

การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและ คุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง: 3. ผลของพัฒนาการ ของผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ

Use of Nutrient Balance for Improving Fruit Yield and Quality of Tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Sainampueng: III. Effect of Fruit Development on Leaf Nutrient Concentration

ภาวิณี จันทร์วิจิตร^{1/} ธวัชชัย รัตนชเลศ^{1/} และ นันทรัตน์ ศุภกานันต์^{2/}
Pavinee Chanvichit^{1/}, Tavatchai Radanachaless^{1/} and Nantarat Supakamnerd^{2/}

Abstract: The experiment aimed to study the effect of fruit development on leaf nutrient concentration of tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Sainampueng. Leaves were sampled from the farmer's orchard in Fang district of Chiang Mai province. For taking leaf sample, the four treatments were arranged in completely randomized design, consisted of taking time in 1) non bearing twig, 2) bearing twig with two-month-old fruits 3) bearing twig with five-month-old fruits and 4) bearing twig with eight-month-old fruits. Subsequently, the concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn and B of sampled leaves were analyzed. The results indicated that concentration of N, P, K, Mg, Cu and B were decreased in bearing twigs with 2- and 5-month-old fruits but its were increased in bearing twigs with 8-month-old fruits. But Ca was opposite. The concentration of Fe, Mn and Zn were increased in bearing twigs with 2-month-old fruits but its were decreased in bearing twigs with 5- and 8-month-old fruits.

Keywords: Fruit development, leaf nutrient concentration, tangerine cv. Sainampueng

^{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: การทดลองมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของพัฒนาการของผลที่อายุต่าง ๆ กันที่มีต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนในใบส้มสายน้ำผึ้ง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างใบจากสวนของเกษตรกร อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 กรรมวิธีการทดลอง ประกอบด้วยกิ่งที่มีพัฒนาการของผลแตกต่างกัน คือ กิ่งที่ไม่มีผล กิ่งที่มีผลอายุ 2 เดือน กิ่งที่มีผลอายุ 5 เดือน และกิ่งที่มีผลอายุ 8 เดือน จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอนในใบที่เก็บมา ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และโบรอนลดลงในกิ่งที่มีผลอายุ 2 และ 5 เดือน แต่เพิ่มขึ้นในกิ่งที่มีผลอายุ 8 เดือน ยกเว้นแคลเซียมที่แสดงผลตรงกันข้าม ขณะที่ความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีเพิ่มขึ้นในกิ่งที่มีผลอายุ 2 เดือน แต่ลดลงในกิ่งที่มีผลอายุ 5 และ 8 เดือน

คำสำคัญ: พัฒนาการของผล ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนในใบ ส้มสายน้ำผึ้ง

คำนำ

ธาตุอาหารที่รากดูดซึมจากดินขึ้นมา พืชจะเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยกระบวนการเมแทบอลิซึม จากนั้นธาตุอาหารเหล่านั้นจะถูกสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เพื่อนำมาใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตขั้นต่อไป (อรุณศิริ และคณะ, 2546) พืชที่เป็นไม้ผลมีการสะสมธาตุอาหารในแต่ละส่วนของต้นแตกต่างกันไป ในผลลิ้นจี่พันธุ์เบงกอลมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 43, 66 และ 88 % ตามลำดับของปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ยอด และกิ่งขนาดเล็กที่มีการเจริญเติบโตในระยะเริ่มแทงช่อดอก (Menzel *et al.*, 1992) ส่วนในส้ม Navelina ได้มีการติดตามปริมาณธาตุอาหารโดยใช้ N-15 พบว่า 63 – 77 % ของธาตุไนโตรเจนที่ต้นส้มใช้ในการเจริญเติบโตและออกดอกนั้นได้มาจากไนโตรเจนที่สะสมในดิน ขณะที่มีเพียง 23 – 27 % เท่านั้นที่มาจากปุ๋ย (N-15) ที่ใส่ลงไปในดิน (Legaz and Primo-Millo, 1988) กรณีส้ม Valencia มีการสะสมทุกธาตุไว้ในใบร้อยละ 30 – 50 ของที่มีทั้งหมดในต้น (Cameron and Compton, 1945) และไนโตรเจน 40 - 50 % ในชิ้นส่วนที่ออกมาใหม่มาจากใบเก่า โดยไนโตรเจนที่ใบเก่าส่งออกไปนั้น 57 % เกิดจากการสะสมในปีก่อน (Legaz *et al.*, 1995) ซึ่งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ไม้ผลสะสมไว้ในใบจะเป็นอาหารสำรองเพื่อการบำรุงเลี้ยงพืชทั้งต้นให้ดำเนินไปตามปกติ แม้ว่าความเข้มข้นธาตุอาหารเหล่านั้นในดินจะมีการเปลี่ยนแปลงไป

ก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อพืชนั้นในทันที เมื่อไม้ผลมีการติดผลออกมา ผลจะเป็นที่รับ (sink) ธาตุอาหาร ขณะที่ใบเป็นแหล่งจ่าย (source) (Menzel *et al.*, 1988) การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาผลที่อายุต่าง ๆ กันที่มีต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนในใบส้มสายน้ำผึ้งเมื่อใบมีอายุมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดสอบเป็นส้มสายน้ำผึ้งที่ติดผลแล้ว อายุ 5 ปี ในสวนของเกษตรกร ต. แม่สุ่นน้อย อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) มี 4 กรรมวิธี คือ ประกอบด้วยใบส้มสายน้ำผึ้งจากตำแหน่งที่ 3 นับจากปลายยอด (ภาวินี และคณะ, 2551) (ภาพที่ 1) ในกิ่งที่มีพัฒนาการของผลแตกต่างกัน คือ กิ่งที่ไม่มีผล (เก็บใบส้มเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2548 ซึ่งเป็นระยะที่ใบส้มมีอายุประมาณ 3 เดือน) กิ่งที่มีผลอายุ 2 เดือน (เก็บเมื่อวันที่ 21 เมษายน 2548 ซึ่งเป็นระยะที่ใบส้มมีอายุประมาณ 5 เดือน) กิ่งที่มีผลอายุ 5 เดือน (เก็บเมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2548 ซึ่งเป็นระยะที่ใบส้มมีอายุประมาณ 8 เดือน) และกิ่งที่มีผลอายุ 8 เดือน (เก็บเมื่อวันที่ 21 ตุลาคม 2548 ซึ่งเป็นระยะที่ใบส้มมีอายุประมาณ 11 เดือน) จำนวน 5 ซ้ำ ให้ 1 ต้นแทน 1 ซ้ำ เก็บรอบทรงพุ่มจากต้นที่คัดเลือกไว้จำนวนประมาณ 50 ใบ ล้างและเข้าตูบอบที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน บดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร นำไป



Figure 1 The third leaf from shoot apex is used as index leaf to assess the nutrient status in tangerine.

วิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอนในใบส้ม รวม 10 ธาตุ โดยอ้างอิงวิธีของศรีสม (2547) นำผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารมาหาความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี LSD ระยะเวลาการศึกษายูระหว่างวันที่ 21 เมษายน 2548 - 30 เมษายน 2549

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารในใบจากกิ่งที่ไม่มีผล กิ่งที่ติดผลอายุ 2 เดือน 5 เดือน และ 8 เดือน (ตารางที่ 1) พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบลดลงเมื่อกิ่งนั้นติดผล และยิ่งลดลงเมื่อผลมีอายุมากขึ้น แต่เมื่อผลมีอายุ 8 เดือน พบว่าความเข้มข้นไนโตรเจนในใบเพิ่มสูงขึ้นได้ เช่นเดียวกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม การที่ผลการศึกษาก่อนมาในลักษณะนี้เป็นเพราะส่วนของผลเป็นที่รับ (sink) ธาตุอาหารได้มาก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Menzel *et al.* (1988) ในลิ้นจี่ ดังนั้นความเข้มข้นของธาตุทั้งสามในใบจึงลดลงรวดเร็วในช่วงที่ผลเจริญเติบโตโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นที่ให้ติดผลมาก ความเข้มข้นของแมกนีเซียม ทองแดง และโบรอน ก็เป็นเช่นกัน

แต่ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบมีลักษณะตรงกันข้าม กล่าวคือ ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบจะเพิ่มขึ้นเมื่อกิ่งนั้นติดผล และยิ่งเพิ่มขึ้นเมื่อผลมีอายุมากขึ้น แต่เมื่อผลมีอายุ 8 เดือน พบว่าความเข้มข้นแคลเซียมในใบกลับลดลงจากเดิม คาดว่าเป็นผลมาจากการที่เกษตรกรมีการพ่นแคลเซียมในเดือนเมษายน และกรกฎาคม (ภาวินี และคณะ, 2551) ซึ่งเป็นเดือนที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างใบ ทำให้ความเข้มข้นในใบที่กิ่งมีผลอายุ 2 และ 5 เดือนมีค่าสูงกว่าในกิ่งที่ไม่มีผลติดผล และในใบที่กิ่งมีผลอายุ 8 เดือน ขณะที่ความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในใบจะเพิ่มขึ้นเมื่อกิ่งนั้นติดผล แต่กลับลดลงเมื่อผลมีอายุมากขึ้น ซึ่งได้ผลคล้ายกับการทดลองของ นันทรัตน์ และคณะ (2548) ที่เก็บใบส้มโชกุนจากสวนดำเนินนำโชค พบว่า มีความเข้มข้นของธาตุอาหารเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีเพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้นถึง 5 เดือน และลดลงเมื่อใบอายุ 6 เดือน ส่วนการทดลองของ Menzel and Simpson (1987) ที่เก็บใบลิ้นจี่ที่เจริญเต็มที่ซึ่งอยู่ถัดจากก้านผลลงไป พบว่า ความเข้มข้นของเหล็ก และสังกะสีในใบจากกิ่งที่ติดผลจะต่ำกว่าใบของกิ่งที่ไม่ติดผล การที่ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในใบมีค่าลดลง ทั้งที่ธาตุเหล่านี้เป็นธาตุอาหารที่ไม่เคลื่อนย้าย น่าจะมีสะสมมากขึ้นเมื่อใบอายุมากขึ้น (ยงยุทธ, 2543) อาจมีผลมาจากการเก็บ

Table 1 Concentration of elements in tangerine leaf of different bearing twigs.

Leaf position	Concentration of macronutrient element (%) ^{1/}					Concentration of micronutrient element (ppm) ^{1/}				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Non bearing twigs	2.58 a	0.15 b	2.46 a	5.66 c	0.35 b	131.80 b	71.17 c	26.28 ab	98.11 a	66.14 a
Bearing twigs /2 months fruits	2.04 b	0.12 c	2.13 ab	6.14 b	0.30 c	165.96 a	107.24 a	27.31 a	46.95 b	59.26 b
Bearing twigs /5 months fruits	1.86 c	0.12 c	1.76 b	6.92 a	0.31 c	135.88 b	87.33 b	25.71 ab	20.71 d	49.14 c
Bearing twigs /8 months fruits	2.54 a	0.16 a	2.04 ab	5.03 c	0.37 a	100.24 c	46.55 d	24.74 b	28.40 c	57.94 b
LSD _{0.05}	0.25	0.0093	0.43	0.34	0.02	7.42	8.91	3.21	6.25	5.28
% CV	8.74	5.21	15.22	4.31	4.28	4.14	8.50	15.63	9.59	6.77
Adequate concentration										
Taiwan ^{2/}	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_{0.05}

^{2/} source: Chang *et al.* (1992)

ตัวอย่างใบในกรรมวิธีที่ 2 ซึ่งเก็บในเดือนเมษายน เกษตรกรมีการพ่นปุ๋ยทางใบจึงมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในใบเพิ่มขึ้น แต่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมที่มีการเก็บตัวอย่างใบกรรมวิธีที่ 3 และ 4 มีปริมาณน้ำฝนมากถึง 200 – 400 มิลลิเมตร ทำให้อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารทางใบของพืช โดยจะมีผลต่อการระเหยน้ำของสารละลายที่ผิวใบพืช ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง จะทำให้การระเหยน้ำจากสารละลายช้ามาก จึงเกิดความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารละลายภายนอก และภายในใบมีน้อย จะมีผลไปส่งเสริมการแพร่หรือการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารเข้าสู่ใบน้อยลงเช่นกัน (มุกดา, 2544) และเกิดการสูญเสียธาตุอาหารเนื่องจากถูกชะล้างจากใบ ซึ่งเป็นกระบวนการขับออกจากใบ ได้แก่ กลไกที่เกี่ยวข้องกับการขับเกลือ คือ การแพร่ และการแลกเปลี่ยนไอออน เมื่อธาตุอาหารออกมาอยู่นอกเยื่อหุ้มเซลล์ก็ค้างในช่องเสรี ต่อมาเมื่อฝนตกธาตุเหล่านี้ในช่องเสรีก็จะถูกน้ำฝนที่มาปะทะผิวใบชะออกไป และการสูญหายโดยกระบวนการนี้จะมีมากขึ้นถ้าความสามารถในการกักเก็บธาตุอาหารของใบพืช

ลดลง เช่น ใบแก่ที่เสื่อมตามอายุ หรือไอออนที่ถูกดูดซับอยู่กับผิวเคลือบคิวทิน จะเกิดปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนกับ H^+ และ HCO_3^- ในน้ำฝนที่อ้อมตัวด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ไอออนเหล่านั้นถูกไล่ที่แล้วออกมาอยู่ในสารละลายในช่องเสรี ในที่สุดก็ถูกน้ำฝนชะล้างไปได้เช่นเดียวกัน ซึ่งการชะล้างออกจากใบแก่ และผิวบนของใบเป็นไปได้เร็วกว่าการชะล้างจากใบอ่อน และจากผิวล่างของใบ (ยงยุทธ, 2549)

เมื่อเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารในใบจากกิ่งที่ไม่มีผล (กรรมวิธีที่ 1) กับค่ามาตรฐานของส้มในได้หวั่น พบว่าธาตุไนโตรเจนมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งอาจเป็นเพราะไนโตรเจนเป็นธาตุที่ละลายน้ำได้ง่าย จึงถูกชะล้างลงไปยังดินชั้นล่าง (มุกดา, 2544) ขณะที่ธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม เหล็ก และทองแดงมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งอาจเป็นเพราะในดินมีธาตุโพแทสเซียมอยู่สูง ดันลึ้มดูดซึมธาตุโพแทสเซียมไปสะสมไว้ในเนื้อเยื่อมาก (luxury consumption) (ยงยุทธ, 2543) ส่วนธาตุแคลเซียม และทองแดงมีค่าสูงเป็นเพราะเกษตรกรมีการพ่นแคลเซียม และการใช้สารฆ่าราซึ่งมีส่วนผสมของทองแดงอยู่ ส่วนธาตุอื่น ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

สรุป

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบตำแหน่งที่สามจากปลายยอดจากกิ่งที่มีพัฒนาการของผลต่างอายุพบว่าความเข้มข้นของทุกธาตุที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกันในใบส้มสายน้ำผึ้งจากกิ่งที่ไม่มีผล และกิ่งที่มีผลต่างอายุ โดยความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และโบรอนในใบลดลงในกิ่งที่มีผลอายุ 2 และ 5 เดือน แต่เพิ่มขึ้นในกิ่งที่มีผลอายุ 8 เดือน ยกเว้นแคลเซียมที่แสดงผลตรงกันข้าม ขณะที่ความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีเพิ่มขึ้นในกิ่งที่มีผลอายุ 2 เดือน แล้วลดลงในกิ่งที่มีผลอายุ 5 และ 8 เดือน ธาตุอาหารส่วนใหญ่มีความเข้มข้นเหมาะสมใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน ยกเว้นโพแทสเซียม และทองแดงเท่านั้นที่มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ขณะที่ไนโตรเจนถือว่ายังมีไม่พอเพียง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณศรัณ ทาราช เจ้าของสวนส้มศรัณ ที่เอื้อเฟื้อส้มสายน้ำผึ้งที่ใช้ทดลอง พร้อมช่วยเหลือดูแลให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่ผู้ทดลองเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

นันทรัตน์ ศุภกานีดิ ปัญจพร เลิศรัตน์ และ สิริ สุวรรณเขตนิคม. 2548. การประเมินความต้องการธาตุอาหารของส้มโดยการวิเคราะห์พืช. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 102 หน้า.

ภาวินี จันทรวิจิตร ธวัชชัย รัตนเลิศ และนันทรัตน์ ศุภกานีดิ. 2551. การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิต และคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง: 2. การประเมินตำแหน่งใบส้มที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. วารสารเกษตร 24(2): 117-124.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 344 หน้า.

ยงยุทธ โอสดสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 424 หน้า.

ยงยุทธ โอสดสภา. 2549. การให้ปุ๋ยทางใบ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 164 หน้า.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2547. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 141 หน้า.

อรุณศิริ กำลัง ยงยุทธ โอสดสภา วิสุทธิ วีรสาร และ จันทร์จรัส วีรสาร. 2546. การวิเคราะห์ใบเพื่อกำหนดแนวทางในการประเมินระดับธาตุอาหารและการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมสำหรับลิ้นจี่ที่ปลูกในเขตภาคกลางของประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 203 หน้า.

Cameron, S.H. and O.C. Compton. 1945. Nitrogen in bearing orange trees. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 46: 60-68.

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.

Legaz, F. and E. Primo-Millo. 1988. Absorption and distribution of N-15 applied to young orange trees. pp. 643-659. In: Proceedings of the 6th International Citrus Congress, Tel Aviv, Israel.

- Legaz, F., M.D. Serna and E. Primo-Millo. 1995. Mobilization of the reserve N in citrus. Plant and soil 173: 205-210.
- Menzel, C.M., M.L. Carseldine and D.R. Simpson. 1988. The effect of fruiting status on nutrient composition of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) during the flowering and fruiting season. Journal of Horticultural Science 63: 547-556.
- Menzel, C.M. and D.R. Simpson. 1987. Lychee nutrition: a review. Scientia Horticulturae 31: 195-224.
- Menzel, C.M., D.R. Simpson and G.F. Haydon. 1992. Partitioning of nutrients in bearing lychee trees. pp. 535-540. *In*: Proceedings of the International Symposium on Tropical Fruit - Frontier in Tropical Fruit Research, Pattaya City, Thailand.
-