ธาตุอาหารพืชกับคุณภาพผลผลิตส้มโชกุน

อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์*

บทคัดย่อ

คุณภาพผลผลิตส้มโชกุนซึ่งเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของจังหวัดยะลาและของประเทศไทย มีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องเช่นเดียวกับส้มชนิดอื่นๆ เช่น สภาพภูมิอากาศ น้ำ ธาตุอาหาร โรคและแมลงศัตรูพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในส่วนของธาตุอาหารพืชกับคุณภาพผลผลิตส้มได้มีการศึกษาไว้พอสมควร พบว่า ธาตุที่มีผลต่อคุณภาพผลผลิตค่อนข้างเด่นชัด คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน จากการรวบรวมผลการศึกษาวิจัย พบว่า ถ้าส้มได้รับ N, K และ Mg ไม่เพียงพอจะทำให้มีขนาดผลเล็ก สำหรับ N ถ้าได้รับมากเกินไปก็จะได้ผลเล็กเช่นเดียวกัน ทั้ง N และ K ถ้าส้มได้รับมากทำให้ผลแก่ช้า N และ Ca ช่วยส่งเสริมคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ทั้ง P และ Mg ถ้าส้มได้รับมากทำให้เปลือกบาง ในขณะที่ N กลับทำให้เปลือกหนา K และ Mg ถ้าส้มได้รับน้อยทำให้ของแข็งที่ละลาย และปริมาณกรดทั้งหมดต่ำ ส่วน P ถ้าได้รับไม่เพียงพอทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดสูง สำหรับผลของ N และ K ต่อของแข็งที่ละลายและปริมาณกรดให้ผลค่อนข้างแตกต่างกันในส้มแต่ละชนิด ในส่วนของส้มโชกุนซึ่งเป็นส้มเปลือกล่อนก็ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ถ้าส้มขาดโบรอนทำให้ผลแข็ง น้ำส้มน้อย และอาจจะเกี่ยวกับอาการผลฟ่ามด้วย สำหรับสิ่งที่ควรพิจารณาเบื้องต้นในเรื่องของธาตุอาหารพืชเพื่อการจัดการส้มให้ได้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพ คือ ต้องชดเชยปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต จัดการธาตุอาหารหรือให้ปุ๋ยโดยอาศัยผลจากการวิเคราะห์ใบและดิน รวมทั้งสังเกตจากอาการผิดปกติของพืช

คำสำคัญ : ธาตุอาหารพืช คุณภาพผลผลิต ส้มเปลือกล่อน ส้มโชกุน

*ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Plant Nutrient Elements and Fruit Quality of Shokun Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shokun)

Issariyaporn Damrongrak*

ABSTRACT

Fruit quality of Shokun mandarin (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shokun), which is one of the economic fruit crop of Yala and Thailand, depends upon various factors such as climate, water or irrigation, plant nutrients plant pests and plant regulators. Considering to plant nutrient, it was revealed that N, P, K, Ca, Mg and B were dominantly affected to the fruit quality. According to the literature reviews, citrus produced small fruit if it received not enough N, K, Mg where as luxury application of N also decreased fruit size. Higher levels N and K make the result of delay maturity. N and Ca support the post-harvest fruit quality. Higher levels of P and K can result in thinner peel with contrast in N. Lower levels of N and K tend to have lower total soluble solid (TSS) and total acid where as lower level of P gave higher total acid. The effect of N and K on TSS and total acid still are not distinct evidence. The citrus tree deficiency in B produces stone fruit with lack of fruit juice and might be relate to physiological disorder call granulation. The basic considerations for plant nutrient management are compensation the removal of mineral element in the harvested fruits and fertilizer application according to soil and plant analysis results.

Keywords : plant nutrient elements fruit quality Shokun Mandarin *Citrus reticulata* Blanco cv. Shokun

*Department of Agricultural Technology, Faculty of Science Technology and Agriculture Yala Rajabhat University Muang Yala 95000 Thailand

บทนำ

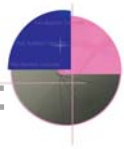
ส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shokun) จัดอยู่ในกลุ่มส้มแมนดาริน (Mandarins หรือ Tangerines) ซึ่งส้มกลุ่มนี้มักมีลักษณะเปลือกล่อน ปอกง่าย และนิยมรับประทานผลสดมากกว่านำมาเข้าสู่กระบวนการแปรรูปก่อนบริโภค มีหลายสายพันธุ์ที่รู้จักกันแพร่หลาย เช่น Tangerine Clementine Dancy Tangor Satsuma บางพันธุ์เกิดจากการผสมระหว่าง Mandarin กับ Orange เช่น Tangor(1) กลุ่ม Mandarin ที่นิยมปลูกกันมากในประเทศไทย คือ ส้มเขียวหวาน และส้มโชกุน นอกจากนี้ก็ยังมีส้มจุกซึ่งปลูกบ้างประปรายทางภาคใต้ ส้มเขียวหวานและส้มโชกุนมีพื้นที่ปลูกรวมกันทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2544 ประมาณ 376,000 ไร่(2) สำหรับสายพันธุ์ส้มโชกุนกำเนิดที่จังหวัดยะลาจากการผสมพันธุ์กันโดยธรรมชาติระหว่างส้มเขียวหวาน และส้มเปลือกล่อนจากประเทศจีน(3) เนื่องจากเป็นส้มที่มีลักษณะและรสชาติดี จึงได้มีการขยายพันธุ์และเพิ่มพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันกระจายพื้นที่ปลูกไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย(4) สำหรับในจังหวัดยะลาซึ่งเป็นแหล่งกำเนิด ในปี พ.ศ. 2548 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 7,097 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิต 4,088 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 10,532.9 ตัน(5) ในปี พ.ศ. 2547 ให้ผลผลิตรวม 9,074 ตัน คิดเป็นมูลค่า 401,276,248 บาท(6)

ปริมาณผลผลิตและคุณภาพผลผลิตสูงเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญในการผลิตพืชในเชิงเศรษฐกิจ สำหรับคุณภาพผลผลิตของส้มเปลือกล่อนมีดัชนีบ่งบอกหลายลักษณะ ทั้งลักษณะภายนอก เช่น ลักษณะผิวผล สีผิว และลักษณะภายใน เช่น ความหวาน ปริมาณกรด ปริมาตรน้ำส้ม สีน้ำส้ม โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพผลผลิตมีดังนี้ สภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำที่ส้มได้รับ โรคและแมลงศัตรูพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และธาตุอาหารพืช(5,7-9)

ธาตุอาหารพืชที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 17 ชนิด คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม คลอรีน และนิกเกิล (10) โดยปัจจัยทางด้านธาตุอาหารพืชสามารถจัดการได้ถ้าเกษตรกรเข้าใจบทบาทหน้าที่ของแต่ละธาตุ และจัดการให้พืชได้รับธาตุต่างๆ ดังกล่าวในปริมาณสัดส่วน และเวลาที่เหมาะสม ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารพืชต่อผลผลิต และคุณภาพผลผลิตส้มไว้มากพอสมควร แต่ยังไม่ได้รวบรวมข้อมูลสำคัญๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ วัตถุประสงค์ของการเขียนบทความนี้ เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของส้มโชกุน คุณภาพผลผลิตส้มเปลือกล่อนที่พึงประสงค์ ปัจจัยในเรื่องของธาตุอาหารต่อคุณภาพผลผลิตของส้ม และแนวทางในการจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสม ซึ่งคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการทางการเกษตร สำหรับศึกษาวิจัย และส่งเสริมการเพาะปลูกรวมทั้งเกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการธาตุอาหารพืช เพื่อผลิตส้มเปลือกล่อนที่มีคุณภาพผลผลิตที่พึงประสงค์ต่อไป

ส้มโชกุน

พืชในสกุล Citrus อาจจำแนกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ส้มเกลี้ยง (Oranges; *Citrus sinensis*) กลุ่มส้มแมนดาริน (Mandarins; *Citrus reticulata*) กลุ่มส้มโอและเกรฟฟรุท (Pummelos and Grapefruits; *Citrus grandis* และ *Citrus paradisi*) และกลุ่มส้มที่มีรสเปรี้ยว (Common acid members:



Citrus limon และ *Citrus aurantifolia*)(11) สำหรับส้มโชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shokun) จัดอยู่ในกลุ่มแมนดาริน ซึ่งส้มกลุ่มนี้มีหลายพันธุ์ที่มีเปลือกล่อน ปอกง่าย พันธุ์ส้มที่อยู่ในกลุ่มนี้ เช่น Tangerine Clementine Dancy Tangor และ Sutsuma(1) กลุ่มแมนดารินเป็นส้มที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศในแถบเอเชียส้มกลุ่มนี้คาดว่ามีกำเนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดียบริเวณแคว้นอัสสัม(11) แต่ ในบางรายงานระบุว่ากำเนิดแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และฟิลิปปินส์(12) เป็นส้มที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีที่สุด เช่น ส้ม Satsuma สามารถทนอากาศหนาวได้ดี และส้มเขียวหวานสามารถทนอากาศร้อนได้ดี(11) เป็นกลุ่มส้มที่มีเนื้อผลอ่อนนุ่ม เปลือกบาง ผลได้รับความเสียหายได้ง่าย โดยทั่วไปใช้บริโภคผลสด หรือทำสลัด ส่วนน้ำส้มบรรจุกระป๋องมักจะเป็นพันธุ์ Satuma แหล่งผลิตใหญ่ของ Mandarin คือ ญี่ปุ่น จีน เกาหลีใต้ อินเดีย ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา (ฟลอริดา) ออสเตรเลีย และประเทศในย่านเมดิเตอร์เรเนียน(1,11,12)

ส้มโชกุนเป็นพืชดั้งเดิมของจังหวัดยะลา เจ้าของพันธุ์คือคุณสมชาย รุจิระไพบูลย์ ซึ่งแต่เดิมปลูกส้มเขียวหวานพันธุ์บางมด เมื่อเพื่อนจากเมืองจีนนำส้มมาฝาก เห็นว่ารสชาติดีจึงได้เพาะเมล็ดไว้ และเมื่อมีการผสมพันธุ์กันโดยธรรมชาติปรากฏว่า ได้ส้มพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะดี(3) โดยลักษณะประจำพันธุ์ของส้มโชกุนมีดังนี้ ลำต้นขนาดเล็ก ทรงต้นเมื่อมองภาพรวมจะเหมือนส้มเขียวหวาน แต่ทรงพุ่มทึบกว่า กิ่งที่แตกใหม่ตั้งขึ้น ใบมีขนาดเล็กและสีเข้มกว่าส้มเขียวหวาน ออกดอกเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ ขนาดดอกใหญ่กว่าส้มเขียวหวานเล็กน้อย กลีบดอกสีขาว เมื่อดอกบานมีกลิ่นหอม ผลกลมแป้นบริเวณก้นผลเว้าลงเล็กน้อย สีผิวเปลือกเขียวปนเหลืองทั้งนี้ขึ้นอยู่อยู่กับระดับอุณหภูมิอากาศด้วยถ้าปลูกในแถบอากาศเย็นจะให้ผิวผลสีเหลืองส้ม น้ำหนักผลมากกว่าส้มเขียวหวาน เปลือกล่อนปอกง่ายกว่า เปลือกมีกลิ่นหอม เนื้อผลแน่นสีแดงส้ม หรือเหลืองส้ม ชานนิ่ม มีน้ำมาก รสหวานอมเปรี้ยว ที่ปลายเมล็ดมีลักษณะเป็นจุกเรียวยาว(1,13) เนื่องจากส้มโชกุนมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว และมีกลิ่นหอมซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ประกอบกับราคาดีกว่าส้มเขียวหวาน จึงมีการขยายพื้นที่ปลูกไปอย่างรวดเร็ว และมีหลายพื้นที่ซึ่งเดิมปลูกส้มเขียวหวานก็ปรับเปลี่ยนมาปลูกส้มโชกุน อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานพื้นที่ปลูกส้มโชกุนของประเทศไทย แต่มีรายงานการผลิตส้มซึ่งรวมพื้นที่ปลูกทั้งส้มโชกุนและส้มเขียวหวาน ในปี พ.ศ. 2544 ประมาณ 376,000(2) ไร่ สำหรับในจังหวัดยะลาซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของส้มโชกุนมีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็ว โดยพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2544 ถึง ปี พ.ศ. 2548 คิดเป็น ร้อยละ 161.78 ส่วนพื้นที่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 219.62 ในปี พ.ศ. 2547/2548 มีพื้นที่ปลูก 7,079 ไร่ พื้นที่ให้ผลผลิต 4,088 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 10,563.84 ตัน(3) ส้มโชกุนเป็นไม้ผลที่มีพื้นที่ปลูกมากเป็นอันดับ 4 รองจากทุเรียน ลองกอง และมังคุด แต่เป็นสินค้าทางการเกษตรที่สามารถทำรายได้ให้กับจังหวัดยะลามากเป็นอันดับต้นๆ รองจากยางพารา ในปี พ.ศ. 2547 มีผลผลิตรวม 9,074.20 ตัน คิดเป็นมูลค่า 401,276,248 บาท (6) จึงนับว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของจังหวัดยะลา

คุณภาพผลผลิตส้มเปลือกล่อนที่พึงประสงค์

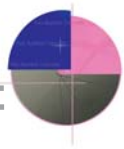
คุณภาพผลผลิตส้มที่ดีเป็นสิ่งที่พึงประสงค์ทั้งในส่วนของผู้ผลิตและผู้บริโภคส้มที่ใช้รับประทาน

ผลสดที่มีคุณภาพดี ควรมีผิวผลสวย และมีรสชาติดี อย่างไรก็ตามการจะบ่งบอกว่าส้มมีรสชาดดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับความชอบของผู้บริโภคแต่ละคน ดัชนีที่มักใช้บ่งบอกคุณภาพส้มเปลือกล่อน เช่น ความหวาน (ของแข็งที่ละลายได้) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ สัดส่วนของแข็งที่ละลายต่อปริมาณกรด เปอร์เซ็นต์น้ำส้ม สีของเนื้อหรือน้ำส้ม และขนาดผล สำหรับความหวานใช้ค่าของแข็งที่ ละลาย (Total soluble solid,TSS) ซึ่งสามารถตรวจวัดด้วยเครื่อง refrac tometer โดยใช้หลักการหักเหของแสงมีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ซึ่งอาจบ่งบอก ความหวานได้ในระดับหนึ่งแต่เนื่องจากมีสารหลายชนิดนอกเหนือจากน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในน้ำส้มและทำให้เกิดการหักเหของแสงได้ ดังเช่น ผลจากการวัดค่าของแข็งที่ละลายของส้มโชกุนที่มีเนื้อฟ่าม ซึ่งมีรสจืดไม่ได้มีค่าน้อยกว่าส้มที่มี ลักษณะผลปกติ ซึ่งมีรสชาติหวานกว่า สำหรับปริมาตรน้ำส้มนั้นโดยมากส้มที่มีเปลือกบาง และชานนิ่ม จะมีน้ำคั้นมากกว่าส้มที่มีเปลือกหนา และมีกากมาก ได้มีการระบุสมบัติต่าง ๆ ที่บ่งบอกว่าส้มเปลือกล่อนที่อร่อยควรมีลักษณะดังนี้ ควรมี ความหวานประมาณ 12 บริกซ์ กรดที่ไตเตรตได้ร้อยละ 0.6-1.0 สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรด 12/1 หรือ 13/1 ปริมาตรน้ำคั้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 สีของเนื้อผลควรเป็นสีเหลืองส้ม 22 หรือ 23 ระดับย่อย A หรือระดับย่อย B ส่วนขนาดผลนั้นผู้บริโภคนิยมผลขนาดปานกลาง คือ 7-8 ผล/กิโลกรัม (14) อย่างไรก็ตามสำหรับคุณสมบัติที่ดีของส้มเปลือกล่อนที่ใช้รับประทานผลสดที่จะนำมาใช้บ่งชี้คุณภาพผลผลิต ควรมีการศึกษาโดยให้มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจของผู้บริโภคด้วย

ปัจจัยด้านธาตุอาหารพืชที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพผลผลิต

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมีทั้งหมด 17 ธาตุ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก เป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมาก (macro nutrients) ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน กลุ่มที่สองเป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อย (micronutrients) ประกอบด้วย เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม คลอรีน และนิกเกิล (10) ธาตุแต่ละชนิดมีบทบาทสำคัญต่อพืชและเกี่ยวข้องกับคุณภาพผลผลิตส้มดังนี้

ไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบในกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ เอ็นไซม์ ฮอร์โมนในกลุ่มออกซินและไซโตไคนิน กรดนิวคลีอิก และ แอลคาลอยด์ (15) การมีไนโตรเจนเพียงพอจะทำให้การแบ่งเซลล์ การเจริญเติบโต และการหายใจ เป็นไปอย่างปกติ ส่วนของพืชที่พบไนโตรเจนมากคือบริเวณที่ยังอ่อนอยู่ เช่น ตา ปลายยอด และใบอ่อน ไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายในพืชได้ง่าย ไนโตรเจนจะทำหน้าที่ได้เหมาะสมเพียงใดขึ้นอยู่กับการที่พืชได้รับธาตุชนิดอื่นเพียงพอด้วยโดยเฉพาะฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม(16) ส้มต้องการ ไนโตรเจนค่อนข้างมากโดยเฉพาะในช่วงแตกใบอ่อน และช่วงแรกของการพัฒนาของผล ปริมาณไนโตรเจนในใบส้มโดยทั่ว ๆ ไปอยู่ในช่วง 2-3 มิลลิกรัม/100 กรัม ในฟลอริดาซึ่งปลูกพวก orange และ grape fruit เป็นส่วนใหญ่ได้กำหนดให้ค่าความเข้มข้นวิกฤตของไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.5-2.7 กรัม/100 กรัม ถ้าในใบมีไนโตรเจนต่ำกว่า 2.1 กรัม/100 กรัม ผลส้มจะมีขนาดเล็ก(17) ถ้าได้รับไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้เกิดผลเสียคือ



ผลส้มแก่ช้า เปลือกหนา ขนาดผลเล็กลง ปริมาณน้ำในผลลดลง มีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นนั่นก็คือ ส้มมีรสเปรี้ยว การเปลี่ยนสีผลล่าช้า อายุหลังการเก็บเกี่ยวน้อยลง (short storage life)(18) นอกจากนี้ ในส้มบางพันธุ์ยังทำให้ผลแตกง่ายในช่วงหลังจากการเก็บเกี่ยว(19) ใน grape fruit พบว่าปริมาณ ไนโตรเจน ในใบที่ให้ผลผลิตร้อยละ 90 ของผลผลิตสูงสุด อยู่ในช่วง 2.2-2.3 กรัม/100 กรัม(20) ถ้าไนโตรเจนในใบเพิ่มทำให้ของแข็งที่ละลาย และ ปริมาตรน้ำส้มเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณกรดทั้งหมดต่ำลง ส่วนขนาดผลเพิ่มขึ้นเมื่อไนโตรเจนเพิ่มขึ้น แต่ถ้ามีความเข้มข้นสูงเกินไปกลับทำให้ขนาดผลเล็กลง สำหรับ lemom ความเข้มข้นที่ให้ผลผลิตสูงอยู่ในช่วง 1.5-1.8 กรัม/100 กรัม(9) เมื่อให้ในอัตราสูงจะทำให้ของแข็งที่ละลายได้ และปริมาณกรดทั้งหมดสูงขึ้น (21)

ฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก ฟอสโฟลิปิด และสารที่ให้พลังงาน (15) มีความสำคัญต่อกระบวนการต่างๆ เช่น การสังเคราะห์แสง การสร้างและเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต การเคลื่อนย้ายพลังงานในพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การพัฒนาราก ช่วยในการสุกแก่ ช่วยให้พืชทนต่อสภาวะเครียด เกี่ยวข้องกับการดูดดึงและเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร มีความสำคัญต่อการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ ดังนั้นพืชจะเจริญเติบโตน้อยลงถ้าได้รับไม่เพียงพอ มีปริมาณมากในส่วนที่ยังอ่อนในดอกและเมล็ด(16) ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ส้มต้องการในปริมาณน้อย มีรายงานว่าหลายพื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งปลูกส้มของโลกพบการขาดฟอสฟอรัสน้อยมาก(22) ปริมาณฟอสฟอรัสในใบส้มที่ฟลอริดาทำให้ ผลผลิตคุณภาพดีอยู่ในช่วง 0.10-0.16 กรัม/100 กรัม ถ้าต้นส้มได้รับฟอสฟอรัสไม่เพียงพอทำให้ผลกลวงปริมาณกรดในน้ำคั้นมากเปลือกหนา แต่ไม่มีผลต่อสีผิวผล ถ้าได้รับฟอสฟอรัสมากจะพัฒนาสีผิวผลช้า เปลือกบางมีปริมาณกรด และวิตามินซีต่ำ สัดส่วนน้ำตาลต่อกรดสูง นอกจากนี้มีบางรายงานกล่าวว่า การเพิ่มฟอสฟอรัสทำให้ขนาดผลเล็กลง ปริมาณของแข็งละลายลดลงแต่ปริมาตรน้ำส้มเพิ่มขึ้น(17) สำหรับพวก lemon มีรายงานว่าระดับฟอสฟอรัสในใบที่ให้ผลผลิตสูงอยู่ในช่วง 0.18-0.22 กรัม/100 กรัม(9)

โพแทสเซียม เป็นธาตุที่ไม่ได้อยู่ในโครงสร้างในพืช แต่จะมีบทบาท ในการ เคลื่อนย้ายน้ำตาล ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์เกี่ยวข้องกับการปิดและเปิดปากใบพืช โพแทสเซียมมีความสำคัญต่อการพัฒนาของผล รวมทั้งคุณภาพของผลผลิต (15) ระดับโพแทสเซียม ในใบส้มที่ทำให้ผลผลิตคุณภาพดีอยู่ในช่วง 0.3-1.7กรัม/100 กรัม(17) อย่างไรก็ตามส้มแต่ละชนิดแต่ละสายพันธุ์ต้องการโพแทสเซียมในปริมาณ ที่แตกต่างกัน เช่น ส้มเปลือกล่อนมีความต้องการโพแทสเซียมน้อยกว่าส้มติดเปลือกพวก orange(22) จากการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารพืชในส้มโชกุนพบว่าทั้งน้ำส้ม และเนื้อผลหลังคั้นน้ำ มีโพแทสเซียมมากที่สุด สำหรับในเปลือกมีแคลเซียมมากที่สุด รองลงมา คือ โพแทสเซียม(23) ต้นส้มที่ขาดโพแทสเซียมจะให้ผลขนาดเล็กมีปริมาณน้ำตาล และกรดต่ำ(18) ในส้มพวก orange และ grapefruit ถ้าให้โพแทส-เซียมในอัตราสูงจะทำให้สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดลดลง และใน grapefruit จะชะลอการสุกแก่ของผลได้ถึง 83 วันเมื่อเปรียบเทียบกับการให้โพแทสเซียมในอัตราต่ำ ในพวก orange ถ้าให้โพแทสเซียมในปริมาณมากจะทำให้ค่าของแข็งที่ละลายได้ต่ำ ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ปริมาตรน้ำส้มลดลง และสีน้ำส้มไม่เข้ม นอกจากนี้บางครั้งพบว่า

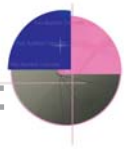
ให้ผิวเปลือกหนา และหยาบ(17) ส่วนในพวก lemon พบว่า โพแทสเซียมช่วยทำให้ผลมีขนาดใหญ่เช่นเดียวกับฟอสฟอรัส(24) การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมจะต้องคำนึงถึงปริมาณแคลเซียมในดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมด้วย (19) ส่วนกรณีที่ใส่โพแทสเซียมมากเกินไปอาจทำให้ขาดแมกนีเซียม เนื่องจากธาตุทั้งสองชนิดนี้เป็นปฏิปักษ์ต่อกัน(15) ทำให้เปลือกผลขรุขระ และมีปริมาณกรดสูง(18)

แคลเซียม เป็นองค์ประกอบในสารที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกัน ช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ด กระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์(15) ทำให้กรดอินทรีย์เป็นกลาง จำเป็นสำหรับการพัฒนาราก และการทำหน้าที่ของราก (16) การพัฒนาผลส้มพวก orange ในช่วงแรกพบมีปริมาณแคลเซียมในผลทั้งหมดค่อนข้างมาก แต่ระยะหลังจะค่อยๆ ลดลง(25) อาการขาดแคลเซียมในส้ม อาจสังเกตได้เมื่อความเข้มข้นในใบน้อยกว่า 2.5 กรัม/100 กรัม ดินที่ค่อนข้างเป็นกรดหรือมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้ส้มขาดแคลเซียมได้ สภาพอากาศที่มีเมฆมากและฝนตกทำให้การดูดใช้แคลเซียมน้อยลง(18) การฉีดพ่นแคลเซียมให้กับผลส้มโชกุน ทำให้มีความแน่นเนื้อมากขึ้น และสามารถลดการแตกของผลได้ คือ มีผลแตกเพียงร้อยละ 5.56 เมื่อฉีดพ่นด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 ส่วนกรณีไม่ฉีดพ่นสารใดๆ มีผลแตกถึงร้อยละ 52.22(26) ส้มจากสวนที่มีปริมาณแคลเซียมในใบต่ำมีแนวโน้มมีเปอร์เซ็นผลเน่ามากกว่าผลส้ม จากสวนที่ได้รับแคลเซียมเพียงพอหลังจากเก็บผลผลิตไว้เป็นเวลา 3 เดือน(18) กรณีที่ใส่แคลเซียมมากเกินไปทำให้ส้มดูดใช้โพแทสเซียมและ แมกนีเซียมน้อยลง(19)

แมกนีเซียม เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์หลายชนิด เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและการสร้างกรดนิวคลีอิก ช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโน วิตามิน ไขมัน และน้ำตาล ทำให้สภาพกรดด่างในเซลล์พอเหมาะ ช่วยในการงอกของเมล็ด มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต จากใบไปยังส่วนอื่นๆ กระตุ้นการดูดและเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัส(15)

ส้มต้องการแมกนีเซียมค่อนข้างน้อย ระดับความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบส้มอยู่ในช่วง 0.3-0.49 กรัม/100 กรัม(22) จะพบอาการขาดเมื่อความเข้มข้นในใบน้อยกว่า 0.25 กรัม/100 กรัม (18) อาการขาดแมกนีเซียมจะพบในใบแก่หรือใบล่างก่อนโดยเฉพาะกิ่งที่ติดผล โดยแผ่นใบระหว่างเส้นใบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (chlorosis) ซึ่งจะเหลืองจากปลายใบหรือขอบใบ กรณีที่อาการรุนแรงมากใบจะร่วงเร็วกว่าปกติ เกิดอาการแห้งตายทั้งแผ่นใบ อาจพบอาการขาดได้ในดินเนื้อหยาบที่เป็นกรด(16) แมกนีเซียมกระทบต่อคุณภาพผลผลิตส้ม ในกรณีที่ขาดแคลนทำให้ผลส้มมีขนาดเล็ก มีปริมาณน้ำตาลและความเป็นกรดต่ำ เมื่อเพิ่มแมกนีเซียมขนาดผลจะใหญ่ขึ้น เปลือกบางลง ของแข็งที่ละลาย และสัดส่วนระหว่างของแข็งที่ละลายและปริมาณกรดเพิ่มขึ้น(17)

กำมะถัน เป็นองค์ประกอบของโปรตีนหลายชนิด วิตามิน และฮอร์โมนพืชบางชนิด มีความสำคัญในการผลิตกรดอะมิโน โปรตีน และคลอโรฟิลล์ มีอิทธิพลต่อเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ช่วยในการสร้างปมรากของพืชตระกูลถั่ว ส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก และทำให้รากแข็งแรง พืชหลายชนิดต้องการกำมะถัน



ในปริมาณใกล้เคียงกับฟอสฟอรัส ถ้าขาดกำมะถันทำให้การสังเคราะห์โปรตีนลดลง ปริมาณกำมะถันในใบส้มที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.20-0.39 กรัม/100 กรัม(15,22)

เหล็ก เกี่ยวข้องกับระบบเอ็นไซม์ของกระบวนการหายใจ และสังเคราะห์แสง เกี่ยวข้องกับกระบวนการรีดักชันของไนเตรตและซัลเฟต ปริมาณเหล็กที่เหมาะสมในใบส้มอยู่ช่วง 60-120 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(16, 22)

สังกะสี เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของคาร์บอน เป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์หลายชนิด เป็นส่วนหนึ่งของระบบเอ็นไซม์ที่ควบคุมสมดุลระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และ กรดคาร์บอนิก เป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์ ที่ทำหน้าที่ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของโปรตีน จำเป็นสำหรับการสร้างคลอโรฟิลล์ ช่วยให้กระบวนการสังเคราะห์แสงเป็นไปอย่างปกติ และส่งเสริมการดูดน้ำของพืช(15, 16) ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสังกะสีในใบส้มอยู่ในช่วง 25-100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(22) ถ้าความเข้มข้นต่ำกว่า 25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะพบอาการใบยอดเหลือง บริเวณระหว่างเส้นใบในขณะที่ใบแก่ยังมีลักษณะปกติ ถ้าขาดอย่างรุนแรงใบอ่อนมีขนาดเล็กและแคบลง ข้อสั้น(18) นอกจากนี้คำบอกเล่าของเกษตรกรพบว่า ส้มโชกุนถ้าขาดสังกะสีจะทำให้ไส้ผลกลวง มีน้ำในไส้ผลและรสชาติไม่ดี การขาดสังกะสี เกิดได้จากหลายสาเหตุเช่น pH ดินสูงเกินไป เกิดจากผลกระทบของเชื้อ tristeza virus หรือเชื้อราอื่นๆ ที่ทำให้รากสูญเสียความสามารถในการดูดธาตุอาหาร(27)

แมงกานีส เกี่ยวข้องกับกรดอะมิโนและโปรตีน กระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์หลายชนิดมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการหายใจ และเมแทบอลิซึมของไนโตรเจน จำเป็นต่อกระบวนการรีดักชันของไนเตรต อาการขาดแมงกานีสของส้มคล้ายกับอาการขาดสังกะสี พบในสวนส้มที่ความเข้มข้นในใบต่ำกว่า 25 มิลลิกรัม/กิโลกรัมความแตกต่างของอาการขาดระหว่างแมงกานีสและสังกะสี คือ กรณีขาดแมงกานีส แผ่นใบสีเขียวซีด ขนาดและรูปร่างใบปกติ ข้อไม่สั้น(15,16,18)

โบรอน จำเป็นต่อการแบ่งเซลล์ การเคลื่อนย้ายน้ำตาล และเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต การเจริญเติบโตของหลอดละอองเรณู การติดผล เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของไนโตรเจน และกิจกรรมของฮอร์โมน ทำให้แคลเซียม อยู่ในรูปที่ละลายได้ซึ่งพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ กรณีที่มีความเข้มข้นของโบรอนในใบน้อยกว่า 25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะมีผลกระทบต่อส้มคือ การพัฒนาของหลอดละอองเกสรชะงัก ทำให้ติดผลน้อยลง รูปร่างผลผิดปกติแข็ง (stone fruit) ซึ่งผลลักษณะนี้มีปริมาณน้ำน้อย อย่างไรก็ตาม จากการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารพืชเปรียบเทียบระหว่างส้มโชกุนที่มีลักษณะผลฟ่าม (granulation fruit) และผลปกติ พบว่าผลฟ่ามมีปริมาณโบรอนในเปลือก และเนื้อผลหลังคั้นน้ำมากกว่าผลปกติอย่างเด่นชัด(23) ถ้าต้นส้มได้รับโบรอนมากเกินไปจะแสดงอาการใบเหลืองจากขอบใบ หรือพบลักษณะเป็นจุดสีน้ำตาลเล็กๆ บนแผ่นใบ ถ้ามีอาการรุนแรงมากใบจะร่วง และต้นตายในที่สุด(15,16,18)

ทองแดง เป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์หลายชนิด มีหน้าที่สำคัญในการสร้างคลอโรฟิลล์และกระบวนการสังเคราะห์แสง อาจมีหน้าที่สำคัญต่อเมแทบอลิซึมในรากพืช พบว่า ความเข้มข้นของทองแดงในรากสูงกว่าที่ใบ สำหรับส้มอาจมีปริมาณสูงกว่าในใบถึง 5-10 เท่า(16, 28)

โมลิบดีนัม ช่วยในการสร้างกรดอะมิโน โปรตีน น้ำตาล และวิตามิน ทำหน้าที่เป็นคะตะไลต์ในปฏิกิริยาการเปลี่ยนแก๊สไนโตรเจนเป็นสารประกอบไนโตรเจน ที่เรียกว่าการตรึงไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบในเอ็นไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนไนเตรตเป็นแอมโมเนีย

คลอรีน บทบาทของคลอรีนต่อการเจริญเติบโตของพืชยังไม่ค่อยแน่ชัด แต่น่าจะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ และกระบวนการสังเคราะห์แสง เนื่องจากถ้าขาดคลอรีนจะทำให้ใบเหลืองเกิดอาการเนโครซิส หรือใบเป็นสีบรอนซ์ การเจริญเติบโตลดลง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการเต่งของเซลล์คุมที่ปากใบเมื่อโพแทสเซียมเข้าไปในเซลล์

นิกเกิล ทำหน้าที่ในระบบเอ็นไซม์ของพืชตระกูลถั่ว และพืชอื่นๆ แต่โดยทั่วๆ ไปไม่พบอาการขาดธาตุนี้(16)

แนวทางจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อผลิตส้มเปลือกล่อนที่มีคุณภาพ

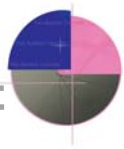
การที่จะทำให้พืชปลูกได้รับธาตุอาหารที่เหมาะสมมีแนวทางพิจารณาร่วมกันดังนี้ พิจารณาจากการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต สถานภาพธาตุอาหารในใบและดิน รวมทั้งสังเกตจากอาการผิดปกติของพืช การสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตในพืชจำพวกส้มแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด พบว่ากลุ่มส้มเกลี้ยง (orange) สูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มส้มเปลือกล่อน (mandarin) กลุ่มส้มที่มีรสเปรี้ยว (lemon and lime) และพวกเกรฟฟรุต (grapefruit) ซึ่งสูญเสียธาตุอาหารโดยรวมประมาณ 7,000 5,380 5,035 และ 4,630 กรัม/ตันผลสด ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตส้ม

ชนิดส้ม	ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต (กรัม/ตันน้ำหนักผลสด)										
	N	P_2O_5	K_2O	MgO	CaO	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Orange	1,773	506	3,194	367	1,009	142	3.0	0.8	1.4	0.6	2.8
Mandarin	1,532	376	2,465	184	706	111	2.6	0.4	0.8	0.6	1.3
Lemon and lime	1,638	366	2,086	209	658	74	2.1	0.4	0.7	0.3	0.5
Grapefruit	1,058	298	2,422	183	573	90	3.0	0.4	0.7	0.5	1.6

ดังนั้น ปริมาณการใส่ปุ๋ยให้กับส้มในแต่ละปีขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตที่ได้ในปีที่ผ่านมา ด้วยเนื่องจากมีธาตุอาหารส่วนหนึ่ง ซึ่งเป็นองค์ประกอบอยู่ในผลสูญเสียไป ถ้าผลผลิตส้มในฤดูผ่านมามีปริมาณมาก ก็ควรเพิ่มปริมาณปุ๋ยให้มากกว่ากรณีที่ให้ผลผลิตต่ำ โดยเฉพาะในช่วงที่พื้นฟูลำต้นหลังการเก็บเกี่ยว

ผลผลิตส้มจะมีปริมาณมากน้อยเพียงไร รวมทั้ง คุณภาพผลิตจะเป็นอย่างไรย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในดิน และปริมาณที่ส้มดูดขึ้นไปใช้ประโยชน์ ดินที่อุดมสมบูรณ์คือ มีปริมาณธาตุอาหารในปริมาณ และสัดส่วนที่เหมาะสม พืชย่อมดูดไปใช้ในปริมาณที่เหมาะสมเช่นเดียวกัน ถ้าปัจจัยแวดล้อมอย่างอื่นไม่เป็นตัวจำกัด ดินที่



ถือว่าเหมาะสมสำหรับการปลูกส้มควรเป็นดินที่มีการระบายน้ำ ระบายอากาศได้ดี หน้าดินลึกพอสมควร พื้นที่ที่มีความลาดชันเล็กน้อยน่าจะดีกว่าพื้นที่ราบ ในกรณีที่เป็นเนื้อดินละเอียดและระบายน้ำไม่ดี เพื่อลดการท่วมขังของน้ำ แต่ก็สามารถแก้ปัญหาได้โดยการขุดร่องระบายน้ำ ควรมีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าร้อยละ 3 ไม่ควรเป็นดินเค็ม เนื่องจาก พบว่าระดับความเค็มของดินที่เริ่มกระทบต่อผลผลิตส้มคือ มีค่าสภาพนำไฟฟ้ามากกว่าหรือ เท่ากับ 1.6 dS/m (mmhos/cm) หรือมีความเข้มข้นเกลือประมาณ 1,120 มิลลิกรัม/กิโลกรัม(2) ซึ่งความเค็มของดินจะมากหรือน้อยนอกจากเป็นสมบัติเดิมของดินแล้ว ยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำชลประทานรวมทั้งชนิด และปริมาณปุ๋ยที่ใช้ด้วย ปริมาณธาตุอาหารในดินที่ถือว่าเหมาะต่อการปลูกส้มแสดงดังตารางที่ 2(19)

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินที่เหมาะสมกับการปลูกส้มที่ออสเตรเลีย

พารามิเตอร์	ระดับที่เหมาะสม	พารามิเตอร์	ระดับที่เหมาะสม
pH	6.0-6.5	แคลเซียม (meq/100 g)	>5
EC. (dS/m)	<2	แมกนีเซียม (meq/100 g)	>1.6
คลอไรด์ (mg/Kg)	<250	กำมะถัน (mg/Kg)	15
โซเดียม (meg/100 g)	1	เหล็ก (mg/Kg)	>2
อินทรียวัตถุ (%)	>3	แมงกานีส (mg/Kg)	4-45
ไนโตรเจน	ไม่มีการใส่ก่อนปลูกส้ม	สังกะสี (mg/Kg)	2-10
ฟอสฟอรัส (mg/Kg)	<80	โบรอน (mg/Kg)	0.3-10
โพแทสเซียม (meq/100 g)	<0.37	ทองแดง (mg/Kg)	>1

ปริมาณธาตุอาหารในดินเพียงอย่างเดียวไม่สามารถบ่งบอกสถานะที่แท้จริงของธาตุอาหารที่พืชดูดขึ้นไปใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะในไม้ผลที่มีอายุยาวนาน มีการให้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่องและเนื่องจากธาตุอาหาร แต่ละชนิดมีธรรมชาติในดินแตกต่างกัน บางชนิดเมื่อใส่เพิ่มลงไปในรูปของปุ๋ยจะถูกดูดยึดด้วยคอลลอยด์ดินได้ดี เช่น พวกแคตไอออนบางชนิดไม่ถูกดูดยึดจากคอลลอยด์ดิน เช่น พวกแอนไอออน ซึ่งจะสูญเสียไปจากดิน บริเวณรากพืชได้ง่าย ธาตุบางชนิดทำปฏิกิริยาตกตะกอนกับสารอื่นๆ ที่มีอยู่ในดินทั้งในสภาพที่ดินเป็นกรด และเป็นด่าง เช่น ฟอสฟอรัส พืช แต่ละชนิดและแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตต้องการธาตุอาหารในปริมาณและสัดส่วนที่แตกต่างกัน การให้ปุ๋ยที่ไม่เหมาะสมติดต่อกันเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารกระทบต่อความเป็นประโยชน์และการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช เนื่องจากธาตุแต่ละชนิดมีทั้งส่งเสริม และ ขัดขวางความเป็นประโยชน์ซึ่งกันและกัน ตัวอย่างกรณีขัดขวางความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร เช่น ถ้าดินมีแคลเซียมมากเกินไปจะทำให้พืช ขาด โบรอน เหล็ก และ แมกนีเซียม ถ้าดินมีปริมาณฟอสฟอรัสมากเกินไปจะทำให้พืชขาดสังกะสี ถ้ามีโพแทสเซียมมากเกินไปจะขัดขวางความเป็นประโยชน์ของแมกนีเซียม กรณีมีไนโตรเจนมากจะขัดขวางความเป็นประโยชน์ของทองแดง เป็นต้น(20)

จะเห็นได้ว่า นอกเหนือจากการทราบปริมาณธาตุอาหารในดินแล้ว ยังควรต้องทราบปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดขึ้นไปใช้ประโยชน์ด้วย

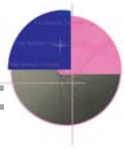
สถานภาพของธาตุอาหารที่พืชได้รับอย่างแท้จริง สามารถประเมินได้โดยการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารในพืช โดยทั่วไปสำหรับไม้ผลจะทำการตรวจวัดในใบแตกใหม่ที่แก่เต็มที่ ซึ่งอายุและตำแหน่งใบที่เหมาะสมที่จะเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารสำหรับแต่ละชนิดพืชจะแตกต่างกันไป ดังนั้นผู้ปลูกจะต้องศึกษาหรือสอบถามจากเจ้าหน้าที่ที่ทำการตรวจวิเคราะห์สำหรับใบส้มได้มีการแนะนำให้เก็บตัวอย่างใบจากกิ่งที่ไม่ติดผลอายุใบ 4-6 เดือน เก็บใบที่ 3 และ 4 นับจากยอด(18,29) ผลการตรวจวิเคราะห์เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในใบของพืชชนิดนั้นๆ ก็จะทราบได้ว่าสถานะธาตุอาหารพืชอยู่ในระดับใด ซึ่งจะได้จัดการ ธาตุอาหารได้อย่างเหมาะสม นอกเหนือจากใช้วิธี สังเกตอาการขาดธาตุอาหารของพืช เนื่องจากเมื่อพืชแสดงอาการขาดย่อมหมายความว่า พืชขาดแคลนธาตุนั้นๆ มานาน และรุนแรงแล้ว การแก้ปัญหาโดยการเพิ่มธาตุดังกล่าวจะไม่ทันการต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิตที่อยู่บนต้นในขณะนั้น สำหรับปริมาณธาตุอาหารในใบส้มช่วงขาดแคลน เหมาะสม และมากเกินความจำเป็น แสดงดังตารางที่ 3 และ 4(22)

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารมหัพภาคในใบส้ม อายุใบ 4-6 เดือน จากกิ่งที่ไม่ติดผล ในช่วงต่าง ๆ

ช่วงของธาตุอาหารพืชในใบ	ปริมาณธาตุอาหารมหัพภาค (%)					
	N	P	K	Mg	Ca	S
ขาดแคลน	<2.20	<0.09	<0.70	<0.20	<1.50	<0.14
ต่ำ	2.20-2.40	0.09-0.11	0.70-1.10	0.20-0.29	0.15-0.29	0.14-0.39
เหมาะสม	2.50-2.70	0.12-0.16	1.20-1.70	0.30-0.49	3.00-0.49	0.20-0.39
สูง	2.80-3.00	0.17-0.29	1.80-2.30	0.50-0.70	0.50-0.70	0.40-0.60
มากเกินความจำเป็น	>3.00	>0.30	>2.40	>0.80	>7.00	>0.60

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารจุลภาคในใบส้ม อายุใบ 4-6 เดือน จากกิ่งที่ไม่ติดผล ในช่วงต่าง ๆ

ช่วงของธาตุอาหารพืชในใบ	ปริมาณธาตุอาหารจุลภาค (ppm)					
	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
ขาดแคลน	<35	<17	<17	<3	<20	<0.05
ต่ำ	36-59	18-24	18-24	3-4	21-35	0.06-0.09
เหมาะสม	60-120	25-100	25-100	5-16	36-100	0.10-1.0
สูง	121-200	101-300	101-300	17-20	101-200	2.0-5.0
มากเกินความจำเป็น	>200	>500	>500	>20	>250	>5.0



วิจารณ์

ส้มโชกุนจัดอยู่ในกลุ่มส้ม Mandarin เป็นส้มเปลือกล่อนที่นิยมรับประทานผลสดมากกว่าเข้าสู่กระบวนการแปรรูปก่อนบริโภค(1) กรณีที่มีผลผลิตล้นตลาดหรือคุณภาพผลไม่ได้มาตรฐานก็อาจนำมาคั้นน้ำ และปรับแต่งรสชาติใหม่ก่อนจำหน่าย คุณภาพผลผลิตที่พึงประสงค์ของส้มที่ใช้บริโภคผลสดมีดัชนีที่สามารถนำมาบ่งชี้ได้ทั้งลักษณะภายนอก เช่น ลักษณะผิวผล สีผิว ขนาดผล และลักษณะภายในเช่น ความหวาน ปริมาณกรดทั้งหมดสัดส่วนความหวานต่อ ปริมาณกรด ปริมาตรน้ำส้ม สีของน้ำส้ม(14) ถึงแม้จะมีความพยายามที่จะระบุคุณภาพส้มที่น่าจะถือว่ามีรสชาติดี แต่จากข้อมูลที่บ่งบอกคุณภาพผลผลิตส้มโชกุนในแต่ละแหล่งของบางพารามิเตอร์ ก็ยังแตกต่างกันอยู่มาก และ การที่จะบ่งบอกถึงความมีรสชาติดีของส้มที่ใช้บริโภคผลสดอย่างถูกต้องเหมาะสม ควรมีการตรวจวัดตามพารามิเตอร์ต่างๆ ประกอบกับผลการชิมของผู้บริโภคด้วย ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 17 ชนิด สำหรับธาตุที่มีผลต่อผลิตส้มอย่างเด่นชัด ทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน ไนโตรเจนเป็นธาตุที่ส้มต้องการในปริมาณมาก โดยเฉพาะ ใน ช่วงของการแตกใบอ่อน และช่วงแรกของการพัฒนาผล(16) แต่ถ้ายังคงได้รับไนโตรเจนในปริมาณมากจนถึงระยะหลังๆ ของการพัฒนาผลก็จะทำให้ผลสุกแก่ช้า มีปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ส้มมีรสเปรี้ยว(18) และการที่ต้นส้มได้รับไนโตรเจนในปริมาณมากแล้วทำให้ขนาดผลเล็กลงนั้น อาจเป็นเพราะเมื่อได้รับไนโตรเจนมากมีการแตกยอดใหม่มากโอกาสออกดอกก็จะมีปริมาณมาก และทำให้มีปริมาณผลต่อต้นมาก จึงเกิดการแย่งอาหารและปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลทำให้ผลมีขนาดเล็ก เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่พอเหมาะ อย่างไรก็ตามยอดใหม่ที่แตกออกมาจะให้ดอกมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการที่มีคาร์โบไฮเดรตสะสมในกิ่งเพียงพอหรือไม่(30) นอกจากนี้ถ้าส้มได้รับไนโตรเจนมากในช่วงหลังของการพัฒนาผล อาจไปขัดขวางการดูดหรือความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียม เมื่อมีโพแทสเซียมไม่เพียงพอทำให้กระบวนการเคลื่อนย้ายสารต่างๆ ไปยังผลน้อย(15) ความเข้มข้นไนโตรเจนในใบที่เหมาะสม สำหรับผลผลิตและคุณภาพผลผลิตส้มแต่ละชนิดแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องศึกษา เฉพาะในแต่ละกลุ่ม ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ส้มต้องการในปริมาณน้อย ในกรณีที่ได้รับธาตุอาหารนี้ไม่เพียงพออาจทำให้ผลกลวง ปริมาณปริมาณกรดในน้ำส้มมาก เปลือกหนา ถ้าได้รับมากเกินไปเปลือกจะบาง การพัฒนาสีผิวผลช้า ปริมาณกรด และวิตามินซีต่ำ สัดส่วนน้ำตาลต่อกรดสูง และเนื่องจากเป็นธาตุที่ส้มต้องการในปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอาหารมหัพภาคอื่น ๆ รวมทั้งเป็นธาตุที่ถูกตรึงได้ง่ายในดิน จะเห็นว่าในหลายพื้นที่ในโลกที่เป็นแหล่งปลูกส้ม พบภาวะขาดฟอสฟอรัสน้อยมาก การใส่ปุ๋ยผสมที่มีฟอสฟอรัสโดยเฉพาะปุ๋ยสูตรเสมอเป็นประจำทุกปีจะก่อให้เกิดผลตกค้างของฟอสฟอรัสในดินเป็นปริมาณมาก ดังเช่น พบในดินที่ปลูกไม้ผลอื่นๆ หลายชนิดในประเทศไทย ซึ่งทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารขัดขวางความเป็นประโยชน์ของธาตุอื่นโดยเฉพาะสังกะสี(17)

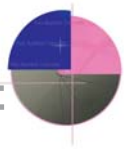
หากส้มได้รับทั้งไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในปริมาณมากเกินไปจะทำให้พัฒนาสีผลช้า ผลแก่ช้า ขนาดผลเล็ก และน้ำส้มมีปริมาณกรดสูง แต่ที่ให้ผลตรงข้ามคือความหนาเปลือก ซึ่งจะเห็นว่า

ถ้าส้มได้รับไนโตรเจนมากในระยะพัฒนาผลจะทำให้เปลือกหนา ในขณะที่ได้รับฟอสฟอรัสมากเปลือกจะบาง

ส้มติดเปลือกกลุ่ม orange ต้องการโพแทสเซียมมากกว่าส้มเปลือกล่อน ส้มที่ขาดโพแทสเซียมจะให้ผลขนาดเล็ก มีปริมาณน้ำตาล (ของแข็งที่ละลายได้) และกรดต่ำ ดังนั้นส้มจะมีรสชาติจืด เช่นเดียวกับการขาดแมกนีเซียม(16) อย่างไรก็ตามในส้มบางชนิดเช่น กลุ่มส้มเกลี้ยง และเกรฟฟรุตการได้รับโพแทสเซียมในปริมาณมากทำให้ของแข็งที่ละลายได้ต่ำแต่ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น นั่นก็คือส้มมีรสเปรี้ยว สำหรับสมโชกุน จากการสังเกตของผู้ปลูกพบว่า การเพิ่มโพแทสเซียมทำให้สีน้ำส้มเข้ม และรสชาติเข้มข้นขึ้น ดังนั้นโพแทสเซียม นับว่ามีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายสารอาหารมายังผล แต่ส้มก็ต้องการได้รับธาตุอาหารที่เกี่ยวข้องกับการขยายขนาดผลโดยเฉพาะไนโตรเจนมาก่อนอย่างเหมาะสมด้วย นอกจากนี้แคลเซียมเป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ การฉีดพ่นแคลเซียมให้กับผลช่วยเพิ่มความแน่นเนื้อ และช่วยลดการแตกของผลได้ (25) และส้มที่ได้รับแคลเซียมที่เหมาะสมจะช่วยลดการเน่าของผลหลังจากการเก็บเกี่ยวได้อีกด้วย (18)

สำหรับหลักฐานเกี่ยวกับการขาดธาตุอาหารจุลภาคที่ส่งผลถึงคุณภาพผลผลิตมีน้อยมาก ยกเว้นโบรอนทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีธาตุเหล่านี้ปะปนอยู่ในปุ๋ยธาตุอาหารหลัก และปุ๋ยธาตุอาหารรอง และได้รับจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่เพื่อประสงค์จะปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดิน รวมทั้งในหลายๆ สวนเกษตรกรได้ทำการฉีดพ่นทางใบอยู่เสมอไม่ว่าพืชจะแสดงอาการขาดหรือไม่ก็ตาม ดังนั้น แนวทางในการจัดการธาตุอาหารเพื่อผลิตส้มที่มีคุณภาพควรคำนึงถึงปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารพืชไปกับผลผลิต โดยต้องชดเชยในส่วนที่สูญเสียไป สถานภาพธาตุอาหารในใบและในดิน ซึ่งสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งสังเกตอาการผิดปกติที่เกิดขึ้น โดยต้องระลึกอยู่เสมอว่า การที่พืชแสดงอาการขาด หมายความว่า พืชขาดธาตุชนิดนั้นๆ มานาน และค่อนข้างรุนแรงแล้ว และนอกจากนี้โดยทั่วไปการแสดงอาการขาดมักจะเกิดอาการพร้อมๆ กันหลายๆ ธาตุซึ่งยากต่อการวินิจฉัย

จากรายละเอียดในบทความนี้แสดงให้เห็นว่า ธาตุที่มีบทบาทมากต่อคุณภาพผลผลิตส้ม คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน สำหรับในส้มโชกุนพอจะประเมินได้ว่าน่าจะให้ผลในทำนองเดียวกัน จากการรวบรวมผลการศึกษาวิจัยพอจะสรุปได้ว่าไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียมนั้นถ้าส้มได้รับไม่เพียงพอจะทำให้มีขนาดผลเล็ก สำหรับไนโตรเจนถ้าส้มได้รับมากเกินไปก็จะทำให้ได้ผลขนาดเล็กเช่นเดียวกัน ทั้งไนโตรเจนและโพแทสเซียม ถ้าส้มได้รับในปริมาณมากทำให้ผลแก่ช้า ไนโตรเจนและแคลเซียมช่วยส่งเสริมคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว แคลเซียมในปริมาณที่เหมาะสมช่วยลดอาการผลแตก ทั้งฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม ถ้าส้มได้รับในปริมาณมากทำให้เปลือกบาง ในขณะที่ไนโตรเจนกลับทำให้เปลือกหนา โพแทสเซียมและแมกนีเซียม ถ้าส้มได้รับในปริมาณน้อยทำให้ของแข็งที่ละลาย และปริมาณกรดทั้งหมดต่ำ ส่วนฟอสฟอรัส ถ้าส้มได้รับในปริมาณน้อย ทำให้กรดทั้งหมดสูง สำหรับผลของไนโตรเจน และโพแทสเซียมต่อของแข็งที่ละลายและปริมาณกรดให้ผลค่อนข้างแตกต่างกันในส้มแต่ละชนิด ในส่วนของส้มโชกุนซึ่งเป็นส้มเปลือกล่อนก็ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม



ถ้าส้มได้รับโบรอนไม่เพียงพอทำให้ผลแข็ง น้ำส้มน้อย และอาจจะเกี่ยวกับอาการ ผลฟ่ามด้วย จะเห็นได้ว่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมีผลต่อรสชาติ และขนาดผลส่วนแคลเซียมและโบรอนมีผลต่อความแน่นเนื้อ หรือลักษณะทางกายภาพของเนื้อผล อย่างไรก็ตาม ธาตุอาหารจุลภาคอีกหลายชนิด ก็อาจมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน เพียงแต่ว่าผลการศึกษาที่ผ่านมาเน้นไปที่ธาตุอาหารจุลภาคค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในสภาพการผลิตทั่วๆ ไปไม่ค่อยมีการขาดแคลนธาตุเหล่านี้ นอกจากว่าเกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร อันเนื่องมาจากการจัดการดินที่ไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม ส้มแต่ละชนิด แต่ละสายพันธุ์ตอบสนองต่อระดับของธาตุอาหารแตกต่างกันจึงควรมีการศึกษาเฉพาะในแต่ละกลุ่มและแต่ละสภาพพื้นที่ รวมทั้งศึกษาสัดส่วนของธาตุต่างๆ ในพืชที่จะให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตดีเพื่อจะได้นำข้อมูลไปประยุกต์ใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม สำหรับสิ่งที่ควรพิจารณาเบื้องต้นในเรื่องของธาตุอาหารพืชเพื่อการจัดการส้มให้ได้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพคือ ต้องชดเชยปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตจัดการธาตุอาหารหรือให้ปุ๋ย โดยอาศัยผลจากการวิเคราะห์ใบและดิน รวมทั้งสังเกตจากอาการผิดปกติของพืช

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จำเป็น อ่อนทอง อาจารย์คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้คำแนะนำในการค้นรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ขอขอบคุณศาสตราจารย์ ดร.เวคิน นพนิตย์ ที่ช่วยวิจารณ์นิพนธ์ต้นฉบับ

เอกสารอ้างอิง

1. Mandarin Orange; Citrus reticulata. [cite 8/9/2005] Available from: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/mandarin_orange.html
2. _____.สถิติการปลูกไม้ผลยืนต้นปี 2544. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร. 2547.
3. ส้มโชกุนพืชเศรษฐกิจของจังหวัดยะลา. [cite12/6/2005] Available from: http://Yala.doae. go.th/data/chokun.htm
4. _____.ข้อมูลการเกษตรจังหวัดยะลาปี 2547/2548. สำนักงานเกษตรจังหวัดยะลา ฝ่ายยุทธศาสตร์ และสารสนเทศ. สำนักงานเกษตร จังหวัดยะลา, หน้า 17, 2548.
5. Davies,F.S.and Jackson,L.K: Plant Growth Regulators and Fruit Quality of Citrus [cite 25/1/2006] Available from: http://www.fcprae.ifas:ufl.edu
6. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. [cite 15/9/2006] Available from: http://www.yala. doae.go.th.
7. Koo, R.C.J. Fertilizer and Irrigation Effects on Fruit Quality. [cite 14/1/2006] Available from: http://www.fcprae.ifas:ufl.edu
8. Albrigo, L.G.: Stress Factors Affecting External Internal Quality of citrus fruit. [cite 14/1/2006]Available from: http://www.fcprae.ifas:ufl.edu

9. Quaggio, J.A., Mattos Jr. D., Cantarella, H., Almeida, E.L.E. and Cardoso, S.A.B.: Lemon Yield Fruit Quality Affected by NPK Fertilization. Scientia Horticulturae. 96:151-162, 2000.
10. Braydy, N. C. and Weil, R. R.: The Nature Properties of Soils. (13th ed.). Macmillan, New Jersey, 960 p., 2000.
11. รวี เสรฐภักดี: ส่วนต่าง ๆ และการจำแนกประเภทของส้มวิทยาการ ส้ม:ทางเลือกปัจจุบันสู่อนาคต. สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 54 หน้า, 2544.
12. Mandarin orange. [cite 26/1/2006] Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Mandarin_orange
13. เอกชัย พฤกษ์อำไพ และส่งสุข รัตนาภรณ: คู่มือส้มโชกุน. เพ็ท-แพล้นพับลิชิ่ง, กรุงเทพมหานคร. หน้า 10-12, 2547.
14. นันทรัตน์ ศุภกำเนิด: ปุ๋ยส้ม. สาระพืชสวน 9(6):4-6, 2547.
15. ยงยุทธ โอสถสภา: ธาตุอาหารพืช ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 424 หน้า, 2540.
16. Zekri, M and Obreza, T.: Plant Nutrients for Citrus Tree. [cite 1/6/2006] Available from: http://edisifas.ufl.edu/ss419
17. Ritenour, M.A., Wardowski W. F. and Tucker, D. P.: Effects of Water and Nutrients on the Postharvest Quality and Shelf Life of Citrus. [cite 31/3/2006] Available from: http://edis.ifas.edu/CH158
18. An International Information Center for Farmers in the Asia Pacific Region. Fertilizer Management for citrus Orchards. [cite 12/6/2005]. Available from: http://edis.ifas.edu
19. เปรมปรี ณ สงขลา: คู่มือการทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ. เคหะเกษตร, กรุงเทพมหานคร. หน้า 76-91, 2544.
20. He, Z. L., Calvert, D.V., Alva, A. K., Banks, D. J. and Li, Y. C. Threahold of Leaf Nitrogen for Optimum Fruit Production and Quality in Grapefruit. Soil Sci. Soc. Am.J. 67:583-588, 2003.
21. เกียรติรวี พันธ์ไชยศรี และตระกูลตันสุวรรณ: ผลของไนโตรเจนต่อคุณภาพมะนาว. วารสารเกษตร 17(2):136-146, 2544.
22. World Fertilizer Use Manual; Citrus(Citrus spp., ect) [cite 4/10/2005] Available from: http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/pubman/citrus.htm
23. อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์ ประยูร ดำรงรักษ์ และนชา วารี: พื้นที่ให้ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของส้มโชกุนที่ปลูกในจังหวัดยะลา ในรายงานการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 6 วันที่ 7-10 พศจิกายน 2549 ณ โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ (บทคัดย่อ). หน้า 214, 2549.
24. Quaggio, J.A., Mattos, J. R., Cantarella, H., Almeida, E. and Cardoso, S.: Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. Scientia Horticulturae 96:151-162, 2002.

25. Storey, R and Treeby, M. T.: Seasonal Changes in Nutrient Concentrations of Navel Orange Fruit. Scientia Horticulturae 84:67-82, 2000.
26. สายัณห์ สดุดี และระวี เจียรวิภา: การเกิดผลแตกของส้มโชกุน (*Citrus reticulata* cv. Shokun) ในภาคใต้ของประเทศไทย และการบรรเทา โดยการพ่นสารแคลเซียม และโบรอน. วารสารสงขลานครินทร์ 27(4):720-730, 2548.
27. Obreza, T. A., Alva, A.K. and Calvert, D.V.: Citrus Fertilizer Mannagement on Calcareous Soil. [cite 26/3/2546] Available from: http://edis.ifas.ufl.edu/Body.CH086
28. มัณฑนีย์ เศรษฐภักดี: คำอธิบายศัพท์ดินและปุ๋ย. คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ปทุมธานี. หน้า 52, 2546.
29. Suals, J. W.: Taxas Citrus and Subtropical Fruits:Nutrition and Fertilizer. [cite 26/3/2546] Available from: http://aggiehorticuture.tamu.edu.
30. University of Florida, IFAS Extension. Effect of Water the Postharvest Quality and Shelf Life of Citrus. [cite31/3/2006] Available from: http://edis.ufl.edu/CH158.