วิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบส้มโอพันธุ์ทองดีสำหรับประเมินสถานะธาตุอาหารพืช

A Suitable Sampling Method of Pummelo Leaf cv. Thongdee for Evaluation of Plant Elements Nutrient Status

พงษ์นาถ นาถวรานันต์[1]
Pongnart Nartvaranant[1]

Abstract

Leaf analysis is a tool for effective fertilizer recommendations in fruit trees. To achieve this goal, suitable leaf sampling method is a very important step. This study aimed to investigate suitable leaf position and leaf age to establish standardized leaf sampling method which can collect representative leaf sample for leaf nutrient analysis in pummelo cultivar Thongdee. The experiment consisted of 4 leaf positions (2^{nd}, 3^{rd}, 4^{th} and 5^{th} leaf) from the growing tip and 1-9 months leaf age. Those leaves were analyzed for plant nutrient concentration. The results indicated that the suitable leaf position to be the index leaves in pummelo was 3^{rd} and 4^{th} leaf with leaf age of 6-7 month due to minimum variation of the leaf nutrient concentrations. Moreover, the study found that the concentrations of N, P and K tended to decrease as the leaf age increased. In contrast, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn and Zn concentrations were increased with the leaf age but the patterns were different for each element. However, fluctuations in leaf nutrient concentrations were also observed during the growing season due to nutritional and pesticidal spray applied to pummelo foliage.

Keywords : Plant nutrient, Pummelo, Standard sampling method, Thongdee

[1] โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม อ. เมือง จ. นครปฐม 73000
Program of agriculture, Faculty of Science and Technology, Rajabaht Nakhon Prathom University, Nakhon Prathom 73000, Thailand.
รับเรื่อง : มีนาคม 2553
* Corresponding author : pongnart@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ใบเป็นวิธีการที่ช่วยทำให้การแนะนำการใช้ปุ๋ยกับไม้ผลทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนที่สำคัญคือ ต้องมีการเก็บตัวอย่างใบที่เหมาะสมมาวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงอายุใบและตำแหน่งใบที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นตัวแทนสำหรับบ่งชี้สถานะของธาตุอาหารพืชในส้มโอพันธุ์ทองดี โดยเก็บตัวอย่างใบ ส้มโอตำแหน่งที่ 2, 3, 4 และ 5 นับจากปลายยอดและเก็บตัวอย่างใบที่มีอายุตั้งแต่ 1 – 9 เดือน เพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ การวิเคราะห์หาใบดัชนีและอายุใบที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างใบส้มโอเพื่อการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชพบว่า ตำแหน่งใบส้มโอที่เหมาะสมในการเป็นใบดัชนีคือตำแหน่งใบที่ 3 และ 4 เมื่อใบอายุ 6-7 เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นธาตุอาหารน้อยที่สุด สำหรับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารพบว่า ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมลดลงเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้น ขณะที่ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีสและสังกะสี เพิ่มมากขึ้นเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้น แต่ความเข้มข้นของ จุลธาตุจะมีความผันแปรได้มากขึ้นอยู่กับการใช้ปุ๋ยทางใบและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร

คำนำ

การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชทำให้ทราบสภาวะธาตุอาหารพืชว่าเพียงพอหรือไม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการปรับชนิด และอัตราปุ๋ยให้สอดคล้องกับความต้องการของพืช ในต่างประเทศมีการนำผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการแนะนำการใช้ปุ๋ยกับไม้ผลหลายชนิด (Smith and Loneragan, 1997) ในประเทศไทยมีการนำผลการวิเคราะห์พืชมาใช้ในการปรับอัตราปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน โดยมีหลักการว่าถ้าความเข้มข้นของธาตุอาหารอยู่ในระดับที่เพียงพอก็ใส่ปุ๋ยอัตราเดิม ถ้าต่ำกว่าก็เพิ่มอัตราปุ๋ย และถ้าสูงกว่าก็ลดอัตราปุ๋ย(ชัยรัตน์และคณะ, 2544) นอกจากนั้นยังได้มีการศึกษาเพื่อนำมาใช้ในทุเรียน (สุมิตราและคณะ, 2545)

การให้ปุ๋ยในการผลิตส้มโอยังเป็นการให้ตามความเคยชินของเกษตรกร เป็นผลให้การจัดการธาตุอาหารสำหรับการผลิตส้มโอยังขาดมาตรฐาน การให้ได้มาซึ่งการจัดการธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นที่ต้องมีมาตรฐานธาตุอาหารสำหรับการผลิตส้มโอ เพื่อใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิงในการเทียบกับปริมาณธาตุอาหารในสวนของเกษตรกร ซึ่งจะบ่งบอกสถานะภาพของธาตุอาหารในสวนส้มโอได้ว่า มีปริมาณธาตุอาหารมากเกินไป พอเพียงหรือน้อยเกินไป สำหรับการเจริญเติบโตของส้มโอ อย่างไรก็ตาม ในการผลิตส้มโอในเมืองไทยนั้นยังไม่มีค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับส้มโอ การให้ได้มาซึ่งค่ามาตรฐานนี้จำเป็นที่จะต้องทราบตำแหน่ง และอายุใบที่เป็นตัวแทนที่ดีสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ธาตุอาหารหรือที่เรียกว่า ใบดัชนี เพื่อใช้เป็นใบมาตรฐานสำหรับการเก็บตัวอย่างใบ ในการวิเคราะห์ธาตุอาหาร ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลสำหรับใบดัชนีในการวิเคราะห์ธาตุอาหารในส้มโอ ในไม้ผลทั่วไปจะใช้ใบเพราะเป็นส่วนที่สามารถเก็บ และเตรียมตัวอย่างได้ง่ายและไม่เป็นอันตรายต่อพืช โดยเก็บใบที่เพิ่งจะโตเต็มที่หรือที่เรียกว่าใบเพสลาด จากกิ่งระดับกลางๆ จากทุกทิศรอบนอกทรงพุ่มจาก 15-25 ต้นมารวมเป็นตัวอย่างเดียว (Jones, 1988: Jones, 2001) ซึ่งในไม้ผลหลายชนิดได้มีการกำหนดใบ ดัชนีที่เป็นตัวแทนสำหรับวิเคราะห์ธาตุอาหาร เช่น การเก็บใบทุเรียนเพื่อการวิเคราะห์ธาตุอาหารควรเก็บใบที่2 หรือ 3 เมื่อใบมีอายุประมาณ 5-7 เดือน (สุมิตราและคณะ, 2545) ในส้มควรเก็บตัวอย่างใบส้มอายุ 5-7 เดือนจากกิ่งที่ไม่ติดผล โดยเก็บใบตำแหน่งที่3 หรือ 4 (นันทรัตน์, 2545) ขณะที่ลองกองแนะนำให้เก็บใบย่อยคู่กลางจากใบประกอบตำแหน่งที่ 2 จากใบที่มีอายุ 3-6 เดือนหลังการเก็บเกี่ยว (จำเป็น และคณะ, 2547)

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตำแหน่งใบและอายุใบที่เหมาะสมในการเป็นใบดัชนีเพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างใบสำหรับประเมินสถานะธาตุอาหารพืชของส้มโอพันธุ์ทองดี

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ผลของตำแหน่งใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช

การศึกษาทำการทดลอง โดยเลือกสวนส้มโอในพื้นที่ที่มีการปลูกส้มโอพันธุ์ทองดีเป็นจำนวนมาก ในเขตอำเภอนครชัยศรีและอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม โดยเลือกสวนเกษตรกรที่มีต้นส้มโอพันธุ์ทองดี อายุใกล้เคียงกันมีความสมบูรณ์ที่ดี มีการจัดการและให้ผลผลิตที่ดี จำนวน 5 สวน โดยเลือกสวนที่มี ส้มโอที่โตเต็มที่และให้ผลผลิตแล้ว (อายุ 5 ปีขึ้นไป) เพื่อที่จะให้ผลการศึกษาที่ได้สามารถเป็นตัวแทนได้ทุกช่วงอายุการเก็บเกี่ยว แต่ละสวนเลือกต้นส้มโอจำนวน 5 ต้นต่อสวน รวม 25 ต้น

การเก็บตัวอย่างใบส้มโอ

1. ทำการสุ่ม tag ช่อใบส้มโอที่แตกออกมาใหม่ในรุ่นเดียวกัน จำนวนมากพอที่จะเก็บตัวอย่างได้ตลอดปีโดยในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกเก็บตัวอย่างใบส้มโอที่เริ่มแตกใบอ่อนในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

2.วางแผนการเก็บตัวอย่างโดยกำหนดให้ตำแหน่งใบเป็นปัจจัยที่ทำการศึกษา โดยเก็บตัวอย่างใบทุกเดือนและกำหนดต้นส้มโอจำนวน 5 ต้นต่อสวนจำนวน 5 สวน เพื่อหาตำแหน่งใบที่เหมาะสม สำหรับใช้เป็นใบดัชนีโดยทำการเก็บตัวอย่างใบทุกเดือน โดยใช้ใบ 4 ตำแหน่งใบ คือ ใบในตำแหน่งที่ 2, 3, 4 และ 5 นับจากปลายยอด โดยสุ่มเก็บรอบทรงพุ่ม บริเวณกึ่งกลางลำต้น เริ่มเก็บเมื่อใบส้มโอมีอายุ 1 เดือนซึ่งตรงกับเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เป็นระยะเวลา 9 เดือน เพื่อนำไปทดสอบสำหรับหาตำแหน่งใบดัชนีและอายุใบที่เหมาะสม

3. นำตัวอย่างใบที่ได้ มาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส และทองแดง โดยนำตัวอย่างใบมาเช็ดให้สะอาดด้วยผ้าขาวชุบน้ำกลั่น อบที่อุณหภูมิ 70 C บดผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช (mesh) และเก็บตัวอย่างไว้วิเคราะห์ธาตุอาหารพืช ทำการย่อยตัวอย่างพืชโดยใช้วิธี H_2SO_4-H_2O_2 และนำมาวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน (distillation) ฟอสฟอรัส (yellow vanadomolybdate, visible spectrophotometry) โพแทสเซียม (flame photometry) แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีสและทองแดง (atomic absorption spectrophotometry) ซึ่งในการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชนั้นได้แบ่งตัวอย่างใบ สำหรับการวิเคราะห์เป็นรายเดือนหลังได้ตัวอย่างใบในแต่ละเดือน โดยในแต่ละครั้งได้มีการใส่ตัวอย่างที่คงที่เข้าไปในการวิเคราะห์แต่ละครั้งเพื่อป้องกันความแปรปรวนจากขั้นตอนการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) โดยวิเคราะห์ปัจจัย 1 ปัจจัย คือ ตำแหน่งใบ ซึ่งจัดเป็น treatment โดยมีจำนวน 4 treatment เนื่องจากมี 4 ตำแหน่งใบและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตำแหน่งใบ (ใช้ข้อมูลจากการเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารจากทุกเดือนและจากทั้ง 5 สวน รวม 225 ตัวอย่าง โดย 1 ตัวอย่างจะประกอบด้วยใบจำนวน 4 ใบของแต่ละตำแหน่ง ดังนั้นจึงรวมจำนวนใบทั้งหมด 900 ใบในแต่ละตำแหน่งใบ) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

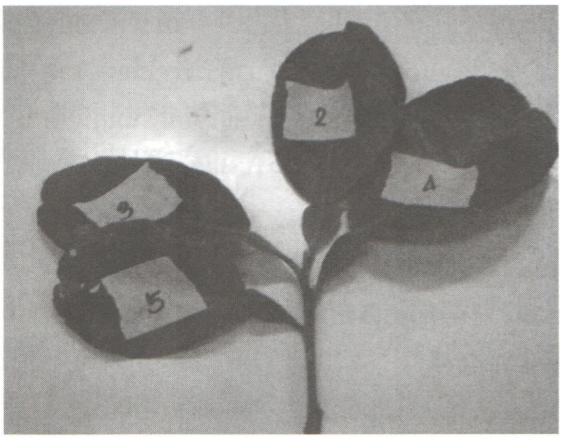

Figure 1 Leaf position collected for leaf index testing in pummelo cv. Thongdee

การทดลองที่ 2 ผลของอายุใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช

ศึกษาโดยวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส และ ทองแดง ในใบส้มโออายุ 1-9 เดือน โดยใช้ใบจากการศึกษาในการทดลองที่ 1 และใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุอาหารจากทุกตำแหน่งใบจากทั้ง 5 สวน เพื่อศึกษาผลของอายุใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหาร โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan 's new Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของตำแหน่งใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช

การศึกษาได้นำตัวอย่างใบตำแหน่งที่ 2-5 มาวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 ถึง เดือนมิถุนายน 2551 เพื่อศึกษาหาใบตำแหน่งที่เหมาะสมในการใช้เป็นใบดัชนี จากผลการวิเคราะห์พบว่าความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในทุกตำแหน่งใบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่1) ขณะที่ใบตำแหน่งที่ 5 มีความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสสูงที่สุดคือ 0.23 % รองลงมาได้แก่ ใบตำแหน่งที่ 4 และ 3 (0.22 และ 0.22 %) ส่วนใบตำแหน่งที่ 2 มีความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสต่ำที่สุด คือ 0.21 % (ตารางที่ 1) ขณะที่การวิเคราะห์ความเข้มข้นของจุลธาตุอาหารพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความเข้มข้นของธาตุอาหารระหว่างตำแหน่งใบ (ตารางที่ 2)

การทดลองที่ 2 ผลของอายุใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช

จากการวิเคราะห์ผลของอายุใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารพบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารทุกชนิดจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตามอายุของใบ (ภาพที่ 2 และ 3) ดังนี้

ไนโตรเจน ความเข้มข้นธาตุไนโตรเจนมีความเข้มข้นสูงที่สุดเมื่อใบมีอายุ 1 เดือน (3.06 %) จากนั้นความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนลดลงตามอายุใบที่มากขึ้น และต่ำที่สุดเมื่อใบมีอายุ 5 เดือน (2.21%) และเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อใบมีอายุ 6 เดือน (2.90 %) จากนั้นความเข้มข้นลดลงอีกครั้งเมื่อใบมีอายุมากขึ้น

Table 1 Effect of leaf position on nitrogen, phosphorus and potassium concentration (average from 5 orchards and 1- 9 month of leaf age, 225 samples in total)

ตำแหน่งใบ	ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (%)				
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส[1/]	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม
2nd leaf	2.76	0.21c	2.20	4.00	0.46
3rd leaf	2.79	0.22b	2.29	4.03	0.45
4th leaf	2.78	0.22ab	2.29	3.92	0.44
5th leaf	2.80	0.23a	2.33	3.89	0.45
F-test	Ns	*	ns	Ns	Ns

* มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA)

ns ไม่มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA)

[1/] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT)

Table 2 Effect of leaf position on Cu, Fe, Mn and Zn concentration (average from 5 months and 1-9 month of leaf age, 225 samples in total)

ตำแหน่งใบ	ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (mg/kg)			
	ทองแดง	เหล็ก	แมงกานีส	สังกะสี
2nd leaf	19.17	490.24	28.20	40.76
3rd leaf	19.66	490.93	29.38	40.71
4th leaf	19.74	501.34	29.40	42.34
5th leaf	20.04	474.38	29.60	41.56
F-test	Ns	ns	ns	Ns

ns ไม่มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA)

ฟอสฟอรัส ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสจะสูงสุดเมื่อใบมีอายุ 1 เดือนคือ 0.32 % จากนั้นจะมีลดลงเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้น โดยมีความเข้มข้นต่ำที่สุดเมื่อใบมีอายุ 8 และ 9 เดือน คือ 0.18 และ 0.17 %

โพแทสเซียม ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมจะต่ำที่สุดเมื่อใบมีอายุ 1 เดือนคือ 1.65 % และ เพิ่มมากขึ้นเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้นและจะลดลงอีกครั้ง เมื่อใบมีอายุ 8 และ 9 เดือน (1.68 และ 2.15 % ตามลำดับ)

แคลเซียม ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมเมื่อใบมีอายุ 1 เดือนคือ 3.93 % และจะเพิ่มมากขึ้นจนมีความเข้มข้นสูงที่สุดเมื่อใบมีอายุ 4 เดือนคือ 4.48 % จากนั้นจะมีความเข้มข้นลดลงเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้น

แมกนีเซียม ความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมเมื่อใบมีอายุ 1 เดือนคือ 0.46 % และลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น แต่เพิ่มขึ้นจนมีความเข้มข้นสูงสุดเมื่อใบมีอายุ 6 และ 7 เดือนคือ 0.51 และ 0.53 % จากนั้นจะลดลงอีกครั้งเมื่อใบมีอายุ 8 และ 9 เดือน

ทองแดง ใบที่มีอายุ 1 เดือนจะมีความเข้มข้นของทองแดงสูงที่สุดคือ 25.18 mg/kg จากนั้นจะมีความเข้มข้นลดลงเมื่อมีอายุใบเพิ่มมากขึ้น แต่จะเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อใบมีอายุ 6 เดือน คือ 20.32 mg/kg จากนั้นความเข้มข้นของธาตุทองแดงจะลดลงอีกครั้งเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้น

เหล็ก ใบที่มีอายุ 1 เดือนมีความเข้มข้นของธาตุเหล็ก 356.86 mg/kg จากนั้นลดลงเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้นและเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อใบมีอายุ 6 เดือน โดยมีความเข้มข้นสูงที่สุดเมื่อใบมีอายุ 7-9 เดือน (835.57, 824.09 และ 726.01 mg/kg ตามลำดับ)

แมงกานีส ใบอายุ 1 เดือนมีความเข้มข้นของธาตุแมงกานีส 23.46 mg/kg จากนั้นความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นจนสูงสุดเมื่อใบมีอายุ 7 เดือน (45.28 mg/kg) จากนั้นจะมีความเข้มข้นลดลงในใบอายุ 8 และ 9 เดือน

สังกะสี ใบอายุ 1 เดือนจะมีความเข้มข้นของธาตุสังกะสี 37.75 mg/kg จากนั้นจะเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อใบมีอายุ 5 เดือนคือ 66.77 mg/kg จากนั้นจะมีความเข้มข้นลดลงเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้นและมีความเข้มข้นต่ำที่สุดเมื่อใบมีอายุ 8 คือ 26.38 mg/kg

อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ปริมาณของธาตุอาหารตามอายุใบต่าง ๆ พบว่า ใบในช่วงอายุ 6-7 เดือนมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารน้อยที่สุด

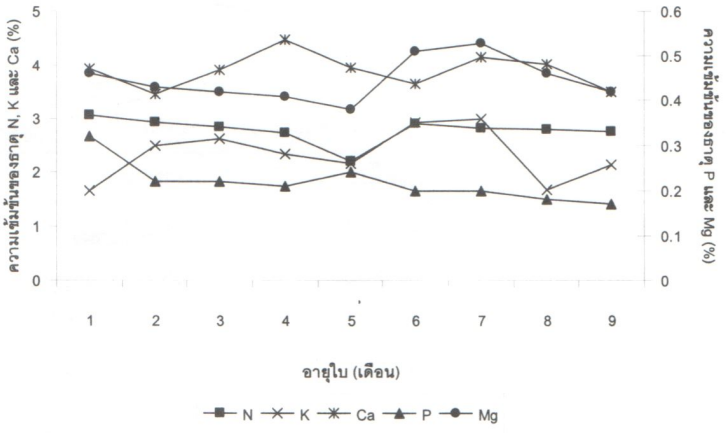

Figure 2 Effect of leaf age on N, P, K, Ca and Mg concentration (average from all leaf position collected from 5 orchards)

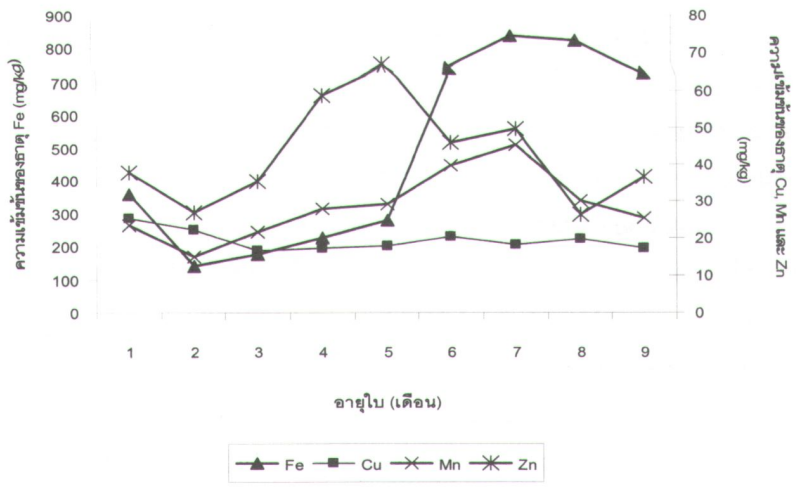

Figure 3 Effect of leaf age on Fe, Cu, Mn and Zn concentration (average from all leaf position collected from 5 orchards)

วิจารณ์

จากการนำใบตำแหน่งที่ 2, 3, 4 และ 5 มาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบ เพื่อหาตำแหน่งใบดัชนี (index leaves) ที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบส้มโอเพื่อการวิเคราะห์ธาตุอาหารพบว่า จากการประเมินความผันแปรของปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและจุลธาตุอาหารในใบตำแหน่งต่างๆ จะพบความแตกต่างของความเข้มข้นของธาตุอาหารฟอสฟอรัสระหว่างตำแหน่งใบ โดยเมื่อพิจารณา จากความผันแปรของความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสแล้ว พบว่าใบตำแหน่งที่ 3 และ 4 เป็นตำแหน่งใบที่มีความผันแปรของธาตุฟอสฟอรัสน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับใบตำแหน่งที่ 2 และ 5 ขณะที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความเข้มข้นธาตุอาหารอื่นๆ ระหว่างใบส้มโอตำแหน่งต่างๆ ประกอบกับในการเก็บตัวอย่างใบจากแปลงส้มโอ พบว่าโดยส่วนใหญ่ใบส้มโอในตำแหน่งที่ 3 และ 4 จะเป็นตำแหน่งของใบที่พบอยู่ในช่อใบมากที่สุด และสะดวกต่อการเก็บตัวอย่างมากกว่าใบตำแหน่งที่ 2 และ 5 ซึ่งมักจะหลุดร่วงและขาดหายไป ดังนั้นตำแหน่งของใบดัชนี (index leaves) ที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ธาตุอาหารและการสร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับส้มโอพันธุ์ทองดีคือ ใบตำแหน่งที่ 3 และ 4 เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วการกำหนดตำแหน่งใบดัชนีจะต้องทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในแต่ละตำแหน่งใบและเลือกใช้ตำแหน่งใบที่มีธาตุอาหารที่ใกล้เคียงกัน (Smith, 1962)

ผลจากการศึกษานี้สอดคล้องกับคำแนะนำการเก็บตัวอย่างใบส้มและค่าวิเคราะห์ใบ เพื่อใช้เป็นค่ามาตรฐานสำหรับส้มเขียวหวานในประเทศไทย ที่แนะนำให้เก็บตัวอย่างใบตำแหน่งที่ 3-4 จากกิ่งที่ไม่ติดผลโดยเก็บจากทั้ง 4 ทิศ (Tolley, 1993) และสอดคล้องกับการเก็บตัวอย่างใบส้มในได้หวันเพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารโดยเก็บจากใบตำแหน่งที่ 3 หรือ 4 ของใบที่แตกยอดชุดแรกของปีและเป็นยอดที่ไม่มีผลติดอยู่ (กาญจนา, 2547) นอกจากนั้น ยังใกล้เคียงกับพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่มีการแนะนำให้ใช้ตำแหน่งใบที่อยู่ช่วงกลางของกิ่งซึ่งเป็นตำแหน่งใบที่ 4-6 จากปลายกิ่งยอดในการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ธาตุอาหาร (นพพร, 2552)

นอกจากพืชตระกูลส้มแล้ว ยังมีการศึกษาหาตำแหน่งใบดัชนีในไม้ผลหลายชนิด เช่น ทุเรียน ลิ้นจี่ มะม่วง และลองกอง เป็นต้น โดยสุมิตราและคณะ (2545) รายงานว่า ในการเก็บตัวอย่างใบทุเรียนเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชควรเก็บใบที่อยู่ส่วนกลางของช่อใบ (ใบที่ 2 หรือ 3 จากยอด) ในลิ้นจี่ Koen และ Smith (1983) แนะนำว่าควรเก็บใบลำดับที่ 2 ถัดจากก้านผลโดยเลือกเอา 2 ใบ

กลางของใบส่วนนั้นมาใช้ ขณะที่ในมะม่วง Chadha และคณะ (1980) รายงานว่า การเก็บตัวอย่างใบมะม่วงเพื่อตรวจสอบระดับธาตุอาหารควรเก็บเมื่อใบอยู่ระหว่าง 4-7 เดือน และเก็บใบที่ตำแหน่งที่ 4 จากปลายยอด

อย่างไรก็ตาม นอกเหนือจากตำแหน่งใบแล้ว ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบจะเปลี่ยนแปลงไปตามอายุของใบอีกด้วย (Bould *et al.*, 1966; Kotur และ Singh, 1993) ดังนั้นการหาอายุใบที่เหมาะสมสำหรับเก็บตัวอย่างใบจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ทั้งนี้ธาตุอาหารแต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่แตกต่างกันขึ้นกับว่าธาตุนั้นเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้หรือไม่ในพืช เช่นปริมาณ N และ K ในใบจะลดลง ในขณะที่ Ca จะเพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น (Embleton *et al.*, 1973) บุญส่ง และ จำเป็น (2545) รายงานว่าในลองกองความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในใบอ่อน ใบเพสลาด และใบแก่ของลองกองมีความแตกต่างกัน โดยใบอ่อนและใบที่เจริญเต็มที่แล้วมีความเข้มข้นของ N สูงกว่าใบแก่ 2 และ 1.5 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในต้นกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน (สังคม และ สุรนันต์, 2535) และในทุเรียนยังพบอีกว่า เมื่อใบมีอายุมากขึ้นความเข้มข้นของ N, P และ K ลดลง ในขณะที่ Ca, Mg, Fe และ Mn เพิ่มขึ้น โดยทั่วไปแล้วอายุใบที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างนั้นในทางทฤษฎีให้ใช้ช่วงเวลาที่ธาตุอาหารนั้นๆมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดแต่ในความเป็นจริงนั้นระยะเวลาที่ธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดจะแตกต่างกันไปในแต่ละธาตุ ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงไม่มีเวลาใดเวลาหนึ่งที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บตัวอย่างสำหรับทุกๆ ธาตุ (Cresswell และ Wickson, 1986) จึงนิยมเลือกระยะเวลาที่ธาตุอาหารส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเก็บตัวอย่างเพียงครั้งเดียว และวิเคราะห์ได้หลายธาตุ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบส้มโอตามอายุใบพบว่า ธาตุอาหารแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นที่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาช่วงเวลาที่ธาตุอาหารส่วนใหญ่ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดพบว่าอยู่ในช่วงที่ใบมีอายุ 6-7 เดือน (ภาพที่1 และ 2) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าอายุใบที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บตัวอย่างใบส้มโอคือ ใบอายุ 6-7 เดือน ซึ่งอยู่ในช่วงเดือน มีนาคม – เมษายน 2551 เมื่อเก็บใบที่ติดผลในเดือนตุลาคม 2551 สำหรับช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างนี้สอดคล้องกับคำแนะนำสำหรับพืชตระกูลส้มชนิดอื่นๆ เช่น Embleton *et al.*, (1973) รายงานว่าในสหรัฐอเมริกา ควรเก็บตัวอย่างใบส้มเมื่อใบอายุ 4-7 เดือน ส่วนไต้หวันแนะนำให้เก็บตัวอย่างใบส้มเมื่ออายุ 5-7 เดือน สำหรับไม้ผลชนิดอื่น ได้มีคำแนะนำที่ใกล้เคียงกัน เช่น สุมิตรา (2545) รายงานว่าช่วงที่ธาตุอาหารต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในทุเรียนคือ ใบมีอายุระหว่าง 5-7 เดือนในฝรั่งเก็บตัวอย่างเมื่อใบอายุ 5-7 เดือน(Chaudhary *et al.*, 1989) ลิ้นจี่แนะนำให้เก็บตัวอย่างเมื่อใบมีอายุ 6-7 เดือน (Kotur และ Singh, 1993) ส่วนในลองกองแนะนำให้เก็บตัวอย่างใบเมื่อมีอายุ 3-6 เดือน (จำเป็น และคณะ, 2547) ทั้งนี้ผลการวิจัยครั้งนี้ยังใกล้เคียงกับส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามและน้ำผึ้งที่แนะนำให้ใช้ใบอายุ 4-5 เดือน จากชุดใบที่ผลิในเดือนมิถุนายน (นพพร, 2552)

เมื่อพิจารณาผลของอายุใบ ต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารพบว่า ธาตุอาหารหลักจะมีความเข้มข้นลดลงเมื่อใบมีอายุเพิ่มขึ้น ธาตุอาหารรองมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ขณะที่จุลธาตุอาหารมีแนวโน้มที่จะมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น ตามอายุใบที่เพิ่มมากขึ้นแต่จะมีความผันแปรของความเข้มข้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ยทางใบและสารเคมีที่มีธาตุเหล่านั้นเป็นองค์ประกอบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของธาตุอาหารดังกล่าวนี้ สอดคล้องกับรายงานในไม้ผลชนิดอื่นๆ สำหรับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในรอบปีนั้นพบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในภาพรวมมีแนวโน้มลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น เช่นเดียวกับที่พบในทุเรียนและลองกอง (สุมิตรา และคณะ, 2545; จำเป็น และคณะ, 2547) แต่เมื่อใบมีอายุมากขึ้นความเข้มข้นของธาตุดังกล่าวจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากธาตุทั้งสามเป็นธาตุที่

เคลื่อนย้ายได้ง่าย (ยงยุทธ, 2543) จึงเคลื่อนย้ายไปสะสมในกิ่งที่กำลังพัฒนา ส่วนใบที่มีอายุน้อยจะมีการผันแปรของความเข้มข้นธาตุอาหารมากจึงไม่ควรนำมาใช้ในการวิเคราะห์ธาตุอาหาร

สำหรับธาตุแคลเซียม พบว่ามีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากแคลเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ทางท่ออาหาร จึงเข้าไปเก็บสะสมในเนื้อเยื่อเพิ่มมากขึ้นเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับที่พบในทุเรียน ลองกอง และมะกอก (สุมิตรา และคณะ, 2545; จำเป็นและคณะ, 2547; Fernandez-Escobar *et. al.*, 1999) ขณะที่ความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมมีแนวโน้มลดลงเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้นจนถึงอายุ 5 เดือน อาจจะเนื่องมากจากแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ง่าย (ยงยุทธ, 2543) สอดคล้องกับการศึกษาในแพร์ที่พบว่าความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมลดลง เมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้น (Buwalda และ Meekings, 1990) ขณะที่ใบทุเรียนพบว่าความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นตามอายุใบ อย่างไรก็ตามภายหลังจากอายุ 5 เดือนแล้ว ความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมจะเพิ่มมากขึ้น อาจจะเนื่องมาจากการให้ปุ๋ยของเกษตรกร

สำหรับจุลธาตุอาหารมีความผันแปรที่มีรูปแบบไม่แน่นอนในรอบปี โดยเฉพาะธาตุทองแดงที่มีความผันแปรมาก ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการใช้สารเคมีและปุ๋ยที่มีธาตุดังกล่าวเป็นองค์ประกอบระหว่างการผลิตส้มโอ แต่เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจุลธาตุอาหารมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อใบมีอายุเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในทุเรียนและส้ม (สุมิตรา และคณะ, 2544; นันทรัตน์, 2545)

สรุป

จากผลการศึกษา ตำแหน่งใบและอายุใบที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นใบดัชนีในการวิเคราะห์ธาตุอาหารของส้มโอพันธุ์ทองดี พบว่า ตำแหน่งใบส้มโอที่เหมาะสมคือตำแหน่งใบที่ 3 และ 4 โดยอายุใบส้มโอที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างใบคือ เมื่อใบมีอายุ 6-7 เดือน

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยและเจ้าของสวนส้มโอทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ต้นส้มโอสำหรับใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา สุทธิกุล. 2547. คู่มือการผลิตส้ม. กรุงเทพฯ: เคหการเกษตร.

จำเป็น อ่อนทอง, สุรชาติ เพชรแก้ว, จรัสศรี นวลศรี, มงคล แซ่หลิม และสายใจ กิ้มสงวน. 2547. วิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบลองกองสำหรับประเมินสถานะธาตุอาหารพืช. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 26 (3): 357-368.

ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีรพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2544. การใช้ปุ๋ยสำหรับปาล์มน้ำมัน (คู่มือพกพา). สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นพพร จรูญชนม์. 2552. ความเข้มข้นไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมและในผลผลิตและการเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนในเนื้อเยื่อของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2545. โครงการวิจัยธาตุอาหารส้ม. น 313-334. *ใน* เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร "การจัดการดิน น้ำและปุ๋ยเพื่อการทำสวนเชิงธุรกิจ". หจก. เอฟแอนด์เอส ก๊อปปี้พริ้น กรุงเทพฯ.

บุญส่ง ไกรศรพรสรร และ จำเป็น อ่อนทอง. 2545. ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมในใบลองกองในระยะต่างๆ. ว. วิทย. กษ. 33(6): 253 -263.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร และ สุรนันต์ สุภัทรพันธุ์. 2535. การเปลี่ยนตามฤดูกาลของปริมาณคาร์โบไฮเดรทและไนโตรเจนในกิ่งและใบของต้นกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน. ว. วิทย. กษ. 24: 136-144.

สุมิตรา ภู่วโรดม, นุกูล ถวิลถึง, สมพิศ ไม้เรียง, พิมล เกษสยม และจิรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร. 2545. การสร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน : 1. วิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบ. ว. วิทย. กษ. 33(6) : 269 -278.

สุมิตรา ภู่วโรดม, นุกูล ถวิลถึง, สมพิศ ไม้เรียง, พิมล เกษสยม และจิรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร. 2545. การสร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน: 1. ค่ามาตรฐานธาตุอาหาร. ว. วิทย. กษ. 33(6) : 279 - 286.

สุมิตรา ภู่วโรดม. 2544. การจัดการธาตุอาหารสำหรับทุเรียน. ใน. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่องกลยุทธ์การจัดการธาตุอาหารพืชสู่รายได้ที่ยั่งยืน.18–19 สิงหาคม 2544. เค ยู โฮม กรุงเทพฯ หน้า 43–49.

Bould, C. 1966. Leaf analysis of deciduous fruits. p. 651 – 684. *In* N.F. Childers (ed.) Nutrition of Fruit Crops: Temperate, Subtropical, Tropical. Rutgers-The State University of New Jersey.

Buwalda. J. G. and J.S. Meekings. 1990. Seasonal accumulation of mineral nutrients in leaves and fruit of Japanese pear (*Pyrus serotina* Rehdo.). Scientia Hort. 41: 209-222.

Chadha, K.L., J.S. Samara and R.S. Thakur. 1980. Standardization of leaf sampling technique for mineral composition of leaves of mango cultivar 'Chausa'. Scientia Hort. 13: 323 – 329.

Chaudhary, S.K., K. Ram and A.S. Rehalia. 1985. Standardization of foliar sampling technique in guava. Indian J. of Hort. 46: 161 – 163.

Cresswell, G.C. and R.J. Wickson. 1986. Seasonal variation in the nutrient composition of the foliage of pecan. Aust. J. Exp. Agric. 26: 393 – 397.

Embleton, T.W., W.W. Jones, C.K. Labanauskas and W. Reuter. 1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. p. 183-210. *In* W. Reuter (ed.). The Citurs Industry Vol. III. University of California, Berkeley.

Fernandez-Escoba, R., R. Moreno and G. Garcia-Creus. 1999. Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternal-bearing cycle. Scientia Hort. 28: 25-45.

Jones, J.B. Jr. 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis. Boca Raton: CRC Press.

Jones, J.B., Jr. 1988. Soil Testing and Plant Analysis: Procedures and Use. Technical Bulletin No. 109, Food and Fertilizer Technology Center.

Koen, T.J. and G. Smith. 1983. Leaf Analysis in Litchis. Citrus Sub-Trop. Fruit Res. Inst. 2p.

Kotur, S.C. and H.P. Singh. 1993. Leaf sampling technique in litchi (*Litchi chinensis*). Indian J. Hort. 63: 632 – 638.

Smith, F.W. and J.F. Loneragan. 1997. Interpretation of Plant Analysis: Concepts and Principles. In Plant Analysis: An Interpretation Manual 2nd (eds. D.J. Reuter and J.B. Robinson), pp. 1-33, Collingwood: CSIRO Publishing.

Smith, P.F. 1962. Mineral analysis in plant tissue. Ann. Rev.Plant Physiol. 13: 81 – 108.