม (คะแนน)
ไม่ใส่ปุ๋ย	12.9c	6.4c
Ca1,000	13.2b	7.8b
Ca2,000	13.3b	7.9b
B500	13.5b	7.2bc
B1,000	13.4b	7.5b
Ca1,000+B1,000	14.1a	8.0a
Ca2,000+B2,000	14.2a	8.5a
F-test $_{0.05}$	*	*

หมายเหตุ * คือ ตัวอักษรที่ตามหลังตัวเลขใน คอลัมน์เดียวกันที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

วิจารณ์

<u>การทดลองที่ 1</u> **<u>ผลของปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1</u>**

การเจริญเติบโตของต้น

ความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆ ในช่วงอายุ 4 – 11 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในชุดควบคุมต้นมะละกอมีความสูงและความกว้างทรงพุ่มน้อยกว่าทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ย ในด้านความสูงทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม มีความสูงมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินขณะเก็บเกี่ยว พบว่ามีปริมาณไนโตรเจน 0.017% และมีโพแทสเซียม 164 mg/kg (ตารางภาคผนวกที่ 3) ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่าทุกทรีตเมนต์และมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในระดับสูง โดยโพแทสเซียมในระดับต่ำจะไม่ไปยับยั้งผลของไนโตรเจน (Bouard , 1968) ทำให้ไนโตรเจนไปส่งเสริมการเจริญเติบโตและแบ่งเซลล์ มีผลให้ความสูงมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ส่วนความกว้างทรงพุ่ม พบว่าในชุดควบคุม มีความกว้างทรงพุ่มน้อยกว่าทุกทรีตเมนต์ ตั้งแต่ต้นมีอายุ 5 – 11 เดือน ซึ่งก็เป็นผลมาจาก การที่ต้นไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียม ซึ่งปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ทำให้ต้นโตช้ากว่าต้นที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน อีกทั้งปุ๋ยโพแทสเซียมยังเป็นตัวกำหนดความเต่งของเซลล์พืช ถ้าขาดโพแทสเซียมจะทำให้ความเต่งเซลล์ลดลง ปากใบปิด เป็นผลให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงลดลง การเจริญเติบโตช้ากว่าในทุกทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ย (Graham and Ulrich, 1972)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าเมื่อต้นอายุ 4 – 5 เดือน ทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาธาตุอาหารในดินก่อนทดลอง (ตารางภาคผนวกที่ 3) พบว่ามีปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับตารางปริมาณธาตุอาหารในดินที่ระดับวิกฤต (ตารางผนวกที่ 2) อีกทั้งในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโต ธาตุอาหารในดินยังมีอยู่เพียงพอต่อความต้องการของต้น จึงทำให้ในระยะแรกไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อต้นอายุ 6 – 11 เดือน พบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยในชุดควบคุมมีขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด สอดคล้องกับ Awada (1977) พบว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนจะเป็นการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นมะละกอ และโพแทสเซียมช่วยเพิ่มอัตราเจริญเติบโตของลำต้นในช่วงระยะออกดอกติดผล Tripath (1961) รายงานว่า การเพิ่มไนโตรเจนจะทำให้เส้นรอบวงลำต้นของมะละกอใหญ่มากขึ้น และสอดคล้องกับ Reddy *et al*. (1986) โดยศึกษาของผลไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม พบว่าควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 250 กรัม ฟอสฟอรัส 375 กรัม และโพแทสเซียม 500 กรัม ต่อต้นต่อปี จะทำให้มีการเจริญเติบโตดีที่สุด

ความกว้างใบ ยาวใบ และความยาวก้านใบ พบว่าเมื่อต้นอายุ 4-5 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากระยะแรก ใบของมะละกอมีการเจริญเติบโตโดยใช้ธาตุอาหารจากดินปลูกที่มีอยู่อย่างเพียงพอ (ตารางภาคผนวกที่ 3) โดยเปรียบเทียบกับตารางปริมาณธาตุอาหารในดินที่มีระดับวิกฤต (ตารางภาคผนวกที่ 2) แต่เมื่อต้นมีอายุ 6–9 เดือน ความกว้างใบ ยาวใบ และความยาวก้านใบ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีความกว้างใบ ยาวใบ และความยาวก้านใบน้อยที่สุด ส่วนทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีความกว้างใบ ยาวใบ และความยาวก้านใบมากที่สุด ทั้งนี้สอดคล้องกับขนาดของลำต้น (Awada, 1977; Reddy *et al*., 1986; Tripathi, 1961) แต่เมื่อต้นอายุ 10-11 เดือน ใบของต้นมะละกอเป็นชุดที่มีการเจริญเติบโตแบบคงที่และแก่ชรา (Senescence) อีกทั้งยังตรงกับช่วงฤดูหนาวและมีอากาศหนาวเย็น (ตารางภาคผนวกที่ 7) จึงทำให้ความกว้างใบ ยาวใบ และความยาวก้านใบ ไม่มีความแตกต่างกัน

การเจริญเติบโตทางดอกผล

จำนวนหลังปลูกถึงดอกแรกบานของต้นมะละกอที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มออกดอกช้ากว่าทุกทรีตเมนต์ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากการไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ที่ช่วยกระตุ้นให้พืชเจริญเติบโต และมีความแข็งแรง ควบคุมการออกดอกออกผลของพืช และเมื่อได้รับในปริมาณที่ไม่เพียงพอก็จะทำให้พืชไม่เจริญเติบโตอย่างเต็มที่หรือโตช้า รวมทั้งมีผลต่อการการแตกยอดและแตกกิ่งก้านที่ช้ามาก ส่วนโพแทสเซียมเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล กระบวนการสังเคราะห์ และการหายใจ (ศุภมาศ และคณะ, 2541) เมื่อไม่ได้รับธาตุทั้ง 2 ชนิดนี้จึงทำให้ดอกแรกบานช้ากว่าทรีตเมนต์อื่น

จำนวนผลที่ติดเฉลี่ยต่อต้นของต้นมะละกอที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าเมื่อต้นมีอายุ 9-11 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีจำนวนผลต่อต้นมากที่สุด สอดคล้องกับกรมวิชาการและส่งเสริมการเกษตร (2538) โดยแนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 170-270 กรัม, ฟอสฟอรัส 170-350 กรัม และโพแทสเซียม 60-500 กรัม/ต้น/ปี ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตที่สูง เมื่อพิจารณาการให้ปุ๋ยจากการทดลองในครั้งนี้คือ ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม/ต้น/เดือน หรือให้ปุ๋ยไนโตรเจน 240 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 240 กรัม/ต้น/ปี

จำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวเฉลี่ยต่อต้นต่อเดือนของต้นมะละกอที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ตำรับต่างๆ กันเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย เมื่อต้นอายุ 9-11 เดือน ทุกทรีตเมนต์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีผลที่ถูกเก็บเกี่ยวมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ และทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากว่าบทบาทของธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียม ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตให้แก่มะละกอ เช่นเดียวกับการทดลองของ (Singh *et al*., 1998; Ghanta *et al*., 1995)

คุณภาพผล

น้ำหนักผลเฉลี่ยของมะละกอมะละกอที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ กันเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย ทุกทรีตเมนต์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10, 20 และ30 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม มีน้ำหนักผลมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆทั้งนี้ก็เกิดจากบทบาทของธาตุทั้ง 2 ที่มีผลต่อการสร้างเนื้อผลจนทำให้มีน้ำหนักผลมากว่าทรีตเมนต์อื่น

ความกว้างผล และยาวผลของต้นมะละกอที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ กันเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่มีแนวโน้มว่า ชุดควบคุมมีความกว้าง และความยาวผลน้อยที่สุด ที่เป็นเช่นนี้

เนื่องจากว่าในชุดควบคุมไม่ได้รับปุ๋ย และจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินพบว่า ทรีตเมนต์ที่ไม่ได้รับปุ๋ยมีไนโตรเจน และโพแทสเซียมอยู่ในระดับมาตรฐาน จึงทำให้ทรีตเมนต์ที่ไม่ได้รับปุ๋ยไม่แตกต่างจากทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ย ทำให้ความกว้าง และความยาวผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ขนาดผลยังมีค่าน้อยกว่าทุกทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ย อีกปัจจัยหนึ่งในเรื่องของลักษณะผลนั้นเป็นเรื่องของลักษณะประจำพันธุ์คือ ผลของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 มีขนาดผลระหว่าง 350 – 500 กรัม ซึ่งผลมีขนาดไม่ใหญ่มากนักขึ้นอยู่กับจำนวนผลในช่อที่มีมากน้อย (ฉลองชัย, 2538) ด้วยลักษณะประจำพันธุ์ดังกล่าวจึงไม่พบความแตกต่างในด้านขนาดของผล

เปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ในผลของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยในชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ในผลน้อยที่สุด ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัมร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ในผลมากที่สุด และในส่วนของ ทรีตเมนต์อื่นๆ พบว่า ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมในอัตราสูงมีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ในผลมากกว่าทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมในอัตราต่ำ จากการผลทดลองพบว่า สนับสนุนบทบาทและหน้าที่ของปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียม โดยจะพบได้ในพืชหลายชนิดที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียม ซึ่งมีผลในการช่วยเพิ่มผลผลิตให้แก่พืชนั้นๆ เช่น มะละกอ องุ่น ทานตะวัน และข้าว เป็นต้น(Singh *et a1*., 1998; Ghanta *et al.*, 1995; Beattie and Baldauf, 1960; Narwel and Malik, 1985; Von, 1976)

ความแน่นเนื้อผลของมะละกอที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบ เทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียม ไม่มีผลโดยตรงต่อความแน่นเนื้อ เช่นเดียวกับความหนาเนื้อ ทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้ นอกจากปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียมจะไม่มีผลโดยตรงกับความแน่นเนื้อ และความหนาเนื้อแล้ว ในส่วนของลักษณะประจำพันธุ์มีบทบาทอย่างมากที่ส่งผลต่อความแน่นเนื้อ และความหนาเนื้อตรงตามลักษณะพันธุ์ ถึงแม้จะมีหรือไม่มีบทบาทของปุ๋ยก็ตาม(ฉลองชัย, 2538)

จำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดต่อผลของต้นมะละกอที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความ

เชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัมร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม มีจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดต่อผลมากที่สุด โดยทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม มีจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดน้อยที่สุด เนื่องจากจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ ถ้ามีจำนวนเมล็ดมากน้ำหนักเมล็ดต่อผลก็มาก ในขณะเดียวกันถ้ามีจำนวนเมล็ดน้อยน้ำหนักเมล็ดต่อผลก็จะน้อยตามไปด้วย การติดผลของไม้ผลนั้นเกิดจากความสมบูรณ์ของต้น และธาตุอาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการติดเมล็ดได้ดี รวมทั้งการมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารที่เหมาะสมจำเป็นอย่างยิ่งต่อการติดเมล็ด วรินทร์ (2537) กล่าวว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมแก่มะม่วง ช่วยเพิ่มการติดผลในพันธุ์น้ำดอกไม้ และการให้ปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดนี้ มีความสัมพันธ์ต่อกัน โดยถ้าให้ปุ๋ยตัวใดมากหรือน้อยเกินไปก็จะส่งผลต่อการติดผลเช่นกัน

เส้นผ่าศูนย์กลางผลของมะละกอที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือ ชุดควบคุมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลมากที่สุด เนื่องจากผลที่เกิดจากต้นที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียม 30 กรัมต่อต้นนั้น มีอาหารอย่างเพียงพอต่อการพัฒนาในส่วนของผล จึงทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลมีมากกว่า ทรีตเมนต์อื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลตอบสนองต่อความเข้มข้นของปุ๋ยที่ใส่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของปุ๋ย ทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลเพิ่มขึ้นเช่นกัน สอดคล้องกับการทดลองของวรินทร์ (2537) โดยพบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของปุ๋ย ส่งผลให้ทั้งขนาดและน้ำหนักของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้(TSS) ของผลมะละกอที่ใส่ปุ๋ยไนโตเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในทรีตเมนต์ที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากที่สุด เนื่องจากปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้นั้นตอบสนองต่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่ได้รับ กล่าวคือ เมื่อให้โพแทสเซียมสูงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ก็จะเพิ่มขึ้น การที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ตอบสนองต่อความเข้มข้นโพแทสเซียมนั้น เกิดจากธาตุโพแทสเซียมมีส่วนช่วยในการกระตุ้นกระบวนการในการสังเคราะห์แป้ง ซึ่งกระบวนการนี้จะเปลี่ยนรูปของแป้งไปอยู่ในรูปของสารประกอบน้ำตาลเชิงซ้อน เมื่อพืช

ไม่ได้รับโพแทสเซียมกระบวนการต่างๆ เหล่านี้จะถูกยับยั้ง ทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลเชิงซ้อนลดลง (Fasching , 2000)

ในด้านการยอมรับของผู้บริโภคโดยการชิมผลมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ กัน เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยชุดควบคุมมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม มีการยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากธาตุอาหารทั้ง 2 ชนิดนี้มีบทบาทในการสร้าง และพัฒนาผล รวมทั้งคุณภาพทางด้านรสชาติ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ จึงทำให้มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูงที่สุด

<u>การทดลองที่ 2</u> **<u>ผลของปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1</u>**

การเจริญเติบโตทางกิ่งใบ

ความสูงและความกว้างทรงพุ่มของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในเรื่องความสูงของต้น ตั้งแต่เดือนที่ 5-11 โดยในชุดควบคุมมีแนวโน้มที่ความสูงต้นน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีความสูงมากที่สุด เช่นเดียวกับความกว้างทรงพุ่มพบว่า ชุดควบคุมมีแนวโน้มความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุดตั้งแต่เดือนที่ 4-11 และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดตั้งแต่เดือน 5-9 ส่วนทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอน 1,000 และ 2,000 มก.B/ลิตร มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดในเดือนที่ 10 และ 11 ตามลำดับ จะพบว่าในชุดควบคุมถึงแม้จะได้รับปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียม เดือนละ 20 กรัม แต่มีความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่มน้อยกว่าทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม และโบรอน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่พบว่าชุดควบคุมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นน้อยที่สุด เหมือนกับความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่ม ส่วนทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีแนวโน้มที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปุ๋ยโบรอน เป็นธาตุหนึ่งที่มีอิทธิพลร่วมกับไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช กล่าวคือ การใส่โบรอนจะส่งเสริมประสิทธิภาพของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตที่เนื้อเยื่ออ่อนทำให้มีการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ดังนั้นในพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ยจึงทำให้ต้นมีความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นน้อยกว่าทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ย

ความกว้างใบ ยาวใบ และยาวก้านใบของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1 ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียมและโบรอนตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในเรื่องความกว้างใบ ตั้งแต่ 4-11 เดือน ชุดควบคุมมีแนวโน้มที่ความกว้างใบน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ได้รับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีความกว้างใบมากที่สุด ในเรื่องของความยาวใบพบว่าชุดควบคุมมีแนวโน้มที่ความยาวใบน้อยที่สุด ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีความยาวใบมากที่สุดในเดือน 5-8 และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 1,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีความยาวใบมากที่สุดในเดือน 9-11 และในเรื่องของความ

ยาวก้านใบพบว่าชุดควบคุมมีแนวโน้มที่ความยาวก้านใบน้อยที่สุด และตั้งแต่เดือนที่ 5 ทรีตเมนต์ที่ได้รับโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีความยาวก้านใบมากที่สุด จะพบว่าทั้งความกว้างใบ ยาวใบและยาวก้านใบ ไม่มีความแตกต่างกันแต่จะเห็นว่าในชุดควบคุมมีค่าน้อยที่สุดและในทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีค่ามากที่สุดที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องมาจากบทบาทของธาตุโบรอนที่มีต่อการเจริญของใบ โดยโบรอนมีส่วนในการส่งเสริมไนโตรเจน และมีบทบาทในการแบ่งเซลล์ขยายขนาดเซลล์เช่นเดียวกับในเรื่องของความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น

การเจริญเติบโตทางดอกผล

จำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบานของต้นมะละกอที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอนตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยจำนวนวันที่ดอกแรกบานอยู่ระหว่าง 92.4-95 วัน เนื่องจากปุ๋ยแคลเซียม และโบรอนไม่สามารถเพิ่มหรือลดการบานของดอกแรกให้บานเร็วหรือช้ากว่าเดิมได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความเข้มข้นของธาตุอาหารต่ำ ปริมาณสารที่ต้นได้รับน้อยเกินไป และอีกปัจจัยหนึ่งคือบทบาทของธาตุอาหารที่ไม่สามารถทำให้พืชออกดอกช้าหรือเร็วได้ในขณะที่ต้นไม่ขาดแคลนธาตุทั้งสองชนิดนี้ อีกทั้งยังเป็นช่วงแรกที่เริ่มทำการทดลอง

จำนวนผลที่ติดต่อต้นของมะละกอที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอนตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีจำนวนผลที่ติดบนต้นตั้งแต่เดือนที่ 9 ถึงเดือนที่ 11 มี 36.4-47.5 ผลต่อต้น ที่จำนวนผลที่ติดบนต้นไม่แตกต่างกันในแต่ละทรีตเมนต์เพราะว่าการฉีดพ่นปุ๋ยแคลเซียมโบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ในการทดลองนี้มีความห่างในแต่ละครั้งถึง 2 เดือน ซึ่งปกติมะละกอมีการติดผลทุกสัปดาห์ ธาตุอาหารที่ต้นได้รับจึงไม่เพียงพอที่จะมีผลต่อการติดผล และมีจำนวนผลมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับปุ๋ยถ้าพิจารณาจากธาตุโบรอนในดิน และในก้านใบ (ตารางผนวกที่ 4 และ 6)ก็พบว่าอยู่ในระดับขาด จึงยืนยันว่าการทดลองนี้ มีความห่างของการพ่นมากเกินไป และอาจเพิ่มความเข้มข้นของโบรอนอีก จนกว่าธาตุโบรอนจะเพียงพอต่อความต้องการของต้นมะละกอ เช่นเดียวกับจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน

คุณภาพผล

น้ำหนักผลเฉลี่ยของมะละกอที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอนตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ที่เป็นเช่นนี้เกิดจากบทบาทของธาตุทั้ง 2 ชนิดที่ไม่ส่งผลโดยตรงเหมือนเช่นธาตุหลักดังการทดลองที่1 และอีกสาเหตุหนึ่งก็คือ ความห่างของการให้ปุ๋ย และความเข้มข้นของปุ๋ย ทั้ง 2 ชนิดนี้ก็ได้

ความกว้าง และความยาวผลของมะละกอที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอนตำรับต่างๆเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ในชุดควบคุมมีแนวโน้มที่ความกว้าง และความยาวผลน้อยกว่าทุกทรีตเมนต์ และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโบรอน 1,000 มก.B/ลิตร มีความกว้างและความยาวผลมากที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปุ๋ยโบรอนมีความเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์กรดอะมิโนและโปรตีน (ยงยุทธ, 2535) ซึ่งกรดอะมิโนและโปรตีน ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเจริญเติบโตได้ดี ใช้เป็นอาหารในการเจริญของผล

เปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ของผลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยชุดควบคุมมีค่าน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีค่ามากที่สุด เนื่องจากปุ๋ยแคลเซียม และโบรอนมีความจำเป็นต่อการสร้างเนื้อผล เมื่อต้นมะละกอได้รับธาตุทั้งสองชนิดนี้ ทำให้มีการสร้างเนื้อผลมากกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ได้รับปุ๋ย และเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผลมีสูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ด้านความแน่นเนื้อพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยชุดควบคุมมีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ได้รับแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร มีความแน่นเนื้อมากที่สุด เนื่องจากกว่าปุ๋ยแคลเซียมมีบทบาทสำคัญต่อผนังเซลล์ โดยแคลเซียมจำเป็นสำหรับการสร้าง calcium pectate ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ Middle lamella ในผนังเซลล์ (นฤมล, 2546) ที่ทำให้เซลล์มีความแข็งแรงไม่อ่อนนุ่ม

ความหนาเนื้อของผล พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยในเรื่องความหนาเนื้อ ชุดควบคุมมีความหนาเนื้อน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ได้รับแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีความหนาเนื้อมากที่สุด ที่เป็นเช่นนี้

เพราะว่าชุดควบคุมมีการสร้างเนื้อผลน้อยกว่าทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอนจึงทำให้ชุดควบคุมมีความหนาเนื้อน้อยกว่าทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ย

จำนวนเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อผลพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยชุดควบคุม มีจำนวนและน้ำหนักเมล็ดน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีจำนวนและน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด ซึ่งจำนวนเมล็ดสอดคล้องกับน้ำหนักเมล็ดกล่าวคือ ถ้ามีเมล็ดมากน้ำหนักก็มากตามไปด้วย และการที่จำนวนเมล็ดมีมากขึ้นนั้น เนื่องจากต้นมะละกอได้รับปุ๋ยแคลเซียมและโบรอน โดยแคลเซียมมีบทบาทสำคัญต่อการงอกของละอองเกสร และช่วยให้หลอดละอองเกสรที่งอกแล้วยืดตัวได้ดี (Brewbaker and Kwack, 1963) ขณะที่โบรอนมีบทบาทสำคัญในการออกดอก และการผสมเกสร (Vasil, 1987) ซึ่งไปควบคุมการเคลื่อนย้ายสารควบคุมการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนในการแบ่งเซลล์ ส่งเสริมความยาวของหลอดละอองเกสร รวมถึงป้องกันไม่ให้หลอดละอองเกสรแตก มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดูดแคลเซียมของราก และการนำแคลเซียมมาใช้ประโยชน์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (สรสิทธิ์, 2518; ยงยุทธ, 2535) จากบทบาทของธาตุอาหารทั้งสองชนิดนี้ ทำให้มีการปฏิสนธิ และเกิดเมล็ดจำนวนมากในทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ย

เส้นผ่าศูนย์กลางผลพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยชุดควบคุมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลมากที่สุด จะเห็นได้ว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความหนาเนื้อคือ เมื่อต้นได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร จะทำให้มีการพัฒนาของเนื้อผลมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ซึ่งเกิดจากบทบาทของธาตุอาหารที่กล่าวไปในเรื่องความหนาเนื้อ

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยชุดควบคุมมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีค่ามากที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากบทบาทของธาตุเช่นในแอปเปิล แคลเซียมมีบทบาทในการพัฒนาคุณภาพผลแอปเปิลและสาลี่ (Pruke, 2005) และโบรอนช่วยในการเคลื่อนย้ายน้ำตาล และการสังเคราะห์โปรตีน (Vasil, 1987) ซึ่งบทบาทของแคลเซียม และโบรอนช่วยส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพผล ทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (Wills *et al.,* 1981)

ในด้านการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยชุดควบคุมมีคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด และทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด เนื่องจากทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม ร่วมกับโบรอนมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง จึงทำให้มีรสชาติหวาน รวมทั้งมีความแน่นเนื้อสูง จาก 2 ปัจจัยหลักนี้ ทำให้ผู้บริโภคมีความชื่นชอบมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ เป็นผลให้ ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอนมีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย หรือใส่เพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น

สรุป

<u>การทดลองที่ 1</u> **<u>ผลของปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1</u>**

1. ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ร่วมกับโพแทสเซียม ทุกเดือนรอบทรงพุ่มตั้งแต่ต้นอายุ 4-11 เดือน ไม่มีผลต่อความสูง และความกว้างทรงพุ่มของต้นมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1

2. ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัมทุกเดือนรอบทรงพุ่มตั้งแต่ต้นอายุ 4-11 เดือนทำให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุดคือ 11.2-16.8 เซนติเมตร

3. ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทุกเดือนรอบทรงพุ่มตั้งแต่ต้นอายุ 4-9 เดือน ทำให้ต้นมีความกว้าง ความยาว และความยาวก้านใบมากที่สุด

4. ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัมร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัมทุกเดือนรอบทรงพุ่มตั้งแต่ต้นอายุ 9-11 เดือนมีผลที่ติดบนต้นเฉลี่ยมากที่สุดคือ 48.1-53.2 ผลต่อต้น และจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยวมีมากที่สุดคือ 7.5-10.4 ผลต่อต้น

5. ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 10 กรัมร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัมร่วมกับโพแทสเซียม 10, 20 และ30 กรัม และทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัมร่วมกับโพแทสเซียม 10 กรัม ทุกเดือนรอบทรงพุ่มตั้งแต่ต้นอายุ 4-11 เดือน มีน้ำหนักผลมากที่สุดคือ 511.6-530.6 กรัม

6. ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัมร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัมทุกเดือนรอบทรงพุ่มตั้งแต่ต้นอายุ 4-11 เดือน มีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผลสูงที่สุดคือ 85.3 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดคือ 14.2 ^{o}Brix และการยอมรับของผู้บริโภคมีคะแนนมากที่สุดคือ 7.7 คะแนน

7. ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 20 กรัม ทุกเดือนรอบทรงพุ่มตั้งแต่ต้นอายุ 4-11 เดือน เป็นอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการติดผล

8. ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 30 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียม 30 กรัม ทุกเดือนรอบทรงพุ่มตั้งแต่ต้นอายุ 4-11 เดือนเป็นอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมต่อคุณภาพผลผลิต

<u>การทดลองที่ 2</u> **<u>ผลของปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ต่อการเจริญเติบโต การติดผล และคุณภาพผลผลิตของมะละกอพันธุ์ปากช่อง 1</u>**

1. ปุ๋ยแคลเซียม ปุ๋ยโบรอน และปุ๋ยแคลเซียมร่วมกับโบรอนอัตราต่างๆ โดยการฉีดพ่นทางใบทุก 2 เดือนตั้งแต่ต้นอายุ 4 -10 เดือนไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต ด้านความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และจำนวนวันหลังปลูกถึงดอกแรกบาน ตลอดจนการติดผล จำนวนผลบนต้น และจำนวนผลที่ถูกเก็บเกี่ยว แต่ทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000มก.B/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ในผลมากที่สุดคือ 87 เปอร์เซ็นต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 0.67 กิโลกรัม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลมากที่สุดคือ 14.2 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำมากที่สุดคือ 14.2 ^{o}Brix และการยอมรับของผู้บริโภคมีคะแนนมากที่สุดคือ 8.5 คะแนน

2. ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน โดยการฉีดพ่นทางใบทุก 2 เดือนตั้งแต่ต้นอายุ 4 -10 เดือนไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการติดผล

3. ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยแคลเซียม 2,000 มก.Ca/ลิตร ร่วมกับโบรอน 2,000 มก.B/ลิตร โดยการฉีดพ่นทางใบ ทุก 2 เดือน ตั้งแต่ต้นอายุ 4 -10 เดือน เป็นอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมต่อคุณภาพผลผลิต

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2544. **ผลงานวิชาการประจำปี 2544**. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. น.137.

กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร. 2538. **เอกสารวิชาการที่ 68 เรื่องมะละกอ.** ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 70น.

กฤษณา กฤษณะพุกต์, ลพ ภวภูตานนท์, คณพล จุฑามณี และ อุษณีย์ พิชกรรม. 2543. การศึกษาสาเหตุและแนวทางแก้ปัญหาการออกดอกและติดผลไม้สม่ำเสมอของมะม่วง. **สาระไม้ผล.** 5(2) ; 3-4

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547น.

ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2531. การปลูกมะละกอ. **เกษตรก้าวหน้า.** 3(5):1-25.

_____. 2538. มะละกอพันธุ์ปากช่อง1. น.12. ใน**เอกสารวิชาการที่ 68 เรื่อง มะละกอ.** ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 70น.

ฐิราพร จันทร์เปล่ง. 2547. **อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อการออกดอก ลักษณะใบ ปริมาณธาตุอาหาร การเจริญของกิ่ง และคุณภาพผลของอะโวกาโดพันธุ์บัคคาเนีย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือการปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดินและพืช.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์. 2527. **มะละกอ.** คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยข่อนแก่น, ขอนแก่น. 46น.

_____. 2533. สภาพการปลูกมะละกอในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **แก่นเกษตร.** 18(3):118-122.

นฤมล บัณฑิตทัศนานนท์. 2546. **อิทธิพลของแคลเซียม – โบรอน ต่อการติดผลและการเติบโตของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 95น.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2538. **หลักการ และวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี.** ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 300น.

พานิชย์ ยศปัญญา. 2542. **คัมภีร์มืออาชีพไม้ผลเศรษฐกิจ.** สำนักพิมพ์มติชน เทคโนโลยีชาวบ้าน, กรุงเทพฯ. 128น.

ไพบูลย์ จันทร์วิจิตร. 2547. **การปลูกมะละกอ.** อักษรการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 85น.

มนัส สุจวิพันธ์. 2525. **ธาตุอาหารของพืช.** ภาควิชาพฤกษาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา และสุรเดช จินตกานนท์. 2521. **เอกสารประกอบคำบรรยายวิชาธาตุอาหารพืช.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 299น.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2535. แคลเซียม-โบรอนในดินและพืช: แนวคิดการใช้ปุ๋ยทางใบกับไม้ผล**. ดินและปุ๋ย.** 14(4): 298-314.

_____. 2546. **ธาตุอาหารพืช.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 360น.

วรินทร์ สุทนต์. 2537. **อิทธิพลของการให้ปุ๋ยทางใบต่อปริมาณธาตุอาหารและการออกดอกของมะม่วง 2 พันธุ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

วัฒนา สวรรยาธิบัติ. 2529. **การปลูกมะละกอ.** ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 45น.

_____. 2531. **การปลูกมะละกอ.** ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 43น.

วัฒนา สวรรยาธิบัติ. 2539. **การปลูกมะละกอ.** ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 45น.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2547. **การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 141น.

ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 2536. **มะละกอ.** ขอนแก่น. 38น.

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. 2545. **มะละกอ.** สำนักพิมพ์เกษตรสาส์น, นนทบุรี. 84น.

สมศักดิ์ วรรณศิริ, ทวีศักดิ์ นวลพลับ, อนุชา ทองไพยุทธ และ ปฐพีชล วายุอัคคี. 2530**. การปลูกมะละกอ.** สหมิตนออฟเซท. กรุงเทพฯ. 56น.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2518. **เอกสารประกอบคำบรรยายชิชาความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 373 น.

สิริกุล วะสี. 2524. **การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะประจำพันธุ์บางประการของมะละกอสองพันธุ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุภัทตรา นุชนารถ. 2545. **ผลของปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยเคมีต่อคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกท้อและผลผลิตของท้อพันธุ์ EarliGrande.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรชัย ม่วงประเสริฐ. 2530. **การศึกษาลักษณะอาการขาดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมของต้นกล้ามะละกอ(*Carica papaya* L.).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2529. วิทยาการเก็บเกี่ยว และภายหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วง, น.67-70. ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรมะม่วง.** ฝ่ายฝึกอบรม, สถาบันพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2538. **รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของมะละกอ.** คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 8 น.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2539. **รายงานการศึกษาลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของมะละกอ.** ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อภิญญา นันทะโสภา. 2548. เรียนรู้วิธีใช้ปุ๋ยในมะละกอจากแนวทางการวิเคราะห์ดินและพืช. **เคหการเกษตร.** 29(2): 253-258.

Allen, B.M. 1967. **Malayan Fruits.** Donald Moore Press Ltd., Singapore. 304p.

Arnon, D.I. and P.R. Stout. 1939. The essentiality of certain element in minute quantity for plant with special reference to copper. **Plant Physiol.** 14:371-375.

Awada, M. 1977. Relations of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization to nutrient composition of the petiole and growth of papaya. **J. of the Amer. Soc. Hort. Sci.** 102(4):413-418.

Batjer, L. P. and A.H. Thompson. 1949. Effect of boric acid sprays applied during bloom upon the set of pear fruits. **Proc. Amer. Sec. Hort. Sci**. 53; 141-142.

Bennett-Clark, T.A. 1956. Salt Accumilation and Mode of Action of Auxin: A Preliminary Hypothesis. *In* **R.L. Wain and F. Wight-man (eds.). Chemistry and Mode of Action of Plant Substances.** Butterworths, London.

Bradfield, E.G. and D. Spencer. 1965. Leaf analysis as guide to the nutrient of fruit crop: Determination of magnesium, zinc and copper by atomic absorption spectroscopy. **J. Sci. Food Agr.** 16: 33-38.

Bramlage, W. J. and A.H. Thompson., 1962 The effect of early season sprays on fruit set, color, finish, and storage life of apple. Proc. Amer. **Soc. Hort. Sci.** 80; 64-72.

Brewbaker, J.L. and B.H. Kwack. 1963 The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. **Amer. J. Bot.** 50; 850-865.

Chan, Y. K. and S.C. Ooi. 1975. Preliminary studies on papaya selection in Malaysia. **Malaysian Agr. J.** 50(1):67-77.

Chaplin, M.H., R.L. Stebbin and M. N. Westwood. 1977. Effect of fall – applied boron sprays on fruit set and yield of Italian prune. **J. Hort. Sci.** 12: 500 – 501.

Chapman, K.R., J.D. Glennie, F.A. Aquilizan and B.F. Paxton. 1978. Boron deficiency in papaws. **Queensland Agr. J.** 104(6):31-34.

Drake, S. R. 2006. **http://www.ars.** Usda. Gov / is / ar / archire / apr 95 /Fruit 0495.html pf =1.

Eaton, S.V. 1952. Effect of phosphorus deficiency on growth and metabolism of black mustard. **Botan. Gaz.** 112:300.

Elliot, W.T., C.R. Stocking, M.G. Barbour and T.L. Rost. 1982. **Botany and Introduction to Plant Biology.** 6ed, John Wiley & Sons, Singapore. 702p.

Evans, H.J. and G.J. Sorger. 1966. Role of mineral element with emphasis on the univalent cation. **Ann. Rev. Plant Physiol.** 17:47-76.

Foyet, M. 1972. Extraction de la papain. **Fruits.** 27: 303-306.

Gauch, H.G. and W.M. Dugger. 1953. The role of boron in the translocation of sucrose. **Plant Physiol.** 28:457.

Gauch, H.G. and W.M. Dugger. 1954. The physiological role of boron in higher plants:a review and interpretation. **Univ. Maryland Agr. Expt. Sta. Tech. Bull.** 1- 80.

Ghanta, P.K., R.S. Dhua and S.K. Mitra. 1995. Effect of varying levels of nitrogen, phosphorus and potassium on growth, yield and quality of papaya (*Carica papaya* L.). **Ann. of Agr. Res.** 16(4):405-408

Hepler, P.K. and R.O. Wayne. 1985. Calcium and plant develment. **Ann. Rev. Plant Physiol.** 36:379-493.

Hewitt, E.J. 1963. The essential nutrient elements: requirements and interactions in plants. *In* **F.C. Steward(ed.). Plant Physiol.** Academic Press, New York.

Isaac, R.A. and J.D. Kerber. 1971. Atomic and flame photometry: Techniques and use in soil, plant and water analysis. pp17-37. *In* **L.M. Walsh (ed.) Instrumental Method for Analysis of Soil and Plant Tissue. Soil Sci. Soc. Amer.**, Madison, Wis.

Ito, P.J. 1976. Papaya production in Hawaii. **Fruit Varieties J.** 30(4):105-107.

Jagtiani, J., H.T. Chan, Jr. and W.S. Sakai. 1987. **Tropical Fruit Processing.** Academic Press. San Diego.

Jauhari, O.S. and D.V. Singh. 1971. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on growth yield and quality of papaya var. honey dew. **Progressive Hort.** 2(4):81-89.

Jayaprakash, R., K.M. Bojappa, K. Seenappa and P.H. Ramanjini. 1989. The effect of irrigation and fertilizers on yield and quality of Solo papaya(*Carica papaya* L.). **Progressive Hort.** 21(3-4):239-243.

Lavania, M.L. and S.K. Jain. 1995. Studies on the effect of different doses of N, P and K on yield and quality of papaya (*Carica papaya* L.). **Haryana J. of Hort. Sci.** 24(2):79-84.

Madamba, J.C. 1977. **The Philippines Recommends for Papaya.** UPLB, Laguna, Philippines.

Marinho, C.S., M.A.B. Olivera, P.H. Monnerat, R. Vianni and J.F. Maldonado. 2001. Nitrogen sources and rate, and the papaya fruit quality. **Scientia Agricola.** 58(2):345-348.

McGregor, S.E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. **Agricultural Handbook No. 496.** Agricultural Research Sevice, USDA, Washington, D.C.

Mellado-Vaxquez, A., V. Volke-Haller and M. Tapia-Vargas. 2005. Response of papaya to irrigation and N-P-K fertilization in a vertisol. **Terra.** 23(1):137-144

Nakasone, H.Y. 1975. Papaya development in Hawaii. **Hort. Sci.** 10(3): 198.

_____. 1986. Papaya, pp.277-301. *In* **S.P. Monselise (ed.). CRC Handbook of Fruit Set and Development.** CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

_____, W. Yee, D.K. Ikehara, M.J. Doi and P.J. Ito. 1974. Evaluation and naming of two new Hawaii papaya line 'Higgins' and 'Wilder'. **Hawaii. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.** 167:24

Nason, A. and McElroy. 1963. Modes of action of the essential mineral elements. *In* **F.C. Steward(ed.)**. **Plant Physiol.** Academic Press, New York.

Parr, A.J. and B.C. Loughman. 1983. Boron and membrane function in plants, pp.87-107. *In* **D.A. Robb, W.S(ed.). Pierpoint Metals and Micronutrient: Uptake and Utilization by Plants.** Kluwer Academic, Dordreht.

Perez, A. and N.F. Childers. 1982. Growth, yield, nutrient content and fruit quality of *Carica papaya* L. under controlled conditions. II. Boron effect. **J. of Agr. of the Univ. of Puerto Rico.** 66(2):80-88.

Purseglove, J.W. 1974. **Tropical Crop Dicotyledons.** Vol.1&2. Combined, Longman Crop. Ltd., London. 719p.

Reddy, Y.T.N., R.R. Kohli and B.S. Bhargava. 1986. Effect of N, P and K on growth, yield and petiole composition in papaya(*Carica papaya* L.) cv. Coorg Honey Dew. **Singapore J. of Primary Industries.** 14(2):118-123.

Samson, J.A. 1982. **Tropical Fruits.** Longman. London and New York. 250p.

Schroeder, C.A. 1958. The origin, spread and improvement of the avocado, sapodilla and papaya. pp116-128. *In* **Proceedings of the International Symposium on Origin Cytogenetics and Breeding of Tropical Fruits.** Kapoor Art Press, New Delhi.

Singh, C., B.K. Bhagat and R.N. Ray. 1998. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on growth, yield and quality of papaya(*Carica papaya* L.). **Orissa J. of Hort.** 26(2):61-65.

Sisler, E.C., W.M. Dugger and H.G. Gauch. 1956. The role of boron in the translocation of organic compounds in plants. **Plant Physiol.** 31:11.

Story, W. B. 1953 Geneties of the papaya. **J. Hered**. 44: 70- 78

Story, W.B. 1976. Papaya pp.339. *In* **N.W. Simmonds (ed.). Evolution of Crop Plants.** Longman, New York.

_____. 1953. Genetics of the papaya. **J. Hered.** 44(2):70-78.

Story, W.B. 1969. Papaya. In Ferwerd and Wid (eds). **Outlines of Perenial Crop Breeding in the Tropics.** Wageningen.

_____. 1983. The primary flower type of papaya and the fruit types that develop from them. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.** 35:80-82.

Stout, P.R., R. Overstreet, L. Jacobson and A. Ulrich. 1947. The use of radioactive tracers in plant n**utrition studies. Proc. Soil. Sci. Soc. Amer.** 12:91-97.

Talbert, T. J. 1949. **General Horticulture**. Lea and Febiger, Philadephia. 452 p.

Tripathi, R.D. 1961.Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on papaya vigor. **A.R. Hort. Res. Inst. Saharanpur.** 146 -151p.

Vasil, T.K. 1987. Physiolgy and culture of pollen. **Int. Rer. Cytol.** 107: 136 – 142.

Veerannah, L. and P. Selvaraj. 1984. Studies on growth dry matter partitioning and the pattern of nutrient uptake in papaya. *In* **Muthuswami, S. and JBM. MD. Abdul Khader (eds.). Proceeding of National Seminar on Papaya and Papain Production.** Faculty of Horticulture, Tamil Nada Agri. Univ. Combatore. India. 76-78p.

Ward, G. 1959. Potassium in plant metabolism: Effect of potassium upon the carbohydrate and mineral composition of potatoes plants. **Canad. J. Pl. Sci. 39:246–252**

Webster, G.C. 1953. Peptide bond synthesis in higher plants. **I. Arch. Biochem. Biochem. Biophys.** 47:241.

_____. 1956. Effect of monovalent ions on the incorporation of amino acids into protien. **Biochem. Biophys. Acta.** 20:565.

Webster, G.C and J.E. Varner. 1954. Mechanism of enzmatic synthesis of gamma-glutamylcysteine. **Federation Proc**. 13:1049.

Werner, H. 1993. Response of papaya cv.'Tainung2' to different sources, levels and application intervals of nitrogen. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Hort**. 37:94-98.

Williams, C.N. 1975. **The Agronomy of the Major Tropical Crops.** Oxford University, London. 228p.

Zang, X.P. and X. X. Rong. 2002. The nutrition and fertilizing of pawpaw. **South China Fruits**. 31(1):34-35.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในก้านใบของมะละกอที่ระดับวิกฤตต่างๆ

ธาตุอาหาร	ปริมาณในพืชที่ระดับ			
	ขาด	พอเพียง	สูง	เป็นพิษ
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N: %)	0.8-1.1	1.1-2.5	>2.5	-
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P: %)	0.1-0.18	0.18-0.30	>0.30	-
โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K: %)	0.8-1.0	1.0-2.0	<2	-
แคลเซียมทั้งหมด (Total Ca: %)	0.5-1.0	1-3	>3	-
แมกนีเซียมทั้งหมด (Total Mg: %)	0.1-0.4	0.4-1.2	>1.2	-
ซัลเฟอร์ทั้งหมด (Total S: %)	0.1-0.20	0.2-0.4	>0.4	-
โบรอนทั้งหมด (Total B: mg/kg)	15-20	20-30	30-100	>200
ทองแดงทั้งหมด (Total Cu: mg/kg)	2-4	4-10	>10	>25
เหล็กทั้งหมด (Total Fe: mg/kg)	20-24	24-100	>100	>2,000
แมงกานีสทั้งหมด (Total Mn: mg/kg)	10-20	20-150	>150	>200
สังกะสีทั้งหมด (Total Zn: mg/kg)	10-15	15-40	>40	>120

ที่มา: อภิญญา (2548)

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณของธาตุอาหารในดินที่ระดับวิกฤตโดยทั่วไปสำหรับการปลูกมะละกอ

ธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหารในดินระดับต่างๆ		
	ขาด	พอเพียง	สูง
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N: %)	0.025-0.125	0.125-0.15	>0.15
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avail. P: mg/kg)	15	20	30
โพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extract. K: mg/kg)	78	156	156
แคลเซียมที่สกัดได้ (Extract. Ca: mg/kg)	100	400	600
แมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extract. Mg: mg/kg)	24	48	120
โบรอนที่สกัดได้ (Extract. B: mg/kg)	0.5	0.5-2	>2
ทองแดงที่สกัดได้ (Extract. Cu: mg/kg)	0.8-15	15-30	>50
เหล็กที่สกัดได้ (Extract. Fe: mg/kg)	< 2	2-5	>50
แมงกานีสที่สกัดได้ (Extract. Mn: mg/kg)	1-3	3-5	>5
สังกะสีที่สกัดได้ (Extract. Zn: mg/kg)	0.5	0.5-5	>5

ที่มา: อภิญญา (2548)

ตารางผนวกที่ 3 ความเป็นกรดด่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินปลูกมะละกอที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยใน 3 ช่วงเวลา

ทรีตเมนต์	ขณะออกดอก				ขณะเก็บเกี่ยว			
	pH	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	pH	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
N10: K10	5.5	0.200	91	510	6.2	0.160	10	288
N10: K20	5.9	0.188	83	535	6.0	0.166	28	250
N10: K30	5.0	0.171	33	565	6.0	0.171	37	335
N20: K10	5.3	0.158	22	388	6.1	0.161	16	256
N20: K20	5.8	0.170	47	382	5.9	0.190	22	340
N20: K30	5.5	0.188	27	385	5.6	0.180	9	364
N30: K10	5.6	0.172	25	390	5.6	0.173	6	164
N30: K20	4.9	0.178	32	390	5.7	0.185	56	238
N30: K30	5.6	0.170	26	465	5.6	0.176	13	362
ไม่ใส่ปุ๋ย	5.7	0.170	29	390	5.9	0.198	35	190

หมายเหตุ ; ก่อนการทดลอง pH= 5.3, N =0.164%, P=11 (mg/kg) และK = 325 (mg/kg) ระดับที่เหมาะสม N = 0.125-0.150%, P = 20 mg/kg และK = 156 mg/kg (อภิญญา, 2548)

ตารางผนวกที่ 4 ความเป็นกรด-ด่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอนในดินปลูกมะละกอที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียม โบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอนตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยใน 2 ช่วงเวลา

ทรีตเมนต์	ขณะออกดอก						ขณะเก็บเกี่ยว					
	pH	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	B (mg/kg)	pH	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	B (mg/kg)
ไม่ใส่ปุ๋ย	5.7	0.123	22	690	1782	0.28	5.9	0.166	12	278	1991	0.12
Ca 1,000	5.1	0.183	10	450	2166	0.31	6.1	0.176	12	161	1536	0.20
Ca 2,000	6.0	0.175	37	560	1752	0.31	5.9	0.183	12	182	1577	0.33
B 500	5.7	0.171	24	425	1806	0.25	6.0	0.181	18	288	2068	0.44
B 1,000	5.1	0.158	21	480	1475	0.58	6.3	0.165	39	308	2046	0.05
Ca-B 1,000	5.6	0.178	18	535	1629	0.30	6.0	0.171	9	304	1990	0.20
Ca-B 2,000	5.4	0.178	20	465	1873	0.41	5.7	0.187	21	228	3091	0.43

หมายเหตุ ; ระดับที่เหมาะสม N = 0.125-0.150%, P = 20 mg/kg , K = 156 mg/kg , Ca= 400 mg/kg และ B = 0.5-2 mg/kg (อภิญญา, 2548)

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในก้านใบมะละกอของร่วมกับโพแทสเซียมตำรับต่างๆ ต้นที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยใน 2 ช่วงเวลา

ทรีตเมนต์	ขณะออกดอก			ขณะเก็บเกี่ยว		
	N (%)	P (%)	K (%)	N (%)	P (%)	K (%)
ไม่ใส่ปุ๋ย	0.78	0.15	2.91	1.63	0.49	4.64
N10: K10	0.83	0.15	2.82	1.63	0.41	5.39
N10: K20	0.71	0.15	2.96	1.53	0.43	5.21
N10: K30	0.73	0.13	2.66	1.71	0.47	5.71
N20: K10	0.86	0.16	2.87	1.92	0.45	6.05
N20: K20	0.84	0.16	2.91	1.61	0.43	5.54
N20: K30	1.09	0.16	2.83	1.63	0.45	5.24
N30: K10	0.97	0.15	2.61	1.65	0.41	5.35
N30: K20	0.87	0.15	3.02	1.59	0.47	5.94
N30: K30	0.98	0.21	3.00	1.66	0.38	5.27

หมายเหตุ ; ระดับที่เหมาะสม N = 1.1-2.5%, P = 0.18-0.3 % และK = 1.0-2.0 % (อภิญญา, 2548)

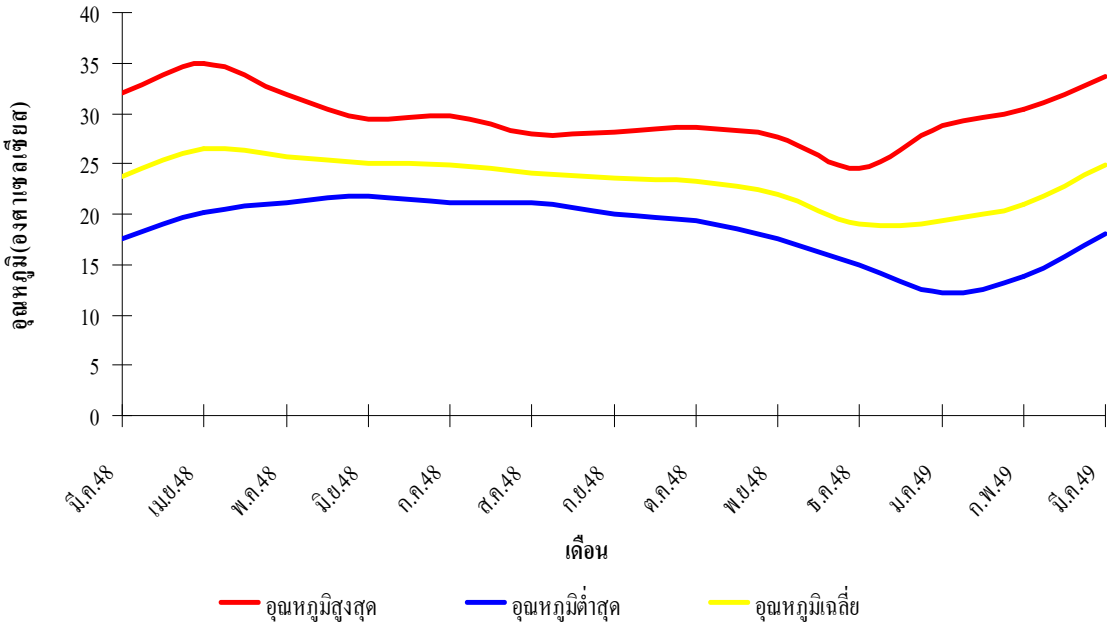
ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอน ในก้านใบมะละกอของต้นที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียมโบรอน และแคลเซียมร่วมกับโบรอน ตำรับต่างๆ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยใน 2 ช่วงเวลา

ทรีตเมนต์	ขณะออกดอก					ขณะเก็บเกี่ยว				
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	B(mg/kg)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	B (mg/kg)
ไม่ใส่ปุ๋ย	1.13	0.14	2.76	2.76	15.75	1.35	0.38	5.27	1.78	12.65
Ca 1,000	1.15	0.15	2.47	2.84	18.27	1.37	0.21	4.71	1.80	17.00
Ca 2,000	0.97	0.16	2.42	2.99	17.20	1.74	0.32	6.30	1.62	15.55
B 500	1.03	0.17	2.34	2.95	16.54	1.93	0.43	6.26	1.46	14.27
B 1,000	0.90	0.16	2.72	2.88	17.29	1.70	0.29	5.61	1.63	17.23
Ca-B 1,000	0.95	0.14	2.49	2.98	17.84	1.73	0.35	5.89	1.55	12.24
Ca-B 2,000	1.00	0.16	2.55	2.92	18.38	1.75	0.38	6.00	1.37	22.91

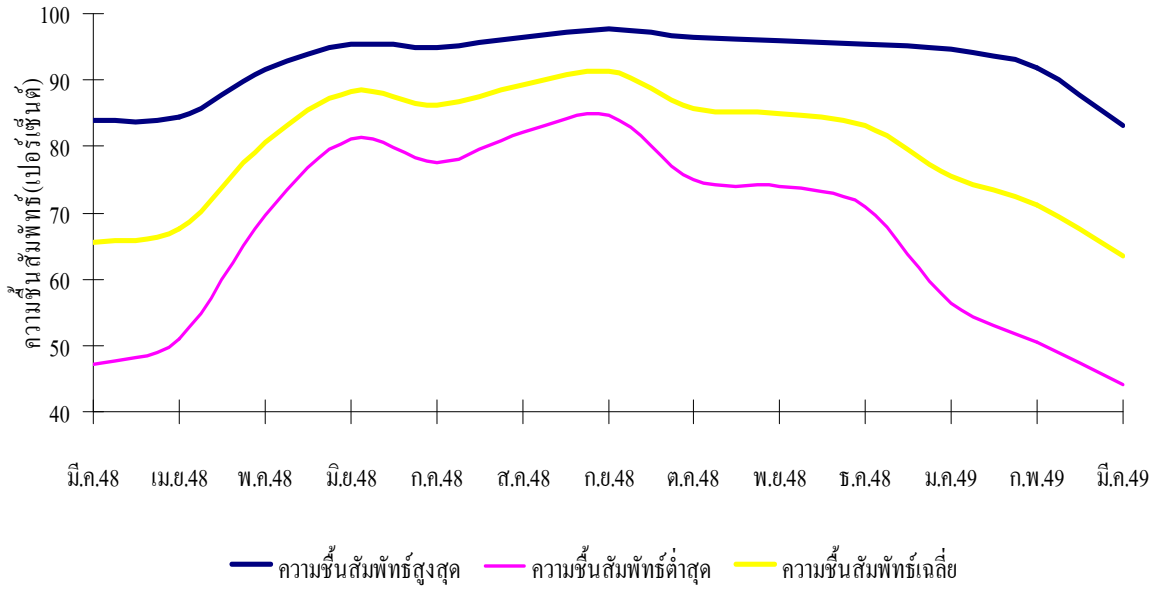
หมายเหตุ ; ระดับที่เหมาะสม N = 1.1-2.5%, P = 0.18-0.30%, K = 1.0-2.0 %, Ca= 1-3% และ B = 20-30mg/kg (อภิญญา, 2548)

ตารางผนวกที่ 7 สภาพอากาศของสถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 - มีนาคม 2549

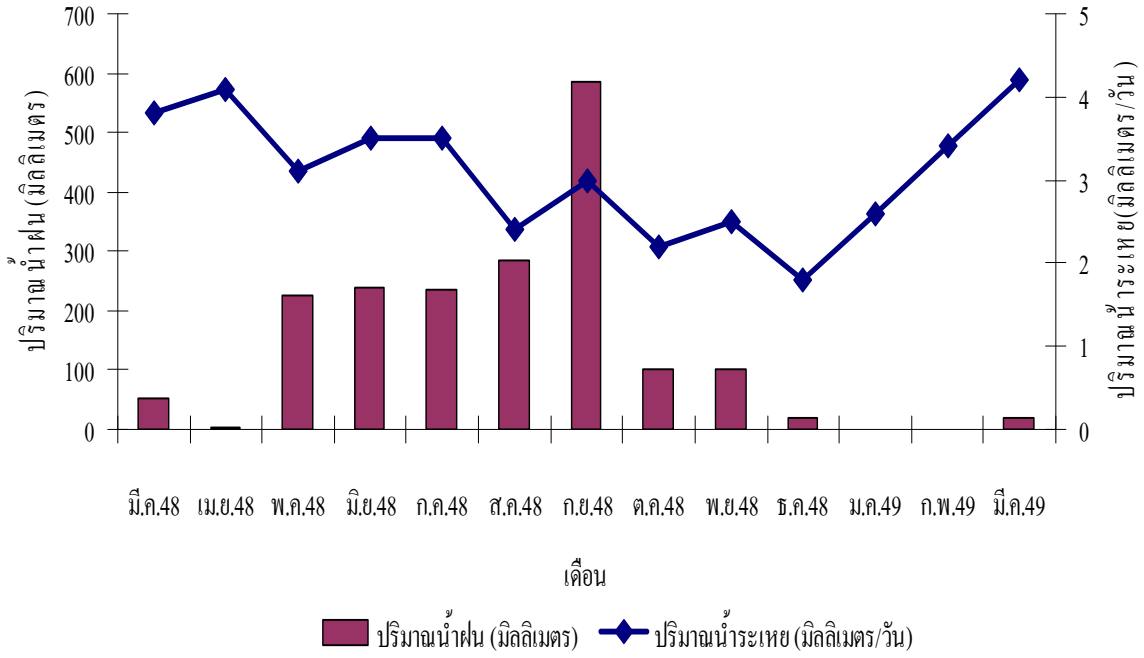
เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)			ปริมาณน้ำฝน	ปริมาณน้ำระเหย
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	(มิลลิเมตร)	(มิลลิเมตร/วัน)
มี.ค.48	32.1	17.6	23.8	83.9	47.1	65.5	52.4	3.8
เม.ย.48	35	20.1	26.5	84.3	51	67.7	3.6	4.1
พ.ค.48	31.8	21.2	25.7	91.7	69.5	80.6	224.3	3.1
มิ.ย.48	29.5	21.8	25	95.5	81	88.3	237.4	3.5
ก.ค.48	29.8	21.1	24.8	94.9	77.6	86.2	235.4	3.5
ส.ค.48	28	21.2	24.1	96.5	82.1	89.3	285.2	2.4
ก.ย.48	28.2	20	23.5	97.6	84.7	91.2	586.1	3
ต.ค.48	28.6	19.4	23.3	96.4	74.9	85.6	102.8	2.2
พ.ย.48	27.7	17.5	21.9	95.9	73.9	84.9	102	2.5
ธ.ค.48	24.5	14.9	19	95.5	70.8	83.1	19.4	1.8
ม.ค.49	28.8	12.2	19.3	94.6	56.3	75.5	0	2.6
ก.พ.49	30.4	13.9	21	91.8	50.4	71.1	1.4	3.4
มี.ค.49	33.7	18.1	24.8	83.2	44.1	63.6	18.2	4.2
ค่ารวม							1868.2	
ค่าเฉลี่ย	29.9	18.4	23.3	92.4	66.4	79.4		3.1



ภาพผนวกที่ 1 อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 - มีนาคม 2549



ภาพผนวกที่ 2 ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 - มีนาคม 2549



<u>ภาพผนวกที่ 3</u> ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และปริมาณน้ำระเหย (มิลลิเมตร/วัน) ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 - มีนาคม 2549

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายชัยวัฒน์ อนุพันธ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	20 กันยายน พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	วท.บ.(พืชศาสตร์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่วิจัยไม้ผล
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถานีเกษตรหลวงปางดะ มูลนิธิโครงการหลวง