

ผลของสูตรและอัตราของปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอยที่ให้ในระบบน้ำต่อผลผลิต  
และความเข้มข้นธาตุอาหารในใบ และผลของสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Effects of Analysis Grades and Rates of Suspension Fertilizer in Fertigation System on  
Yield and Nutrient Concentration in Leaf and Fruit of Mandarin Orange  
(*Citrus reticulata* Blanco) cv. 'Sai Namphueng'

พิชัย ไตรรัตน์ประพันธ์<sup>1</sup> ลพ ภวภูตานนท์<sup>1</sup> รวี เสรีฐักก์ดี<sup>1</sup> และยงยุทธ โสถสภ<sup>2</sup>

Pichai triratanaprapunta<sup>1</sup>, Lop Phavaphutanon<sup>1</sup>, Ravee Setpakdee<sup>1</sup> and Yongyuth Osotsapar<sup>2</sup>

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของสูตรปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอย อัตรา และความถี่ที่ให้ในระบบน้ำต่อผลผลิต และความเข้มข้นธาตุอาหารในใบ และผลของสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง จ.เชียงใหม่ที่ปลูกในดินมีสภาพเป็นกรดจัดและความอุดมสมบูรณ์สูง ให้ปุ๋ย สูตร 18-6-12 ช่วงการเติบโตทางกิ่งใบ อัตรา 225 และ 375 ก.ปุ๋ย/ช่วง ช่วงการพัฒนาผล ให้สูตร 7-3-10 หรือ 15-5-20 อัตรา 375 และ 625 ก.ปุ๋ย/ช่วง ที่ความถี่ 15 30 และ 45 วัน รวม 12 กรรมวิธี พบว่าทุกกรรมวิธีให้ปริมาณ และคุณภาพผลผลิต และความเข้มข้นธาตุอาหารในใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ และอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม การให้ปุ๋ยทุก 45 วัน สูตร 18-6-12 ช่วงการเติบโตทางกิ่งใบ และสูตร 7-3-10 ช่วงการพัฒนาผล อัตรา 225 และ 375 ก.ปุ๋ย/ช่วง ตามลำดับ เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสม มีต้นทุนปุ๋ยต่ำและจำนวนครั้งในการให้ปุ๋ยน้อย ให้ผลผลิต 112 กก./ต้น ปริมาณกรดส้มรวม 95.5% ปริมาณน้ำส้ม 50.6% TSS 12.3 brix TA 0.5% TSS/TA 23.1 ความเข้มข้นธาตุอาหาร N P K Ca และ Mg ในใบคือ 2.34%, 0.16%, 1.22%, 6.58% และ 0.99% ตามลำดับ

คำสำคัญ : การให้ปุ๋ยระบบน้ำ ความเข้มข้นธาตุอาหาร ต้นทุนปุ๋ย ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอย สัมสายน้ำผึ้ง

ABSTRACT

Effects of analysis grades, rates and application frequencies of suspension fertilizer (SF) in fertigation system on yield and nutrient concentration in leaf and fruit of Mandarin 'Sai Namphueng' were studied in Chiang Mai province. Orchard soil was acidic and high fertility. SF grade 18-6-12 was applied during a vegetative growth period at the rates of 225 and 375 g fertilizer/tree and 15-5-20 or 7-3-10 was applied during a fruit development period at the rates of 375 and 625 g fertilizer/tree with application frequencies of 15, 30 or 45 days; the total of 12 application treatments. The result showed that fruit yield, quality and nutrient concentration in leaf were not statistically different and satisfactory

<sup>1</sup> ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

Dept. of Horticulture, Fac. of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart, Nakhon Pathom 73140

<sup>2</sup> ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

Dept. of Soil Science, Fac. of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart, Nakhon Pathom 73140

among fertigated treatments. The treatment, 18-6-12 grade for vegetative growth period and 7-3-10 grade for fruit development period fertigated at the rates of 225 and 375 g fertilizer/tree every 45-day, was the most satisfactory combination with the lower fertilizer cost and the less application frequencies. It yielded 112 kg fruit weight/tree with 95.5% by weight of no. 4, 5 and 6 fruit, 50.6% juice, 12.3 brix TSS, 0.5% TA, 23.1 TSS/TA ratio and leaf N, P, K, Ca and Mg concentrations of 2.34%, 0.16%, 1.22%, 6.58% and 0.99%, respectively.

**Key Words :** Fertigation, Fertilizer cost, Mandarin, Nutrient concentration, Suspension fertilizer

## คำนำ

การปลูกส้มเปลือกอ่อนพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ จ. เชียงใหม่ มีพื้นที่ประมาณ 100,000 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) เกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดหว่านลงดิน ซึ่งใช้เวลานานนับสัปดาห์ในการปลดปล่อยธาตุอาหาร จากพืชอาจเสียหายจากสารละลายปุ๋ยที่เข้มข้น ปุ๋ยถูกชะล้างออกนอกบริเวณรากพืช และซึมลึกสู่น้ำใต้ดิน เกิดปัญหาหมอกภาวะ และสิ้นเปลืองปุ๋ย แต่การใช้ปุ๋ยเคมีเหลว (fluid fertilizer) ในระบบน้ำชลประทานเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ธาตุอาหารกระจายอย่างทั่วถึง และมีความเข้มข้นสม่ำเสมอ รวมทั้งการใช้แรงงานในการให้ปุ๋ยและอัตราปุ๋ยที่ใช้น้อยกว่าปุ๋ยเคมีแบบเดิม (บุญจพร, 2544; สาลีและคณะ, 2545; Thompson *et al.*, 2003; Kusakabe *et al.*, 2006) สามารถลดต้นทุนการผลิตพืช (สาลีและคณะ, 2545) และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Dasberg *et al.*, 1983) แต่ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอย (suspension fertilizer; SF) ซึ่งธาตุอาหารส่วนหนึ่งละลายอยู่ในของเหลวและอีกส่วนแขวนลอยอยู่ (ยงยุทธ, 2536) ในการผลิตพืชยังมีจำกัด โดยเฉพาะกับส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรปุ๋ย อัตราใช้ และความถี่ที่เหมาะสมในการผลิตส้มให้ได้ผลผลิตดี มีคุณภาพ มีระดับธาตุอาหารในใบเพียงพอ โดยประเมินปริมาณธาตุอาหาร N P และ K ที่สูญเสียไปกับผลผลิตส้ม (crop removal) และเปรียบเทียบต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอยกับปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดแบบเดิม

## อุปกรณ์และวิธีการ

ทดลองกับต้นส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งบนต้นตอพันธุ์ Swingle จำนวน 104 ต้น อายุ 7 ปีซึ่งกำลังติดผลอายุ 1-2 เดือนหลังออกดอก ปลูกบนที่ราบเชิงเขา ที่ อ.แม่สาย จ. เชียงใหม่ ระยะปลูก 3 x 6 ม. ให้ผลผลิตประมาณ 100 กก./ต้น/ปี วางแผนการทดลองแบบ RCBD แบ่งเป็น 4 บล็อก ตามความสม่ำเสมอของต้นส้ม ให้ปุ๋ยในระบบน้ำ (fertigation) ผ่านหัวจ่ายขนาด 120 ล./ชม. โดยช่วงที่ 1 (ช่วงการเติบโตทางกิ่งใบ; 30 เมษายน-15 กรกฎาคม 2552) ให้ปุ๋ย SF สูตร 18-6-12 อัตรา 225 และ 375 ก.ปุ๋ย/ช่วง ช่วงที่ 2 (ช่วงการพัฒนาผล; 30 กรกฎาคม-15 ธันวาคม 2552) ให้ปุ๋ย SF สูตร 7-3-10 หรือ 15-5-20 อัตรา 375 และ 625 ก.ปุ๋ย/ช่วง ให้ทุก 15 30 และ 45 วัน รวม 12 กรรมวิธี เปรียบเทียบกับกรรมวิธีของเกษตรกร (control; Tc) ให้ปุ๋ยในระบบน้ำเช่นกัน ช่วงที่ 1 ให้ปุ๋ย SF สูตร 18-6-12 ช่วงที่ 2 ให้ปุ๋ย SF สูตร 12-6-18 อัตรา 300 และ 500 ก.ปุ๋ย/ช่วง ทุก 30 วัน (Table 1) การให้ปุ๋ยในระบบน้ำของแต่ละกรรมวิธีเริ่มโดยให้น้ำเปล่า 10 นาที ตามด้วยสารละลายปุ๋ย 15 นาที และให้น้ำเปล่าอีก 15 นาที

**Table 1** Grades, rates, frequencies and application events of suspension fertilizer treatments during vegetative growth and fruit development periods

Treat- ments	Period 1 (Vegetative growth)				Period 2 (Fruit development)			
	April 30-July 15, 2009				July 30-December 15, 2009			
	Grade	Rate	Events	Total (g)	Grade	Rate	Events	Total (g)
		g/tree/15day				g/tree/15day		
T1	18-6-12	37.50	6	225	7-3-10	37.50	10	375
T2	18-6-12	37.50	6	225	15-5-20	37.50	10	375
T3	18-6-12	62.50	6	375	7-3-10	62.50	10	625
T4	18-6-12	62.50	6	375	15-5-20	62.50	10	625
		g/tree/30day				g/tree/30day		
T5	18-6-12	75.00	3	225	7-3-10	75.00	5	375
T6	18-6-12	75.00	3	225	15-5-20	75.00	5	375
T7	18-6-12	125.00	3	375	7-3-10	125.00	5	625
T8	18-6-12	125.00	3	375	15-5-20	125.00	5	625
Tc	18-6-12	100.00	3	300	12-6-18	100.00	5	500
		g/tree/45day				g/tree/45day		
T9	18-6-12	112.50	2	225	7-3-10	93.75	4	375
T10	18-6-12	112.50	2	225	15-5-20	93.75	4	375
T11	18-6-12	187.50	2	375	7-3-10	156.25	4	625
T12	18-6-12	187.50	2	375	15-5-20	156.25	4	625

### การวิเคราะห์ดิน

เก็บตัวอย่างดินก่อนเริ่มการทดลองในเดือน มีนาคม 2552 และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือน กุมภาพันธ์ 2553 โดยวัด pH และสภาพการนำไฟฟ้าของดิน และวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุโดยวิธี wet oxidation (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542) วิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (สกัดด้วยสารละลาย Bray II) ด้วยวิธี colorimetry โฟแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (สกัดด้วยสารละลายแอมโมเนียมแอสซิเตต) ด้วยวิธี atomic absorption spectrometry (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544)

### การวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโบสและผลส้ม

เก็บตัวอย่างใบในเดือน พฤศจิกายน 2552 ช่วงอายุผล 8-9 เดือน โดยเก็บใบที่ 3 และ 4 (อายุ 4-7 เดือน) จากปลายยอดของกิ่งที่ไม่ติดผล จำนวน 40 ใบต่อดัน (นันทรัตน์, 2547) จากทุกกรรมวิธี วิเคราะห์ความเข้มข้นไนโตรเจนโดยวิธี combustion ด้วยเครื่อง protein / nitrogen determinator วิเคราะห์ความเข้มข้นฟอสฟอรัสโดยวิธี colorimetry วิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมโดยวิธี atomic absorption spectrometry (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

วิเคราะห์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลส้มระยะพร้อมเก็บเกี่ยวจากทุกกรรมวิธี ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ แล้วคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต (crop removal) จากผลคูณของความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลกับปริมาณผลผลิตต่อต้น

#### การประเมินปริมาณและคุณภาพผลผลิต

เก็บเกี่ยวผลผลิตเดือน มกราคม 2553 อายุผลส้ม 10-11 เดือน บันทึกน้ำหนักผลผลิตรวมของแต่ละต้น และนำมาคัดเกรด ด้วย automatic fruit sizer โดยแยกตามเกณฑ์เส้นผ่าศูนย์กลางผลส้ม เป็นรหัสเบอร์ 1- เบอร์ 7 บันทึกน้ำหนักผลผลิตรวมในแต่ละรหัส สุ่มเก็บผลส้มที่คัดเกรดแล้วจำนวน 5 ผลต่อต้นของแต่ละกรรมวิธี เพื่อบันทึก น้ำหนักต่อผลสด น้ำหนักน้ำส้มต่อผล total soluble solid (TSS) โดยวิธี hand refractometer และ titratable acid (TA) โดยวิธีไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วย Least significant difference (LSD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ R Program

#### เปรียบเทียบต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอยกับปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดในการผลิตส้ม

สอบถามข้อมูล สูตรปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดที่แนะนำให้ใช้กับส้มในช่วงการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ และช่วงการพัฒนาผล อัตราใช้ในแต่ละช่วง พร้อมราคาที่กำหนด จากร้านค้า บริษัทค้าปุ๋ย และเกษตรกร ในช่วงเดือน มีนาคม - เดือน ธันวาคม 2552 คำนวณต้นทุนปุ๋ย และเปรียบเทียบกับต้นทุนของการใช้ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอย ตามกรรมวิธีที่ 9 ซึ่งเหมาะสมที่สุดจากผลการศึกษาค้างนี้

### ผลและวิจารณ์

#### สมบัติของดิน

ดินในแปลงทดลองเป็นกรดจัด โดยค่าปฏิกิริยาดินหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมเล็กน้อย แต่ไม่มีปัญหาต่อการปลูกส้ม ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลจากการให้ปุ๋ย SF ที่มี pH 6.5 - 7 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมไม่มีปัญหาดินเค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินก่อนการทดลองค่อนข้างสูง และหลังการทดลองลดลงเล็กน้อย แต่ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงมากกว่าค่าที่เหมาะสมทั้งก่อน และหลังการทดลอง ซึ่งเป็นสภาพที่พบได้ทั่วไปในสวนไม้ผลที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง การที่ระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้หลังการทดลองมีค่าลดลงเป็นผลจากการดูดใช้โพแทสเซียมมากในช่วงพัฒนาการของผล สอดคล้องกับที่มีรายงานว่าโพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีความเข้มข้นมากกว่าธาตุอื่นๆ ในผลผลส้ม (จรรยา, 2549) ส่วนแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ก่อนการทดลองมีค่าต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมเล็กน้อย แต่หลังการทดลองกลับมีค่ามากกว่าค่าที่เหมาะสม ขณะที่แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่ามากกว่าระดับที่เหมาะสมทั้งก่อนและหลังการทดลอง (Table 2) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เพิ่มขึ้นนี้คาดว่าส่วนหนึ่งเป็นผลจากการใช้น้ำการเกษตรที่ไหลผ่านชั้นหินที่มีแคลเซียมและแมกนีเซียมในพื้นที่ กล่าวได้ว่าดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีความสมบูรณ์สูง (Table 2) และเป็นผลดีต่อการผลิตส้มในฤดูหน้าด้วย

**Table 2** Physical and chemical properties of soil

Soil properties	value of analysis		
	before trial	after trial	satisfactory <sup>1</sup>
Soil pH (1:1 water/soil)	5.11	5.37	6 – 7
Electrical conductivity ( EC <sub>e</sub> ; dS/m)	0.81	1.4	0-2
Organic matter (OM; %)	2.73	2.56	2.5 – 3.0
Available phosphorus (mg/kg)	107.19	153.69	26 – 42
Exchangeable potassium (mg/kg)	204.77	177.30	130
Exchangeable calcium (mg/kg)	918.01	1351.49	1,040
Exchangeable magnesium (mg/kg)	240.84	281.53	135

Note: <sup>1</sup> Office of Agricultural Research and Development Region 1 (1997)

### ปริมาณและคุณภาพผลผลิต

การใช้ปุ๋ย SF ทั้ง 12 กรรมวิธีไม่ทำให้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตมีความแตกต่างทางสถิติ (Table 3) และให้ค่าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของส้มเปลือกอ่อน คือน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 112.1 กก.ต่อต้น ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานสำหรับส้มเปลือกอ่อนอายุ 7-9 ปี ควรให้น้ำหนักผลผลิต 100-150 กก.ต่อต้น (ศูนย์วิจัยพืชสวนต้น และไม้ผลเมืองร้อน, 2552) มีค่าเฉลี่ยปริมาณรวมของส้มเบอร์ 4 5 และ 6 ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดมาก 95.6% โดยน้ำหนัก มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำส้ม TSS และ สัดส่วน TSS/TA เท่ากับ 49.5% 12.3 brix และ 23:1 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานส้มเปลือกอ่อนคือ ปริมาณน้ำส้ม 35% TSS 9 brix และ TSS/TA 13:1 ตามลำดับ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551) ค่า TA เฉลี่ย 0.6% สอดคล้องกับผลงานวิจัยของมนตรี (2527) ที่พบว่ารสชาติของส้มเขียวหวานที่พึงประสงค์มีค่า TA 0.6-1.0 %

การศึกษานี้ สภาพดินในสวนส้มเริ่มต้นมีความอุดมสมบูรณ์สูง (Table 2) เนื่องจากมีการให้ปุ๋ยเคมีต่อเนื่อง การใช้ปุ๋ย SF ตามกรรมวิธีต่างๆมีความผันแปรทั้งสูตร อัตราใช้ และความถี่ในการให้ที่แตกต่างกันในช่วงการเติบโตทางกิ่งใบและช่วงการพัฒนาของผล ไม่มีผลทำให้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตแตกต่างกันซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยต่อผลผลิตพืชในสภาพดินที่อุดมสมบูรณ์สูงที่เคยมีรายงานมาก่อน (วีระ, 2543; จุฬาลักษณ์, 2530 และ Boman, 1992) ในการศึกษาครั้งนี้ให้ปุ๋ยในความถี่ 6 – 16 ครั้งต่อฤดูการผลิต แต่ไม่เห็นผลเด่นชัด ขณะที่ Kusakabe *et al.* (2006) รายงานว่าความถี่ในการให้ปุ๋ยในระบบน้ำที่ดีที่สุดคือ 27 ครั้งต่อฤดูการผลิตส้ม และ Thompson *et al.* (2003) รายงานว่าความถี่ในการให้ปุ๋ยในระบบน้ำแก่ส้มที่เหมาะสมผันแปรในช่วง 10-30 ครั้งต่อปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถปรับลดปริมาณและความถี่ในการให้ปุ๋ยในระบบน้ำได้โดยไม่กระทบต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง

นอกจากนี้ความสมบูรณ์ของต้นส้มที่ใช้ในการทดลองซึ่งเห็นได้จากน้ำหนักผลผลิตต่อต้นของปีที่ผ่านมาเฉลี่ย 115 กก.ต่อต้น เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีการตอบสนองน้อยต่อการให้ปุ๋ย SF กรรมวิธีต่างๆ เนื่องจากต้นส้มที่สมบูรณ์มีธาตุอาหารสะสมไว้ใน ราก ลำต้น กิ่งแก่ และใบแก่ ธาตุอาหารเหล่านั้นถูกดึงไปใช้มากกว่าที่ใช้จากปุ๋ยที่เพิ่งใส่ให้แก่พืชทางดิน (Dasberg *et al.*, 1983) การใส่ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพควรใส่เพื่อชดเชยธาตุ

อาหารที่สูญเสียไปเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต และใส่เพื่อรักษาความสมบูรณ์ของดินในระยะยาวเพื่อสามารถให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ มากกว่าที่ให้ปุ๋ยเสริมในระยะเวลาสั้นๆ ปริมาณและคุณภาพของผลสัมฤทธิ์ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของธาตุอาหารทุกธาตุที่ต้นส้มได้รับตลอดปี (ยงยุทธ, 2552)

### ความเข้มข้นธาตุอาหารไนโบและผล

การให้ปุ๋ย SF ทั้ง 12 กรรมวิธีไม่ทำให้ความเข้มข้นธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ไนโบแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) ความเข้มข้นธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมไนโบ เฉลี่ยทั้ง 12 กรรมวิธี มีค่า 2.39%, 0.17%, 1.35% และ 1.00% ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ยกเว้นแมกนีเซียมมีมากเกินไป เมื่อเทียบกับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่วิเคราะห์จากใบส้มอายุ 4-7 เดือนจากกิ่งที่ไม่ติดผลของ Chapman (1960) มีเพียงความเข้มข้นของแคลเซียมไนโบส้ม ที่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 3) กล่าวคือ กรรมวิธีของเกษตรกร (Tc) มีค่าต่ำสุด 5.49% และอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม กรรมวิธีที่ 7 มีค่าสูงสุด 7.26 % ซึ่งจัดว่ามากเกินไป แสดงให้เห็นว่าปุ๋ย SF ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีส่วนส่วนของธาตุอาหารที่เหมาะสม มีผลให้ความเข้มข้นธาตุอาหารไนโบของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งอยู่ใน ระดับที่เพียงพอ ส่วนความเข้มข้นธาตุอาหารแคลเซียมและแมกนีเซียมไนโบที่พบว่ามากเกินไปนั้นสอดคล้องกับระดับแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่พบว่าสูงกว่าระดับที่เหมาะสมเช่นกัน (Table 2)

การใช้ปุ๋ย SF ทั้ง 12 กรรมวิธีไม่ทำให้น้ำหนักผลสด และน้ำหนักผลแห้ง มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 4) มีน้ำหนักผลสดเฉลี่ย 117.0 กรัม น้ำหนักผลแห้งเฉลี่ย 17.9 กรัม แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการใช้ปุ๋ย SF ในกรรมวิธีต่างๆ มีผลให้ความเข้มข้นธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียมในผลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 3 มีความเข้มข้นไนโตรเจนในผลต่ำสุดคือ 0.75% กรรมวิธีที่ 5 มีความเข้มข้นไนโตรเจนสูงสุดคือ 0.98% กรรมวิธีที่ 10 มีความเข้มข้นโพแทสเซียมต่ำสุดคือ 1.14 % และกรรมวิธีที่ 1 มีความเข้มข้นโพแทสเซียมสูงสุดคือ 1.60 % ขณะที่กรรมวิธีของเกษตรกร มีความเข้มข้นไนโตรเจนและโพแทสเซียมในผล 0.87 % และ 1.55% ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นธาตุอาหารฟอสฟอรัสในผล ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี (Table 4) เมื่อคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต (crop removal) จากข้อมูลความเข้มข้นธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลโดยน้ำหนักแห้งซึ่งมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.86% 0.13% และ 1.35% ตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดของผล ทุกๆ 1 กก. ของผลสดมีการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิต โดยเฉลี่ย เท่ากับ 1.31, 0.21 และ 2.07 ก. ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับที่เคยมีรายงานไว้ (นันทรัตน์, 2547; จุฬาลักษณ์, 2530; Smith and Reuther, 1953) โดยผลส้มต้องการโพแทสเซียมมากที่สุด รองลงมาคือไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

จากข้อมูลปริมาณและคุณภาพผลผลิตรวมถึงความเข้มข้นธาตุอาหารต่างๆ ไนโบ และผลจากการให้ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอยในระบบน้ำ 12 กรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีที่ 9 มีความเหมาะสมที่สุดคือใช้ปุ๋ยสูตร 18-6-12 ในช่วงการเจริญเติบโตต้นใบ อัตรา 225 ก.ปุ๋ยต่อช่วง (112.5 ก./ต้น/45 วัน) และสูตร 7-3-10 ในช่วงการพัฒนาผล อัตรา 375 ก.ปุ๋ยต่อช่วง (93.75 ก./ต้น/45 วัน) ให้ทุก 45 วันครั้ง ซึ่งมีจำนวนครั้งในการให้ปุ๋ยน้อยที่สุด ให้ผลผลิตดีทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ มีความเข้มข้นธาตุอาหารต่างๆ ไนโบ และผลอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ให้ น้ำหนักผลผลิต 112 กก.ต่อต้น ผลรวมปริมาณส้มเบอร์ 4 5 และ 6 เท่ากับ 95.5% โดยน้ำหนัก ปริมาณน้ำส้ม TSS TA และ สัดส่วน TSS/TA เท่ากับ 50.6% 12.3 brix 0.5% และ 23:1 ตามลำดับ ความเข้มข้นธาตุอาหาร

ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบ เท่ากับ 2.34% 0.17% 1.22% 6.58% และ 0.99% ตามลำดับ

### เปรียบเทียบต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอยกับปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดในการผลิตส้ม

จากการสอบถามข้อมูล สูตรปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดที่เหมาะสมกับส้มในช่วงการเจริญเติบโต ทางกิ่งใบ และช่วงการพัฒนาดอก อัตราใช้ในแต่ละช่วง พร้อมราคาที่น่าจ่าย ตามคำแนะนำของร้านค้า บริษัทค้าปุ๋ย และเกษตรกร (สวนสามหัวใจ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่) ในช่วงเดือนมีนาคม – เดือน ธันวาคม 2552 เปรียบเทียบกับสูตรปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอย อัตราใช้ และความถี่ในการให้ปุ๋ย พบว่ากรรมวิธีที่ 9 ซึ่งเหมาะสมที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ และนำมาปรับตามปฏิทินสากลเพื่อจ่ายต่อการให้ปุ๋ยในรอบปีสำหรับการปลูกส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง (Table 5) ในการทดลองครั้งนี้เริ่มให้ปุ๋ยครั้งแรกปลายเดือนเมษายน และสิ้นสุดในเดือนธันวาคม รวม 6 ครั้ง ส่วนเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม ที่เป็นช่วงก่อนการทดลองให้ปุ๋ยเพิ่มอีก 2 ครั้ง ดังนั้นในหนึ่งปีถ้าให้ปุ๋ยทุก 45 วัน ต้องให้ปุ๋ยเท่ากับ 8 ครั้ง แบ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตด้านลำต้น ใบ ให้ปุ๋ย 2 ครั้งในอัตรา 112.5 ก./ต้น/ครั้ง ช่วงออกดอก ให้ปุ๋ย 2 ครั้งในอัตรา 112.5 ก./ต้น/ครั้ง และช่วงการพัฒนาดอก ให้ปุ๋ย 4 ครั้งในอัตรา 93.75 ก./ต้น/ครั้ง พบว่าการให้ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดหว่าน ต้องใช้ปุ๋ยเคมี 6 กก./ต้น/ปี มีต้นทุนปุ๋ย เท่ากับ 120 บาท/ต้น/ปี ขณะที่การให้ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอยในระบบน้ำชลประทาน ใช้ปุ๋ยเพียง 825 ก./ต้น/ปี มีต้นทุนปุ๋ย เท่ากับ 63.54 บาท/ต้น/ปี ซึ่งคิดเป็นเพียง 13.75% ของอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ด สอดคล้องกับรายงานของ Kusakabe *et al.* (2006) ที่พบว่าอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีเหลวควรเป็น 17-34% ของอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ด ส่วนต้นทุนปุ๋ยของการให้ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอยในระบบน้ำชลประทาน คิดเป็นเพียง 52.95% ของต้นทุนปุ๋ยเคมีชนิดเม็ด ซึ่งสอดคล้องกับที่ สาลี และคณะ (2545) และปัญญาพร (2544) รายงานไว้ว่า การให้ปุ๋ยเคมีกับไม้ผลในระบบน้ำชลประทานมีอัตราใช้ และต้นทุนปุ๋ยต่ำกว่าการให้ปุ๋ยเคมีแบบหว่าน

**Table 3** Effects of suspension fertilizer treatments in fertigation system on yield and leaf nutrient concentrations of Mandarin Orange

Treatments	Fruits	Weight (No 4,5,6)	Juice	TSS	TA	TSS/TA	leaf N	leaf P	leaf K	Leaf Ca	leaf Mg
	Kg / tree	%	%	brix	%		%	%	%	%	%
T1	113.5	94.4	51.1	12.8	0.6	23.6	2.52	0.186	1.31	5.61 cd	1.10
T2	116.1	97.1	48.1	12.6	0.5	24.5	2.28	0.173	1.37	5.99 bcd	1.00
T3	113.9	96.7	49.7	12.3	0.6	22.1	2.35	0.165	1.47	6.04 bcd	1.04
T4	151.3	97.6	46.4	12.6	0.7	19.4	2.54	0.181	1.42	5.57 cd	1.03
T5	124.3	95.9	46.5	11.4	0.6	20.2	2.51	0.162	1.27	6.31 abcd	0.97
T6	135.1	93.6	48.5	13.0	0.6	24.4	2.34	0.163	1.38	6.28 abcd	1.00
T7	139.6	92.7	50.2	12.3	0.5	24.6	2.14	0.171	1.27	7.26 a	0.99
T8	125.9	97.1	49.8	11.9	0.5	24.4	2.47	0.171	1.35	6.49 abcd	1.14
T9	112.0	95.5	50.6	12.3	0.5	23.3	2.34	0.174	1.22	6.58 abc	0.99
T10	131.8	94.0	50.5	12.4	0.6	22.3	2.34	0.171	1.36	7.00 ab	1.00
T11	90.9	97.2	54.1	11.8	0.5	22.7	2.39	0.196	1.33	6.44 abcd	1.04
T12	110.8	95.0	48.5	11.9	0.5	23.2	2.43	0.179	1.41	6.05 bcd	0.98
Tc	132.5	92.6	46.2	12.4	0.5	24.7	2.65	0.189	1.42	5.49 d	1.05
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns

Note: \* = highly significant at  $p < 0.05$ , within a column, a number followed by the same letter is not significantly different at  $P=0.05$  by LSD

ns = no significantly different ( $P>0.05$ ),



**Table 4** Effects of suspension fertilizer treatments in fertigation system on fruit nutrient concentrations of Mandarin Orange

Treatments	Fruit weight		nutrient concentrations in fruit			nutrient content in fruit		
	(g)		by dry weight			(g /1 kg fresh fruit)		
	Fresh weight	Dry weight	% N	% P	% K	N	P	K
T1	115.64	17.18	0.89 abc	0.15	1.60 a	1.33 abcd	0.22	2.37 abc
T2	113.54	17.67	0.90 abc	0.14	1.59 a	1.40 abc	0.22	2.48 a
T3	111.24	17.30	0.75 d	0.13	1.39 b	1.17 d	0.20	2.16 abcd
T4	110.43	17.21	0.88 abc	0.15	1.57 a	1.36 abc	0.24	2.45 ab
T5	107.17	15.93	0.98 a	0.14	1.34 bc	1.45 a	0.21	1.99 bcd
T6	134.03	20.24	0.95 ab	0.13	1.35 bc	1.44 ab	0.20	2.04 abcd
T7	126.18	19.15	0.83 cd	0.14	1.28 bcd	1.26 cd	0.21	1.94 cd
T8	125.81	19.12	0.87 abcd	0.14	1.29 bcd	1.32 abcd	0.21	1.97 bcd
T9	118.66	18.18	0.81 cd	0.13	1.25 bcd	1.24 cd	0.19	1.92 cd
T10	109.23	17.08	0.84 bcd	0.11	1.14 d	1.31 abcd	0.17	1.78 d
T11	119.71	19.32	0.79 cd	0.13	1.16 d	1.28 bcd	0.21	1.88 cd
T12	111.87	16.64	0.80 cd	0.14	1.22 cd	1.18 d	0.21	1.82 d
Tc	124.35	18.90	0.87 abcd	0.15	1.55 a	1.32 abcd	0.23	2.36 abc
F-test	ns	ns	*	ns	**	*	ns	**

Note: \* = highly significant at  $p < 0.05$ , \*\* = highly significant at  $p < 0.01$ , within a column, a number followed by the same letter is not significantly different by LSD, ns = no significantly different ( $P > 0.05$ )

**Table 5** Comparison of grades, rates and unit prices in each growth stage, fertilizer weight and fertilizer cost in total between broadcasting granular fertilizer and suspension fertilizer for Mandarin Orange production

Growth stage	Broadcasting				Fertigation system			
	grade	kg/tree	฿/kg	Total (฿)	grade	g/tree/45day	฿/g	Total (฿)
Vegetative	25-7-7	2	18	36	18-6-12	225	0.077	17.33
Flowering	6-24-24	1	24	24	18-6-12	225	0.077	17.33
Fruit development	15-5-20	3	20	60	7-3-10	375	0.077	28.88
Total		6		120		825		63.54
Fertilizer weight /tree/year		6 kg				825 g		
Fertilizer cost /tree/ year		฿ 120				฿ 63.54		

## สรุป

การให้ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอย ในระบบน้ำชลประทานกับส้มเปลือกอ่อนพันธุ์สายน้ำผึ้ง สูตร 18-6-12 ในช่วงการเจริญด้านกิ่งใบ อัตรา 225 ก.ต่อช่วง (112.5 ก./ต้น/45วัน) และสูตร 7-3-10 ในช่วงการพัฒนาผล อัตรา 375 ก.ต่อช่วง (93.75 ก./ต้น/45วัน) ทุก 45 วันให้ผลผลิตดีทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ และมีความเข้มข้นธาตุอาหารไนโบอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม มีจำนวนครั้งในการให้ปุ๋ยน้อยและต้นทุนปุ๋ยต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดพบว่า ใช้ปุ๋ยเคมีเหลวแขวนลอยอัตราเพียง 13.75% ของการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ด และมีต้นทุนปุ๋ยคิดเป็น 52.95% ของการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเม็ด

## เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. **เอกสารวิชาการ คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช**. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการ เกษตร, กรุงเทพฯ.
- จรรยา วงศ์ตรี. 2549. **อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อระดับธาตุอาหารไนโบ ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตส้ม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จุฬาลักษณ์ จิงเจริญ. 2530. **การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในส้มเขียวหวานและอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยและระยะเวลาเจริญเติบโตที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงระดับธาตุอาหารไนโบส้ม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรัช จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดินและพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นันทรัตน์ สุภกานี. 2547. **การจัดการดินและธาตุอาหารพืช**, น 2-15. เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับส้มเปลือกอ่อน ในเขตภาคกลางตอนบน วันที่ 4 - 5 พฤศจิกายน 2547 ณ อาคารเอนกประสงค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5, กรมวิชาการเกษตร.
- ปัญญาพร เลิศรัตน์. 2544. **งานวิจัยการให้ปุ๋ยเคมีในระบบน้ำกับไม้ผลเมืองร้อนบางชนิด**, น.85-90. ใน **รายงานการสัมมนากลยุทธ์การจัดการธาตุอาหารพืชสู่รายได้ที่ยั่งยืน**. วันที่ 18-19 สิงหาคม 2544 ณ เค.ยู. โฮม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. มนตรี อิศรไกรศิลป์. 2527. **การศึกษาการเจริญเติบโตของผล ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงหลังเก็บเกี่ยวของผลส้มเขียวหวานและส้มตรา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยงยุทธ ไสยธสกา. 2536. **ปุ๋ยเคมี: การผลิตและการประเมินคุณภาพ**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- ยงยุทธ ไสยธสกา. 2552. **ธาตุอาหารพืช**. (ฉบับปรับปรุงใหม่) สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วีระ วรปิตรังสี. 2543. **ผลของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และจุลธาตุต่อคุณภาพ และผลผลิตของส้มเขียวหวานในดินชุดบ้านจ้อง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อน. 2552. **โครงการสถานีวิจัยและศูนย์วิจัย ฝ่ายวิจัยและบริการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**.  
แหล่งที่มา: <http://natres.psu.ac.th/researchcenter/tropicalfruit/fruit/chokun.htm>, 12 มีนาคม 2552.

- สาลี ชินสถิต, พูลสวัสดิ์ อัจฉริยะ, หฤทัย แก่นลา และ อุษฎา ไชยชนะ. 2545. **การจัดการปุ๋ยร่วมกับระบบการให้น้ำเงาะและทุเรียนในสวนเกษตรกร**. แหล่งที่มา: [www.doa.go.th](http://www.doa.go.th), 6 กันยายน 2552.
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1. 2540. **คุณสมบัติดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช**. แหล่งที่มา: <http://www.oard1.org/service/anasoil.htm>, 20 ธันวาคม 2552.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. **มาตรฐานสินค้าเกษตร และอาหารแห่งชาติ: ส้มเปลือกอ่อน**. มกอช. 0014 – 2550. แหล่งที่มา: [http://www.acfs.go.th/standard/download/std\\_mandarins.pdf](http://www.acfs.go.th/standard/download/std_mandarins.pdf), 20 ธันวาคม 2552.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. **ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร**. เอกสารเผยแพร่. แหล่งที่มา: <http://oae.go.th/pdf/commodity.pdf>, 27 มกราคม 2554.
- Boman, B.J. 1992. Fertigation Versus Conventional Fertilization of Flatwoods Grapefruit. **Fert. Res.** 44 (2): 123-128. Chapman, H.D. 1960. Leaf and soil and soil analysis in citrus orchard. **Citrus Leaves.** 31(2): 36-39.
- Dasberg, S., H. Billorai and J. Erner. 1983. Nitrogen fertigation of Shamouti oranges. **Plant Soil.** 75: 41-49.
- Kusakabe, A., S. A. White, J. L. Walworth, G. C. Wright and T. L. Thompson. 2006. Response of microsprinkler-irrigated Navel Oranges to fertigated nitrogen rate and frequency. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 70: 1623–1628.
- Smith, P.F. and W. Reuther. 1953. Mineral content of orange in relation to fruit age and some fertilization practices. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 66: 80-85.
- Thompson, T.L., S.A. White, J. Walworth, and G.S. Sower. 2003. **Development of Best Management Practices for Fertigation of Young Citrus Trees, 2003 Report**. Available Source: <http://www.azda.gov/CDP/NewCBC/ACRC/ACRC2002Research/2002-12.pdf>, October 25, 2009.