

การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพ ของส้มสายน้ำผึ้ง: 2. การประเมินตำแหน่งใบส้มที่เหมาะสม สำหรับการเก็บตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช

Use of Nutrient Balance for Improving Fruit Yield and Quality of Tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Sainampueng:

II. Assessment of Appropriate Tangerine-leaf Sampling Position for Nutrient Analysis

ภาวินี จันทวิจิตร^{1/} ธวัชชัย รัตนขเลศ^{1/} และ นันทรัตน์ สุภกานันต์^{2/}
Pavinee Chanvichit^{1/}, Tavatchai Radanachaless^{1/} and Nantarat Supakamnerd^{2/}

Abstract: The experiment aimed to study the effect of leaf position on leaf nutrient concentration of tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Sainampueng in order to establish the appropriate index leaf for assessing plant nutrient status. Leaves at 90 days of age from non bearing twigs were sampled from the farmer's orchard in Fang district of Chiang Mai province. The first six leaves from around the canopy were sampled separately and composite leaf samples of the same leaf position were made. Subsequently, the concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn and B of sampled leaves were analyzed. The results indicated that the third leaf from shoot apex should be sampled and used as index leaf to assess the nutrient status in plants since there was less variation of all nutrient concentrations in leaves.

Keywords: Tangerine cv. Sainampueng, nutrient concentration, leaf position

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{2/} ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ต. รอบเวียง อ. เมือง จ. เชียงราย 57000

^{1/} Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

^{2/} Chiang Rai Horticulture Research Center, Chiang Rai 57000, Thailand

บทคัดย่อ: การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของตำแหน่งใบที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบสลายน้ำผิวดิน เพื่อกำหนดตำแหน่งใบที่เหมาะสมสำหรับประเมินธาตุอาหารในต้นพืช เลือกช่อใบที่มีอายุ 90 วัน จากกิ่งที่ไม่มีการติดผล ของต้นส้มในสวนของเกษตรกร อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ใช้วิธีสุ่มเก็บตัวอย่างใบตำแหน่งที่ 1 - 6 โดยเก็บแยกแต่ละตำแหน่งจากปลายยอดรอบทรงพุ่ม แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอนในใบสลับแต่ละตำแหน่ง ผลการทดลองชี้ว่าใบที่ 3 จากปลายยอดของช่อใบเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวอย่างเพื่อประเมินระดับธาตุอาหารในต้นส้ม เนื่องจากความเข้มข้นของธาตุอาหารมีความแปรปรวนน้อย

คำสำคัญ: ส้มสายน้ำผึ้ง ความเข้มข้นของธาตุอาหาร ตำแหน่งใบ

คำนำ

การวิเคราะห์พืชเป็นการประเมินระดับของธาตุอาหารที่พืชได้รับจากดิน (อรุณศิริ และคณะ, 2546) โดยค่าที่วิเคราะห์ได้จะนำมาเทียบกับค่าวิกฤตมาตรฐาน หรือค่าวิเคราะห์มาตรฐานที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย ซึ่งจะสามารถบอกให้ทราบถึงสถานะของธาตุอาหารในสวนไม้ผลนั้น ๆ (Kenworthy, 1973) ส่วนการวิเคราะห์สมบัตินั้น จะใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงดิน เพื่อให้ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่านั้น (Chang *et al.*, 1996; Leece, 1976a, b) การนำผลการวิเคราะห์พืชมาใช้ร่วมกับผลการวิเคราะห์ดินจะให้ประโยชน์อย่างมาก สำหรับใช้เป็นแนวทางการจัดการปุ๋ยให้กับพืช (Righetti *et al.*, 1990)

การเก็บตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารสำหรับไม้ผล ต้องกำหนดไว้เป็นการเฉพาะว่าต้องเก็บส่วนใด (สุมิตรา และคณะ, 2541) ส่วนใหญ่มักเจาะจงที่จะใช้ใบ เนื่องจากเป็นศูนย์รวมของเมแทบอลิซึมที่สำคัญของพืช นอกจากนี้ใบพืชยังเป็นตัวแสดงที่ไวต่อการขาดธาตุอาหาร (อรุณศิริ และคณะ, 2546) และการเก็บใบไปวิเคราะห์ก็ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตมากเท่ากับส่วนอื่น แต่วิธีการเก็บตัวอย่างใบเพื่อนำไปวิเคราะห์มีความแตกต่างกันไปในแต่ละพืช หลักสำคัญที่ใช้พิจารณาการเก็บตัวอย่างใบ คือควรมีความเข้มข้นของธาตุอาหารนั้น ๆ ใกล้เคียงกันหรือมีความแตกต่างกันค่อนข้างน้อย (สุมิตรา และคณะ, 2541) นันทรัตน์ (2549) แนะนำว่าควรเก็บใบสลับก่อนที่จะมีการแตกใบใหม่ และเก็บใบ

ที่มีการขยายขนาดเต็มที่ ขณะที่ประเทศไต้หวัน การเก็บใบสลับเพื่อวิเคราะห์ต้องเก็บใบที่ 3 หรือ 4 จากยอดกิ่งที่ไม่ติดผลและแตกออกมาในช่วงฤดูใบไม้ผลิ และเก็บเมื่อใบนั้นมียุ 5 - 6 เดือน (Chang *et al.*, 1996) ส่วนในสหรัฐอเมริกาจะเก็บใบสลับที่อยู่กึ่งกลางของช่อใบ เมื่อใบมีอายุ 4 - 6 เดือน (Smith, 1966; Embleton *et al.*, 1973) ขณะที่กลุ่มต้นส้มเปลือกกลอน โดยเฉพาะส้มสายน้ำผึ้งในจังหวัดเชียงใหม่ มีการออกดอกติดผลตลอดทั้งปี (ภาวินี และวัชรชัย, 2551) และมีการแตกใบใหม่ทุก 2 - 3 เดือน การเก็บตัวอย่างใบอายุ 4 - 6 เดือนจากกิ่งที่ไม่มีดอกติดผล และไม่มีการแตกใบอ่อนจึงทำให้การเก็บตัวอย่างใบเป็นไปได้อย่างดี และไม่มีความไม่ชัดเจน การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินหาตำแหน่งใบที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหาร

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดสอบเป็นส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ติดผลแล้ว อายุ 5 ปี ในสวนของเกษตรกร ต.แม่สุ่นน้อย อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) มี 6 กรรมวิธี คือ ใบตำแหน่งที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 นับจากปลายยอด (ภาพที่ 1) จำนวน 5 ซ้ำ ให้ 1 ต้นแทน 1 ซ้ำ สอบถามข้อมูลการจัดการดินและปุ๋ย และข้อมูลผลผลิตจากเจ้าของสวนในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา เก็บใบสลับ เมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2548 ซึ่งเป็นระยะที่ใบสลับมีอายุประมาณ 3 เดือน เก็บ

รอบทรงพุ่มจากต้นที่คัดเลือกไว้ประมาณ 50 ใบ ลำงและเข้าตูบที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน บดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.05 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์หาปริมาณทั้งหมดที่มีอยู่ในใบของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน รวม 10 ธาตุ โดยอ้างอิงวิธีของศรีสม (2544) พร้อมเก็บตัวอย่างดินภายใต้ทรงพุ่ม ที่ความลึก 2 ระดับ คือ 0 - 15 เซนติเมตร และ 15 - 30 เซนติเมตร ต้นละ 4 จดรอบทรงพุ่มจากต้นที่เก็บตัวอย่างใบในวันที่เก็บใบส้ม นำตัวอย่างดินที่ระดับความลึกเดียวกันทั้งหมดมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำมาตากให้แห้งในร่ม บด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ไปวิเคราะห์หาความเป็นกรด-เบส (1:1, ดิน:น้ำ, pH meter) วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (NH_4OAc 1 N) ปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (La_2O_3 5 %) ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่เป็นประโยชน์ (DTPA) ปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ (CaCl_2 0.01 M) ส่วนการวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดินให้ร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตรก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Walkley and Black) โดยอ้างอิงวิธีของนงลักษณ์ (2548) นำผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารมาหาความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี LSD ระยะเวลาการศึกษายู่งระหว่างวันที่ 21 พฤษภาคม - 31 ตุลาคม 2548

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของตำแหน่งใบต่อความเข้มข้นธาตุอาหารในใบส้มสายน้ำผึ้ง

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างใบส้มสายน้ำผึ้ง ตำแหน่งที่ 1 - 6 พบว่า ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโบรอนเพิ่มขึ้นตามตำแหน่งใบจากปลายกิ่ง (ตารางที่ 1) ขณะที่ธาตุแคลเซียม เหล็ก แมงกานีส และสังกะสีมีความเข้มข้นในใบลดลง ซึ่งต่างจากธาตุอาหารแมกนีเซียม และทองแดงที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบที่ตำแหน่งต่างกันมีความแตกต่างกัน

และไม่มีรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงที่แน่นอน ซึ่งอาจเป็นผลจากการพ่นแมกนีเซียมในช่วงสัปดาห์แรกของเดือนพฤษภาคม และการใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ซึ่งมีส่วนผสมของทองแดงเป็นองค์ประกอบของเกษตรกร

ส่วนตำแหน่งใบที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างพืชเพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหาร พิจารณาได้จากปริมาณธาตุอาหารที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อย หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่ออายุใบมีการเปลี่ยนแปลงไป พบว่าความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมค่อนข้างคงที่ในใบตำแหน่งที่ 1 - 5 ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมค่อนข้างคงที่ในใบตำแหน่งที่ 1 - 4 ส่วนความเข้มข้นของ ธาตุแคลเซียมในใบตำแหน่งที่ 3 และ 4 ต่ำกว่าตำแหน่งที่ 1 และ 2 เล็กน้อย สำหรับความเข้มข้นของจุลธาตุต่าง ๆ ค่อนข้างแปรปรวนซึ่งอาจเนื่องมาจากการพ่นจุลธาตุทางใบ อย่างไรก็ตาม พบว่าความเข้มข้นของจุลธาตุเกือบทุกธาตุในใบตำแหน่งที่ 3 - 6 มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าใบตำแหน่งที่ 1 - 2 ดังนั้นเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุกธาตุ จะเห็นได้ว่าใบตำแหน่งที่ 3 จากปลายยอดของช่อใบน่าจะเหมาะสมที่จะสุ่มเก็บตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหาร สำหรับการประเมินระดับความสมบูรณ์ของต้นส้มมากกว่าใบตำแหน่งอื่น ๆ เพราะความเข้มข้นของธาตุอาหารส่วนใหญ่มีความแปรปรวนน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในทุเรียน (สุมิตรา และคณะ, 2541) ส่วนอายุใบที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง นั้นทรันต์ (2547) แนะนำให้เก็บใบอายุประมาณ 60 - 90 วัน ขณะที่ นั้นทรันต์ และคณะ (2548) แนะนำการเก็บตัวอย่างใบเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของต้นส้มโชกุน ควรเก็บเมื่อใบมีอายุ 2 - 4 เดือน แต่เนื่องจากส้มสายน้ำผึ้งมีการแตกใบใหม่ทุก 2 - 3 เดือน ดังนั้น การเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงควรเก็บก่อนที่จะมีการแตกใบใหม่ คือ เก็บเมื่อใบมีอายุตั้งแต่ 60 - 90 วัน และเมื่อนำค่าความเข้มข้นในตำแหน่งใบที่ 3 มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของส้มในฟลอริดา และได้หวั่น พบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และทองแดงมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะดินมีธาตุโพแทสเซียมอยู่สูง (ตารางที่ 2) ต้นส้มดูดไปสะสมไว้ในเนื้อเยื่อมาก (luxury consumption)

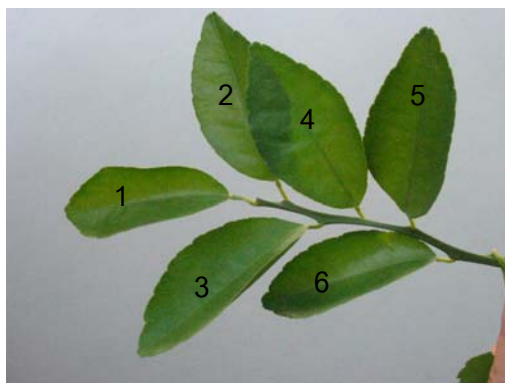


Figure 1 Leaf position of tangerine for nutrient concentration analysis.

Table 1 Concentration of elements in 90 day-old leaf of tangerine at different leaf position.

Leaf position	Concentration of macronutrient element (%) ^{1/}					Concentration of micronutrient element (ppm) ^{1/}				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1	2.53 b	0.154 cd	2.06 b	6.01 a	0.36 ab	122.08 a	62.61 ab	130.68 a	26.28 c	29.96 c
2	2.59 ab	0.152 d	2.08 b	5.89 a	0.35 ab	100.30 b	63.04 ab	120.08 a	24.01 d	43.32 b
3	2.80 ab	0.155 bcd	2.16 ab	5.28 b	0.35 ab	75.84 de	63.61 a	84.82 b	24.26 d	63.30 a
4	2.81 ab	0.160 abc	2.15 b	5.38 b	0.37 a	80.98 d	61.04 b	93.30 b	30.19 b	61.80 a
5	2.76 ab	0.163 a	2.29 ab	4.71 c	0.34 b	87.56 c	55.05 c	89.86 b	32.45 a	64.80 a
6	2.93 a	0.161 ab	2.47 a	4.57 c	0.31 c	73.58 e	47.35 d	62.03 c	30.88 ab	63.70 a
F - test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LSD _{0.05}	0.36	0.006	0.31	0.36	0.03	6.56	2.12	12.17	1.59	8.11
%CV	8.71	3.24	10.91	5.15	5.75	5.58	2.76	9.63	4.34	11.40
Adequate concentration										
Florida ^{2/}	2.5-2.7	0.12-0.16	1.2-1.7	3.0-4.9	0.3-0.49	60-120	25-100	25-100	5-16	36-100
Taiwan ^{3/}	2.9-3.1	0.12-0.18	1.4-1.7	2.5-4.5	0.26-0.5	60-120	25-200	25-100	5-16	25-150

^{1/} Means followed by different letters within columns are significantly different at the 5 % level by LSD^{2/} source: Alva and Tucker (1999)^{3/} source: Chang *et al.* (1992)

Table 2 Nutrient concentrations in soil at two depth levels and the standard value.

Nutrient	Soil nutrient concentration		Optimum concentration ^{1/}
	0-15 cm depth	15-30 cm depth	
pH	4.7	5.1	6 - 7
OM (%)	2.9	1.7	2.5 - 3.0
P (mg/kg)	337.0	91.0	26 - 42
K (mg/kg)	300.0	207.0	130
Ca (mg/kg)	918.0	1074.0	1040
Mg (mg/kg)	136.0	118.0	130
Fe (mg/kg)	213.0	124.8	11 - 16
Mn (mg/kg)	51.5	25.2	9 - 12
Cu (mg/kg)	6.0	2.9	0.9 - 1.2
Zn (mg/kg)	7.4	3.0	1.1 - 3.0
B (mg/kg)	0.35	0.39	0.6 - 3.0

^{1/} นันทวัฒน์ (2547)

(ยงยุทธ, 2543) ส่วนการที่ธาตุแคลเซียม และทองแดงมีค่าสูงอาจเป็นเพราะเกษตรกรมีการพ่นแคลเซียม และการใช้สารฆ่าราที่มีทองแดงเป็นองค์ประกอบ

2. ความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุอาหารในดินกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ

จากการหาความสัมพันธ์ของธาตุอาหารในดิน (ตารางที่ 2) กับความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ (ตารางที่ 1) พบว่าความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และโบรอนในใบกับความเข้มข้นในดินไม่มีความสัมพันธ์กัน (ภาพที่ 2) ส่วนธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และสังกะสีในใบมีความเข้มข้นมากตามความเข้มข้นในดิน ซึ่งการที่ไม่มีความสัมพันธ์กันนี้ แสดงให้เห็นว่าในขณะที่ดินมีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอกับความต้องการของพืช การให้ปุ๋ยมาก พืชก็ไม่สามารถดูดขึ้นไปใช้ได้ เป็นการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์

สรุป

ใบในตำแหน่งที่ 3 จากปลายยอดของช่อใบ (กรณีใบอายุประมาณ 90 วัน และเป็นกิ่งที่ไม่มีผล) เป็นใบที่เหมาะสมสำหรับสุ่มเป็นตัวอย่างใบส้มสายน้ำผึ้งสำหรับวิเคราะห์เพื่อบอกสถานะความสมบูรณ์ของต้นส้มและความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารในดินน้อยมาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณศรีเย็น ทาวราช เจ้าของสวนส้มศรีเย็น ที่เอื้อเฟื้อส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ใช้ทดลอง พร้อมช่วยเหลือดูแลให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่ผู้ทดลองเป็นอย่างดี

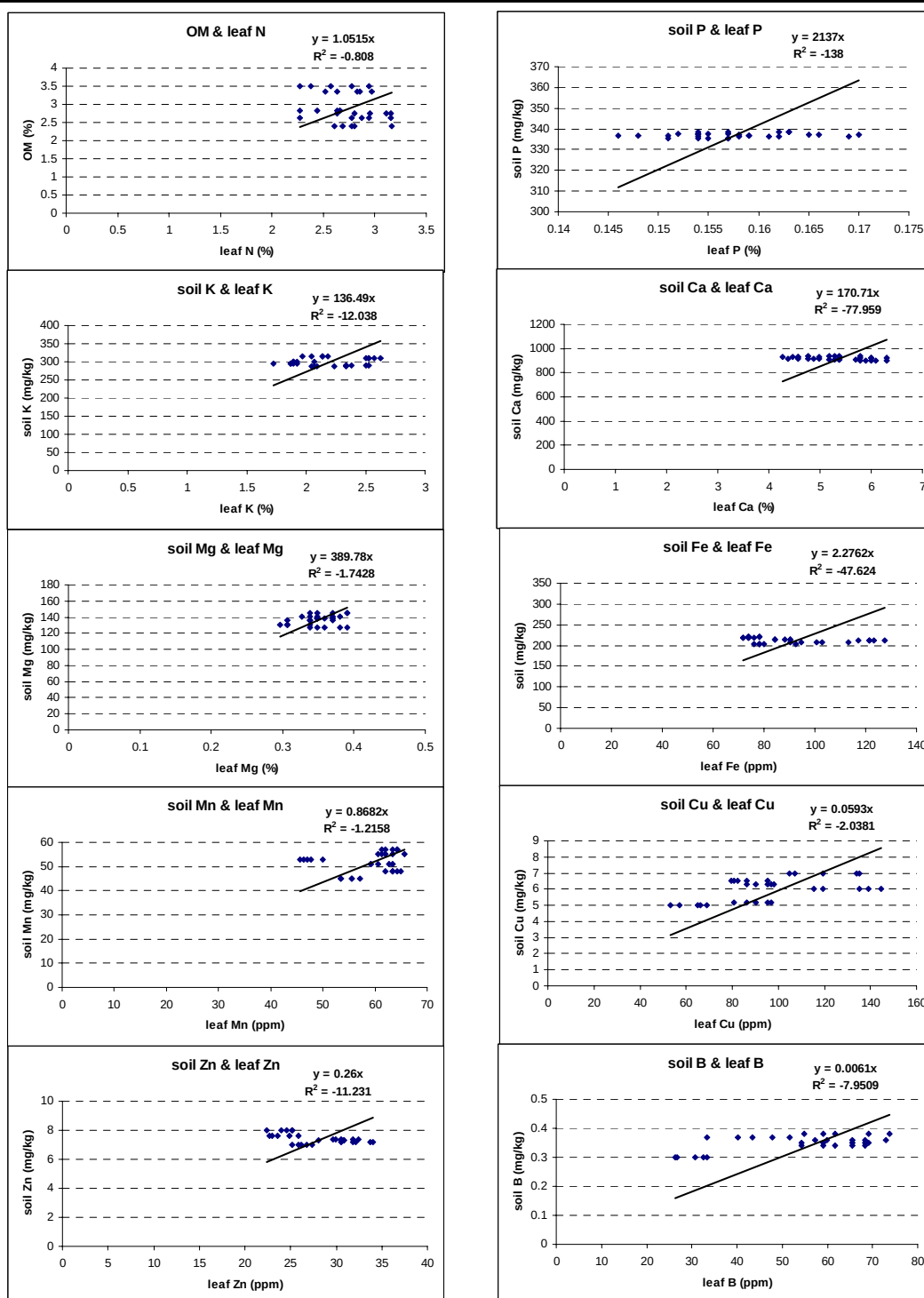


Figure 2 Relationship between soil nutrient concentrations and leaf nutrient concentrations in tangerine cv. Sainampueng.

เอกสารอ้างอิง

- ภาวินี จันทวิจิตร และ ธวัชชัย รัตน์เลิศ. 2551. การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง : 1. ระบบการผลิตส้มสายน้ำผึ้งในจังหวัดเชียงใหม่. วารสารเกษตร. 24(1): 59-69.
- นงลักษณ์ ปุโรณพงษ์. 2548. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 284 หน้า.
- นันทรัตน์ ศุภกานี. 2547. การจัดการดินและธาตุอาหารไม้ผล. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย, เชียงราย. 31 หน้า.
- นันทรัตน์ ศุภกานี ปัญจพร เลิศรัตน์ และ สิริ สุวรรณเขตนิคม. 2548. การประเมินความต้องการธาตุอาหารของส้มโดยการวิเคราะห์พืช. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 102 หน้า.
- นันทรัตน์ ศุภกานี. 2549. การจัดการปุ๋ยในสวนส้ม. หน้า 74-94. ใน: เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง "ส้ม": มาตรฐานการตลาด. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.
- ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2544. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 141 หน้า.
- สุมิตรา ภู่วโรดม นุกูล ถวิลถึง สมพิศ ไผ่เรียง พิมพ์เกษตรกรรม และ จิรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร. 2541. ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 196 หน้า.
- อรุณศิริ กำลัง ยงยุทธ โอสดสภา วิสุทธิ วีรสาร และ จันทรจิรัส วีรสาร. 2546. การวิเคราะห์ใบเพื่อกำหนดแนวทางในการประเมินระดับธาตุอาหารและการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมสำหรับลิ้นจี่ที่ปลูกในเขตภาคกลางของประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 203 หน้า.
- Alva, A.K. and D.P.H. Tucker. 1999. Soils and citrus nutrition. pp. 59-71. In: L.W. Timmer and L.W. Duncan (eds.). Citrus Health Management. APS Press, St. Paul.
- Chang, S.S., W.T. Huang, S. Lian and W.L. Wu. 1992. Research on soil testing and leaf diagnosis as guides to fertilization recommendation for citrus orchards in Taiwan. pp. 167-195. In: Annual Research Reports on Soils and Fertilizers No. 81. Provincial Department of Agriculture and Forestry, Taipei, Taiwan R.O.C.
- Chang, S.S., W.T. Huang, S. Lian, A.H. Chang and W.L. Wu. 1996. Research on leaf diagnosis criteria and its application to fertilization recommendations for citrus orchards in Taiwan. Paper presented at the FFTC-UPLB Training Course on Soil and Plant Analysis for Diagnosis of Fertilizer Recommendations. December 1-8, 1996. UPLB, Laguna, Philippines.
- Embleton, T.W., W.W. Jones, C.K. Labanauskas and W. Reuther. 1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. pp. 183-210. In: W. Reuther (ed.). The Citrus Industry. Vol. III. University of California, Berkeley.
- Kenworthy, A.L. 1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. pp. 381-392. In: L.M. Walsh and J.D. Beaton (eds.). Soil Testing and Plant Analysis. Rev. ed., SSSA, Madison.

- Leece, D.R. 1976a. Diagnosis of nutritional disorder of fruit trees by leaf and soil analysis and biochemical indices. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 42: 3-19.
- Leece, D.R. 1976b. Diagnosis leaf analysis for stone fruit. 7. Effect of fertilizer nitrogen, phosphorus, and potassium on leaf composition of peach. Aust. J. Exp. Agric. Animal Husb. 16: 775-779.
- Righetti, T.L., K.L. Wilder and G.A. Cummings. 1990. Plant analysis as an aid in fertilizing orchards. pp. 563-601. *In*: R.L. Westerman (ed.). Soil Testing and Plant Analysis, 3rd ed. SSSA, Madison.
- Smith, P.F. 1966. Leaf analysis of citrus. pp. 208-228. *In*: N.F. Childers (ed.). Nutrition of Fruit Crops: Tropical, Sub-tropical, Temperate tree and small fruits. Rutgers State University, New Brunswick.
-