



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชสวน

พืชสวน

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของฤดูเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลและความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์
ขาวใหญ่

Effect of Harvesting Season on Fruit Quality and Fruit Nutrient Concentrations of
'Khao Yai' Pummelo

นามผู้วิจัย นายสุชะวัฒน์ ทองเหลียว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พล ภวภูตานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์วี เสฐฐักดิ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจู, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์กฤษณา กฤษณพุกต์, D.Agr.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของฤดูเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลและความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

Effect of Harvesting Season on Fruit Quality and Fruit Nutrient Concentrations of 'Khao Yai'

Pummelo

โดย

นายสุชะวัฒน์ ทองเหลียว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุขะวัฒน์ ทองเหลียว 2554: ผลของฤดูเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลและความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลพ ภาณุदानนท์, Ph.D. 141 หน้า

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม และเดือนเมษายนจากสวนและต้นเดียวกัน เป็นเวลา 2 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2551 โดยใช้สวนที่มีการจัดการดี 5 สวน ในอำเภอบางคนที และอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นตัวแทนในการศึกษา พบว่า ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมี ความสูง ความกว้างผล เส้นรอบวงผล น้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือกและเยื่อหุ้มกลีบ ความหนาเปลือก จำนวนผลที่เกิดอาการเนื่อขาวสารและระดับความรุนแรงของอาการ ค่าความสว่างและความเหลืองของสีเปลือก (L* และ b*) น้อยกว่า มีค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำคั้น สัดส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำคั้นต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น และคะแนนความชอบจากการชิมมากกว่าผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมทั้ง 2 ปี ดังนั้นส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนจึงมีคุณภาพโดยรวมดีกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม ผลส้มโอจากสวนในอำเภออัมพวา ซึ่งได้รับอิทธิพลของน้ำกร่อย มีคุณภาพไม่แตกต่างกับผลส้มโอจากสวนในอำเภอบางคนที ซึ่งไม่ได้รับอิทธิพลของน้ำกร่อย ส่วนการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอ เพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารจากดินที่ติดไปกับผลผลิต ในปี พ.ศ. 2551 พบว่า ผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่มีการสะสมธาตุโพแทสเซียม สูงที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ตามลำดับ ทุกๆ 1 กิโลกรัมผลสดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่สูญเสียออกไปจากแปลงปลูก 1.87, 0.26, 2.69, 1.11 และ 0.17 กรัม ตามลำดับ สำหรับรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน คือ 1.79, 0.27, 2.65, 1.10 และ 0.19 กรัม ตามลำดับ ดินในสวนส้มโอที่ศึกษามีระดับธาตุอาหารสูง ถึง สูงมาก โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ไม่พบความสัมพันธ์ หรือมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก ระหว่างระดับธาตุอาหารในดินกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบและปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

Sukhawat Tongleaw 2011: Effect of Harvesting Season on Fruit Quality and Fruit Nutrient Concentrations of 'Khao Yai' Pummelo. Master of Science (Agriculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Assistant Professor Lop Phavaphutanon, Ph.D. 141 pages.

Fruit quality of 'Khao Yai' pummelo harvested in January and April in two consecutive years of 2007 and 2008 from the same orchards and trees was compared. Fruits were obtained from 5 well managed orchards in Amphawa and Bangkhonthi Districts, Samut Songkhram Province. Fruit quality was different between harvesting seasons. Fruits harvested in April had less height, width, circumference, fruit weight, juice sac weight, peel and carpel membrane weight, peel thickness, number of fruit with granulation, level of granulation disorder, L* and b* values of peel, while their pulp percentage, total soluble solids, total soluble solid / titratable acidity ratio and preference scores were greater than those harvested in January in both years. Therefore, 'Khao Yai' pummelo fruits harvested in April had better overall quality than those harvested in January. Pummelo fruit quality from Amphawa district (brackish water zone) and Bangkhonthi district (brackish water free zone) was not different. Fruits harvested in January and April 2008 were analyzed for their mineral contents to estimate nutrient loss through crop removal. Nutrient contents in 'Khao Yai' pummelo fruits were ranked in the following order: potassium (K) > nitrogen (N) > calcium (Ca) > phosphorus (P) > magnesium (Mg). Nutrient loss through crop removal was 1.87 g N, 0.26 g P, 2.69 g K, 1.11 g Ca and 0.17 g Mg for every kilogram fruit fresh weight in January crop. In April crop, nutrient loss through crop removal was 1.79 g N, 0.27 g P, 2.65 g K, 1.11 g Ca and 0.19 g Mg for every kilogram fruit fresh weight. The representative orchards in this study had high to very high nutrient concentrations particularly P, K, Ca and Mg. Nutrient concentrations in soil and leaves and fruit nutrient content were poorly correlated or had no correlation.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลพ ภาณุตานนท์ ประธานกรรมการที่
ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. รวี เสฐฐภักดี กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัย
สิทธิ์ ทองจุก กรรมการที่ปรึกษาวิชาการ รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา กฤษณพุกต์ ประธานการ
สอบปากเปล่าชั้นสุดท้าย และรองศาสตราจารย์ ธีรพิสิษฐ์ พวงจิก ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณา
ให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอกราบ
ขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพืชสวนทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็น
ประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอขอบคุณภาควิชาพืชสวนที่อนุเคราะห์สถานที่ รวมทั้งเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ
ขอขอบคุณ คุณวันชัย คงงาม นักวิชาการเกษตร จังหวัดสมุทรสงคราม คุณถนอมจิต บุตรราช คุณ
พิจิตร บริบูรณ์ คุณยงยุทธ นวมสุวรรณ คุณธรรมรงค์ น้อยกาญจนะ และคุณทองย้อย ชุมเกษตร
เจ้าของสวนส้มโอ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้และขอขอบคุณเจ้าของตำรา
บทความ และผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าได้นำมาอ้างอิงไว้ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ อันก่อให้เกิด
ประโยชน์ในการศึกษา การทำวิจัย และการทำวิทยานิพนธ์แก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดี ขอขอบคุณ พี่ ๆ
เพื่อน ๆ น้อง ๆ เจ้าหน้าที่ภาควิชาพืชสวนทุกคน ที่คอยให้คำปรึกษา ให้การช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ
แก่ข้าพเจ้าด้วยดีมาตลอด และขอบคุณนางสาวเมทินี พลอยเปลี่ยนแสงที่ให้ความช่วยเหลือและเป็น
กำลังใจตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ และครอบครัวญาติพี่น้องที่คอยเป็นกำลังใจ ให้การ
ส่งเสริมสนับสนุน ให้โอกาส และทุนในการศึกษาแก่ข้าพเจ้าจนมีโอกาสศึกษาต่อในระดับปริญญา
โทจนสำเร็จการศึกษา สุดท้ายนี้ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้า
ขอมอบแต่ครอบครัวและคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และ
จริยธรรมอันดีงามแก่ข้าพเจ้า ท้ายที่สุดนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใดในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ข้าพเจ้า
ขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

สุขะวัฒน์ ทองเหลียว

เมษายน 2554

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	32
สรุป	91
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	93
ภาคผนวก	107
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	141

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตตอ้งุ่น ลองกอง และมะม่วง	21
2	ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตส้มโอ	22
3	รายละเอียดเกี่ยวกับอายุต้น ขนาดทรงพุ่ม การให้ปุ๋ย และการให้ผลผลิต	32
4	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) และปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในดินใต้ทรงพุ่มส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปี พ.ศ. 2550 (รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคม)	38
5	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) และปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในดินใต้ทรงพุ่มส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปี พ.ศ. 2550 (รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายน)	39
6	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) และปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในดินใต้ทรงพุ่มส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปี พ.ศ. 2551 (รุ่นเก็บเกี่ยวส้มโอเดือนมกราคม)	40
7	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) และปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในดินใต้ทรงพุ่มส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปี พ.ศ. 2551 (รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายน)	41
8	ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน ปี พ.ศ. 2551 จากชุดใบที่เก็บในเดือนมกราคม	43
9	ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน ปี พ.ศ. 2551 จากชุดใบที่เก็บในเดือนเมษายน	44
10	น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	47
12	สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	50
13	สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	51
14	สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	53
15	สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	54
16	ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และ สัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	56
17	ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และ สัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	57
18	คะแนนการชิมเนื้อส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 หลังฝังในห้องปฏิบัติการ 1 สัปดาห์ จากสวนส้มโอ 5 สวน ให้คะแนนโดยผู้ชิมจำนวน 10 คน	58
19	คะแนนการชิมเนื้อส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายนหลังฝังในห้องปฏิบัติการ 1 สัปดาห์จากสวนส้มโอ 5 สวน ปี พ.ศ. 2551 ให้คะแนนโดยผู้ชิมจำนวน 10 คน	59
20	จำนวนผลที่มีอาการเนื่อข้าวสารและระดับความรุนแรงของอาการเนื่อข้าวสารของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 และ 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม (กรัม) ที่สูญเสียจากดินไปกับผลผลิตส้มโอ 1 กิโลกรัม (เฉลี่ยจาก 5 สวน)	82
ตารางผนวกที่		
1	ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำในร่องสวนส้มโอพันธุ์ ขาวใหญ่ พ.ศ. 2550 จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต	115
2	ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำในร่องสวนส้มโอพันธุ์ ขาวใหญ่ พ.ศ. 2551 จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต	115
3	น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและ เดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	116
4	น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและ เดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	117
5	สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเยื่อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของ ผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	118
6	สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเยื่อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของ ผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	119
7	สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม และเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	120
8	สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม และเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	121
9	ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และสัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือน มกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
10	ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และสัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	123
11	น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	124
12	น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	125
13	สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	126
14	สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	127
15	สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	128
16	สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	129
17	ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และ สัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน	130
18	ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และ สัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน	131
19	ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เฉลี่ยจาก 5 สวน)	132

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
20	ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เฉลี่ยจาก 5 สวน)	132
21	การแปลผลการวิเคราะห์ดินทางเคมี เพื่อใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	133
22	ค่าแนะนำความเข้มข้นของธาตุอาหารในระดับที่เพียงพอของใบส้มโอ วิเคราะห์จากใบอายุ 3-5 เดือน จากกิ่งที่ไม่มีผลผลิตอยู่	137

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	น้ำหนักสดผล และส่วนต่างๆ (\pm SD) ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	66
2	น้ำหนักแห้งผล และส่วนต่างๆ (\pm SD) ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	67
3	ความชื้นภายในผล และส่วนต่างๆ (\pm SD) ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	67
4	ความเข้มข้นไนโตรเจน (\pm SD) ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	71
5	ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (\pm SD) ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	71
6	ความเข้มข้นโพแทสเซียม (\pm SD) ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	72
7	ความเข้มข้นแคลเซียม (\pm SD) ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	72
8	ความเข้มข้นแมกนีเซียม (\pm SD) ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	73
9	ปริมาณไนโตรเจน (\pm SD) ทั้งหมดในผลและส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	76
10	ปริมาณฟอสฟอรัส (\pm SD) ทั้งหมดในผลและส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	77
11	ปริมาณโพแทสเซียม (\pm SD) ทั้งหมดในผลและส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	77
12	ปริมาณแคลเซียม (\pm SD) ทั้งหมดในผลและส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	78
13	ปริมาณแมกนีเซียม (\pm SD) ทั้งหมดในผลและส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	78
14	ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (\pm SD) ทั้งหมดในผลของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่	79

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
1	อุณหภูมิอากาศช่วงการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จนถึงเก็บเกี่ยว ปี พ.ศ. 2549-2551	138
2	ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศช่วงการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จนถึงเก็บเกี่ยว ปี พ.ศ. 2549-2551	139
3	ปริมาณน้ำฝนช่วงการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จนถึงเก็บเกี่ยว ปี พ.ศ. 2549-2551	140

ผลของฤดูเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลและความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ ขาวใหญ่

Effect of Harvesting Season on Fruit Quality and Fruit Nutrient Concentrations of 'Khao Yai' Pummelo

คำนำ

ส้มโอเป็นไม้ผลเขตร้อนในตระกูลส้มชนิดหนึ่ง ที่มีขนาดผลใหญ่ที่สุด จัดได้ว่าเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและทำชื่อเสียงให้กับประเทศไทยมากกว่าส้มชนิดอื่นๆ (ไพโรจน์, 2546) เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งภายในและต่างประเทศ ดังจะเห็นได้จากการเป็นหนึ่งในผลไม้สด ที่ได้รับการคัดเลือกให้นักกีฬาจากทั่วโลกและประชาชนชาวจีนรับประทานในมหกรรมกีฬาโอลิมปิก ปีค.ศ. 2008 ณ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (กรกัญญา, 2551; ฝ่ายงานสื่อสารสังคม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2551) เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี มีรสหวานหรือหวานอมเปรี้ยวขึ้นอยู่กับพันธุ์ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น วิตามินซี แคลเซียม และฟอสฟอรัส เป็นต้น (กรกัญญา และคณะ, 2551) อีกทั้งมีเปลือกที่หนาสามารถเก็บรักษาได้นานและขนส่งได้ไกล ทำให้มีศักยภาพในการส่งออกสูง เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศอย่างมาก จึงได้รับความสนใจจากเกษตรกรและมีการขยายพื้นที่ปลูกออกไปอย่างกว้างขวาง เนื่องจากในอดีตส้มโอได้ถูกบรรจุไว้เป็นพืชหนึ่งในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525-2529) และ 6 (พ.ศ. 2530-2534) เพื่อตอบสนองการบริโภคภายในประเทศและการส่งออก (เปรมปรี, 2538) แนวโน้มการส่งออกในอนาคตจึงเพิ่มขึ้นทุกปี (ธวัช, 2532) โดยในปี พ.ศ. 2551 มีเนื้อที่ปลูกส้มโอที่ให้ผลผลิตมากถึง 203,123 ไร่ ได้ผลผลิตทั้งหมด 320,122 ตัน (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2551) มีการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศปีละ 11,218 ตัน หรือคิดเป็นมูลค่า 109 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2552) โดยมีทั้งตลาดในเอเชียคือ สาธารณรัฐประชาชนจีน ฮองกง สิงคโปร์ มาเลเซีย ส่วนยุโรป เช่น ยูเครน สหราชอาณาจักร เป็นต้น และเริ่มขยายไปทางตลาดตะวันออกกลาง เช่น บาห์เรน ซาอุดีอาระเบีย คูเวต และโอมาน เป็นต้น รวมถึงแคนาดา (กรกัญญา และคณะ, 2551)

ถึงแม้ว่าส้มโอจะได้รับความสนใจจากผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศมากขึ้น จนทำให้มีการขยายพื้นที่ผลิตออกไปอย่างกว้างขวางทั่วประเทศ ซึ่งส่งผลต่อปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้นติดตาม

มาจากเดิมที่แหล่งผลิตส้มโอที่มีชื่อเสียงในเรื่องของคุณภาพและรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ จะเป็นแหล่งปลูกทางภาคกลางในแถบแม่น้ำนครชัยศรีและลุ่มแม่น้ำแม่กลองเป็นส่วนใหญ่ แต่จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปี พ.ศ. 2551 กลับพบว่า สามารถส่งออกส้มโอได้เพียง 3.5 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมดที่ประเทศไทยผลิตได้ ส้มโอที่เหลือจึงใช้บริโภคในประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตที่มีคุณภาพมีจำนวนน้อย ขณะเดียวกันต้นทุนด้านปัจจัยการผลิต ได้แก่ ปุ๋ยและสารเคมี มีราคาสูงขึ้น ทั้งนี้ภาพรณ (2544) มีข้อมูลระบุว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตส้มโอเป็นต้นทุนเรื่องปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช รวมถึงการที่เดิมนั้นเกษตรกรมักได้รับคำแนะนำการใส่ปุ๋ยแบบกว้างๆ คล้ายๆ กันกับผลไม้ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็น ทูเรียน มังคุด ลำไย ส้มหรือลิ้นจี่และผลไม้อื่นๆ ซึ่งไม้ผลแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกันในด้านการเจริญเติบโตและความต้องการธาตุอาหาร เกษตรกรจึงมักแสวงหาความรู้ในการใส่ปุ๋ยเพิ่ม จากการสังเกตหรือทดลองในสวนตนเอง สวนของเพื่อนบ้าน หรือทดลองตามคำบอกเล่าของบริษัทปุ๋ยต่างๆ ที่ได้ผลบ้างไม่ได้ผลบ้าง โดยมีได้คำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่เดิมในดิน การใช้ปุ๋ยจึงไม่มีประสิทธิภาพ (ทัศนีย์, 2549) ทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายเกินความจำเป็น ต้นทุนการผลิตจึงสูง วิธีที่ดีที่สุดคือการนำเทคนิคการวิเคราะห์ดินและพีชมาเป็นเครื่องมือตัดสินใจในการใส่ปุ๋ย (สุมิตรา, 2545)

ส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ เป็นส้มโอพันธุ์หนึ่งที่มีการปลูกมากในพื้นที่ของจังหวัดสมุทรสงครามหรือลุ่มน้ำแม่กลอง เป็นพันธุ์ที่มีรสชาติหวาน อมเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อกรอบไม่และสามารถแกะเนื้อออกมาได้ง่าย ไม่มีเมล็ดหรือเมล็ดลีบ (สมชาย และ ทวีศักดิ์, 2531) ทั้งนี้รูปแบบการผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในจังหวัดสมุทรสงครามนั้น จะปล่อยให้ส้มโอออกดอกติดผลตามธรรมชาติตลอดทั้งปี ผลผลิตจึงมีหลายรุ่น (ส้มโอทะวาย) เนื่องจากมีช่วงแห้งแล้งสั้น ฝนและการรดน้ำทำให้ส้มทะยอยแตกใบอ่อนและออกดอกติดผลประปรายอยู่เสมอ ทำให้เกษตรกรมีรายได้ตลอดทั้งปี แต่กลับพบว่าคุณภาพของส้มโอในแต่ละรุ่นหรือแต่ละฤดูเก็บเกี่ยวนั้นไม่มีความสม่ำเสมอกัน โดยเฉพาะด้านรสชาติ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการจำหน่ายส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่อย่างมาก เนื่องจากทำให้ผู้บริโภคขาดความมั่นใจในคุณภาพส้มและไม่กล้าที่จะซื้อขายต่อไป เกษตรกรให้ความเห็นว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีคุณภาพดีออกกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวในช่วงอื่นๆ สำหรับส้มเขียวหวานในจังหวัดปทุมธานี พบว่ารุ่นที่เก็บช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) มีคุณภาพดีกว่าส้มที่เก็บเกี่ยวผ่านฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายน) (สายชล, 2531) แต่ในการศึกษานี้ใช้ผลส้มจากต่างสวนกันในแต่ละรุ่น จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในรอบปีนั้นมีผลต่อคุณภาพของส้ม อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีรายงานทางวิชาการยืนยันความแตกต่างด้านคุณภาพของส้มโอที่เก็บเกี่ยวต่างฤดู โดยเฉพาะจากสวนและต้นเดียวกัน

นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่ส่วนหนึ่งของแหล่งปลูกส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่นี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำกร่อย (อ.อัมพวา) และพื้นที่อีกส่วนไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำกร่อย (อ.บางคนที) โดยเกษตรกรจะปล่อยน้ำในร่องสวนให้ขุ่นลงตามการขุ่นลงของน้ำในแม่น้ำ และบางรายมักมีการใส่เกลือหรือซีแซดนาเกลือปีละครั้ง เนื่องจากเชื่อว่าจะทำให้ส้มโอมีคุณภาพดีขึ้น สิ่งเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อสมบัติดินแต่ละแห่งได้ ส่งผลให้คุณภาพของส้มโอเกิดความแปรปรวนและขาดความสม่ำเสมอขึ้น เพราะธาตุอาหารในดินเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตส้ม (Koo and Reese, 1977; Chapman, 1982) การวิเคราะห์ดินจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการตรวจสอบสมบัติดินในด้านต่างๆ ของสวนส้มโอ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาผลผลิตของพืช การมีสมบัติดินหรือธาตุอาหารที่เหมาะสมจะทำให้พืชเจริญเติบโตเป็นปกติ ผลผลิตดีทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ (สุมิตรา, 2545; จำเป็น และคณะ, 2549)

ในรอบปีของการผลิตส้มโอมีการสูญเสียธาตุอาหารออกไปจากดิน เนื่องจากการชะล้าง การกร่อน ดินไปกับกิ่งใบที่ตัดแต่งและดินไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยว ยังมีการไถผลหลายรอบบนดินก็จะมี การสูญเสียธาตุอาหารออกไปตลอดเวลา จึงควรมีการใส่ปุ๋ยหรือเพิ่มเติมธาตุอาหารในดินปลูกส้มโอในอัตราที่ไม่น้อยกว่าอัตราการสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต เพื่อรักษาระดับธาตุอาหารให้เพียงพอกับความต้องการ (จำเป็น และคณะ, 2546; จงรักษ์ และคณะ, 2549) แต่ทั้งนี้ จำเป็นต้องทราบความต้องการหรือปริมาณธาตุอาหารในผลเสียก่อน ซึ่งได้มีการศึกษาไปบ้างแล้วในส้มโอพันธุ์ทองดี (จงรักษ์ และคณะ, 2549; ปิยนาด, 2550) ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (คมจันทร์, 2548; จงรักษ์ และคณะ, 2549; ปิยนาด, 2550; นพพร, 2552) สำหรับส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่นั้นในเรื่องการสะสมธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของผลและการประเมินการสูญเสียธาตุอาหารออกไปจากดินในรูปของผลผลิต รวมถึงความสัมพันธ์ของธาตุอาหารในผลกับลักษณะคุณภาพส้มโอยังไม่มีรายงานไว้ จึงได้ทำการศึกษาขึ้นในครั้งนี้อย่างได้ติดตามคุณภาพของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ 2 รุ่นต่างฤดูเก็บเกี่ยว สมบัติดิน รวมถึงปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียออกไปจากดินในรูปของผลผลิต จากสวนเดิม ต้นเดิม เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 2 ปี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 2 ฤดูเก็บเกี่ยว (รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคม และเดือนเมษายน)
2. เพื่อศึกษาระดับธาตุอาหารไนโบและสมบัติดินในแหล่งปลูกส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ในช่วงผลพร้อมเก็บเกี่ยว
3. เพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารในดินที่ติดไปกับผลผลิตของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติต่างๆ ของดินในแหล่งปลูกกับธาตุอาหารไนโบและในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

การตรวจเอกสาร

ส้มโอมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus maxima* (Burm.) Merrill หรือ *C. grandis* (L.) Osbeck คำว่า Citrus เป็นภาษาลาติน (ภาษากรีกเรียก kitron) แปลว่า “ต้นส้ม” ส่วนคำว่า Maxima มาจากคำว่า Maxime แปลว่า “ใหญ่ที่สุด” คำว่า Grandis ก็แปลว่า “ใหญ่” เช่นกัน ที่ไทยภาคกลางเรียกว่า “ส้มโอ” ก็น่าจะหมายถึง ส้มโอผลใหญ่เท่าขัน (ขันโอ) นั่นเอง (ไพโรจน์, 2546) เป็นพืชตระกูลส้มในวงศ์ Rutaceae มีชื่อสามัญว่า pummelo, shaddock ซึ่งเป็นชื่อที่แผลงมาจากชื่อส้มโอในภาษาดัชท์ว่า “pummelose” ประเทศในกลุ่มอินเดียตะวันตกนิยมเรียกส้มโอว่า shaddock ตามชื่อของ Captain Thomas Shaddock ซึ่งเป็นผู้ว่าราชการของเกาะโซเมอร์ ระหว่างปี ค.ศ. 1637-1641 และเป็นผู้นำส้มโอเข้าไปยังหมู่เกาะอินเดียตะวันตก (รวี, 2523) ส้มโอเชื่อกันว่ามีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ทางหมู่เกาะมลายูและหมู่เกาะโปลินีเซีย บริเวณแถบเอเชียอาคเนย์ ได้แก่ ประเทศไทย และมาเลเซีย ต่อมาได้ขยายไปตามเขตต่างๆ ตามหมู่เกาะมลายู หมู่เกาะอินเดียตะวันตก จีนตอนใต้ ญี่ปุ่นตอนใต้ ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย อิหร่าน ปาเลสไตน์ และสหรัฐอเมริกา (รวี, 2523; เปรมปรี, 2538) สำหรับส้มโอในประเทศไทย หลวงบูรศบารุงการ (2506) สันนิษฐานการเข้ามาของส้มโอภายในประเทศได้ 3 ทางคือ

1. โดยทางบก จากดินแดนจีนตอนใต้ โดยพวกไทยน้อย ซึ่งเป็นบรรพบุรุษของเราเมื่ออพยพลงมาทางใต้จนเข้ามาตั้งถิ่นฐานอยู่ในอาณาจักรไทยปัจจุบันนี้ (พ.ศ. 1650-1850) คงจะได้นำเอาพืชผลและสัตว์เลี้ยงต่างๆ รวมทั้งพวกส้มชนิดต่างๆ ดัดขบจนมาด้วย เพราะมีหลักฐานว่า ขณะที่ชนชาติไทยยังมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีนนั้น การปลูกส้มในประเทศจีนได้เจริญมามากแล้ว

2. โดยทางทะเล จากหมู่เกาะมลายู ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นถิ่นฐานของส้มโอและจากประวัติศาสตร์เราทราบว่า ดินแดนทางปักษ์ใต้ของประเทศไทยเคยเป็นเมืองขึ้นของประเทศชวา (อาณาจักรศรีวิชัย พ.ศ. 1214-1920) มาก่อน จึงอาจกล่าวได้ว่าส้มโอนำมาปลูกทางใต้ของประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันเราพบว่ามีส้มโอพื้นเมืองปลูกมากทางจังหวัดชายทะเลภาคใต้ เช่น ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ที่เรียกว่า พันธุ์ปัตตาเวีย เป็นต้น

3. โดยทางทะเล แต่มาจากทางประเทศจีน หรือแคว้นตังเกี๋ย ในต้นสมัยกรุงธนบุรีหรือต้นกรุงรัตนโกสินทร์ ชาวจีนเหล่านี้มาจากจีนตอนใต้จึงนำส้มมาปลูก ต่อมาเมื่อส้มเหล่านี้ปลูกนานเข้าจึงปรับตัวได้พันธุ์ที่เหมาะสมกับดินฟ้าอากาศของประเทศไทย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของส้มโอ

ส้มโอเป็นผลไม้ยืนต้นขนาดกลางมีความสูงประมาณ 6-8 เมตร แต่ถ้าอยู่ในที่เหมาะสมและมีอายุมากอาจสูงถึง 15 เมตร ทรงต้นโปร่ง ลำต้นใหญ่ กิ่งก้านสาขาที่แตกจะแผ่เป็นพุ่มแผ่รัศมีประมาณ 3-4 เมตร ลักษณะของกิ่งอ่อนจะคลุมด้วยขนสั้นๆ มีหนามสั้นและมีน้อย ใบหนาใหญ่เป็นมัน รูปร่างเป็นรูปโล่หรือรูปไข่ยาว (ovate-oblong) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเรียกตัวใบ (leaf) ส่วนที่สองเรียก หูใบ (wing) ซึ่งเป็นส่วนของก้านใบ บริเวณส่วนขอบใบเป็นหยัก ใบแก่มีสีเขียว เส้นใบนูนเห็นชัดเจน ดอกออกปลายกิ่งบริเวณซอกใบ (auxillary raceme) จำนวน 10-20 ดอก บางครั้งออกเป็นดอกเดี่ยวๆ ก้านดอกยาว แต่ละดอกมีขนาดใหญ่ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ดอกประกอบด้วยชั้นกลีบเลี้ยงอยู่นอกสุดมีสีเขียวอ่อนสั้นๆ เชื่อมติดกัน ถัดเข้ามาเป็นกลีบดอกสีขาว ก้านดอกยาว มีต่อมน้ำมันที่กลีบดอกต่อมาภายในเป็นชั้นเกสรตัวผู้มี 16-26 อัน ล้อมรอบรังไข่รูปกลมสีเขียวอ่อน ก้านเกสรตัวเมียยาวใหญ่ ปลายกลม เมื่อดอกบานมีกลิ่นหอม (รวี, 2523; สถาบันวิจัยพืชสวน, 2541)

ผลส้มจัดเป็นผลแบบ berry ชนิด hesperidium ซึ่งเจริญมาจากส่วนของ ovary โดยตรง มีจำนวนประมาณ 10 carpel (กลีบ) เชื่อมติดกันเป็นวงกลมล้อมรอบแกนกลาง (central axis) ส่วนของผนังรังไข่จะเปลี่ยนไปเป็น pericarp ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 ชั้น คือ exocarp มีชื่อเรียกพิเศษว่า flavedo มี oil gland อยู่เป็นจำนวนมาก mesocarp มีชื่อเรียกพิเศษว่า albedo และ endocarp จัดเป็นชั้นในสุดของ pericarp คือ carpel membrane ของกลีบผล เซลล์ผนังด้านในของชั้นนี้เป็นจุดกำเนิดของถุงน้ำหวาน (juice sac primordial) (มงคล, 2535) เมื่อมีการพัฒนาของผล จะมีการแบ่งเซลล์และขยายตัวออกกลายเป็น juice sac (ถุง) ทำหน้าที่เก็บสะสมน้ำตาล และสารต่าง ๆ (รวี, 2540) เป็นส่วนที่เรารับประทานกัน มีลักษณะเป็นถุงยาวคล้ายกระบอง เซลล์ของ juice sac เป็นเซลล์ผนังเพราะซึ่งเปลี่ยนแปลงมาจากเซลล์ endocarp เจริญเข้าสู่ locule มีสีแตกต่างกันไปตามลักษณะประจำพันธุ์ส้มโอ (วิจิตร, 2526)

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลส้มโอ

เขารัตน์ (2545) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ตั้งแต่อายุ 1-35 สัปดาห์หลังดอกบาน พบว่า มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ความสูง และความกว้างของผลเป็นแบบ simple sigmoid curve เช่นเดียวกับการศึกษาในมะนาว (ดวงพร, 2542) ส้ม satsuma (มณฑิรา, 2545; มณฑิรา และคณะ, 2546) ส้มเขียวหวานและส้มตรา (มนตรี, 2527)

สามารถแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ช่วงที่ 1 ผลอายุ 1-5 สัปดาห์หลังดอกบาน น้ำหนักผลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ซึ่งตรงกับช่วงการแบ่งเซลล์ เพื่อสร้างส่วนต่างๆ ภายในผล ช่วงที่ 2 ผลอายุ 5-25 สัปดาห์ น้ำหนักผลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ระยะนี้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ใกล้เคียงกับการศึกษาของ คม จันทร (2548) ที่พบว่า ผลส้มโอมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะ 4-20 สัปดาห์หลังติดผล เนื่องจากเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น juice sac, flavedo และ albedo และเกิดการขยายขนาดของเซลล์ ทำให้ผลมีขนาดเพิ่มขึ้น ในช่วง 14 สัปดาห์แรก ผลมีสีเขียวเข้ม ผิวผลมีขนละเอียดปกคลุมและหายไปเมื่อผลอายุ 15 สัปดาห์ และช่วงที่ 3 ผลมีอายุ 25 สัปดาห์ขึ้นไป น้ำหนักผลมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คิดเป็นน้ำหนักสดประมาณ 4-6 เท่าของน้ำหนักแห้ง (คมจันทร, 2548) หรือมีสัดส่วนของเนื้อประมาณ 60% โดยน้ำหนักของส้มโอดังกล่าว (เบญจมาศ และคณะ, 2551) ผลช่วงนี้มีการเปลี่ยนแปลงด้านองค์ประกอบทางเคมีภายในผลและคุณภาพของผล เช่น สีผิวสีเขียวของเปลือกเริ่มลดลง และเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นตั้งแต่อายุผล 26 สัปดาห์เป็นต้นไป ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้น (total soluble solids; TSS) เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนค่อนข้างคงที่ เมื่อผลอายุ 28 สัปดาห์ โดยอยู่ในช่วงระหว่าง 10-11 องศาบริกซ์ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (titratable acidity; TA) ลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 26 เป็นต้นไป ทำให้อัตราส่วนของ TSS/TA เพิ่มขึ้นตามการลดลงของ TA และอายุผล เช่นเดียวกับส้มโชกุน (นันทรัตน์, 2546) และส้มโอฟันรุทองดี (เบญจมาศ และคณะ, 2551) ที่พบว่า ความหวานของส้มจะมากขึ้น แต่ปริมาณกรดจะลดลงเมื่อผลส้มมีอายุมากขึ้น ดังนั้นสามารถเก็บเกี่ยวได้ในช่วงที่ผลมีอายุ 26 สัปดาห์ เป็นต้นไปแต่ไม่ควรเกิน 31 สัปดาห์ (เขาวรัตน์, 2545) ส้มโอดังกล่าวจัดเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric โดยหลังจากมีการเจริญเติบโตของผลแก่เต็มที่แล้ว จะเข้าสู่ระยะชราภาพ โดยไม่มีกระบวนการสุก ไม่มีขั้นตอนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นของก๊าซเอทิลีนที่ผลิตได้ในผล จึงต้องเก็บเกี่ยวในช่วงที่มีรสชาติดีที่สุด (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2541)

แหล่งปลูกส้มโอในปัจจุบัน

แหล่งปลูกส้มโอที่มีชื่อเสียงของโลกคือ ไทยและจีนตอนใต้รวมทั้งไต้หวัน ส้มโอเป็นที่รู้จักกันดีในมาเลเซีย อินโดนีเซีย พม่า ฟิลิปปินส์ อินเดียและหมู่เกาะอินเดียตะวันตก ซึ่งพื้นที่ปลูกมีอยู่ทั่วโลก แต่เป็นแหล่งปลูกขนาดเล็ก เมื่อเปรียบเทียบกับส้มชนิดอื่นๆ (Martin and Cooper, 1977) แหล่งผลิตส้มโอของไทยนั้นกระจายอยู่ทั่วทุกภาค ซึ่งแหล่งปลูกเดิมนั้นอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำภาคกลาง บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนใต้ (เปรมปรี, 2538; กรกัญญา และคณะ, 2551) หรือเขตบางกอก (กรุงเทพฯ และธนบุรี) ต่อมาจึงแพร่หลายไปยังจังหวัดอื่นๆ ในภาคกลางทั่วไป (จุฑามาศ,

2547) โดยแหล่งปลูกที่สำคัญในปัจจุบัน (เปรมปรี, 2538; สถาบันวิจัยพืชสวน, 2541; กรกัญญา และคณะ, 2551) ได้แก่

ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร สมุทรสงคราม สุพรรณบุรี ปทุมธานี
สิงห์บุรี ปราจีนบุรี นครนายกและชัยนาท
ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ พิจิตร อุตรดิตถ์ เชียงราย อุทัยธานี พิชณุโลก
เพชรบูรณ์ น่านและลำปาง
ภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี และราชบุรี
ภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ตรัง ชุมพร สงขลา ระนอง และ
ปัตตานี
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดชัยภูมิ อุบลราชธานี เลย หนองคาย และ
นครพนม

แหล่งผลิต แหล่งกำเนิด และลักษณะของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

จากรายงานพื้นที่ปลูกส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ของกรมส่งเสริมการเกษตรพบว่า เป็นส้มโอพันธุ์ที่มีปลูกมากในจังหวัดสมุทรสงคราม ราชบุรี ลำปาง และกาญจนบุรี (กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) เข้าใจว่าเป็นพันธุ์ที่กำเนิดมาจากเมล็ดส้มโอพันธุ์ปัตตาเวียหรืออาจมาจากส้มโอในประเทศจีน แต่ก็ยังไม่มีผู้ยืนยันที่แน่นอน (เปรมปรี, 2538) ส้มโอในกลุ่มสายพันธุ์นี้ที่มีชื่อเป็นที่รู้จัก ได้แก่พันธุ์ขาวแตงกวา ปลูกมากที่จังหวัดชัยนาท พันธุ์ขาวหอมและพันธุ์ดำเนินเบอร์หนึ่ง เป็นต้น

ลักษณะของผลโดยทั่วไปมีน้ำหนักต่อผลประมาณ 1,200 – 2,300 กรัม มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณกลางผล 14 - 19 เซนติเมตร เส้นรอบวงด้านกว้างบริเวณกลางผล 45-60 เซนติเมตร ทรงผลกลมสูง ท้ายเรียบ ผิวเรียบ สีเขียวอมเหลือง ต่อม้ำมันละเอียดเปลือกค่อนข้างหนาประมาณ 1.5 - 2 เซนติเมตร เปลือกชั้นในเป็นสีขาว (เกียรติเกษตร และคณะ, 2530) น้ำหนักเปลือก 369-790 กรัม มีจำนวนกลีบในแต่ละผลประมาณ 12-16 กลีบต่อผล น้ำหนักเนื้อ 786 - 1,090 กรัม ผนังกลีบและเนื้อเป็นสีขาว กิ่งสีขาวอมเหลือง จนถึงสีน้ำตาลอ่อนชมพูเล็กน้อย ขนาดค่อนข้างใหญ่ เกาะตัวกันแน่นไม่หลุดร่วงง่าย มีน้ำมากแต่ไม่แฉะ เนื้อค่อนข้างแข็ง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้น (TSS) 9.1 องศาบริกซ์ มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA)

0.76 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วน TSS/TA เท่ากับ 11.92 รสชาติอร่อย รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มีกลิ่นเฉพาะตัว (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2541; เขาวรัตน์, 2545)

บทบาทของฤดูเก็บเกี่ยวต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของส้ม

ในรอบปีประเทศไทยมีฤดูกาลทั่วไปอยู่ 3 ฤดู คือฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ใน 3 ฤดูนี้ ฤดูฝนนับว่าเป็นฤดูที่มีระยะเวลาสั้นกว่าฤดูอื่น โดยมีช่วงฝนประมาณ 5-6 เดือน ส่วนฤดูหนาว และฤดูร้อนมีระยะเวลาสั้น ประมาณฤดูละ 3 เดือน เป็นฤดูที่มีฝนตกน้อยและเนื่องจากเป็นระยะเวลาที่ต่อเนื่องกันไปรวม 6 เดือนจึงทำให้เห็นความแห้งแล้งชัดเจนมาก ซึ่งมีผลต่อการเพาะปลูกพืชอย่างมาก (ณัฐ, 2546) ดังนั้นจึงต้องมีการเลือกช่วงการผลิตที่เหมาะสมกับสภาพอากาศรอบปี เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี สำหรับส้มหรือส้มโอนั้นในการผลิตโดยทั่วไปมักจะผลิตปีละครั้งหรือรุ่นเดียว โดยเฉพาะในต่างประเทศในเขตที่มีอากาศแบบกึ่งเขตร้อน (subtropical climate) จะมีช่วงฤดูหนาวที่ยาวนานและมีอุณหภูมิต่ำ ช่วงนี้ต้นส้มจะมีการพักตัว เมื่อถึงช่วงฤดูใบไม้ผลิส้มมีการออกดอก จนติดผลพัฒนาไปจนสุกแก่ หากเก็บเกี่ยวช้าหรืออากาศเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ฤดูหนาวเร็วและมีอุณหภูมิต่ำ ก็ทำให้เกิดน้ำแข็งทำลายผลได้ ซึ่งถ้าอยู่ในสภาพนี้เป็นเวลานานจะทำให้ต้นตาย (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996) จึงเป็นข้อจำกัดในการผลิตทำให้ผลผลิตเสียหายและคุณภาพต่ำได้ สำหรับในประเทศไทยที่มีภูมิอากาศแบบเขตร้อน (tropical climate) แม้จะมีฤดูหนาวแต่ก็ไม่ยาวนานพอและอุณหภูมิไม่ต่ำมากนัก จึงทำให้ส้มออกดอก ติดผล สามารถผลิตส้มหรือส้มโอได้ตลอดทั้งปี (รวี, 2523) เนื่องจากไม่มีช่วงการพักตัวก่อนออกดอกเหมือนลิ้นจี่หรือลำไย ทำให้ส้มมีการแตกใบใหม่ทุก 2-3 เดือน (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2548)

สำหรับส้มโอที่ปลูกในภาคกลางโดยทั่วไป จะเริ่มออกดอกในระหว่างเดือนพฤศจิกายน จนถึงเดือนมีนาคม โดยเฉพาะเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์จะออกดอกมากที่สุด เรียกว่าส้มปี และจะเก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคมและกันยายน ซึ่งเป็นฤดูที่ส้มแก่มากที่สุด กิ่งที่ไม่ออกดอกในช่วงนี้จะทยอยออกดอกและติดผลในภายหลัง (นันทรัตน์, 2546) ส่วนดอกในเดือนอื่นๆ คือส้มทะวาย จะทยอยแก่ เก็บเกี่ยวผลผลิตไปเรื่อยๆ ทำให้มีรายได้ตลอดปี แต่อาจไม่สะดวกในการปฏิบัติงานเนื่องจากมีส้มหลายรุ่นหลายขนาดอยู่บนต้นเดียวกัน (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2541) ทำให้ผลส้มโอเจริญเติบโตและมีการพัฒนาของผลในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง ฯลฯ หรือแม้แต่การบังคับให้ส้มโอออกดอก และให้ผลผลิตในช่วงที่เราต้องการก็ตาม สภาพแวดล้อมหรือสภาพอากาศช่วงการเจริญเติบโตของผลที่ต่างกันเหล่านี้ก็มีผลต่อการ

เจริญเติบโตและคุณภาพของผลส้มด้วย (นันทรัตน์ และคณะ, 2548; Nauer *et al.*, 1974; Koch, 1984; Dasberg, 1988; Chen, 1990; Davies and Albrigo, 1994)

มีหลายรายงานการศึกษา พบว่า การเก็บเกี่ยวส้มในฤดูกาลที่แตกต่างกัน มีผลทำให้คุณภาพส้มที่ได้แตกต่างกัน ดังเช่นในรายงานของ สายชล (2531) ซึ่งได้ทำการศึกษาคุณภาพของส้มเขียวหวานจากแหล่งปลูกต่างๆ ในจังหวัดปทุมธานี พบว่า การเก็บเกี่ยวส้มเขียวหวานในช่วงเวลาหรือฤดูเก็บเกี่ยวที่ต่างกันทำให้ TSS ต่างกัน โดยส้มที่เก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน (ช่วงช่วงฤดูฝน) มี TSS ต่ำกว่า (ประมาณ 9 องศาบริกซ์) ส้มที่เก็บเกี่ยวเดือนมีนาคม (ช่วงฤดูแล้ง) ถึงประมาณ 3 บริกซ์ ซึ่ง Spiegel-Roy and Goldschmidt (1996) กล่าวว่า ผลที่พัฒนาในที่ร้อนหรือสภาพอากาศเขตร้อนมีแนวโน้มมีค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (TSS) สูง และถ้าผลส้มที่มีการเจริญเติบโตระยะแรกในช่วงที่อุณหภูมิสูง จะมีการสะสมน้ำตาลในผลอ่อนมากกว่าผลส้มในสวนที่มีการเจริญเติบโตระยะแรกในช่วงที่อุณหภูมิต่ำ (Richardson *et al.*, 1997) Kimball (1984) รายงานว่า อุณหภูมิที่ส้มได้รับในช่วงที่ผลเจริญเติบโตนั้นมีผลต่อการสุกแก่และคุณภาพของส้ม Navel และ Valencia ในภายหลัง ทั้งนี้เนื่องมาจากการสะสมความร้อนของส้มในระหว่างเจริญเติบโต โดยพบว่า เมื่อส้มมีความร้อนสะสมเพิ่มมากขึ้นปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มสูงขึ้นและกรดลดลง ส่งผลให้สัดส่วนน้ำตาล/กรด สูงขึ้น และ Koch (1984) ยังพบอีกว่า ส้มที่อยู่ในพื้นที่ชื้น มีอากาศอบอุ่นในเวลากลางวัน ระดับน้ำตาลของส้มจะสูงและมีกรดต่ำ ในทางตรงกันข้าม หากส้มอยู่ในพื้นที่อากาศแห้งและเย็นในเวลากลางวันระดับน้ำตาลจะต่ำและปริมาณกรดสูง นันทรัตน์ (2547) พบว่า คุณภาพของผลส้มสายน้ำผึ้งหรือส้มโชกุนของชาวสวนที่เก็บเกี่ยวแต่ละรุ่นมีความแตกต่างกัน โดยให้เหตุผลว่าสาเหตุน่าจะมาจากปริมาณฝนที่ตกลงมาช่วงก่อนที่ส้มจะแก่ โดยจากการเปรียบเทียบคุณภาพส้มที่เก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคม (ช่วงแล้ง) กับคุณภาพส้มที่เก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคม (ช่วงฝน) มีคุณภาพที่เปลี่ยนไปอย่างเห็นได้ชัด คือ น้ำหนักหรือผลส้มที่เก็บในช่วงแล้งและอากาศไม่ร้อนมากจะมีขนาดเล็ก แต่มีปริมาณน้ำตาลและกรดสูง ส่วนส้มที่เก็บในช่วงที่มีฝนและอากาศร้อนจะมีน้ำหนักมากและมีขนาดใหญ่แต่มีปริมาณน้ำตาลและกรดต่ำ

สำหรับการศึกษาในส้มโอ ดวงพร และคณะ (2532) ได้เคยรายงานไว้ว่า โดยทั่วไปส้มโอที่ปลูกในประเทศไทยจะออกดอกปีละ 2 ครั้ง ครั้งแรกระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 ในเดือนสิงหาคม-ตุลาคม จะเจริญเติบโตนับจากช่วงออกดอกติดผล ถึงผลแก่เก็บเกี่ยวได้ใช้เวลา 7-8 เดือน ส้มโอที่ออกดอกชุดแรกจะเจริญเติบโตผ่านช่วงฤดูแล้งและเก็บเกี่ยวในช่วงปลายฝน ในเดือนสิงหาคม-กันยายน ส่วนส้มโอชุดที่สอง จะเจริญเติบโตผ่านช่วงฤดูหนาวและเก็บเกี่ยวในช่วงแล้งระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม ซึ่งคุณภาพส้มโอ 2 ฤดูนี้แตกต่างกัน โดยส้มชุดหลังจะมี

รสชาติเข้มข้นกว่า เพราะมีปริมาณกรดและน้ำตาลสูงกว่า เนื่องจากน้ำในผลน้อย มีเปอร์เซ็นต์เนื้อผลสูงกว่า เปอร์เซ็นต์การเกิดอาการข้าวสารหรือฟ้ามต่ำกว่า และถ้าผลส้มโอมีการพัฒนาในช่วงฤดูหนาว ซึ่งมีอากาศเย็น (เดือนธันวาคม-มกราคม) จะทำให้สีผิวเปลือกเป็นสีเหลือง เนื่องจาก มีค่าความสว่าง (L^*) และมีสีเหลือง (b^*) มากขึ้น (คมจันทร์, 2548)

ถึงแม้รายงานการศึกษาเหล่านี้จะได้กล่าวถึงอิทธิพลของฤดูเก็บเกี่ยวที่มีสภาพแวดล้อมในแต่ละฤดูที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพส้มได้ แต่การศึกษาเหล่านี้ สัมในแต่ละฤดูเก็บเกี่ยว ไม่ได้มาจากสวนหรือต้นเดียวกัน มักจะซื้อหรือเก็บมาศึกษาในด้านอื่นๆ แล้วพบความแตกต่างของคุณภาพในแต่ละฤดูเก็บเกี่ยว ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการทดลองหรือไม่ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแต่ละฤดูโดยตรงในงานที่ศึกษา แต่ให้เป็นข้อสังเกตถึงความผันแปรของคุณภาพส้มแต่ละฤดูไว้ ดังนั้นอาจมีอิทธิพลด้านอื่นๆ มาเกี่ยวข้องได้ เช่น การให้ปุ๋ย น้ำ รวมถึงสารเคมีเกษตรต่างๆ เป็นต้น

หน้าที่และบทบาทของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลส้ม

ส้มโอจะเจริญเติบโต จนออกดอกให้ผลผลิตได้นั้น ล้วนต้องใช้อาหาร (nutrient) จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปใช้ในการสังเคราะห์องค์ประกอบของเซลล์และสารที่ให้พลังงาน ซึ่งเป็นอนินทรีย์สาร ประกอบด้วยธาตุต่างๆ สารเหล่านี้มาจากอากาศ น้ำและดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) โดยดินมีอิทธิพลอย่างมากต่อความสมบูรณ์ของต้นส้ม ผลผลิตและคุณภาพของส้ม (Alva and Tucker, 1999) เนื่องจากเป็นแหล่งกักเก็บน้ำและธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตต่อไป ทั้งนี้ธาตุอาหารอีกส่วนหนึ่งนั้น ได้จากการใส่ปุ๋ยลงไปดินหรือพ่นให้ทางใบ ซึ่ง Calvert และ Reitz (1963) พบว่า การให้ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมสามารถเพิ่มธาตุอาหารลงไปในดินและเมื่อพืชนำไปใช้ ทำให้ธาตุอาหารในใบสูงขึ้นได้และต้นส้มให้ผลผลิตมากขึ้น และคุณภาพส้มดีขึ้น โดยจะไปเพิ่มปริมาณน้ำคั้น น้ำตาลและเปอร์เซ็นต์กรดให้สูงขึ้นได้ ธาตุอาหารที่สำคัญและส้มโอต้องการมากกว่าธาตุอื่นได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg)

ไนโตรเจน

ธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของโครงสร้างหลายชนิด เป็นสารประกอบทางพันธุกรรมและเมตาบอลิซึมในเซลล์พืช เป็นองค์ประกอบหลักของคลอโรฟิลล์ เพื่อผลิตน้ำตาล

จากน้ำ และ CO₂ (ยงยุทธ, 2546) เป็นโครงสร้างของโปรตีน จำเป็นสำหรับการแบ่งขยายตัวของส่วนต่างๆ เช่น ยอด ใบ กิ่ง เป็นต้น (เปรมปรี, 2538) ทำหน้าที่เป็นหน่วยโครงสร้างในเซลล์พืชหรือเป็นเอนไซม์ทำให้เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีซึ่งเป็นพื้นฐานของชีวิต เป็นองค์ประกอบของสารประกอบที่ทำหน้าที่โยกย้ายพลังงาน เช่น ATP (adenosine triphosphate) ซึ่งจะยอมให้เซลล์เก็บรักษาและใช้ประโยชน์จากพลังงานที่ปล่อยออกมาในกระบวนการเมแทบอลิซึม รวมถึงการเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดนิวคลีอิก เช่น DNA (deoxyribonucleic acid) ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมที่ควบคุมการเจริญเติบโตและออกดอกติดผล (วิจิตร, 2552)

ยงยุทธ (2540) กล่าวว่า ไนโตรเจนจะช่วยเพิ่มจำนวนผลมากกว่าการเพิ่มขนาดผล ซึ่งหากใช้อัตราปุ๋ยที่สูงจะเหมาะสำหรับการผลิตเพื่อส่งโรงงาน เนื่องจากจะให้ผลผลิตในรูปของน้ำส้มและของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูง ขณะเดียวกันสีของส้มจะเข้มขึ้น แต่ผลจะมีขนาดเล็ก (Reitz and Koo, 1959) และเปลือกบาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Singh and Singh (1984) ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้น สามารถลดความหนาเปลือก น้ำคั้น และ ปริมาณกรดแอสคอร์บิก ส่วนของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดเพิ่มขึ้น แต่ถ้าไนโตรเจนสูงมากเกินไป จะทำให้เปลือกหนาขึ้น (Reuther and Smith, 1951; Dasberg *et al*, 1983) ผิวหยาบ สีเปลือกซีดลงและของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง (Reitz and Koo, 1959) ดังนั้นถ้าระดับไนโตรเจนในใบอยู่ในช่วงที่สูงมากจะส่งผลเสียต่อคุณภาพผลโดยตรง (Davies and Albrigo, 1994)

ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ดีภายในดิน เป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์และฟอสโฟไลพิด (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996) เป็นส่วนหนึ่งของสารประกอบที่เป็นโครงสร้างหลักของพืชและเป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่สำคัญจำนวนมากในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทในการจับและเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นสารประกอบที่เป็นประโยชน์ในพืช ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นที่สุดของ DNA ซึ่งเป็น “memory unit” ทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เป็นส่วนประกอบของ RNA ซึ่งเป็นสารประกอบที่แปลรหัสพันธุกรรม DNA เพื่อสร้างโปรตีนและสารประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับโครงสร้างพืช สร้างเมล็ดและถ่ายโอนพันธุกรรม (genetic transfer) โครงสร้างของ DNA และ RNA ถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยพันธะฟอสฟอรัส และเป็นส่วนที่จำเป็นของ ATP ซึ่งเป็น “energy unit” ของพืช ถูกสร้างขึ้นขณะเกิดการสังเคราะห์แสงซึ่งมีฟอสฟอรัสอยู่ในโครงสร้าง ฟอสฟอรัสจึงจำเป็นสำหรับสุขภาพและความแข็งแรงของพืชทุกชนิด โดยทำหน้าที่กระตุ้นพัฒนาการของราก เพิ่มความแข็งแรงของ

ลำต้น ปรับปรุงการสร้างดอกและติดเมล็ด พืชผลแก่เร็วและสม่ำเสมอมากขึ้น ปรับปรุงคุณภาพของพืชผลและเพิ่มความต้านทานโรคให้กับพืช (วิจิตร, 2552)

ฟอสฟอรัสเป็นหนึ่งในธาตุอาหารหลักของพืช ซึ่งสนับสนุนการพัฒนาโดยทั่วไปด้านการออกดอก การพัฒนาของตาและผลของส้ม ในดินที่มีฟอสฟอรัสเพียงพอต่อการดูดซึมหรือความต้องการของส้มจะเป็นประโยชน์ในการสนับสนุนการเจริญเติบโตของต้นและการพัฒนาของราก การสุกแก่ การเพิ่มขนาดของผลและปริมาณน้ำคั้น ลดสัดส่วนของปริมาณกรดและความหนาของเปลือกส้ม ในบางเวลาหากมีฟอสฟอรัสมากเกินไปจะลดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำคั้นยับยั้งการเจริญเติบโตของรากและความต้านทานต่อสภาพความหนาวเย็นต่ำลง หากมีการขาดจะเป็นเหตุให้การเจริญเติบโตลดลง และการพัฒนาของตาไม่สมบูรณ์ การติดผลลดลง ใบมีการโค้งงอและเปลี่ยนสีจากสีเขียวเข้มเป็นสีบรอนซ์ (แดงเทา) กิ่งแขนงอ่อนแอและผลร่วงก่อนการสุกแก่ ขณะที่หากมีการขาดมากๆ จะเป็นเหตุให้ส้มเปรี้ยว เนื่องจากมีสัดส่วนของกรดที่สูงขึ้น (Delfs-Fritz, 1970) ขงยุทธ (2540) กล่าวว่า การให้ปุ๋ยฟอสเฟตสามารถเพิ่มความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบส้มให้สูงขึ้นได้ และมีอิทธิพลต่อคุณภาพส้มหลายด้านคือ ทำให้อายุเก็บเกี่ยวสั้นลง ปริมาณผลทั้งหมด วิตามินซี ความหนาของเปลือก และความหยาบของเปลือกลดลงเล็กน้อย ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งระดับของฟอสฟอรัสมีผลต่อคุณภาพของส้มน้อยกว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียม (Davies and Albrigo, 1994) สำหรับในเลมอน ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญมากตัวหนึ่งในการเพิ่มขนาดของผล (Quaggio *et al.*, 2002)

โพแทสเซียม

โพแทสเซียมเมื่อเข้าไปอยู่ในพืชแล้วไม่ได้เปลี่ยนเป็นสารประกอบอินทรีย์เหมือนกับไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียมและ แมกนีเซียม แต่จะอยู่ในรูปเกลืออินทรีย์หรืออนินทรีย์ซึ่งละลายน้ำได้ (ขงยุทธ, 2546) และสามารถเคลื่อนย้ายได้หลายทิศทาง ธาตุประจวบกับอื่นๆ สามารถเข้ามาแทนที่ K⁺ ได้ในวงจำกัดมากจึงเชื่อว่าหน้าที่ส่วนใหญ่ค่อนข้างจำเพาะ กระบวนการในพืชส่วนมากจำเป็นต้องใช้ K⁺ สนับสนุนการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ โดยมีบทบาทอย่างมากต่อการสังเคราะห์แสง การขนย้ายสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง การสังเคราะห์โปรตีน การควบคุมสมดุลของไอออน ควบคุมการปิดเปิดปากใบและการใช้น้ำ กระตุ้นเอ็นไซม์ในพืชและกระบวนการอื่นๆ อีกจำนวนมาก (วิจิตร, 2552)

เนื่องจากโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในการเจริญของผล โดยในผลส้มนั้นมีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่าธาตุอื่น ซึ่งเคลื่อนที่จากใบไปยังส่วนผลและเมล็ด (Zekri and Obreza, 2003) และจะมีการสูญเสียโพแทสเซียมไปกับผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยวและใบส้มออกไปจากสวนในปริมาณสูง หรือในบางที่อาจสูงกว่าในโตรเจนอีกด้วย (Dasberg, 1988) โดยเฉพาะกับผลผลิตส้มที่คิดเป็น 40 % ของธาตุอาหารทั้งหมดที่ต้นสมสะสมไว้ (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996) ดังนั้นเมื่อส้มขาดโพแทสเซียมทำให้ผลมีขนาดเล็ก เปลือกบาง ปริมาณกรดในน้ำคั้นลดลง เมื่อมีการแก้ไขโดยการให้ปุ๋ยโพแทสเซียม เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบ ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาของผลและคุณภาพผล คือ เพิ่มขนาดของผล (Du Plessis *et al.*, 1988; Reitz and Koo, 1959; Reuther and Smith, 1951) โดยเฉพาะอย่างยิ่งส้มที่ปลูกในดินที่มีโพแทสเซียมต่ำ ทำให้ผิวมีสีเข้ม ปริมาณน้ำมันในผิวลดลง ทำให้เปลือกหนาและหยาบขึ้น เพิ่มปริมาณกรดในน้ำส้ม เพิ่มวิตามินซีและของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำส้ม (ขงยุทธ, 2540; Reitz and Koo, 1959; Koo *et al.*, 1974; Morgan *et al.*, 2005) Koo (1962) กล่าวว่า การดูแลรักษาให้ค่าโพแทสเซียมในใบส้มอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสามารถทำให้ผลผลิตมีคุณภาพสูงได้ แต่ถ้ามีปริมาณโพแทสเซียมสูงหรือต่ำเกินไป จะทำให้คุณภาพส้มต่ำได้เช่นกัน โดยเฉพาะปริมาณแฉ่งแฉ่งที่ละลายได้ในน้ำและการเพิ่มคุณภาพในลักษณะนี้ให้ผลคล้ายๆ กันกับผลไม้ชนิดอื่น เช่น ฝรั่งพันธุ์กลมสาตี (นิภาพร และตระกูล, 2544)

แคลเซียม

แคลเซียมเป็นองค์ประกอบของ แคลเซียมเพ็กเตต ซึ่งเป็นสารเชื่อมผนังเซลล์และเกี่ยวข้องกับ การขยายตัวของเซลล์ ควบคุมการทำงานของพลาสมาเมมเบรน เพื่อให้กิจกรรมการดูดไอออนของรากพืชเหมาะสม ลดความเป็นพิษของสารบางอย่างในเซลล์โดยเข้าร่วมกับสารนั้น และปรับสมดุลระหว่างไอออนลบและไอออนบวกในแควิวโอล เมื่อใบมีอายุมากขึ้นความเข้มข้นของแคลเซียมจะสูงขึ้น โดยสะสมอยู่ในรูปแคลเซียมออกซาเลต (ขงยุทธ, 2540)

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุหนึ่งที่สำคัญสำหรับต้นส้ม แต่มักจะไม่มี การใส่ไปในรูปของปุ๋ย เนื่องจากมีค่อนข้างมากในดินที่ปลูกส้มอยู่แล้ว (Dasberg, 1988) ดังนั้นโดยปกติต้นส้มจึงไม่ค่อยแสดงอาการขาดธาตุให้เห็น แต่เมื่อส้มขาดธาตุแคลเซียม ต้นส้มจะแสดงลักษณะอาการแคะแกระ็น ต้นแข็งกระด้าง ขนาดใบเล็กลง กิ่งที่แตกใหม่มีข้อสั้น ต้นทิ้งใบมาก ส่งผลให้ขนาดผลและผลผลิตลดลง (รวี, 2523)

แมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลคลอโรฟิลล์และกระตุ้นการทำงานของกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ เป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ดี (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996) จำเป็นสำหรับการแบ่งเซลล์และการสร้างโปรตีน เป็นพาหะนำฟอสฟอรัสในพืช การดูดฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าปราศจากแมกนีเซียม จึงจำเป็นสำหรับเมทาบอลิซึมฟอสเฟตและกระตุ้นระบบเอนไซม์หลายอย่าง มีอิทธิพลที่เป็นประโยชน์ในทางสังเคราะห์เม็ดสีในใบ เช่น แคลโรทีน และแซนโทฟิลล์ (วิจิตร, 2552) เมื่อสัมผัสแมกนีเซียมจะแสดงอาการขาดในใบแก่เหนือใบล่างของกิ่ง โดยเฉพาะในกิ่งที่ติดผลมากๆ จะดึงเอา แมกนีเซียมจากใบไปบำรุงผล โดยแรกๆ สีขอบใบจะค่อยๆ ซีดลงจนเป็นสีเหลืองจรดขอบทั้งสองด้านมาถึงโคนใบ เป็นลักษณะรูปตัววี สีเขียวจะยิ่งหดสั้นเมื่ออาการรุนแรงมากขึ้น ใบจะร่วงต้นทรุดโทรม ขนาดผลเล็กลง แต่ถ้าได้รับแมกนีเซียมมากเกินไป จะไปชะลอการสุกของผล (รวี, 2523)

การวิเคราะห์ดิน

การวิเคราะห์ดินมีประโยชน์ในการประเมินความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมของราก จำแนกการขาดแคลนและความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน (Stephenson *et al.*, 1986) ซึ่งใช้การวิเคราะห์ดินทางเคมี ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินคือ การใช้เทคนิคทางเคมีเพื่อสกัดธาตุอาหารส่วนที่คาดว่าเป็นประโยชน์ต่อพืชออกมามาจากดิน แล้วนำสิ่งที่สกัดได้นั้นมาวิเคราะห์เชิงปริมาณ เพื่อให้ทราบว่าดินมีธาตุส่วนที่เป็นประโยชน์ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของพืชหรือไม่ หากไม่เพียงพอหรือระดับของธาตุใดธาตุหนึ่งต่ำ แสดงว่าดินมีศักยภาพในการให้ธาตุนั้นรูปที่เป็นประโยชน์แก่พืชต่ำเกินไป พืชจะได้รับธาตุนั้นไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ก็แนะนำชนิดและอัตราปุ๋ยที่ควรใช้เพื่อบำรุงดิน (ยงยุทธ, 2549) ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินจะสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่พืชจะดูดไปใช้ คือถ้าดินมีธาตุอาหารอยู่มากพืชก็ควรจะดูดไปใช้มากด้วย หรือถ้าดินมีธาตุอาหารอยู่น้อย พืชจะดูดไปใช้น้อยด้วยเช่นกัน (สุมิตรา, 2545) ดังนั้นก่อนการใส่ปุ๋ยเคมีแก่พืชชนิดใดก็ตามจำเป็นต้องวิเคราะห์ดิน เพื่อให้ทราบสถานะของธาตุอาหารพืชในดินเสียก่อน ซึ่งมีส่วนช่วยอย่างมากในการกำหนดปริมาณปุ๋ยให้เหมาะสมได้และพืชนำไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ (สุวพันธ์ และ ปรีดา, 2527; สุมิตรา, 2545; Stephenson *et al.*, 1986)

นอกจากปริมาณธาตุอาหารแล้ว ยังมีสมบัติดินอื่นๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ปรากฏิกริยาดิน หรือความเป็นกรดด่างของดิน (soil pH) มีความสำคัญมากต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน

เพราะ เป็นตัวควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน (สุมิตรา, 2545) และควบคุมการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีธรรมชาติที่ชอบเจริญเติบโตในสภาพดินที่มีช่วงพีเอชที่แตกต่างกัน (สำเนา, 2536) ยงยุทธ (2540) กล่าวว่า ส้มจะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีช่วงความเป็นกรดต่างของดินระหว่าง 5.5 ถึง 7 เช่นเดียวกับ Davies and Albrigo (1994) และกล่าวว่า ในการผลิตพืชทั่วโลกมักปลูกพืชในสภาพดินที่มีค่าพีเอชดินต่ำและสูงกว่านี้ ในดินที่มีสภาพเป็นกรดจะใช้การใส่ปูน สามารถเพิ่มพีเอชดินให้สูงขึ้นได้ ในทางตรงกันข้าม ในดินที่มีสภาพต่าง พืชมักเกิดอาการขาดธาตุ Zn, Fe และ Mn โดยสามารถลดพีเอชดินให้ต่ำลงได้โดยการใส่สารที่มีองค์ประกอบของ S หรือปุ๋ยในรูปที่เป็นกรด นอกจากนี้ในกรณีของประเทศอียิปต์ El-Darier (1991) พบว่าดินในสวนส้มที่ทำการศึกษามีเปอร์เซ็นต์แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) สูง (ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์) ทำให้เกิดภาวะปฏิปักษ์ต่อธาตุอื่นๆ โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม ดังนั้นจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบ เพื่อแก้ไขอาการขาดโพแทสเซียมของต้นส้มโดยตรง แต่ถ้าพีเอชของดินที่มีค่าประมาณ 6.5 น่าจะเหมาะสมที่สุด (ยงยุทธ , 2540)

การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (soil electrical conductivity) เป็นการวัดเกลือที่ละลายน้ำได้ในดิน เพื่อต้องการทราบว่า ดินมีปริมาณเกลือมากเกินไปจนเป็นอันตรายแก่พืชที่ปลูกหรือไม่ ซึ่งเกลือที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่ได้แก่ แคลต์ไอออนต่างๆ ของ โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียมและโพแทสเซียม และยังเป็นสมบัติที่แสดงถึงความเค็ม (salinity) ของดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของเกลือที่ละลายน้ำได้ในดินด้วย โดยถ้าในดินมีเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่มากก็ทำให้ดินมีสภาพการนำไฟฟ้าได้สูงและจัดว่าเป็นดินเค็ม (saline soil) (จำเป็น, 2536)

ส่วนอินทรีย์วัตถุ นั้น จะประกอบด้วยซากพืชและสัตว์ที่อยู่ในระหว่างการสลายตัวระยะต่างๆ รวมทั้งฮิวมัสในดิน เซลล์ของจุลินทรีย์ต่างๆ และสารประกอบต่างๆ ที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ขึ้น รวมทั้งสารประกอบคาร์บอนอื่นๆ เช่น ถ่านหิน และแกรไฟต์ เป็นต้น (ทักษิณี และ จงรักษ์, 2542) มีความสำคัญต่อองค์ประกอบของดิน ด้วยเหตุที่เป็นแหล่งสำรองของธาตุอาหารในดินและมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ในแง่ของธาตุอาหารพืช กล่าวได้ว่าเป็นแหล่งสำรองของไนโตรเจนในสภาพที่มีอุณหภูมิความชื้นและปฏิกิริยาทางเคมีของดินที่เหมาะสม ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกปลดปล่อยจากอินทรีย์วัตถุในดินจะมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและเนื่องจากในสภาพธรรมชาติของดินมีปัจจัยหลายอย่างที่ควบคุมการปลดปล่อยไนโตรเจนจึงทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินนั้นไม่แน่นอน ดังนั้นในการตรวจวิเคราะห์ความสามารถของดินในการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ จึงต้องวิเคราะห์ปริมาณของอินทรีย์วัตถุ (สำเนา, 2536)

การวิเคราะห์พืช

การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช (plant analysis) คือการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดใน ส่วนต่างๆ ของพืช ผลจากการวิเคราะห์ที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต (critical nutrient concentrations) โดยถือว่าเป็นปริมาณธาตุอาหารที่น้อยที่สุดที่ทำให้พืชเจริญเติบโตตามปกติ หรือ critical level สามารถบอกได้ว่าระดับธาตุอาหารที่มีอยู่ในพืชอยู่ในระดับที่เพียงพอกับความ ต้องการของพืชหรือไม่ ถ้าธาตุนั้นต่ำกว่าระดับวิกฤตจะแสดงอาการขาดและให้ผลผลิตลดลง แต่ถ้า ได้รับมากเกินไปอาจเป็นพิษกับพืชได้ (จำเริญ, 2536) ซึ่งปริมาณธาตุอาหารในพืชจะสัมพันธ์กับ ปริมาณธาตุอาหารในดินที่พืชเจริญอยู่ในขณะนั้น ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารพืชจึงสามารถใช้ ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและพืชที่ปลูกอยู่ได้ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้ปลูกคาดการณ์ได้ว่า พืชขาดธาตุอาหารอะไรหรือไม่ และสามารถประมาณผลผลิตที่จะได้รับได้ ยิ่งไปกว่านั้นผลการ วิเคราะห์ธาตุอาหารในพืชยังสามารถนำมาใช้แนะนำการใส่ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย (ศรี สม, 2544)

ศุภมิตร (2545) กล่าวว่า ในการใส่ปุ๋ยให้ไม้ผล โดยเฉพาะไม้ผลที่ให้ผลผลิตแล้วควรใช้ค่า วิเคราะห์พืชร่วมกับการวิเคราะห์ดินเป็นแนวทางการใส่ปุ๋ยจะให้ผลดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับขงยุทธ (2546) ที่กล่าวว่าหากทำได้ทั้งสองวิธีร่วมกันย่อมเป็นพื้นฐานสำหรับการแนะนำชนิดและอัตราปุ๋ย ได้ดีกว่าการประเมินด้วยวิธีเดียว แต่อาจมีวิธีหนึ่งดีกว่าหรือด้อยกว่าอีกวิธีหนึ่งได้บ้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับ ปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดพืช สมบัติดินและชนิดของธาตุที่มีปัญหา ทั้งนี้ปริมาณธาตุอาหารในพืชจะ เป็นตัวบ่งบอกให้รู้ว่า พืชสามารถดูดธาตุอาหารไปใช้ในปริมาณเท่าใด โดยพืชแต่ละชนิดมีความ ต้องการธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน แม้แต่พืชชนิดเดียวกันก็อาจมีความต้องการ ธาตุอาหารแตกต่างกันตามอายุและระยะการเจริญเติบโตของพืช การวิเคราะห์พืชจะให้ข้อมูลเพื่อ ใช้เป็นแนวทางในการประเมินปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารแต่ละชนิดที่พืชต้องการใช้ในการ เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้อย่างใกล้เคียงกัน (นันทรัตน์, 2546) ทศนีย์ และ จงรักษ์ (2542) เสนอว่า การวิเคราะห์พืชมีข้อได้เปรียบในแง่ที่ว่าธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จะแสดงให้เห็นถึง ปริมาณที่แท้จริงของธาตุอาหารนั้นๆ ซึ่งพืชได้รับจากดินในสภาพแวดล้อมหรือสภาวะที่พืชนั้น ขึ้นอยู่ ในแง่ของการวิเคราะห์ดินอย่างเดียวจะไม่สามารถบอกได้อย่างถูกต้อง เพราะการวิเคราะห์ ดินไม่ได้ประเมินอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชและชนิดของพืชเข้าไป ด้วย

หลักสำคัญในการเก็บตัวอย่างคือ พืชที่เก็บต้องเป็นตัวแทนของกลุ่มที่ต้องการศึกษาอย่างแท้จริง เป็นส่วนของพืชที่ระดับธาตุอาหารมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต หรือการให้ผลผลิต ต้องสะดวกในการเก็บ สามารถระบุตำแหน่งหรือส่วนนั้นๆ ได้ง่าย และตัวอย่างต้องมากพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อประเมินระดับธาตุอาหารในพืช โดยทั่วไปจะนำมาใช้กับไม้ผลหรือไม้ยืนต้น ส่วนของพืชที่เก็บไปวิเคราะห์มักจะเป็นส่วนของใบ เพราะเก็บตัวอย่างได้ง่ายและไม่ทำความเสียหายต่อพืช (นันทรัตน์, 2546; จำเป็น และคณะ, 2547) แต่เก็บตำแหน่งใบที่เท่าใดนั้นแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชการเจริญเติบโต และอายุพืช กรณีไม่ทราบจะเก็บใบพืชตำแหน่งใด ควรเลือกเก็บใบที่เจริญเต็มที่หรือใบเปสลาด โดยเก็บระดับกลางๆ นอกทรงพุ่ม และในทุกๆ ต้นที่เก็บจะเก็บใบที่อยู่ในทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก แล้วจึงนำมารวมกัน ใบพืชที่เก็บไม่ควรมีส่วนที่ถูกทำลายจากโรคหรือแมลง ตลอดจนส่วนที่มีดินหรือวัสดุใดๆ เคลือบอยู่ หลีกเลี่ยงการเก็บใบพืชที่อยู่รอบนอกและต้นที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่แตกต่างไปจากบริเวณส่วนใหญ่ (จำเป็น, 2536)

การวิเคราะห์ใบเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมจากทั่วโลกว่าเป็นสิ่งบ่งชี้ที่ดีที่สุดถึงสถานะธาตุอาหารของพืช เนื่องจากใบของพืชเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ทั้งการสังเคราะห์แสงและการสะสมธาตุอาหารที่ดูดขึ้นไปจากราก โดยธาตุอาหารในใบสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตและสารอาหารในผลสัมพันธ์ (Chang and Petersen, 2003) ซึ่งยังใช้สำหรับหาสาเหตุของความผิดปกติทางธาตุอาหารและประเมินความต้องการปุ๋ยได้อีกด้วย (Menzel *et al.*, 1992) การวิเคราะห์ใบสัมพันธ์เป็นประจำทุกปี ช่วยให้สามารถควบคุมความเข้มข้นของแต่ละธาตุในใบให้มีระดับพอเหมาะ จึงได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาด โดยปรับอัตราปุ๋ยที่ใช้อย่างพอเหมาะ เพื่อให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบไม่น้อยหรือมากเกินไป จนมีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่ตั้งไว้ (ยงยุทธ, 2540)

วริษา และ สุมิตรา (2544) ได้รายงานวิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบทุเรียนคือ ใบตำแหน่งที่ 2 หรือ 3 เมื่ออายุใบประมาณ 5-7 เดือน (ส่วนใหญ่จะอยู่ประมาณเดือนตุลาคมถึงธันวาคม) โดยเก็บจากกิ่งที่อยู่ส่วนล่างของลำต้น เพื่อความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง ซึ่งต่างกับวิธีเก็บตัวอย่างใบของลองกอง โดย จำเป็น และคณะ (2546) แนะนำว่า ควรเก็บหรือใช้ใบย่อย (leaflet) คู่กลางของใบประกอบ (compound leaf) ตำแหน่งที่ 2 นับจากยอด ซึ่งเป็นใบที่มีอายุประมาณ 5 เดือน โดยเก็บใบในระยะหลังการเก็บเกี่ยว ในแต่ละสวนควรเก็บจากต้นลองกองประมาณ 25-35 ต้นต้นละ 1-2 ใบ นำมารวมกันเพื่อใช้เป็นตัวแทนสำหรับนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารและนำไปเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารที่กำหนด จะเห็นได้ว่ารูปแบบการเก็บใบของพืช

เพื่อนำมาวิเคราะห์นั้นจะแตกต่างกันในแต่ละพืชทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชด้วย

สำหรับส้ม ในได้หวั่นการเก็บตัวอย่างใบของชาวสวนส้มจะเก็บปลายฤดูร้อนหรือต้นฤดูใบไม้ร่วง (กลางเดือนสิงหาคมถึงกลางเดือนกันยายน) โดยเก็บใบตำแหน่งที่ 3 หรือ 4 ของกิ่งที่แตกในฤดูใบไม้ผลิของปีปัจจุบัน ซึ่งเป็นยอดชุดแรกของปี (spring flush) และเป็นยอดที่ไม่มีผลผลิตอยู่ (Chang and Petersen, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับวิธีของ Tolley (1993) ที่ได้แนะนำความเข้มข้นมาตรฐานและวิธีเก็บตัวอย่างใบของส้มเขียวหวานในประเทศไทย สำหรับส้มโอ สมศักดิ์ (2551) ก็ได้ใช้วิธีนี้เก็บใบส้มโอพันธุ์ทองดีจากต้นที่เก็บตัวอย่างดิน ต้นละ 4 ใบ โดยเก็บใบตำแหน่งที่ 3 หรือ 4 ของช่อใบที่แตกล่าสุด จากกิ่งที่ไม่ติดผล และมีอายุใบประมาณ 3-5 เดือน เพื่อใช้สำหรับตรวจหาอาหารเพื่อจัดทำคำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับส้มโอเช่นกัน ดังนั้นวิธีการเก็บตัวอย่างใบแบบนี้ น่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเก็บตัวอย่างใบส้มโอสำหรับประเมินสถานะธาตุอาหารของต้นส้มโอได้

การประเมินปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต (crop removal)

ธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต จะเข้าไปสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืช ไม่ว่าจะเป็น ใบ ต้น ราก รวมทั้งผลผลิต ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตสามารถคำนวณได้ หากทราบน้ำหนักแห้งผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในน้ำหนักแห้ง (จำเป็น, 2536) ปกรณ์ (2531) กล่าวว่า การเก็บผลผลิตเป็นการนำเอาธาตุอาหารของพืชออกไปด้วย ซึ่งปริมาณธาตุอาหารของผลที่เก็บเกี่ยวนี้จะเคลื่อนย้ายมาจากดินและต้นส้มเป็นหลัก (Alva and Paramasivam, 1998) ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดลง ขาดความสมดุลและปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้พอเพียงกับความต้องการของพืช และชดเชยในส่วนที่สูญเสียไปกับผลผลิต ดังนั้นหากไม่มีการใส่ปุ๋ยก็ทำให้ธาตุอาหารในดินหรือความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงเรื่อยๆ โดยทั่วไปแล้ว หากมีการไว้ผลผลิตมากเกินไป ก็จะทำให้ธาตุอาหารต่างๆ ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมสูญเสียไปกับผลผลิตจนอาจจะเหลือในใบไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช และทำให้พืชมีอาการใบเหลือง หากที่จะทำให้ต้นสมบูรณ์เพื่อที่จะให้ออกดอกในปีถัดไป (จำเป็น และคณะ, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับอรพินทร์ (2540) ที่พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในใบส้มโอใบที่ 1 ถัดจากผลส้มจะต่ำกว่า ในใบที่ 2 และ 3 ที่ห่างจากผลส้มตามลำดับ เนื่องจากธาตุอาหารได้เคลื่อนย้ายจากใบไปอยู่ในผลส้ม ประกอบกับส่วนใหญ่เกษตรกรมักใส่ปุ๋ยธาตุอาหารหลักเป็น

หลักและไม่ตรงตามความต้องการพืช ณ ขณะนั้น เป็นผลให้ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมถูกเคลื่อนออกไปจากดินติดไปกับผลผลิตพืชอย่างต่อเนื่อง มีผลให้หลายพื้นที่ขาดธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบต่อพืช คือ ผลผลิตจะลดต่ำลง คุณภาพด้อย มาตรฐาน และต้นพืชไม่ทนต่อโรค แมลง และสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติ (กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา, 2549)

ดาวยศ (2547) ได้ประเมินปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปในระหว่างการผลิตขององุ่นพันธุ์ Perlette ตลอดฤดูกาลผลิต พบว่า ปริมาณธาตุอาหารจะสูญเสียไปพร้อมกับการตัดแต่งกิ่ง การปลิดผล และผลผลิต โดยมีการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตดังตารางที่ 1 ส่วนล่องกอง จำเป็น และคณะ (2549) พบว่า ธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตล่องกองจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุผลที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณโพแทสเซียมและไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนกว่าธาตุอื่นๆ โดยเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 2-8 และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังสัปดาห์ที่ 8 ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดช่วงพัฒนาการของผล และยังพบอีกว่าการใส่ปุ๋ยทางดินทำให้ธาตุอาหารในผลผลิตเพิ่มสูงกว่าต้นที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยอีกด้วย เมื่อประเมินธาตุอาหารจากผลผลิตสดต่อช่อ (ที่อายุผล 13 สัปดาห์) จากต้นที่ใส่และไม่ได้ใส่ปุ๋ย พบว่า ผลผลิตล่องกองต้องใช้ธาตุโพแทสเซียมและไนโตรเจนสูงกว่าธาตุอื่นๆ ดังตารางที่ 1 เช่นเดียวกับ สุภัทร์ และคณะ (2551) ได้รายงานว่ มะม่วงพันธุ์หาชนกมีความเข้มข้นของ N, P และ K ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งลดลงตามช่วงระยะการเจริญเติบโตของผล แต่ปริมาณธาตุอาหารในหน่วยของน้ำหนักของธาตุอาหารต่อผลพบว่า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม มีการสะสมเพิ่มขึ้น เมื่อคำนวณปริมาณธาตุอาหารต่อผล พบว่าในมะม่วงพันธุ์หาชนก 1 ผล มี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตองุ่น ลองกอง และมะม่วง

ชนิดพืช	ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต		ที่มา	
องุ่น พันธุ์ Perrett	กรัม/ตัน		คาวยศ (2547)	
	N	2.7		
	P	0.5		
	K	5.6		
ลองกอง	มิลลิกรัม/ช่อผล		จำเป็น และคณะ (2549)	
		ใส่ปุ๋ย		ไม่ใส่ปุ๋ย
	N	2,100.30		1,009.42
	P	143.57		76.59
	K	3,685.63		1,697.70
	Ca	335.26		202.15
	Mg	172.65		101.50
มะม่วง พันธุ์มหาชนก	มิลลิกรัม/ผล		สุภัทร์ และคณะ (2551)	
	N	256.86		
	P	41.09		
	K	1815.52		

ส่วนการศึกษารูปร่างธาตุอาหารในผลผลิตส้มในช่วงพัฒนาของผล Paramasivam *et al.* (2000) พบว่า การใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความเข้มข้นหรือสถานะทางธาตุอาหารในช่วงพัฒนาผล ของส้ม 4 ชนิด คือ Hamlin, Parson Brown, Valencia และ Sunburst ทั้งมหาตุและจุลธาตุ โดยความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมโดยน้ำหนักแห้งของผล ส้มจะลดลงเมื่อผลมีการขยายขนาดขึ้นไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ส่วนความเข้มข้นของจุลธาตุจะเพิ่มขึ้นประมาณ 3-4 เดือนแรกหลังติดผลจากนั้นจะลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยว และเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วพบว่า มีความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลส้มโดยน้ำหนักแห้งแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ทั้งมหาตุและจุลธาตุ ประกอบกับส้มแต่ละชนิดมีขนาด และน้ำหนักผลที่ต่างกัน ส่งผลให้เมื่อนำมาคำนวณปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในผล โดยน้ำหนักสด ซึ่งจะสูญเสียไปกับผลผลิตจึงต่างกันตามไปด้วย (Alva and Paramasivam, 1998) Rapisarda *et al.* (1995) รายงานว่า เมื่อเก็บเกี่ยวส้มจะมีธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิตมากที่สุด มีเฉพาะจุลธาตุเท่านั้นที่สูญเสียไปกับผลผลิตต่ำและวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตหรืออายุของผลส้มจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความเข้มข้น

ของธาตุอาหารในผลอีกด้วยทั้งมหธาตุและจุลธาตุ ไม่ว่าจะเป็นไนโตรเจนหรือเนื้อของผลก็ตาม (Storey and Treeby, 2000)

สำหรับส้มโอ คมจันทร์ (2548) รายงานว่า ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งของทั้งผล ส่วนเปลือก และส่วนเนื้อรวมเมล็ด ลดลงเมื่อผลมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวในผลเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับผลไม้ต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นและสัมพันธ์กับน้ำหนักผลที่เพิ่มขึ้น เมื่อประเมินปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในผลส้มโอเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต 2 รุ่น ได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งมีค่าต่างกับในรายงานของ นพพร (2552) เล็กน้อย ดังในตารางที่ 2 คิดเป็นปริมาณปุ๋ย N, P₂O₅ และ K₂O ที่ต้องการคือ 1.82, 0.447 และ 2.64 กรัมต่อผลสด 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ต่างกับส้มโอพันธุ์ทองดีที่พบว่า ทุกๆ 1 กิโลกรัมผลสดของผลส้มโอพันธุ์ทองดีมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สูญเสียออกไปจากแปลงปลูกดังในตารางที่ 2 คิดเป็นปริมาณปุ๋ย N-P₂O₅-K₂O ที่ต้นส้มโอต้องการคือ 2.06, 0.65 และ 3.70 กรัมต่อผลสด 1 กิโลกรัม ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 3:1:6 (ลพ และคณะ, 2549) สอดคล้องกับปิยนาด (2550) และจงรักษ์ และคณะ (2549) ที่พบสัดส่วนนี้ทั้งในพันธุ์ทองดี และพันธุ์ขาวน้ำผึ้งเช่นกัน นอกจากนี้ความเข้มข้นของไนโตรเจนโดยน้ำหนักแห้งในผลมีค่าต่ำกว่าในใบส้มอีกด้วย (Rapisarda *et al.*, 1995)

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตส้มโอ

ผลส้มโอ	น้ำหนักแห้ง			น้ำหนักสด			ที่มา
	(กรัม/ผล)			(กรัม/ผลสด 1 กิโลกรัม)			
	N	P	K	N	P	K	
พันธุ์ขาวน้ำผึ้งรุ่นที่ 1	3.47	0.70	4.2	2.06	0.42	2.49	คมจันทร์ (2548)
พันธุ์ขาวน้ำผึ้งรุ่นที่ 2	2.79	0.70	3.78	1.77	0.44	2.4	
พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	3.18	0.34	3.82	1.82	0.195	2.2	นพพร (2552)
พันธุ์ทองดี	2.23	0.29	3.08	2.18	0.29	3.08	ลพ และคณะ (2549)

จะเห็นได้ว่าพืชแต่ละชนิดมีปริมาณและสัดส่วนธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตแตกต่างกัน แม้จะเป็นพืชชนิดเดียวกัน แต่ได้รับการปฏิบัติดูแลรักษาไม่เหมือนกัน ธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตก็แตกต่างกันด้วย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประกอบการให้ปุ๋ยตามความต้องการของส้มโอได้เป็นอย่างดี ดีกว่าการใส่ปุ๋ยโดยที่ไม่ทราบความต้องการที่แท้จริง ซึ่งอาจทำให้มีการสะสมของธาตุอาหารบางชนิดในดินมากขึ้น จนทำให้สมดุลธาตุอาหารหรือความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารชนิดอื่นๆ น้อยลงได้ ทั้งนี้การให้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อความต้องการของต้นส้มยังทำให้ต้นสมบูรณ์ สามารถให้ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพที่ดีตรงตามความต้องการของตลาดอีกด้วย



อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกสวนและต้นส้มโอ

ทำการสำรวจและคัดเลือกสวนส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ในจังหวัดสมุทรสงคราม ที่ให้ผลผลิตดีและมีคุณภาพ ทั้งหมดจำนวน 5 สวน ปลูกในสภาพสวนที่เป็นดินเหนียวมีการยกร่องสูง มีการจัดการหรือการปฏิบัติดูแลรักษาสวนดีด้วยตัวเกษตรกรเอง เกษตรกรยินดีให้เข้าไปปฏิบัติงานและเก็บข้อมูลในสวนส้มโอได้เป็นเวลา 2 ปี โดยเลือกจำนวน 3 สวนในอำเภออัมพวา ใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่น้ำกร่อยขึ้นถึง และอีก 2 สวนจากอำเภอบางคนที เป็นตัวแทนของพื้นที่ซึ่งไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำกร่อย เริ่มทำการทดลอง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ถึงเมษายน พ.ศ. 2551 แต่ละสวนสุ่มเลือกต้นส้มโอที่มีความสมบูรณ์ สวนละ 5 ต้น อายุต้นประมาณ 13-20 ปี ขนาดสม่ำเสมอ ทำป้ายสัญลักษณ์ที่ต้น และบันทึกตำแหน่งต้นส้มโอในสวน บันทึกความสูงต้น ขนาดลำต้น (วัดสูงจากพื้น 30 เซนติเมตร) และขนาดทรงพุ่ม เก็บข้อมูลการปฏิบัติดูแลรักษา การใส่ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นต่อรุ่น โดยการสัมภาษณ์เกษตรกร

การเก็บเกี่ยวและคัดเลือกผลส้มโอ

ทำการติดต่อเจ้าของสวนล่วงหน้า ช่วงที่ต้นส้มโอออกดอก และสอบถามวันที่ดอกเริ่มบานและเริ่มติดผลของส้มโอ 2 รุ่น คือ ส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม (ออกดอกประมาณเดือนมิถุนายน) และรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน (ออกดอกประมาณเดือนกันยายน) จากนั้นไปทำการผูกป้ายทำสัญลักษณ์ที่ผลส้มโอที่สุ่มคัดเลือกไว้ต้นละ 10-15 ผล นับอายุผลเป็นเวลา 6.5-7 เดือนจึงเก็บเกี่ยว ร่วมกับการสังเกตต่อมน้ำมัน สีเปลือก ขนาดผล และเกษตรกรเป็นผู้ช่วยแนะนำในการเก็บผลในระยะที่พร้อมเก็บเกี่ยว โดยเก็บต้นละ 5 ผล จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักสดและวัดสีเปลือก ก่อนที่จะนำมาผึ่งในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อรอการวิเคราะห์คุณภาพและธาตุอาหาร ในผลต่อไป ส่วนการประเมินผลผลิต ได้จากการนับผลบนต้นที่เป็นรุ่นเดียวกันคูณด้วยน้ำหนักผลเฉลี่ย

การเก็บข้อมูล

ส่วนที่ 1 วิเคราะห์คุณภาพน้ำและสภาพอากาศระหว่างที่ผลส้มโอเติบโตจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละสวนช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต สวนละ 2 ตัวอย่าง ต่างตำแหน่งกันในร่องสวน เพื่อเป็นตัวแทนในการนำไปประเมินคุณภาพน้ำ ได้แก่ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ส่วนสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนแต่ละเดือนในรอบปี ตลอดช่วงการพัฒนาของผล จะใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศที่ใกล้เคียงกับจังหวัดสมุทรสงครามมากที่สุด 3 จังหวัด คือ นครปฐม กรุงเทพฯ และราชบุรี นำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นตัวแทนของสภาพอากาศในเขตนี้ ซึ่งไม่มีสถานีตรวจอากาศในพื้นที่

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์สมบัติดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณแนวทรงพุ่มของต้นส้มโอที่ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา (5 สวนๆ ละ 5 ต้น รวม 25 ต้น) ช่วงเก็บเกี่ยวผลส้มโอ ในเดือนมกราคมและเดือนเมษายน โดยแต่ละตัวอย่างจะเก็บดิน 2 จุดที่อยู่ตรงข้ามกัน เจาะดินลึก 30 เซนติเมตร นำดินทั้ง 2 จุดมารวมกัน เก็บเป็นตัวอย่างประมาณ 1 กิโลกรัม นำมาผึ่งในที่ร่มจนแห้งดีแล้ว นำไปบดให้ละเอียด จากนั้นจึงนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรและ 0.5 มิลลิเมตรใส่ถุงซิปลาสติกและเก็บในกล่องพลาสติกป้องกันความชื้น จากนั้นนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์สมบัติดินต่างๆ ดังนี้

1. pH ด้วยวิธี electrometry โดยใช้ pH meter อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1: 2.5 (จำป็น, 2547)
2. Electrical conductivity (EC) โดยใช้ EC meter อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1: 5 (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544)
3. Organic matter (OM) โดยวิธี wet oxidation ตามวิธีของ Walkley and Black (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542) (ภาคผนวก)

4. Available phosphorus สกัดด้วยสารละลาย Bray II และวิเคราะห์ความเข้มข้น ฟอสฟอรัสด้วยวิธี colorimetry ด้วยเครื่อง spectrophotometer (Milton Roy รุ่น Spectonic Genesys 5 ประเทศสหรัฐอเมริกา) ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร (ทัศนีย์ และจรงค์ษ์, 2542; กลุ่มงานวิจัย เคมีดิน, 2544) (ภาคผนวก)

5. Exchangeable potassium, calcium, magnesium และ sodium สกัดโดย ammonium acetate pH 7 สารละลายที่สกัดได้นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Analytic Jena, vario 6, Jena, Germany) (ทัศนีย์ และจรงค์ษ์, 2542; กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544) (ภาคผนวก)

6. Cation exchange capacity (CEC) โดยชะดินด้วย ammonium acetate pH 7 ส่วนดิน นำมาล้างด้วย ammonium chloride ที่มากเกินพอ จากนั้นแทนที่ adsorbed NH_4^+ ในดิน โดย สารละลาย sodium chloride และสุดท้ายนำสารละลายที่ได้มาวิเคราะห์ NH_4^+ ที่ถูกแทนที่โดยการกลั่นและไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้ ด้วย sulfuric acid (ดัดแปลง ทัศนีย์ และจรงค์ษ์ , 2542; กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544) (ภาคผนวก)

ส่วนที่ 3 การเก็บตัวอย่างใบส้มโอเพื่อการวิเคราะห์ธาตุอาหาร

เลือกกิ่งยอดส้มโอ ที่ไม่มีผลผลิต ไม่มีโรคและแมลงทำลายอายุใบประมาณ 3-5 เดือน ตำแหน่งกิ่งบริเวณนอกทรงพุ่ม โดยเก็บตัวอย่างใบในปี 2551 จำนวน 2 รุ่นพร้อมการเก็บเกี่ยว ผลผลิต คือ เดือนมกราคมและเมษายน ต้นละ 4-5 กิ่งรอบต้น นำใส่ถุงพลาสติกมัดให้มิดชิด เขียน เลขที่ต้นและสวนไว้ นำใส่ถังที่ภายในมีน้ำแข็ง แช่ไว้ในระหว่างที่ทำการขนย้าย เมื่อถึง ห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างใบส้มโอมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา เพื่อล้างสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่น ยา โรคหรือแมลงที่ติดมา จากนั้นนำมาล้างด้วย 0.1 N hydrochloric acid โดยแช่กิ่งใบส้มโอให้ ท่วมทิ้งไว้ 2 นาที จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง เลือกเฉพาะตำแหน่งใบที่ 3-4 ของแต่ละกิ่ง มารวมกัน นำใบที่ล้างไว้แล้วนั้นมาใส่ถุงกระดาษ เพื่อนำไปอบไว้ที่ตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หรืออบจนกว่าจะแห้งหรือมีน้ำหนักคงที่ นำมาบดให้ละเอียด ใส่ถุงซิปลพลาสติกและเก็บ ในกล่องพลาสติกป้องกันความชื้น เพื่อรอนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบต่อไป

ส่วนที่ 4 วิเคราะห์คุณภาพผลส้มโอ

ผลส้มโอที่เก็บมาจากสวนหลังฝั่งไร่ที่อุณหภูมิจึงเป็นเวลา 1 สัปดาห์ นำผลส้มโอมาล้างทำความสะอาด ด้วย hydrochloric acid 0.1 N 1 ครั้ง และล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ฝั่งให้แห้ง จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพผล ดังนี้

1. น้ำหนักสดผล
2. สีผิวเปลือกและสีเนื้อ สีเปลือกทำการสุ่มวัด 2 ตำแหน่งบริเวณกลางผลที่เป็นตัวแทนสีเปลือกของทั้งผล ส่วนสีเนื้อสุ่มเนื้อมาวัดสีจำนวน 2 กลีบ บริเวณกึ่งกลางกลีบ โดยใช้เครื่อง color meter อ่านค่าสี โดยค่า L* เท่ากับ ค่าความสว่าง (brightness) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 (dark) ถึง 100 (white) a* ประกอบด้วย +a* = แดง (red) - a* = เขียว (green) และ b* ประกอบด้วย +b* = เหลือง (yellow) - b* = น้ำเงิน (blue)
3. ความสูงผล (polar axis; P) (เซนติเมตร) วัดจากก้นผลไปจนถึงไหลผลข้างที่สูงที่สุด โดยใช้ vernier caliper
4. เส้นผ่านศูนย์กลางผล (equatorial axis; E)(เซนติเมตร) โดยใช้ vernier caliper วัดส่วนที่กว้างที่สุดของผล
5. เส้นรอบวง (เซนติเมตร)
6. อัตราส่วนระหว่างความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางผล (P/E ratio)
7. น้ำหนักสดเปลือก (กรัม)
8. น้ำหนักสดของเนื้อ (กรัม)
9. เปอร์เซ็นต์เนื้อ (ส่วนที่ใช้รับประทาน)
10. ความหนาของเปลือก (เซนติเมตร) โดยผ่ากลางผลตามแนวตั้ง วัด 2 ตำแหน่ง (ซ้าย/ขวา) บริเวณส่วนกลางผล แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ย
11. ความแน่นเนื้อ (firmness) สุ่มเนื้อมาวัด 2 ชิ้น โดยใช้เครื่อง penetrometer หัวขนาด 0.8 มม. (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร) กดลงไปบริเวณกลางกลีบของเนื้อส้มโอจนกึ่งส้มโอเริ่มแตก ทำการอ่านค่าและบันทึกผล

12. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (total soluble solids; TSS) (องศาบริกซ์) ด้วยเครื่อง hand refractrometer

13. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (titratable acidity; TA) โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อส้มโอ 2 มิลลิลิตร เติม phenolphthalein 1 % จำนวน 1-2 หยด เป็น indicator แล้วไทเทรตด้วยสารละลาย sodium hydroxide (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งถึงยูติ (end point) หรือสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู นำค่าปริมาตรสารละลายต่างที่ใช้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดซิตริกจากสูตร

$$\text{กรดซิตริก (\%)} = \frac{\text{N base} \times \text{มิลลิลิตร base} \times \text{meq.wt. ของกรดซิตริก} \times 100}{\text{ปริมาตรของน้ำคั้นที่ใช้}}$$

โดย N base คือ normality ของสารละลายต่าง NaOH

มิลลิลิตร base คือ ปริมาณของสารละลายต่าง NaOH ที่ใช้ในการไทเทรตเป็นมิลลิลิตร meq. wt. (milliequivalent weight) ของกรดซิตริก เท่ากับ 0.06404

14. จำนวนอัตราส่วนระหว่าง TSS/ TA โดยใช้ค่าใน (2.5) และ (2.6)

15. จำนวนกลีบต่อผล

16. อาการเนื้อข้าวสาร ในปีแรกที่ศึกษาประเมินด้วยสายตาว่า มีอาการหรือไม่มีอาการเนื้อข้าวสารเท่านั้น แล้วบันทึกเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลที่แสดงอาการ ในปีที่ 2 จะประเมินจำนวนผลที่แสดงอาการเนื้อข้าวสารและระดับความรุนแรงของอาการ โดยให้เป็นคะแนนความรุนแรงของอาการเนื้อข้าวสาร ดังนี้

1 = ไม่พบอาการเนื้อข้าวสาร

2 = พบอาการเนื้อข้าวสารเพียงบางกลีบ (น้อยกว่า 50 % ของจำนวนกลีบทั้งหมด)

เฉพาะบริเวณกึ่งติดกับข้าวผล

3 = พบอาการเนื้อข้าวสารมากกว่า 50 % ของจำนวนกลีบทั้งหมดเฉพาะบริเวณกึ่ง

ติดกับข้าวผล

4 = อาการรุนแรงมากกว่าคะแนน 3 มีกึ่งแสดงอาการเนื้อข้าวสารลามลงมาจากข้าว

ผลมากขึ้น

17. การประเมินคุณภาพเนื้อส้มโอด้วยการชิม จัดเนื้อส้มโอให้ผู้ทดสอบชิมและให้คะแนนความชอบด้านต่างๆ มีรายละเอียดในแบบฟอร์มการให้คะแนนดังนี้

ใบให้คะแนนคุณภาพส้มโอ

หมายเลขตัวอย่าง ชื่อผู้ชิม

(โปรดกากบาทตรงตัวเลขหรือระหว่างตัวเลข)

1. ความแฉะ	แห้งไม่แฉะ	0	1	2	3	4	และจ้าน้ำ
2. ความเปรี้ยว	ไม่เปรี้ยว	0	1	2	3	4	เปรี้ยวมาก
3. ความหวาน	ไม่หวาน	0	1	2	3	4	หวานมาก
4. กลิ่นและรสชาติผิดปกติ	ไม่มี	0	1	2	3	4	มีมาก
5. ความชอบ	ไม่ชอบ	0	1	2	3	4	ชอบมาก

ส่วนที่ 5 การเตรียมตัวอย่างผลส้มโอ เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหาร

สุ่มเก็บผลส้มโอจาก 5 สวนๆ ละ 5 ต้นๆ ละ 5 ผล แยกผลส้มโอออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนเปลือกสีเขียว (flavedo) เปลือกสีขาว (albedo) เยื่อหุ้มเนื้อ (carpel membrane) และเนื้อ (juice sacs) ชั่งน้ำหนักสดของแต่ละส่วน แล้วนำไปปอบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2-5 วัน จนมีน้ำหนักคงที่ (ส่วนเนื้อจะใช้เวลานานประมาณ 5-7 วันจึงจะแห้งสนิท) ชั่งน้ำหนักแห้ง แล้วนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด (grinding mill) (Mikro-Feinmühle-Culatti รุ่น MFC ประเทศเยอรมนี) ส่วนเนื้อจะบดด้วยเครื่องบดผสมอาหาร (Philips®) เนื่องจากโอบดทำความสะอาดได้ง่ายและรวดเร็ว เวลาบดเนื้อจะไม่เหนียวติดโอบ จากนั้นเก็บใส่ถุงซิปลาสติกและใส่กล่องพลาสติกป้องกันความชื้นจากภายนอก หลังจากนั้นรวมตัวอย่างที่มาจากส่วนเดียวกันเข้าด้วยกัน คือ ส่วนเปลือกสีเขียว (flavedo) เปลือกสีขาว (albedo) เยื่อหุ้มเนื้อ (carpel membrane) และเนื้อ (juice sacs) ชนิดละ 25 ตัวอย่าง (รวม 5 ผลจากต้นเดียวกัน อย่างละ 5 กรัม เป็น 1 ตัวอย่าง) ได้ตัวอย่างในการวิเคราะห์ทั้งหมด 100 ตัวอย่าง/ฤดูเก็บเกี่ยว แล้วนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในแต่ละส่วน สำหรับธาตุไนโตรเจน ได้ตัวอย่างทั้งหมด 20 ตัวอย่าง/ฤดูเก็บเกี่ยว โดยรวมจากตัวอย่างที่ได้รวมไปแล้วก่อนหน้านี้จากส่วนเดียวกัน (รวม 25 ผลจากสวนเดียวกัน เป็น 1 ตัวอย่าง) นำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในผล และคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต

ส่วนที่ 6 การวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจนและผลส้มโอ

1. วิเคราะห์ไนโตรเจนในพืช โดยนำตัวอย่างพืชที่อบแห้ง บด และร่อน ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง protein/nitrogen determinator (LECO รุ่น FP-528 ประเทศสหรัฐอเมริกา)

2. วิเคราะห์ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในพืช ด้วยวิธี colorimetry (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) วัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer (Milton Roy รุ่น Spectronic Genesys 5 ประเทศสหรัฐอเมริกา) (ภาคผนวก)

3. วิเคราะห์ความเข้มข้นโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในพืช ด้วยวิธี atomic absorption spectrophotometry (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544) (ภาคผนวก) วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Analytic Jena รุ่น Vario 6 ประเทศเยอรมนี)

ส่วนที่ 7 จำนวนปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยว (Crop removal)

คำนวณ crop removal ของผลส้มโอจากสูตรดังต่อไปนี้

ปริมาณธาตุอาหารโดยน้ำหนักแห้ง (กรัมต่อผล)

$$= \frac{\text{ความเข้มข้นของธาตุอาหารเมื่อเก็บเกี่ยว (\%)} \times \text{น้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อผล (กรัม)}}{100}$$

ปริมาณธาตุอาหารต่อผลสด 1 กิโลกรัม (กรัม)

$$= \frac{\text{ปริมาณธาตุอาหารโดยน้ำหนักแห้ง (กรัม)} \times 1,000}{\text{น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อผล (กรัม)}}$$

ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตต่อตัน

$$= \text{ปริมาณธาตุอาหารต่อผลสด 1 กิโลกรัม (กรัม)} \times \text{น้ำหนักผลผลิตต่อตัน (กิโลกรัม)}$$

คำนวณ crop removal ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ในรูปปุ๋ย N, P₂O₅ และ K₂O ดังนี้

$$\text{ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน (กรัม)} = \text{ปริมาณธาตุไนโตรเจน (กรัม)} \times 1$$

ปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส (กรัม) = ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (กรัม) \times 2.29

ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียม (กรัม) = ปริมาณธาตุโพแทสเซียม (กรัม) \times 1.2

ส่วนที่ 8 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลคุณภาพผลทั้งภายใน และภายนอกทั้งหมดของส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม และรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนทั้ง 2 ปี มาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบหาความแตกต่างของข้อมูลระหว่าง 2 ฤดูเก็บเกี่ยวและพื้นที่ 2 ส่วน (เขตพื้นที่ที่น้ำกร่อยขึ้นถึง (อ.อัมพวา) และพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย (อ.บางคนที)) ด้วย t-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพผลในแต่ละสวน ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Analysis System (SAS)

วิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยธาตุอาหารในผลส้มโอ รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนด้วยวิธี t-test และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในดิน กับธาตุอาหารในใบและผลส้มโอ โดยการหาความสัมพันธ์ของสมการเชิงเส้น (regression analysis) และตรวจสอบสหสัมพันธ์ (correlation) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Analysis System (SAS)

สถานที่ทำการวิจัย

1. สวนส้มโอของเกษตรกร อำเภออัมพวาและอำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม
2. ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยา ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553

ผลและวิจารณ์

1. สภาพสวน สภาพต้น การดูแลและการให้ผลผลิตของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

สวนส้มโอที่ได้คัดเลือกเพื่อทำวิจัยครั้งนี้ มีการปลูกแบบยกทรงสูง ยกเว้นสวนคุณพิจิตร และคุณทองฮ้อย ที่เป็นสวนยกทรงสูงตอนเริ่มต้น แต่มีการถมร่องเว้นร่องในเวลาถัดมา มีทั้งการปลูกแบบแถวคู่สลับฟันปลา และแถวเดี่ยว ไม่มีการควบคุมการออกดอก และไว้ผลผลิตตลอดทั้งปี ให้น้ำโดยระบบสปริงเกอร์และเรื่อรดน้ำ และมีรายละเอียดเกี่ยวกับอายุต้น ขนาดทรงพุ่ม การให้น้ำ และการให้ผลผลิต ดังนี้

ตารางที่ 3 รายละเอียดเกี่ยวกับอายุต้น ขนาดทรงพุ่ม การให้น้ำ และการให้ผลผลิต

1. สวนคุณณอมจิต บุตรราช

ที่อยู่	9 หมู่ 3 ต.บางสะแก อ.บางคนที จ.สมุทรสงคราม
อายุและขนาดต้นส้มโอ	อายุต้น 18 ปี ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 6.9×8.5 เมตร สูงเฉลี่ย 6.4 เมตร ขนาดเส้นรอบวงต้นเฉลี่ย 62.1 เซนติเมตร
การให้น้ำ	สูตร 25-7-7 ต้นละ 1 กิโลกรัม ในเดือนกุมภาพันธ์และมิถุนายน สูตร 8-24-24 ต้นละ 1 กิโลกรัม ในเดือนตุลาคมและเมษายน ให้น้ำเสริมทางใบ ได้แก่ แคลเซียม โบรอน สังกะสีและน้ำตาลทางด่วน (รันอเวย์) ในช่วงออกดอกและก่อนเก็บเกี่ยว 2 เดือน ให้น้ำคอกมูลวัวผสมมูลค่างควาปีละ 2 ครั้งๆ ละประมาณ 20 กิโลกรัมต่อต้น
ผลผลิต	ไว้ผลผลิตตลอดทั้งปี โดยมีรุ่นใหญ่ๆ 2 รุ่น คือ รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมี 30-40 ผล/ต้น น้ำหนักเฉลี่ย 1.7-2.2 กิโลกรัม/ผล คิดเป็น 51-88 กิโลกรัม/ต้น และรุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมี 40-50 ผล/ต้น น้ำหนักเฉลี่ย 1.3-1.7 กิโลกรัม/ผล คิดเป็น 52-85 กิโลกรัม/ต้น

ตารางที่ 3 (ต่อ)

2. สวนคุณทองช้อย ชุ่มเกษร

ที่อยู่	41 หมู่ 7 ต.โรงหีบ อ.บางคนที จ.สมุทรสงคราม
อายุและขนาด ต้นส้มโอ	อายุต้น 18 ปี ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 6.0×7.0 เมตร สูงเฉลี่ย 6.2 เมตร ขนาดเส้น รอบวงต้นเฉลี่ย 47.7 เซนติเมตร
การใส่ปุ๋ย	สูตร 16-16-16 และ 25-7-7 ในสัดส่วน 3:1 ต้นละ 1 กิโลกรัม หลังเก็บเกี่ยว ผลผลิต ให้ปุ๋ยเสริมทางใบ ได้แก่ สังกะสีและแมกนีเซียมพ่นพร้อมกับการสัปดาห์ สมุนไพร ให้ปุ๋ยคอกมูลไก่ปีละ 3 ครั้งๆ ละประมาณ 15-20 กิโลกรัม มีการใส่ เกลือสมุทรปีละครั้งในเดือนสิงหาคม ต้นละประมาณ 200 กรัม ให้ปุ๋ยน้ำหมัก ผลไม้หวานให้ทางดินพร้อมระบบน้ำ เดือนละครั้ง
ผลผลิต	ไว้ผลผลิตตลอดทั้งปี โดยมีรุ่นใหญ่ๆ 2 รุ่น คือ รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมี 30- 40 ผล/ต้น น้ำหนักเฉลี่ย 1.3-1.4 กิโลกรัม/ผล คิดเป็น 39-56 กิโลกรัม/ต้น และ รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมี 40-50 ผล/ต้น น้ำหนักเฉลี่ย 1.0-1.4 กิโลกรัม/ผล คิดเป็น 40-70 กิโลกรัม/ต้น

3. สวนคุณพิจิตร บริบูรณ์

ที่อยู่	16/1 หมู่ 6 ต.เหมืองใหม่ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม
อายุและขนาด ต้นส้มโอ	อายุต้น 20 ปี ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 7.3×8.2 เมตร สูงเฉลี่ย 6.4 เมตร ขนาดเส้น รอบวงต้นเฉลี่ย 53.3 เซนติเมตร
การใส่ปุ๋ย	สูตร 25-7-7 ต้นละ 1 กิโลกรัม หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต สูตร 13-13-21 ต้นละ 1 กิโลกรัม ในช่วงผลมีอายุ 5 เดือน ให้ปุ๋ยน้ำชีวภาพเสริมทางใบ ปุ๋ยหมักจากปลา ผสมรดไปพร้อมกับระบบน้ำ และปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ดทางดินร่วมด้วย ให้ปุ๋ยคอก มูลวัวปีละครั้งๆ ละประมาณ 15-20 กิโลกรัม/ต้นใส่ซี้แควนเกลือรอบทรงพุ่ม ต้นละ 5 กิโลกรัม ในเดือนพฤศจิกายน
ผลผลิต	ไว้ผลผลิตตลอดทั้งปี โดยมีรุ่นใหญ่ๆ 2 รุ่น คือ รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมี 20- 30 ผล/ต้น น้ำหนักเฉลี่ย 1.3-1.8 กิโลกรัม/ผล คิดเป็น 26-54 กิโลกรัม/ต้น และรุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมี 30-40 ผล/ต้น น้ำหนักเฉลี่ย 1.2-1.5 กิโลกรัม/ ผล คิดเป็น 36-60 กิโลกรัม/ต้น

ตารางที่ 3 (ต่อ)

4. สวนคุณขงยุทธ นวมสุวรรณ

ที่อยู่	11 หมู่ 2 ต.บางนางลี่ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม
อายุและขนาด ต้นส้มโอ	อายุต้น 15 ปี ขนาดทรงพุ่ม เฉลี่ย 6.3×6.9 เมตร สูงเฉลี่ย 5.3 เมตร ขนาดเส้นรอบวงต้นเฉลี่ย 40.9 เซนติเมตร
การใส่ปุ๋ย	สูตร 25-7-7 ผสมกับ 16-16-16 อัตรา 1:1 ต้นละ 1 กิโลกรัม หลังตัดแต่งกิ่ง สูตร 25-5-5 อัตรา 150 กรัม/20 ลิตร ร่วมกับสารสกัดจากสาหร่ายพ่นช่วงแตกใบอ่อน ให้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ให้ปุ๋ยคอกมูลไก่ปีละ 2 ครั้งๆ ละประมาณ 15-20 กิโลกรัม/ต้น
ผลผลิต	ไว้ผลผลิตตลอดทั้งปี โดยมีรุ่นใหญ่ๆ 2 รุ่น คือ รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมี 20-30 ผล/ต้น น้ำหนักเฉลี่ย 1.5-1.8 กิโลกรัม/ผล คิดเป็น 30-54 กิโลกรัม/ต้น และรุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมี 30-40 ผล/ต้น น้ำหนักเฉลี่ย 1.3-1.7 กิโลกรัม/ผล คิดเป็น 39-68 กิโลกรัม/ต้น

5. สวนคุณชำรงค์ น้อยกาญจนะ

ที่อยู่	9 หมู่ 3 ต.บางนางลี่ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม
อายุและขนาด ต้นส้มโอ	อายุต้น 13 ปี ขนาดทรงพุ่ม เฉลี่ย 5.9×6.4 เมตร สูงเฉลี่ย 5.1 เมตร ขนาดเส้นรอบวงต้นเฉลี่ย 41.1 เซนติเมตร
การใส่ปุ๋ย	สูตร 25-7-7 ต้นละ 1 กิโลกรัม ในช่วงเริ่มติดผลพร้อมปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ด สูตร 8-24-24 ต้นละ 1 กิโลกรัม ในช่วงที่ผลมีอายุประมาณ 3 เดือนไม่มีการให้ปุ๋ยเสริมทางใบ ให้ปุ๋ยคอกมูลวัวปีครั้ง ไร่ประมาณ 15-20 กิโลกรัม/ต้นพร้อมปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ด ต้นละ 1 กิโลกรัม หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตและลอกเลนสาขขึ้นแปลง
ผลผลิต	ไว้ผลผลิตตลอดทั้งปี โดยมีรุ่นใหญ่ๆ 2 รุ่น คือ รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมี 10-20 ผล/ต้น น้ำหนักเฉลี่ย 1.4-1.9 กิโลกรัม/ผล คิดเป็น 14-38 กิโลกรัม/ต้น และรุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมี 20-30 ผล/ต้น น้ำหนักเฉลี่ย 1.2-1.6 กิโลกรัม/ผล คิดเป็น 24-48 กิโลกรัม/ต้น

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่า แต่ละสวนจะมีการดูแลรักษาสวนส้มโอที่แตกต่างกัน ทั้งปริมาณการให้น้ำ ช่วงเวลาให้น้ำ หรือชนิดของปุ๋ยที่ให้กับต้นส้มโอ ทั้งปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยคอก การตัดแต่งกิ่ง การให้น้ำ ฯลฯ แต่ผลผลิตที่ได้ในแต่ละสวนไม่แตกต่างกันมากนักโดยเฉพาะในรุ่นเดียวกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับอายุของต้นส้มโอและการให้ผลผลิตในรอบที่ผ่านมาด้วย นอกจากนี้พบว่า ส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ที่เก็บเกี่ยวในรุ่นเมษายนจะมีผลผลิต/ต้นมากกว่าส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมด้วยเช่นกัน

2. สมบัติดินของแปลงปลูกส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

การวิเคราะห์ดินของแปลงปลูกส้มโอหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 5 สวน และแปลผลการวิเคราะห์ดินทางเคมี เพื่อใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (งานทดสอบดินปุ๋ยและการประยุกต์, 2549) ในปี พ.ศ. 2550 พบว่า ดินที่เก็บมาในรุ่นที่เก็บเกี่ยวผลส้มโอเดือนมกราคม มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงปานกลาง ไม่จัดว่าเป็นดินเค็มเนื่องจากดินมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูง ดินทุกสวนมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าในแต่ละสวนมีความแปรปรวนสูงและอยู่ในระดับที่สูงมาก ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมาก และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้จัดอยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมาก (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) (ตารางที่ 4) ส่วนดินที่เก็บมาในรุ่นที่เก็บเกี่ยวผลส้มโอเดือนเมษายนให้ผลในลักษณะเดียวกันกับเดือนมกราคม คือ มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงปานกลาง ไม่จัดว่าเป็นดินเค็มเนื่องจากดินมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูง ดินทุกสวนมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงมาก ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมาก และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้จัดอยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมากเช่นกัน (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) (ตารางที่ 5)

ในปี พ.ศ. 2551 พบว่า ค่าวิเคราะห์ดินมีค่าใกล้เคียงกันกับในปี 2550 คือ ดินที่เก็บมาในรุ่นที่เก็บเกี่ยวผลส้มโอเดือนมกราคม มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงปานกลาง ไม่จัดว่าเป็นดินเค็มเนื่องจากดินมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ดินทุกสวนมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าในแต่ละสวนมีความแปรปรวนสูงและอยู่ในระดับที่สูงมาก

ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมาก และ โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้จัดอยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมาก (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) (ตารางที่ 6) ดินที่เก็บมาในรุ่นที่เก็บเกี่ยวผลส้มโอเดือนเมษายนให้ผลในลักษณะเดียวกันกับเดือนมกราคม คือ มีปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงปานกลาง ไม่จัดว่าเป็นดินเค็มเนื่องจากดินมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ดินทุกสวนมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับที่สูงมาก ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมาก และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้จัดอยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมากเช่นกัน (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) (ตารางที่ 7) จากผลการวิเคราะห์สมบัติดินข้างต้นทั้ง 2 ปี แสดงว่าดินแปลงปลูกส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ทั้ง 5 สวนที่ศึกษามีความอุดมสมบูรณ์ของดินในระดับที่สูงมาก

จากข้อมูลสมบัติของดินทั้ง 2 ปี จะเห็นได้ว่า ดินแต่ละสวนมีสมบัติดินแตกต่างกัน ทั้งนี้มาจากการปฏิบัติดูแลรักษาของเกษตรกรที่แตกต่างกันในแต่ละสวน ไม่ว่าจะเป็นการรดน้ำ ใส่ปุ๋ย พ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ตัดแต่งกิ่ง ฯลฯ เมื่อพิจารณาปฏิกริยาความเป็นกรดต่างของดินพบว่า ดินมีความเป็นกรดจัดมากในสวนที่ 1 และกรดปานกลางในสวน 3 ส่วนสวนที่ 2, 4 และ 5 ดินเป็นกลาง เกษตรกรไม่มีการใส่ปุ๋ยเพื่อปรับสภาพดิน ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเกษตรกรไม่ทราบว่า สมบัติดินในสวนของตนเป็นอย่างไร และไม่เคยส่งดินตรวจวิเคราะห์ ประกอบกับกลัวว่า การใส่ปุ๋ยเพื่อปรับสภาพดิน จะส่งผลต่อผลผลิตหรือคุณภาพของผลส้มโอ ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของดินทั้ง 5 สวน พบว่า สวนที่อยู่ในเขตของอำเภออัมพวา ซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำกร่อยในเดือนมกราคม คือสวนที่ 3-5 มีแนวโน้มว่าค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณโซเดียมในดินสูงกว่าสวนที่ 1 และ 2 ซึ่งอยู่ในเขตของอำเภอบางคนที เนื่องจากน้ำกร่อยมีค่าการนำไฟฟ้าสูง (ตารางผนวกที่ 1 และ 2) แต่ไม่ทำให้ดินจัดว่าเป็นดินเค็ม เนื่องจากดินเป็นดินเหนียว อนุภาคของดินมีความสามารถในการดูดซับประจุบวกไว้ได้มากหรือมีคุณสมบัติเสมือนเป็นบัฟเฟอร์ จึงไม่มีผลกระทบต่อค่าการนำไฟฟ้าของดินมากนัก สวนที่ 2 พบว่า มีค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณโซเดียมในดินสูงกว่า สวนที่ 1 ทั้งนี้ไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำกร่อย เพราะเกษตรกรมีการใส่เกลือสมุทรในดิน โดยเชื่อว่าจะทำให้ส้มโอรสชาติดีขึ้นและลดการเกิดอาการเนื้อขาวสารได้ และเห็นได้ว่า สวนที่มีค่าการนำไฟฟ้ามาก ปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้ในดินก็สูงตามด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 4-7)

สำหรับอินทรีย์วัตถุในดินทั้ง 5 สวน พบว่า อยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก รวมถึงปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดอย่างสม่ำเสมอเป็นประจำทุกปี ส่วนความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินจัดว่ามีค่าสูงมากเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากดินในสวนเป็น

ดินเหนียว ซึ่งมีสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียวมาก ประกอบกับแต่ละสวนมีการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก รวมถึงปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ทำให้มีอินทรีย์วัตถุในดินสูง จึงสามารถดูดซับประจุบวกได้สูงมาก ด้านปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โปแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมากทุกสวน โดยสวนที่ 1 มีค่าต่ำสุดในทุกด้าน ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยสูตรเสมอหรือ สูตร 16-16-16 กับ 8-24-24 เป็นประจำเพื่อบำรุง ใบ ต้น และผลของส้มโอ ในขณะที่ที่ต้นส้มโอมีการดูดธาตุอาหารไปใช้หรือสูญเสียไปกับผลผลิตน้อยกว่าที่ใส่ปุ๋ยให้ สอดคล้องกับ นพพร (2552) ที่พบว่า ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งมีการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิต เท่ากับ 1.82, 0.20 และ 2.20 กรัมต่อผลสด 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งต้องการฟอสฟอรัส น้อยกว่า ไนโตรเจน และโปแทสเซียมหลายเท่าตัว การให้ปุ๋ยสูตรเสมออย่างต่อเนื่องจึงทำให้มีธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อยตกค้างอยู่ในดินในปริมาณมาก ค่าวิเคราะห์ดินแสดงให้เห็นว่า มีการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส และโปแทสเซียมเกินความต้องการของพืช ซึ่งโดยทั่วไปความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชคือ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โปแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในช่วง 26-42 mg/kg 130 mg/kg 1,040 mg/kg และ 135 mg/kg ตามลำดับ (กลุ่มวิจัยเคมีดิน, 2544)

ตารางที่ 4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) และ ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในดินใต้ทรงพุ่มส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในปี พ.ศ. 2550 (รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคม)

สวน	สมบัติดิน ^{1/}								
	pH _{1:2.5}	EC _{1:5} (dS/m)	OM (%)	CEC (cmole/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
ถนนมจิด	4.95c	0.28b	3.28	31.92c	110.3c	342.5b	2,569.3c	707.9c	121.7c
ทองย้อย	6.84a	0.37b	2.74	43.58a	976.7a	906.8a	4,642.3a	1,059.8a	181.5bc
พิจิตร	5.87b	0.42b	2.90	38.22b	317.0b	406.3b	3,643.7b	940.5b	232.5b
ขงยุทธ	6.24ab	0.64a	3.58	35.91b	163.8c	243.2b	3,606.3b	938.4b	389.1a
ธีรังค์	6.63a	0.78a	3.08	40.95a	226.0bc	323.3b	4,485.9a	1,042.0a	386.6a
F-test	**	**	ns	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	12.63	42.23	24.42	11.02	92.14	50.75	22.58	14.51	43.99

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางที่ 5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) และ ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในดินใต้ทรงพุ่มส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในปี พ.ศ. 2550 (รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายน)

สวน	สมบัติดิน ^{1/}								
	pH _{1:2.5}	EC _{1:5} (dS/m)	OM (%)	CEC (cmole/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
ถนอมจิต	4.81c	0.29b	2.70	30.66d	58.4b	361.2b	2,314.8c	687.5d	128.5d
ทองย้อย	6.64a	0.57ab	3.64	42.21a	656.1a	708.4a	4,458.0a	1,033.0a	164.3cd
พิจิตร	6.05b	0.42ab	3.04	38.85b	358.7a	482.1ab	3,764.4b	936.6bc	257.9b
ยงยุทธ	5.91b	0.54a	3.73	35.49c	451.8a	411.6b	3,301.8b	878.8c	315.8a
ธีรารักษ์	6.28ab	0.41ab	3.81	38.85b	464.2a	247.8b	3,878.5ab	985.1ab	202.3c
F-test	**	*	ns	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	11.93	31.57	23.63	11.23	71.15	50.85	22.76	14.50	35.96

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) และ ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในดินใต้ทรงพุ่มส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในปี พ.ศ. 2551 (รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคม)

สวน	สมบัติดิน ^{1/}								
	pH _{1:2.5}	EC _{1:5} (dS/m)	OM (%)	CEC (cmole/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
ถนอมจิต	4.75c	0.24b	3.74	32.76d	196.5c	596.0b	2,918.9c	716.1a	104.8c
ทองย้อย	6.78a	0.34b	3.92	43.68a	1,499.6a	958.1a	5,274.0a	1,115.8a	186.5b
พิจิตร	5.7b	0.25b	3.53	40.11b	392.9c	568.9b	3,930.0b	990.2b	154.9bc
ยงยุทธ	6.6a	0.30b	4.02	36.54c	1,141.8b	418.2b	4,157.7b	1,056.7ab	282.8a
ธีรารักษ์	5.48b	0.59a	4.45	39.27bc	393.7c	584.5b	3,780.4b	1,013.9b	258.4a
F-test	**	**	ns	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	14.46	44.90	11.22	20.86	73.97	35.56	22.66	15.46	40.06

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางที่ 7 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) และ ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในดินใต้ทรงพุ่มส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในปี พ.ศ. 2551 (รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายน)

สวน	สมบัติดิน ^{1/}								
	pH _{1:2.5}	EC _{1:5} (dS/m)	OM (%)	CEC (cmole/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)
ถนอมจิต	4.87c	0.18c	4.13c	31.71c	239.2c	520.8b	2,832.7c	708.6c	115.4d
ทองย้อย	6.62a	0.44b	4.85bc	42.00a	1,468.8b	1,087.7a	5,194.4a	1,126.7a	190.3bc
พิจิตร	5.71b	0.31bc	4.13c	36.96b	438.2c	498.6b	4,034.6b	987.6b	177.6c
ยงยุทธ	6.16ab	0.41b	6.51a	36.12b	1,990.1a	685.9b	3,837.6b	1,023.1b	251.1ab
ธีรรงค์	5.15c	0.64a	5.80ab	36.33b	497.3c	581.6b	3,633.2b	1,030.7b	265.5a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	13.11	45.41	9.77	24.31	81.86	47.05	22.11	15.50	34.88

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

3. ธาตุอาหารในใบส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในตัวอย่างใบส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มโอในรุ่นเดือนมกราคมและเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2551 พบว่า ใบของส้มโอที่เก็บมาพร้อมกับผลผลิตส้มโอในรุ่นเดือนมกราคมมีช่วงความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ตรวจพบคือ ไนโตรเจน (N) 2.73-2.90 % ฟอสฟอรัส (P) 0.15-0.18 % โพแทสเซียม (K) 1.82-2.32 % แคลเซียม (Ca) 5.31-6.34 % และแมกนีเซียม (Mg) 0.30-0.40 % เมื่อเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบของแต่ละสวนพบว่า มีค่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 8) เมื่อนำค่าที่วิเคราะห์ได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารในใบของส้มโอซึ่งเสนอไว้โดย สมศักดิ์ (2551) (ตารางผนวกที่ 4) พบว่า ความเข้มข้นของ N P และ Mg จัดได้ว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ความเข้มข้นของ K อยู่ในช่วงที่เหมาะสมถึงสูง ส่วนความเข้มข้นของ Ca อยู่ในระดับที่สูงกว่าช่วงที่เหมาะสม

สำหรับใบของส้มโอที่เก็บมาพร้อมกับผลผลิตส้มโอในรุ่นเดือนเมษายน มีช่วงความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ตรวจพบคือ N 2.51-2.75 % P 0.13-0.14 % K 1.24-1.93 % Ca 5.78-8.09 % และ Mg 0.34-0.40 % เมื่อเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบของแต่ละสวนพบว่า K และ Ca ในใบมีค่าแตกต่างกัน (ตารางที่ 9) เมื่อเปรียบเทียบกับรุ่นเดือนมกราคมพบว่า ความเข้มข้นของ N P และ K ลดลงเล็กน้อย ส่วน Mg มีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ความเข้มข้นของ Ca ในใบเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าที่วิเคราะห์ได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารในใบของส้มโอ ซึ่งเสนอไว้โดย สมศักดิ์ (2551) (ตารางผนวกที่ 4) พบว่า ให้ผลในลักษณะคล้ายคลึงกันกับรุ่นเดือนมกราคม คือ ความเข้มข้นของ N P และ Mg จัดได้ว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ความเข้มข้นของ K อยู่ในระดับที่ต่ำถึงเหมาะสม ส่วนความเข้มข้น Ca อยู่ในระดับที่สูงกว่าช่วงที่เหมาะสม

จากข้อมูลข้างต้น สามารถประเมินระดับธาตุอาหารในใบ ที่เพียงพอและให้ผลผลิตดีมีคุณภาพ โดยสามารถเลือกความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบที่ให้ค่าต่ำสุด คือ N 2.51 % P 0.13 % K 1.24 % Ca 5.31 % และ Mg 0.30 % (ตารางที่ 8 และ 9) เป็นเกณฑ์อ้างอิงต่อไปในการจัดการปุ๋ยในสวนส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ให้ได้ระดับธาตุอาหารในใบในระดับนี้ และยังพบว่า ระดับธาตุอาหารแต่ละชนิดในใบมีค่าแตกต่างกัน (ตารางที่ 8 และ 9) โดยในใบมีความเข้มข้นของ Ca มากที่สุด รองลงมาคือ N K Mg และ P ตามลำดับ ซึ่งรูปแบบนี้เหมือนกับที่ สมศักดิ์ (2551) ได้รายงานไว้ นอกจากนี้พบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมีค่าสูง แต่ไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แสดงว่าการใส่ปุ๋ยเกินความจำเป็นต่อความต้องการของต้นส้มโอ

ตารางที่ 8 ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมในใบส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน ปี พ.ศ. 2551 จากชุดใบที่เก็บในเดือน มกราคม

สวน	ธาตุอาหารในใบ (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
ถนนอมจิต	2.90	0.18	2.32	5.31	0.40
ทองข่อย	2.84	0.16	1.82	6.18	0.33
พิจิตร	2.82	0.17	1.97	6.23	0.38
ขงยุทธ	2.80	0.15	1.84	6.34	0.37
ธำรงค์	2.73	0.15	1.83	5.81	0.30
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.55	13.42	18.86	15.17	12.79

หมายเหตุ ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 9 ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมในใบส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จาก 5 สวน ปี พ.ศ. 2551 จากชุดใบที่เก็บในเดือน เมษายน

สวน	ธาตุอาหารในใบ ^{1/} (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
ถนนอมจิต	2.57	0.13	1.93a	5.78c	0.34
ทองข่อย	2.75	0.14	1.24b	7.26ab	0.36
พิจิตร	2.68	0.14	1.83a	6.31bc	0.37
ขงยุทธ	2.51	0.13	1.24b	8.09a	0.40
ธำรงค์	2.70	0.13	1.84a	6.50bc	0.40
F-test	ns	ns	**	*	ns
C.V. (%)	5.77	5.83	22.66	17.92	15.10

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4. ความสัมพันธ์ระหว่างฤดูเก็บเกี่ยวกับคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

4.1 น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

การตรวจสอบคุณภาพผลหลังวางฝังในห้องปฏิบัติการ 1 สัปดาห์ ที่มีอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ผลส้มโอที่เก็บเกี่ยวในปี พ.ศ. 2550 และพ.ศ. 2551 มีน้ำหนักผลเฉลี่ยลดลงจากน้ำหนักผลเริ่มต้นเมื่อทำการเก็บเกี่ยวเล็กน้อย โดยมีการสูญเสียน้ำหนักหลังการฝังระหว่าง 2.1-5.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10 และ 11) ใกล้เคียงกับที่คมจันทร์ (2548) ได้ศึกษาไว้กับส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง แต่ฝังไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักหลังการฝังระหว่าง 1.5-5.1 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักผลที่ลดลงเป็นผลจากการสูญเสียน้ำและการหายใจที่ยังคงเกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักจะผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ดังนั้นในการซื้อขายส้มโอที่ใช้ระบบการชั่งน้ำหนัก หากเกษตรกรมีการเก็บเกี่ยวก่อนที่ผู้ค้าจะมารับไปขายเป็นระยะเวลาสั้น น้ำหนักผลส้มโอที่ได้ก็จะลดลงเรื่อยๆ รายได้ก็ลดลงด้วยเช่นกัน ส่วนในตลาดที่ขายผลผลิตส้มโอให้กับผู้บริโภคโดยตรงอาจไม่กระทบนัก เนื่องจากการขายเป็นผลแทนการชั่งน้ำหนัก แต่อาจทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลงกว่าปกติได้

นอกจากนี้ยังพบว่าผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและรุ่นเดือนเมษายน มีน้ำหนักและขนาดผลแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 2 ปี โดยในฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2550 รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีน้ำหนัก ความสูง และความกว้างของผลเท่ากับ 1,628.3 กรัม 16.2 เซนติเมตร และ 16.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนรุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีค่าเท่ากับ 1,375.6 กรัม 15.1 เซนติเมตร และ 15.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ด้านสัดส่วนระหว่างความสูงกับความกว้างผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2551 รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีน้ำหนัก ความสูง ความกว้างและสัดส่วนระหว่างความสูงกับความกว้างของผลเท่ากับ 1,686.2 กรัม 16.2 เซนติเมตร 16.9 เซนติเมตร และ 0.95 ตามลำดับ ส่วนรุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีค่าเท่ากับ 1,485.5 กรัม 15.4 เซนติเมตร 15.7 เซนติเมตร และ 0.98 ตามลำดับ ดังนั้นผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมจึงมีน้ำหนักและขนาดมากกว่ารุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายน (ตารางที่ 10 และ 11) นอกจากนี้ยังพบว่า ในทั้ง 2 ปี ผลส้มโอมีสัดส่วนระหว่างความสูงกับความกว้างของผล (P/E) ใกล้เคียง 1 หรือ น้อยกว่า 1 เล็กน้อย หรือหมายความว่า ผลส้มโอมีความกว้างเท่ากับหรือมากกว่าความสูงของผลเล็กน้อย ทำให้ผลมีรูปร่างกลมถึงกลมแป้น (ตารางที่ 10 และ 11) ซึ่งมีรูปร่างผลเช่นเดียวกับผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งและขาวแป้น (เขาวรัตน์, 2545) ส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ที่เก็บเกี่ยวมาทำการทดลองทั้ง 2 ปี มีน้ำหนักและขนาดผลเฉลี่ยน้อยกว่าที่เขาวรัตน์ (2545) รายงานไว้ในพันธุ์เดียวกัน

ตารางที่ 10 น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	น้ำหนักสด		น้ำหนักสดหลังผึ่ง 1		ความสูงผล (P)		ความกว้างผล (E)		P/E		เส้นรอบวง	
	(กรัม)		(กรัม)		(ซม.)		(ซม.)				(ซม.)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	1,671.6	1,396.6	1,633.2	1,333.6	16.8	15.5	16.7	15.4	1.01	1.00	52.5	52.5
ทองฮ้อย	1,808.5	1,399.9	1,772.2	1,343.2	17.4	15.5	17.1	15.6	1.02	0.99	54.2	54.2
พีจิตร	1,605.0	1,528.8	1,568.9	1,416.1	16.2	15.4	16.5	16.0	0.98	0.96	52.2	52.2
ขงยุทธ	1,542.3	1,317.9	1,506.9	1,255.5	15.5	15.0	16.2	15.2	0.95	0.99	51.3	51.3
ธีรรงค์	1,622.2	1,235.0	1,586.7	1,171.8	16.0	14.4	16.5	15.0	0.97	0.96	51.9	51.8
เฉลี่ย	1,628.3	1,375.6	1,592.9	1,313.0	16.2	15.1	16.5	15.4	0.98	0.98	52.2	52.1
t-test ^{1/}	**		**		**		**		ns		ns	
C.V. (%)	16.80		17.61		8.68		6.32		5.98		5.26	

^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางที่ 11 น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	น้ำหนักสด		น้ำหนักสดหลังล้าง 1		ความสูงผล (P)		ความกว้างผล (E)		P/E		เส้นรอบวง	
	(กรัม)		สัปดาห์ (กรัม)		(ซม.)		(ซม.)				(ซม.)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	2,002.0	1,544.5	1,891.2	1,474.0	16.6	15.8	17.8	16.2	0.93	0.98	54.8	50.6
ทองฮ้อย	1,443.0	1,216.6	1,370.1	1,155.1	15.7	14.3	16.1	14.5	0.97	0.99	50.0	46.4
พิจิตร	1,583.2	1,444.6	1,524.8	1,407.9	15.7	15.2	16.6	15.8	0.94	0.96	51.3	49.3
ขงยุทธ	1,666.1	1,650.6	1,555.2	1,583.5	16.1	16.1	16.8	16.2	0.96	0.99	51.9	51.3
ธีรรงค์	1,745.1	1,571.2	1,668.4	1,501.0	16.8	15.4	17.2	15.7	0.98	0.99	53.5	50.1
เจดีย์	1,686.2	1,485.5	1,600.1	1,425.9	16.2	15.4	16.9	15.7	0.95	0.98	52.2	49.5
t-test ^{1/}	**		**		**		**		**		**	
C.V. (%)	21.84		21.90		9.20		8.77		5.21		8.18	

^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

4.2 สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

สีเปลือกของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายนมีค่าแตกต่างกันทั้ง 2 ปี โดยพบว่า ในฤดูกาลผลิตปี 2550 สีเปลือกของผลส้มโอมีค่า L^* (ความสว่าง) และค่า b^* (สีเหลือง) แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่า a^* (สีเขียว) ไม่แตกต่างกัน โดยสีเปลือกของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีค่า L^* และ b^* เท่ากับ 57.6 และ 37.8 ตามลำดับ ส่วนสีเปลือกของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีค่า L^* และ b^* เท่ากับ 50.6 และ 33.5 ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2551 สีเปลือกของผลส้มโอมีค่า L^* a^* และค่า b^* แตกต่างกันทางสถิติ โดยสีเปลือกของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 56.8 -12.1 และ 36.2 ตามลำดับ ส่วนสีเปลือกของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 55.9 -13.5 และ 34.5 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าทั้ง 2 ปี สีเปลือกของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีค่า L^* และ b^* มากกว่าส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน ดังนั้นสีเปลือกของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมจึงเหลืองกว่าผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน (ตารางที่ 12 และ 13) สอดคล้องกับผลการศึกษาในส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ผลพัฒนาในช่วงฤดูหนาว ซึ่งมีอากาศเย็น (เดือนธันวาคม-มกราคม) จะทำให้สีผิวเปลือกเป็นสีเหลือง เนื่องจาก มีค่าความสว่าง (L^*) และมีสีเหลือง (b^*) มากขึ้น (คมจันทร์, 2548) ซึ่งเป็นจุดด้อย เนื่องจากส่วนหนึ่งผู้บริโภคคุ้นเคยกับส้มโอที่มีเปลือกสีเขียว และบางส่วนเข้าใจว่าส้มโอที่มีเปลือกสีเหลืองเป็นส้มโอที่ไม่สดหรือเป็นส้มโอเก่าที่เก็บมานานแล้ว รสชาติจะไม่ดี นอกจากนี้ ส้มโอที่เปลือกเหลืองนั้นมักจะมีสีเขียวเต็มด้วย ทำให้สีผิวเปลือกเป็นลายต่างสลับกันระหว่างสีเขียวกับสีเหลือง ซึ่งเป็นลักษณะไม่พึงประสงค์ ดังนั้นผู้ขายจึงต้องใช้การปกปิดเปลือกส้มโอที่ผิวไม่สวยเหล่านี้และแกะเนื้อมาบรรจุใส่ถาดโฟมแทน เพื่อให้ง่ายต่อการขายและสะดวกต่อผู้บริโภคแทนการขายเป็นผล

ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน มีความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ น้ำหนักเนื้อ และเปอร์เซ็นต์เนื้อแตกต่างกัน โดยในปี พ.ศ. 2550 พบว่า ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ น้ำหนักเนื้อ และเปอร์เซ็นต์เนื้อ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม มีความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ น้ำหนักเนื้อ และเปอร์เซ็นต์เนื้อเท่ากับ 1.9 เซนติเมตร 739.5 กรัม 849.6 กรัม และ 53.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน มีความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ น้ำหนักเนื้อ และเปอร์เซ็นต์เนื้อเท่ากับ 1.6 เซนติเมตร 569.6 กรัม 743.3 กรัม และ 56.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2551 พบว่า ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ

และเปอร์เซ็นต์เนื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนน้ำหนักเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม มีความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเยื่อหุ้มกลีบ และเปอร์เซ็นต์เนื้อเท่ากับ 1.9 เซนติเมตร 827.1 กรัม และ 51.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน มีความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเยื่อหุ้มกลีบ และเปอร์เซ็นต์เนื้อเท่ากับ 1.6 เซนติเมตร 607.8 กรัม และ 57.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าน้ำหนักเนื้อ น้ำหนักเปลือกและเยื่อหุ้มกลีบ รวมถึงความหนาเปลือกของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีค่ามากกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนทั้ง 2 ปี ส่งผลให้สัดส่วนของเนื้อที่รับประทานได้น้อยกว่ารุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายน (ตารางที่ 12 และ 13)

ทั้งนี้เปอร์เซ็นต์เนื้อต่อผลของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับที่เคยมีรายงานในส้มโอพันธุ์เดียวกันที่พบค่าอยู่ในช่วง 50.2 ± 2.2 เปอร์เซ็นต์ (เขาวรัตน์, 2545) ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เนื้อต่อผลมากกว่าที่มีรายงานไว้ระหว่าง 3-4 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาจากข้อมูลข้างต้นจะพบว่า ผลส้มโอที่มีขนาดใหญ่จะให้ปริมาณเนื้อที่มากตามไปด้วย แต่ก็มีเปลือกที่หนาและน้ำหนักของเปลือกมากเช่นกัน ดังนั้นเมื่อคิดเป็นสัดส่วนของเนื้อที่รับประทานได้ต่อผล จึงน้อยกว่าผลส้มโอที่มีขนาดผลเล็ก ซึ่งมีเปลือกที่บางและน้ำหนักเปลือกน้อย สัดส่วนของเนื้อที่รับประทานได้ต่อผลจึงมีมากกว่า ดังนั้นผู้บริโภคควรเลือกซื้อส้มโอที่มีขนาดไม่ใหญ่จนเกินไป จึงจะได้ผลที่มีสัดส่วนเนื้อที่รับประทานได้มาก

ตารางที่ 12 สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเปลือก						น้ำหนัก (กรัม)							
	L*		a*		b*		ความหนาเปลือก (ซม.)		เปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ		เนื้อ		เปอร์เซ็นต์เนื้อ (%)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	59.2	52.0	-11.1	-8.0	38.5	34.6	1.7	1.6	752.2	567.4	881.0	766.2	54.0	57.7
ทองข้อย	57.8	50.5	-12.1	-13.2	39.5	33.4	2.1	1.6	889.3	583.9	882.8	759.2	49.8	56.6
พิจิตร	57.3	50.1	-10.3	-12.0	38.9	31.9	1.9	1.7	735.0	645.5	821.2	815.6	52.8	55.9
ยงยุทธ	55.2	47.6	-11.8	-8.6	33.4	31.6	1.8	1.6	659.9	516.7	847.0	738.8	56.4	59.3
ธำรงค์	58.9	52.5	-11.6	-12.8	39.7	35.9	2.2	1.5	751.5	534.9	835.1	636.9	52.8	54.4
เฉลิม	57.6	50.6	-11.3	-10.9	37.8	33.52	1.9	1.6	739.5	569.6	849.6	743.3	53.6	56.8
t-test ^{1/}	**		ns		**		**		**		**		**	
C.V. (%)	9.15		18.15		11.33		32.92		24.05		15.99		8.7	

^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางที่ 13 สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเปลือก						น้ำหนัก (กรัม)							
	L*		a*		b*		ความหนาเปลือก (ซม.)		เปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ		เนื้อ		เปอร์เซ็นต์เนื้อ (%)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	57.1	57.5	-11.2	-11.7	35.9	33.9	1.9	1.6	976.2	606.2	1,028.3	867.7	51.6	59.0
ทองข้อย	56.7	55.9	-13.2	-13.6	37.7	35.4	1.8	1.4	677.0	475.3	765.9	679.8	53.4	58.9
พิจิตร	54.1	54.2	-12.1	-13.6	33.6	32.3	1.8	1.6	760.5	606.9	822.7	808.5	52.5	57.6
ขงยุทธ	59.1	57.1	-11.8	-14.1	37.3	36.7	1.9	1.7	824.0	688.1	821.6	895.4	50.4	56.5
ธีารงค์	57.1	54.9	-12.3	-14.3	36.5	34.0	2.0	1.6	904.1	662.3	849.4	838.7	48.4	56.6
เฉลิม	56.8	55.9	-12.1	-13.5	36.2	34.5	1.9	1.6	827.1	607.8	858.2	818.1	51.3	57.7
t-test ^{1/}	*		**		**		**		**		ns		**	
C.V. (%)	5.63		18.13		9.66		23.32		32.5		20.04		12.07	

^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

4.3 สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

ในปี พ.ศ. 2550 หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต และฝั้งผลส้มโอไว้ในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า สีเนื้อของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสีเนื้อของส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีสีเหลืองเข้มกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม ซึ่งรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีค่า L^* (ความสว่าง) เฉลี่ยเท่ากับ 47.9 หรืออยู่ในช่วง 47.4- 48.7 ค่า a^* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -4.5 หรืออยู่ในช่วง -4.1 ถึง -4.7 ซึ่งค่า a^* เป็นลบ หมายถึง มีสีเขียว ค่าติดลบมากแสดงว่า มีสีเขียวมาก ค่า b^* มีค่าเฉลี่ย 8.7 หรืออยู่ในช่วง 8.5-8.9 ซึ่งค่า b^* เป็นบวก หมายถึง มีสีเหลือง ค่าเป็นบวกมากแสดงว่า มีสีเหลืองมาก ส่วนสีเนื้อของส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีค่า L^* เฉลี่ยเท่ากับ 40.8 หรืออยู่ในช่วง 39.4- 43.2 ค่า a^* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -3.7 หรืออยู่ในช่วง -3.5 ถึง -3.9 ค่า b^* มีค่าเฉลี่ย 10.1 หรืออยู่ในช่วง 9.5-10.5 (ตารางที่ 14)

ในปี พ.ศ. 2551 หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต และฝั้งผลส้มโอไว้ในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า สีเนื้อของผลส้มโอทั้ง 2 รุ่น มีค่าแตกต่างกันเช่นเดียวกับในปี 2550 ค่า L^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสีเนื้อของส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีค่า L^* (ความสว่าง) มากกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.8 หรืออยู่ในช่วง 46.1- 50.3 ส่วนสีเนื้อของส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีค่า L^* เฉลี่ยเท่ากับ 45.2 หรืออยู่ในช่วง 43.9- 46.5 ส่วนค่า a^* และ b^* ของสีเนื้อส้มโอ พบว่า ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 15) เมื่อพิจารณาค่า L^* a^* และ b^* ของสีเนื้อส้มโอทั้ง 2 ปี พบว่า สีเนื้อของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่นี้มีสีน้ำตาลปึก (เหลืองอ่อน) ซึ่งสอดคล้องกับที่เขารัตน์ (2545) ได้รายงานไว้ในพันธุ์เดียวกันและมีค่าใกล้เคียงกับที่มีรายงานไว้ในส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (กมจันทร์, 2548; นพพร, 2552) แม้ว่าสีเนื้อของทั้ง 2 ปีจะมีค่าแตกต่างกัน แต่จะไม่มีผลต่อคุณภาพในการบริโภคมากนัก เนื่องจากรสชาติเป็นเรื่องสำคัญมากกว่า และถ้ามองด้วยตาแล้วสีจะไม่ต่างกันอย่างชัดเจน ยังคงมองเป็นสีน้ำตาลปึก (เหลืองอ่อน) เช่นเดียวกัน

ในปี พ.ศ. 2550 พบว่า ส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเมษายนมีจำนวนกลีบไม่แตกต่างกัน โดยมีจำนวนกลีบ 13 กลีบต่อผล ในปี พ.ศ. 2551 พบในลักษณะเดียวกัน คือ ส้มโอทั้ง 2 รุ่น มีจำนวนกลีบไม่แตกต่างกัน คือ 13 กลีบต่อผล สอดคล้องกับที่ เขารัตน์ (2545) ได้ศึกษาไว้ในพันธุ์เดียวกันและพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ขาวแป้น และขาวพวง และมีจำนวนกลีบมากกว่าส้ม Satsuma (8-12 กลีบ) (มณฑิรา และคณะ, 2546) และส้มเขียวหวาน (10-11 กลีบ) (สายชล, 2531)

ตารางที่ 14 สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเนื้อ						จำนวนกลีบ	
	L*		a*		b*		ม.ค.	เม.ย.
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.		
ถนอมจิต	47.4	41.4	-4.7	-3.9	8.6	10.5	12.5	12.8
ทองย้อย	47.4	40.7	-4.5	-3.6	8.5	10.1	12.5	11.8
พิจิตร	48.4	39.4	-4.1	-3.7	8.8	9.9	13.4	13.0
ยงยุทธ	47.9	43.2	-4.5	-3.5	8.9	9.5	13.2	13.5
ธีรรงค์	48.7	39.4	-4.6	-3.8	8.9	10.3	12.5	13.3
เฉลี่ย	47.9	40.8	-4.5	-3.7	8.7	10.1	12.8	12.9
t-test ^{1/}	**		**		**		ns	
C.V. (%)	11.29		62.10		15.64		12.44	

^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางที่ 15 สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเนื้อ						จำนวนกลีบ	
	L*		a*		b*		ม.ค.	เม.ย.
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.		
ถนนอมจิต	46.1	46.5	-4.0	-4.1	9.7	8.9	13.0	13.4
ทองย้อย	46.7	45.1	-4.1	-4.2	9.6	10.1	12.5	12.3
พิจิตร	50.3	45.7	-4.1	-3.9	9.8	8.8	12.9	13.4
ยงยุทธ	47.9	43.9	-4.4	-4.2	9.8	9.2	12.9	12.6
ธีรังค์	48.0	44.7	-4.1	-4.0	9.9	9.3	12.5	12.7
เฉลิม	47.8	45.2	-4.1	-4.1	9.7	9.3	12.8	12.8
t-test ^{1/}	**		ns		ns		ns	
C.V. (%)	6.66		17.09		12.58		9.77	

^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

4.4 ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และสัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

ความแน่นเนื้อของผลส้มโอยังไม่อาจสรุปได้ว่ารุ่นใดมีเนื้อที่กรอบ แน่นหรือแฉะกว่ากัน เนื่องจากข้อมูลทั้ง 2 ปีให้ผลตรงข้ามกัน พบว่า ในปี พ.ศ. 2550 มีค่าความแน่นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 1.71 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 2.06 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ดังนั้นส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมจึงมีค่าความแน่นเนื้อต่ำกว่ารุ่นเดือนเมษายนหรือเนื้อแฉะกว่า (ตารางที่ 16) ในปี พ.ศ. 2551 กลับพบว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 2.25 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งสูงกว่ารุ่นเดือนเมษายนที่มีค่าเท่ากับ 1.10 กิโลกรัม/

ตารางเซนติเมตร หรือมีเนื้อที่กรอบหรือเหนียวกว่า (ตารางที่ 17) ทั้งนี้ค่าความแน่นเนื้อที่ศึกษานี้มีค่าใกล้เคียงกับความแน่นเนื้อของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (นพพร, 2552)

ในปี พ.ศ. 2550 พบว่า เนื้อส้มโอมี TSS TA และสัดส่วน TSS/TA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีค่า TSS TA และสัดส่วน TSS/TA เท่ากับ 11.5 องศาบริกซ์ 0.99 เปอร์เซ็นต์ และ 11.85 ตามลำดับ รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีค่า TSS TA และสัดส่วน TSS/TA เท่ากับ 12.83 องศาบริกซ์ 0.78 เปอร์เซ็นต์ และ 17.04 ตามลำดับ ส่วนในปี พ.ศ. 2551 พบว่า เนื้อส้มโอมี TSS และสัดส่วน TSS/TA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ TA ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีค่า TSS และสัดส่วน TSS/TA เท่ากับ 12.01 องศาบริกซ์ และ 16.63 ตามลำดับ รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีค่า TSS และสัดส่วน TSS/TA เท่ากับ 12.62 องศาบริกซ์ และ 17.72 ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวแสดงว่า รสชาติของส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนดีกว่ารุ่นเดือนมกราคม เนื่องจากมีค่า TSS และสัดส่วน TSS/TA ที่สูงกว่า (ตารางที่ 16 และ 17) และเมื่อเทียบกับค่าที่เคยมีรายงานไว้ในพันธุ์เดียวกันของ เขาวรัตน์ (2545) พบว่า ค่า TSS และ TSS/TA ในการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม โดยมีค่า TSS อยู่ในช่วง 9.1 ± 0.65 องศาบริกซ์ TSS/TA อยู่ในช่วง 11.92 ± 3.8 ส่วนรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีค่า TSS สูงกว่า 2-3 องศาบริกซ์ และค่า TSS/TA สูงกว่า 3 ตามลำดับ สำหรับค่า TA มีค่าใกล้เคียงกับที่มีรายงานไว้คืออยู่ในช่วง 0.76 ± 0.08 % นอกจากนี้ยังพบว่า TSS TA และ TSS/TA ของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งและพันธุ์ขาวแป้นที่เคยมีรายงานไว้ (เขาวรัตน์, 2545; คมจันทร์, 2548; นพพร, 2552)

ตารางที่ 16 ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำกั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำกั้น (TA) และ สัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	ความแน่นเนื้อ		TSS		TA		TSS/TA	
	(กก./ชม. ²)		(°บริกซ์)		(%)			
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	1.73	2.22	11.25	12.96	0.96	0.85	11.78	15.54
ทองย้อย	1.50	1.94	11.80	12.48	0.94	0.70	12.77	18.25
พีจิตร	1.68	1.68	12.51	13.17	1.00	0.75	12.50	17.93
ยงยุทธ	1.78	2.63	10.29	10.88	0.97	0.85	10.90	13.25
ธีรรงค์	1.73	1.81	12.11	14.68	1.03	0.73	11.86	20.21
เฉลี่ย	1.71	2.06	11.55	12.83	0.99	0.78	11.85	17.04
t-test ^{1/}	**		**		**		**	
C.V. (%)	26.24		12.14		19.36		26.24	

^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางที่ 17 ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำกั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำกั้น (TA) และ สัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	ความแน่นเนื้อ		TSS		TA		TSS/TA	
	(กก./ชม. ²)		(°บริกซ์)		(%)			
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนนอมจิต	1.70	1.24	10.60	11.46	0.66	0.75	16.11	15.52
ทองข้อย	2.31	0.99	13.17	13.39	0.75	0.78	17.83	17.91
พีจิตร	2.41	1.10	10.72	11.82	0.83	0.77	13.25	15.42
ขงยุทธ	2.49	0.97	12.54	13.25	0.78	0.62	16.81	21.68
ช้างรงค์	2.34	1.19	13.07	13.14	0.69	0.74	19.11	18.04
เฉลี่ย	2.25	1.10	12.01	12.62	0.74	0.73	16.63	17.72
t-test ^{1/}	**		**		ns		**	
C.V. (%)	42.30		10.34		16.59		42.30	

^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

4.5 การประเมินคุณภาพด้วยการชิม

จากการให้คะแนนของผู้ชิมในปี พ.ศ. 2550 พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความเปรี้ยว กลิ่น และรสที่ผิดปกติ และความชอบในแต่ละฤดูเก็บเกี่ยว แตกต่างกันทางสถิติ โดยรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีคะแนนความเปรี้ยว กลิ่นและรสที่ผิดปกติมากกว่า แต่มีคะแนนความชอบน้อยกว่าส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน โดยรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีคะแนนความเปรี้ยว กลิ่นและรสที่ผิดปกติ และความชอบคือ 2.04 0.93 และ 2.31 คะแนน ตามลำดับ ส่วนรุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีคะแนน 1.6 0.51 และ 2.77 คะแนน ตามลำดับ ส่วนคะแนนความแฉะและความหวานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการชิม ของส้มโอทั้งสองฤดูเก็บเกี่ยว พบว่าเนื้อส้มโอค่อนข้างแห้ง ไม่มีกลิ่นและรสที่ผิดปกติ มีความเปรี้ยวและความหวานปานกลาง และผู้

ชิมมีความชอบปานกลาง สำหรับในปี พ.ศ. 2551 พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความชอบในแต่ละฤดูเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติ โดยรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีคะแนนความชอบน้อยกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนเช่นกัน คือ 2.33 และ 2.71 คะแนน ตามลำดับ ด้านคะแนนความและ ความเปรี้ยว ความหวาน กลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากระดับคะแนนการชิมที่ได้ใกล้เคียงกับในปี พ.ศ. 2550 ดังนั้นผู้ชิมจึงชื่นชอบคุณภาพของส้มโอรุ่นเดือนเมษายนมากกว่า เนื่องจากส้มโอรุ่นมกราคมมีรสค่อนข้างเปรี้ยว (ตารางที่ 18 และ 19)

ตารางที่ 18 คะแนนการชิมเนื้อส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 หลังฝังในห้องปฏิบัติการ 1 สัปดาห์จากสวนส้มโอ 5 สวน ให้คะแนนโดยผู้ชิมจำนวน 10 คน

สวน	ความและ (คะแนน)		ความเปรี้ยว (คะแนน)		ความหวาน (คะแนน)		กลิ่นและรสชาติ ผิดปกติ (คะแนน)		ความชอบ (คะแนน)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	2.00	1.50	2.15	1.22	2.33	2.39	0.98	0.33	2.35	3.00
ทองย้อย	2.10	1.82	1.73	1.91	2.40	2.73	0.83	0.36	2.70	2.91
พิจิตร	2.05	2.18	2.08	1.82	2.13	2.18	1.03	0.82	2.30	2.09
ขงยุทธ	1.40	1.56	2.15	1.5	1.93	2.00	1.00	0.56	2.00	2.78
ธีรงค์	1.88	2.18	2.08	1.55	2.10	2.82	0.83	0.45	2.20	3.09
เฉลี่ย	1.89	1.85	2.04	1.60	2.18	2.42	0.93	0.51	2.31	2.77
t-test ^{1/}	ns		**		ns		**		**	

^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

หมายเหตุ ระดับคะแนนการชิมอยู่ช่วง 0 – 4 คะแนน เริ่มจากไม่มีลักษณะนั้นๆ เลย (0 คะแนน) ไปจนถึงมีลักษณะนั้นๆ มากที่สุด (4 คะแนน)

ตารางที่ 19 คะแนนการชิมเนื้อส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 หลังฝังในห้องปฏิบัติการ 1 สัปดาห์จากสวนส้มโอ 5 สวน ให้คะแนนโดยผู้ชิมจำนวน 10 คน

สวน	ความฉ่ำ (คะแนน)		ความเปรี้ยว (คะแนน)		ความหวาน (คะแนน)		กลิ่นและรสชาติ ผิดปกติ (คะแนน)		ความชอบ (คะแนน)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
	ถนอมจิต	1.70	1.36	2.30	1.91	2.00	2.64	1.30	0.64	2.10
ทองย้อย	2.14	2.45	1.96	2.00	2.57	2.36	0.97	0.82	2.86	2.55
พิจิตร	1.67	2.09	1.83	2.00	2.4	2.45	0.13	0.73	2.51	2.36
ขงยุทธ	1.50	2.55	2.90	1.73	1.80	2.55	0.70	0.64	1.60	2.82
ธีรงค์	2.35	1.73	1.59	1.82	2.68	2.73	0.67	0.45	2.56	3.00
เฉลี่ย	1.87	2.04	2.12	1.89	2.29	2.55	0.75	0.65	2.33	2.71
t-test ^{1/}	ns		ns		ns		ns		**	

^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

หมายเหตุ ระดับคะแนนการชิมอยู่ช่วง 0 – 4 คะแนน เริ่มจากไม่มีลักษณะนั้นๆ เลย (0 คะแนน) ไปจนถึงมีลักษณะนั้นๆ มากที่สุด (4 คะแนน)

4.6 จำนวนผลที่มีอาการเนื้อขาวสารและระดับความรุนแรงของอาการเนื้อขาวสาร

ส้มโอในแต่ละฤดูเก็บเกี่ยวมีผลที่มีอาการเนื้อขาวสารแตกต่างกัน โดยปี พ.ศ. 2550 ใช้การประเมินเพียงมีอาการหรือไม่มีอาการขาวเนื้อสารเท่านั้นพบว่า รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีผลที่มีอาการเนื้อขาวสารมากถึง 81.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่ารุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนที่มีผลที่แสดงอาการเนื้อขาวสารเพียง 26.0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปี พ.ศ. 2551 ใช้การประเมินผลส้มโอที่มีอาการ

เนื้อข้าวสารและให้เป็นคะแนนความรุนแรงของอาการ ซึ่งก็ให้ผลในลักษณะเดียวกันคือ รุนที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีผลที่มีอาการเนื้อข้าวสารมากกว่ารุนที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน คือ 81.7 และ 39.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยผลส้มโอรุนที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม ซึ่งเป็นรุนที่ผลส่วนใหญ่มีอาการเนื้อข้าวสารนั้น พบว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของผลที่พบอาการ มีอาการเนื้อข้าวสารเพียงบางกลีบ (น้อยกว่า 50 % ของจำนวนกลีบทั้งหมด) คือพบเฉพาะบริเวณกึ่งติดกับข้าวผล 46.9 เปอร์เซ็นต์ของผลที่พบอาการ เป็นผลที่มีอาการรุนแรงขึ้น คือ มีอาการเนื้อข้าวสารมากกว่า 50 % ของจำนวนกลีบทั้งหมด พบอาการเฉพาะบริเวณกึ่งติดกับข้าวผลเช่นกัน และผลที่มีอาการเนื้อข้าวสารรุนแรงที่สุดคือ มีอาการเนื้อข้าวสารเกือบทั้งผลมีเพียง 3.1 เปอร์เซ็นต์ของผลที่แสดงอาการ ส่วนรุนที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน ซึ่งเป็นรุนที่ผลส้มโอเพียงบางผลแสดงอาการเนื้อข้าวสาร พบว่า 89.8 เปอร์เซ็นต์ของผลที่แสดงอาการ เป็นผลส้มโอมีอาการเนื้อข้าวสารเพียงบางกลีบ (น้อยกว่า 50 % ของจำนวนกลีบทั้งหมด) พบเฉพาะบริเวณกึ่งติดกับข้าวผล หรือเพิ่งเริ่มมีอาการ ส่วนผลส้มโอที่มีอาการเนื้อข้าวสารมากกว่า 50 % ของจำนวนกลีบทั้งหมด และพบอาการเฉพาะบริเวณกึ่งติดกับข้าวผลมีเพียง 10.2 เปอร์เซ็นต์ของผลที่แสดงอาการเท่านั้น (ตารางที่ 20)

ทั้งนี้อาการเนื้อข้าวสารหรือฟ้าม (granulation) ในส้มหรือส้มโอเป็นอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับส่วนเนื้อของผลส้ม ส้มที่มีอาการเนื้อข้าวสารหรือฟ้ามจะมีลักษณะของเนื้อกลายเป็นสีขุ่นขาว แข็งและแห้งไม่มีน้ำหรือมีเล็กน้อย ส่วนใหญ่จะพบอาการนี้ทางด้านข้าวผล มากกว่ากลางผลและก้นผล (Ortuzar *et al.*, 2000) สอดคล้องกับส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ในการศึกษาครั้งนี้เช่นกัน ในเกรฟฟรุตพบอาการนี้ด้านก้นผลมากกว่าด้านอื่น (Burns and Albrigo, 1997, 1998) ผลที่มีอาการเนื้อข้าวสารรุนแรงมากอาจพบอาการลูกกลมมาถึงครึ่งผลหรืออาจเกือบหมดทั้งผลได้ โดยผนังเซลล์ของเนื้อส้มโอที่เกิดอาการนี้จะหนากว่าปกติ และมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบของเซลล์ที่แตกต่างกันออกไป โดยปริมาณของ pectic substances เพิ่มขึ้นและอยู่ในรูปของเจล (รวี, 2540; Goto and Araki, 1983) จัดว่าเป็นส้มโอที่มีคุณภาพต่ำ เป็นปัญหาสำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกและผู้ซื้ออย่างมาก แม้ยังสามารถขายได้บ้าง เนื่องจากไม่สามารถดูได้จากภายนอกหากไม่ใช่ผู้ที่ชำนาญพอหรือไม่สามารถขายได้เลยหากมีอาการรุนแรงมากๆ ซึ่งแสดงให้เห็นจากลักษณะภายนอกอย่างชัดเจน เช่น ผลส้มโอมีขนาดใหญ่มาก น้ำหนักเบา เป็นต้น

Burns (1990) พบว่า ในเนื้อส้มที่มีอาการเนื้อข้าวสารนี้จะมีการหายใจมากกว่าเนื้อส้มปกติ ซึ่งต้องการออกซิเจนในปริมาณมาก เพื่อสร้างพลังงานไปใช้ในการสนับสนุนการสังเคราะห์ผนังเซลล์และการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ต่างๆ ออกซิเจนจึงไม่เพียงพอ ดังนั้นเนื้อข้าวสารจึงมีการสะสมแอลกอฮอล์มาก (Sinclair and Jolliffe, 1961; Hwang *et al.*, 1990) ทำให้เนื้อส้มโอเมื่อ

นำมารับประทานมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ ส่วนความหนาแน่นของเนื้อผล ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด กรดอินทรีย์ แคลโรทีนอยด์ โพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์ลดลงหรือน้อยกว่าเนื้อส้มที่มีไม่มีอาการเนื้อข้าวสาร (Nakajima, 1976; El-Zeftawi, 1978; Burns and Achor, 1989; Hwang *et al.*, 1990; Boonyakiat and Yantarasi, 2001; Agusti *et al.*, 2004) ขณะที่แร่ธาตุหลายชนิดมีความเข้มข้นสูงขึ้น โดยเฉพาะแคลเซียม และแมกนีเซียม (รวี, 2540; Goto and Araki, 1983) ดังนั้นการที่ส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่มีคุณภาพด้อยลงโดยเฉพาะด้านรสชาติ ปัจจัยส่วนหนึ่งก็เป็นผลมาจากผลส้มโอมีอาการเนื้อข้าวสาร จะเห็นได้ว่าส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมเป็นรุ่นที่มีจำนวนผลและความรุนแรงของอาการเนื้อข้าวสารมาก คุณภาพก็จะด้อยลงตามไปด้วย ในทางตรงกันข้ามส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนเป็นรุ่นที่มีจำนวนผลและความรุนแรงของอาการเนื้อข้าวสารน้อย คุณภาพก็จะดีกว่าส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม

ตารางที่ 20 จำนวนผลที่มีอาการเนื้อข้าวสารและระดับความรุนแรงของอาการเนื้อข้าวสารของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 และ 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

ปี	ฤดูเก็บเกี่ยว	จำนวนผลที่มีอาการเนื้อข้าวสาร (%)	ระดับความรุนแรงของอาการเนื้อข้าวสาร (%)		
			เล็กน้อย	มาก	รุนแรง
2550	ม.ค.	81.6	-	-	-
	เม.ย.	26.0	-	-	-
2551	ม.ค.	81.7	50.0	46.9	3.1
	เม.ย.	39.5	89.8	10.2	0

หมายเหตุ เล็กน้อย = พบอาการเนื้อข้าวสารเพียงบางกลีบ (น้อยกว่า 50% ของจำนวนกลีบทั้งหมด)

เฉพาะบริเวณกึ่งติดกับข้าวผล

มาก = พบอาการเนื้อข้าวสารมากกว่า 50% ของจำนวนกลีบทั้งหมดเฉพาะบริเวณกึ่งติดกับข้าวผล

รุนแรง = อาการรุนแรง มีกึ่งแสดงอาการเนื้อข้าวสารลามลงมาจกข้าวผลมากขึ้น

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณภาพส้มโอระหว่างสวนในรุ่นต่างๆ พบว่า แต่ละสวนมีคุณภาพทั้งภายในและภายนอกแตกต่างกันในแต่ละรุ่น ทั้ง 2 ปี (ตารางผนวกที่ 3-10) ซึ่งสัมพันธ์กับการปฏิบัติดูแลรักษาที่ต่างกันของชาวสวน ดังจะเห็นได้จากสมบัติดินที่แตกต่างกันในแต่ละสวน (ตารางที่ 4-7) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพผลส้มโอโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ เขตพื้นที่ที่น้ำกร่อยขึ้นถึง (อ.อัมพวา) และพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย (อ.บางคนที) พบว่า คุณภาพของผลส้มโอโดยรวมไม่แตกต่างกันมากนัก โดยเฉพาะด้านรสชาติ (ตารางผนวกที่ 11-18) อาจเนื่องจากพื้นที่ที่น้ำกร่อยขึ้นถึงนั้น (อ.อัมพวา) ไม่ได้รับน้ำกร่อยขึ้นถึงตลอดทั้งปี เป็นเพียงบางช่วงเท่านั้นจึงอาจส่งผลไม่มากต่อต้นและคุณภาพของผลส้มโอ และสมบัติดินของทุกสวนมีความอุดมสมบูรณ์สูงมาก ทำให้คุณภาพของส้มโอทั้ง 2 เขตไม่ต่างกัน

คุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ทั้งภายในและภายนอกที่แตกต่างกัน ในแต่ละฤดูเก็บเกี่ยว นั้น อาจมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยกันหลายประการ เช่น การปฏิบัติดูแลรักษา และสภาพภูมิอากาศของสวนในรอบปี จากผลการศึกษาพบว่า ส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมนั้นจะออกดอกช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน มีการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลในช่วงฤดูฝน ความชื้นในดินสูงตลอดเวลาจนถึงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต ในขณะที่รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายนไม่มีฝนตก ระดับน้ำในร่องสวนต่ำมากและอากาศร้อนจัด (ภาพผนวกที่ 1) ส่งผลให้ความชื้นในดินลดลง ผลส้มโอที่เติบโตในช่วงฤดูฝนและเก็บเกี่ยวในเดือนมกราคม มีผลขนาดใหญ่ เปลือกหนา ปริมาณ TSS ต่ำ พบผลที่มีอาการเนื้อขาวสารมาก เนื่องจากผลส้มโอสามารถขยายขนาดได้อย่างเต็มที่ เปลือกจึงหนาตามไปด้วย ค่า TSS ในผลส้มโอจึงเจือจางหรือลดน้อยลง เพราะมีน้ำหรือความชื้นในผลมาก ผลส้มโอที่เก็บเกี่ยวในช่วงนี้จึงมี TSS ต่ำกว่าผลส้มโอที่เก็บเกี่ยวในเดือนเมษายน ซึ่งผลมีการพัฒนาช่วงที่ดินมีความชื้นต่ำ ทำให้มีค่า TSS ของเนื้อสูงกว่า (Sites *et al.*; 1951; Koo and McCormack, 1965; Koo and Smajstrla, 1984; Townsend, 2004)

นอกจากนี้การที่ส้มโอได้รับอากาศเย็นในฤดูหนาวช่วงก่อนเก็บเกี่ยว ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนไปจนถึงเก็บเกี่ยวในเดือนเดือนมกราคม ทำให้เปลือกของส้มโอเหลืองมากขึ้นกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน (ภาพผนวกที่ 1) เนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงเม็ดสีของสีผิวของส้มขึ้น โดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ของเปลือกลดลง (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996) ซึ่งจะเกิดได้เร็วหรือดีเมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืนมากๆ เช่นเดียวกับส้มเขียวหวานหรือส้มโชกุนที่ปลูกทางภาคเหนือที่เก็บเกี่ยวได้ในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม ซึ่งมีสีเหลืองส้มเข้มมากกว่ารุ่นอื่นๆ (รวี, 2540)

ด้านอาการเนื้อข้าวสารที่พบมากในส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมนั้น อาจเกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนย้ายของสารอาหารบางส่วนออกจากผล (Bartholomew *et al.*, 1941; Goto and Araki, 1983) เนื่องจากต้นส้มโอมีการแตกใบใหม่หลายครั้ง จากปริมาณน้ำฝนและระดับน้ำในร่องสวนที่ มีมาก รวมถึงบนต้นยังมีผลอ่อนของรุ่นที่จะเก็บเกี่ยวในเดือนเมษายน (อายุผลประมาณ 16 สัปดาห์) ค้างอยู่ด้วย ทั้งส่วนของใบใหม่ ผลอ่อนและผลส้มโอที่แก่พร้อมเก็บเกี่ยวในเดือน มกราคมจัดเป็นจัดได้ว่าเป็นแหล่งใช้อาหาร (sink) ที่รุนแรงภายในต้น ถ้าผลยังคงมีการเจริญเติบโต ก็ยังคงสภาพเป็น sink แต่เมื่อผลแก่เต็มที่อายุผล 26-31 สัปดาห์ (เขาวรัตน์, 2545) หากไม่มีการเก็บ เกียว ผลรุ่นนี้ก็สามารรถทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมอาหาร (source) ที่ไม่พึ่งประสงค์ได้ทันที (รวี, 2540) โดยสารอาหารและธาตุอาหารบางส่วนที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายจะถูกดึงออกมาจากผล ของส้มโอ และลำเลียงไปยังส่วนของใบและผลอ่อนก่อน ส้มโอที่แก่และเก็บเกี่ยวช่วงนี้ (รุ่นเดือน มกราคม) จึงมีโอกาสมากที่จะพบผลที่มีอาการเนื้อข้าวสารมากและรุนแรงกว่ารุ่นอื่นๆ ซึ่ง สอดคล้องกับที่มีรายงานว่า ส้มโอที่เก็บเกี่ยวช่วงปลายฤดูฝนจะพบผลที่มีอาการเนื้อข้าวสาร มากกว่าผลส้มโอที่เก็บเกี่ยวในช่วงแล้ง (ดวงพร และคณะ, 2532; คมจันทร์, 2548)

ทั้งนี้การให้น้ำในโตรเจนก็มีส่วนเร่งให้มีการผลิใบอ่อนหรือทำให้ปริมาณไนโตรเจนใน ใบสูงขึ้นเป็นตัวเร่งให้ผลเกิดการฟ้ามเร็วมากขึ้นได้ (Munshi *et al.*, 1978) ในกรณีเดียวกันหาก ใช้น้ำปุ๋ยโพแทสเซียมสูงก็จะช่วยเร่งให้มีการลำเลียงน้ำตาลออกจากผลได้เร็วยิ่งขึ้นได้อีกเช่นกัน (รวี, 2540) นอกจากนี้ รวี (2540) กล่าวว่า ส้มที่มีขนาดผลใหญ่มากขึ้นเท่าใด จะยังมีโอกาสเกิดการ ฟ้ามได้เร็วและมากกว่าผลที่มีขนาดเล็กกว่า ซึ่งสอดคล้องกับที่มีรายงานในส้มชนิดอื่นๆ (Sinclair and Jolliffe, 1961; Burns and Albrigo, 1997, 1998; Ritenour *et al.*, 2004, Sharma and Saxena, 2004; Sharma *et al.*, 2006) รวมถึงส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมที่ใช้ใน การศึกษานี้ด้วย นอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่นๆ ที่ทำให้เกิดอาการข้าวสารหรือฟ้ามได้เช่นกัน อาจ เป็นเพียงบางประการหรือหลาย ๆ ประการร่วมกันก็ได้ เช่น อายุของต้น ปริมาณของการติดผล (El-Zeftawi, 1978) อายุของผล (มนตรี, 2527) ระยะเวลาที่เก็บเกี่ยวผล (Ortuzar *et al.*, 2000) และการ ใช้น้ำปุ๋ย รวมถึงการใช้ดินต่อส้มที่แตกต่างกันด้วย (Sharma and Saxena, 2004)

จากผลการทดลองทั้ง 2 ปีข้างต้น จึงสามารถพิสูจน์สมมติฐานว่า ส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ที่ เก็บเกี่ยวในช่วงที่ต่างกันในรอบปี สภาพแวดล้อมหรือสภาพอากาศที่ต่างกัน มีผลทำให้คุณภาพ ของผลส้มโอแตกต่างกัน สอดคล้องกับที่มีรายงานในส้มโอ (Paudyal and Haq, 2008) ส้ม (Scorza *et al.*, 1982; Ebel *et al.*, 2004; Muhtaseb, 2007) และไม้ผลชนิดอื่นๆ เช่น ฝรั่ง (นิภาพร และ ตระกูล, 2544) พลับ (Candir *et al.*, 2009) และลำไย (Yang *et al.*, 2009) โดยส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยว

เดือนเมษายนนั้นมีรสชาติอร่อยและคุณภาพดีกว่ารุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคม ดังนั้นหากเกษตรกรต้องการผลผลิตให้เก็บเกี่ยวได้ในเดือนเมษายน ซึ่งเป็นรุ่นที่มีคุณภาพดีและรสชาติอร่อย ต้องมีการเตรียมต้นโดยการปลิดดอกหรือผลรุ่นอื่นๆ ทิ้งก่อน เนื่องจากไม้ผลกลุ่มส้มหรือส้มโอนี้จะไม่มีการออกดอกบนกิ่งที่มีการติดผล ดังนั้นหากต้องการทำให้ต้นส้มมีการออกดอกก็จะต้องกำจัดผลที่ติดอยู่ออกไปให้หมดก่อน (รวี, 2540) เพื่อเตรียมต้นให้พร้อมที่จะออกดอกพร้อมกันทั้งต้นในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน และเก็บเกี่ยวผลในเดือนเมษายนได้มากขึ้นหรืออาจงดการให้ผลตลอดปีของต้นส้มโอไว้ เพียงแต่ใช้การแบ่งพื้นที่ในสวนออกเป็น 2 ส่วน โดยให้ต้นส้มโอออกดอกไม่พร้อมกันในแต่ละส่วน ซึ่งในต้นหนึ่งๆ ของพื้นที่จะมีดอกชุดใหญ่เพียงรุ่นเดียว เช่นรุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายน เป็นต้น ก็จะได้ส้มโอที่ดีและมีคุณภาพตามที่เกษตรกรและผู้บริโภคต้องการ

5. การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

5.1 น้ำหนักของผล การกระจายน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

การศึกษาผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ 2 รุ่น ในปี พ.ศ. 2551 คือ รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม และเดือนเมษายน จำนวนรุ่นละ 125 ผล พบว่า ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีน้ำหนักผลเฉลี่ยมากกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน คือมีน้ำหนักสดเฉลี่ยเมื่อเก็บเกี่ยว 1,687.3 กรัม หลังหึ่งที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ น้ำหนักผลลดลงเล็กน้อย โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 1,604.8 กรัม ส่วนรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน มีน้ำหนักสดเฉลี่ยเมื่อเก็บเกี่ยว 1,477.5 กรัม หลังหึ่งเป็นเวลา 1 สัปดาห์น้ำหนักลดลงเล็กน้อยเช่นกัน คือ มีน้ำหนักเฉลี่ย 1,416.3 กรัม จากนั้นทำการผ่าแยกผลส้มโอทั้ง 2 รุ่นออกเป็น 4 ส่วนคือ ส่วนเปลือกเขียว (flavedo) เปลือกขาว (albedo) เยื่อหุ้มกลีบ (carpel membrane) และเนื้อ (juice sac) พบว่า ส่วนของ juice sac มีน้ำหนักสดมากที่สุด คิดเป็น 53.5 % และ 57.7 % ในรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน ตามลำดับ ใกล้เคียงกับที่คมจันทร์ (2548) และ นพพร (2552) ได้รายงานไว้ในส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง รองลงมาคือ albedo 28.2 % และ 25.7% flavedo 14.0% และ 11.9 % และ carpel membrane 4.62 % และ 4.64 % ตามลำดับ การกระจายน้ำหนักสดในลักษณะนี้คล้ายคลึงกับที่มีในรายงานผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (นพพร, 2552) เมื่อพิจารณาน้ำหนักสดแต่ละส่วนของส้มโอในแต่ละรุ่นพบว่า น้ำหนักของเปลือกส่วน flavedo และ albedo ในแต่ละรุ่นเก็บเกี่ยวนั้นแตกต่างกัน ส่วนน้ำหนักสดของ juice sac และ carpel membrane นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน โดยรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีน้ำหนักเปลือกส่วน

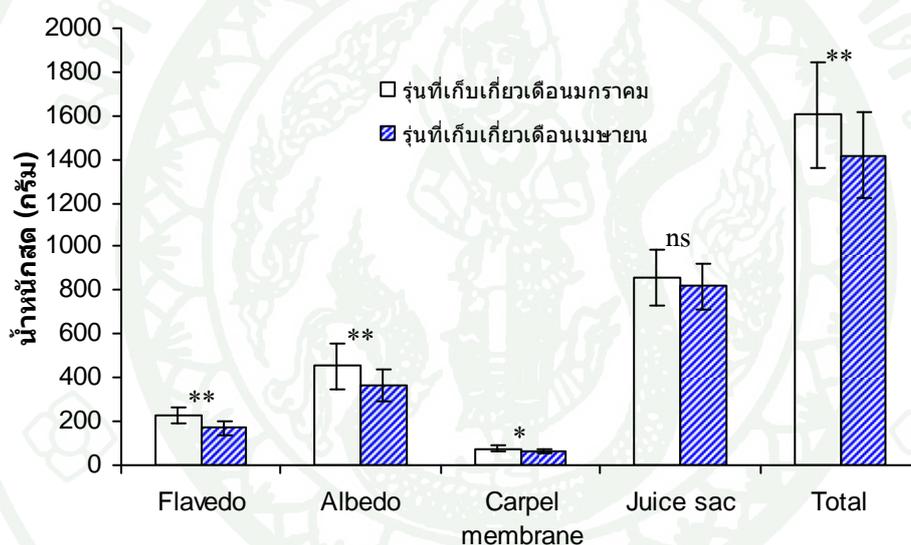
flavedo และ albedo มากกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน ทำให้ส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีน้ำหนักผลมากกว่าและเปลือกหนากว่าอีกรุ่นหนึ่ง (ภาพที่ 1)

ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 314.1 กรัม ซึ่งมากกว่ารุ่นเดือนเมษายน ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของผลเฉลี่ย 290.9 กรัม โดยมีน้ำหนักแห้งของ albedo และ juice sac มากที่สุดคือ 40.3 % และ 34.1 % ตามลำดับ รองลงมาคือ flavedo 18.8 % และ carpel membrane 7.3 % ส่วนรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีน้ำหนักแห้ง albedo และ juice sac มากที่สุดเช่นกัน คือ 38.7 % และ 37.1 % ตามลำดับ รองลงมาคือ flavedo 16.8 % และ carpel membrane 7.6 % (ภาพที่ 2) สอดคล้องกับที่มีในรายงานในส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (นพพร, 2552) แต่ต่างกับส้มโอพันธุ์ทองดีที่พบว่า ส่วนที่มีน้ำหนักแห้งมากที่สุดคือ juice sac รองลงมาคือ albedo flavedo carpel membrane และ เมล็ด ตามลำดับ (ลพ และคณะ, 2549) เยาวรัตน์ (2545) รายงานว่า ขนาด น้ำหนักผล หรือ ความหนาเปลือก ของผลส้มโอแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน ดังนั้นสัดส่วนของน้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนของผลส้มโอแต่ละพันธุ์ก็จะแตกต่างกันตามไปด้วย เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งแต่ละส่วนของส้มโอในแต่ละรุ่นพบว่า ให้ผลในลักษณะเดียวกับน้ำหนักสด คือน้ำหนักแห้งของเปลือกส่วน flavedo และ albedo ในแต่ละรุ่นไม่เท่ากัน รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีน้ำหนักแห้งเปลือกส่วน flavedo และ albedo มากกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน ซึ่งเป็นผลมาจากขนาดและน้ำหนักผลส้มโอที่มีมากกว่าตั้งแต่ต้น ส่วนน้ำหนักแห้งของ juice sac และ carpel membrane นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน

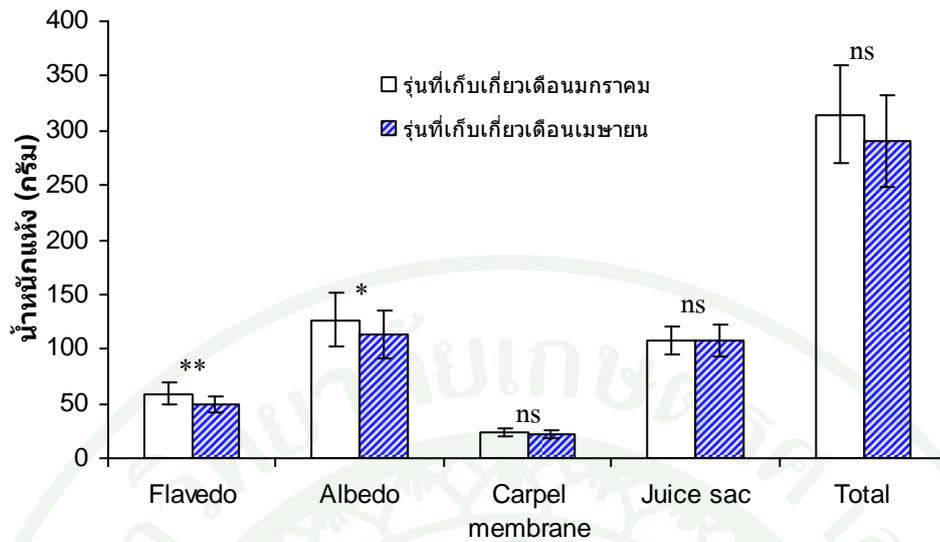
นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำหนักแห้งของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีค่าประมาณ 19.6 % ของน้ำหนักผลสด ส่วนรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีค่าประมาณ 20.5 % ของน้ำหนักผลสด หรือคิดเป็น 1 ใน 5 ส่วน ของน้ำหนักผลสด (ภาพที่ 2) สอดคล้องกับรายงานของคมจันทร์ (2548) ที่ทำการศึกษากับส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งจำนวน 2 รุ่น โดยพบว่า ผลส้มโอรุ่นที่ 1 (ส้มปี) มีน้ำหนักแห้งประมาณ 17.7-25.8 % ของน้ำหนักสด ส่วนผลส้มโอรุ่นที่ 2 (ส้มทะวาย) ก็ให้ค่าเช่นเดียวกับรุ่นแรกคือ มีน้ำหนักแห้งประมาณ 17.8-25.7 % ของน้ำหนักสด ซึ่งมีค่ามากกว่าส้มโอพันธุ์ทองดีที่ ลพ และคณะ (2549) ได้รายงานไว้คือประมาณ 15.8 % ทั้งนี้เนื่องมาจากส้มโอพันธุ์ทองดีมีผลขนาดเล็กกว่า มีสัดส่วนของเนื้อมากกว่าเปลือก เนื้อมีลักษณะฉ่ำน้ำหรือมีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่า (ปิยนาด, 2550) ส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ น้ำหนักแห้งที่ได้จึงน้อยกว่า

เมื่อพิจารณาความชื้นทั้งผลและในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ พบว่า ผลส้มโอทั้ง 2 รุ่นมีความชื้นทั้งผลใกล้เคียงกัน คือ ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีความชื้น 80.3 % ของน้ำหนักผลสด ส่วนรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีความชื้น 79.4 % ของน้ำหนักผลสด ทั้งนี้พบว่า

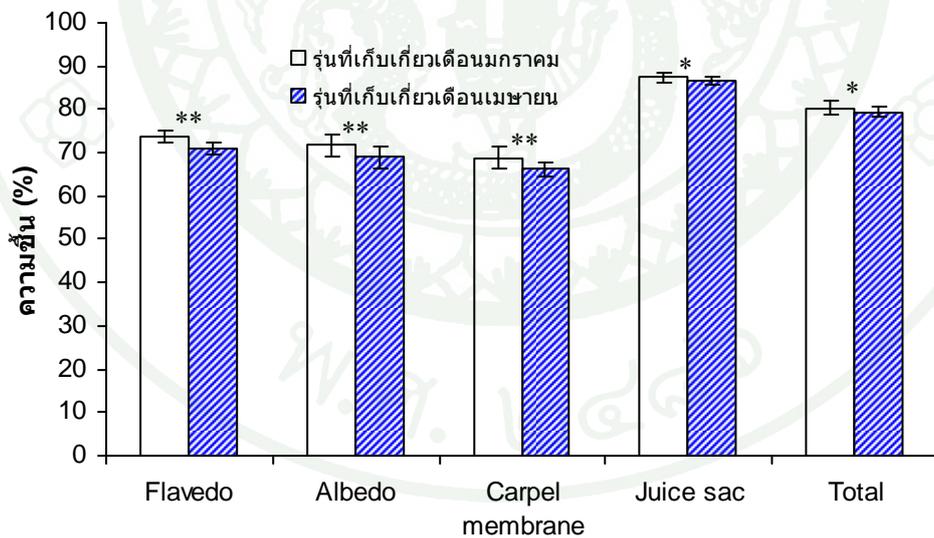
ส่วน juice sac เป็นส่วนที่มีความชื้นมากที่สุด ส่วน flavedo albedo และ carpel membrane มีความชื้นใกล้เคียงกัน โดยผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีความชื้นของ juice sac flavedo albedo และ carpel membrane ดังนี้คือ 87.4 % 73.6 % 71.7 % และ 68.7 % ตามลำดับ ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีความชื้นในส่วนดังกล่าวเท่ากับ 86.8 % 70.9 % 69.0 % และ 66.3 % ตามลำดับ (ภาพที่ 3) ใกล้เคียงกับรายงานศึกษาของ จงรักษ์ และคณะ (2549) ในบางส่วนที่พบว่า เปลือกของส้มโอทองดีและขาวน้ำผึ้ง (ไม่ได้แยกส่วนเปลือก) มีความชื้นใกล้เคียงกัน คือเท่ากับ 68.4 % และ 69.8 % ตามลำดับ ส่วนความชื้นในส่วนอื่นๆ ไม่สามารถนำมาพิจารณาเปรียบเทียบได้ เนื่องจากใช้คนละวิธีในการแยกผลส้มโอออกเป็นส่วนๆ



ภาพที่ 1 น้ำหนักสดผล และส่วนต่างๆ (\pm SD) ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 ส่วน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%)



ภาพที่ 2 น้ำหนักแห้งผล และส่วนต่างๆ (\pm SD) ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 สวน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%)



ภาพที่ 3 ความชื้นภายในผล และส่วนต่างๆ (\pm SD) ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 สวน โดยวิธี t-test: * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%)

5.2 การวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

5.2.1 ความเข้มข้นของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอทั้ง 2 รุ่น พบว่า ในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม ส่วน flavedo มีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงที่สุด (1.65 %) รองลงมาคือ juice sac (1.11 %) carpel membrane (0.92 %) และ albedo (0.67 %) ตามลำดับ ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีความเข้มข้นของไนโตรเจนใน flavedo 1.61 % juice sac 1.09 % carpel membrane 0.94 % และ albedo 0.70 % ตามลำดับ โดยความเข้มข้นของไนโตรเจนในแต่ละส่วนของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ทั้ง 2 รุ่น มีค่าใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 4) ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับค่าที่มีในรายงานในผลส้มโอน้ำผึ้ง (นพพร, 2552) และพันธุ์ทองดี (ลพ และคณะ, 2549)

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ทั้ง 2 รุ่น พบว่า ในผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสใน flavedo 0.212 % juice sac 0.207 % carpel membrane 0.091 % และ albedo 0.062 % ตามลำดับ ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสใน flavedo 0.218 % juice sac 0.213 % carpel membrane 0.093 % และ albedo 0.061 % ตามลำดับ ทั้งนี้ส้มโอทั้ง 2 รุ่นมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสใน flavedo และ juice sac ใกล้เคียงกัน และสูงกว่าส่วน carpel membrane และ albedo ซึ่งส่วน albedo เป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำกว่าส่วนอื่น เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในแต่ละส่วนของผลส้มโอ 2 รุ่น พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 5) สอดคล้องกับ ลพ และคณะ (2549) ที่ได้ศึกษาไว้กับส้มโอพันธุ์ทองดีที่พบว่า ส่วน flavedo มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่า juice sac เล็กน้อย ส่วน carpel membrane และ albedo มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำกว่าส่วนอื่นๆ แต่่นพพร (2552) กลับพบว่า ส่วน juice sac ของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่าส่วน flavedo ส่วนความเข้มข้นของฟอสฟอรัสใน carpel membrane และ albedo ให้ค่าใกล้เคียงและสอดคล้องกันกับส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอทั้ง 2 รุ่นนั้น พบว่า ในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม ส่วน flavedo มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงที่สุด

(2.40 %) รองลงมาคือ juice sac (1.72 %) albedo (0.97 %) และ carpel membrane (0.68 %) ตามลำดับ โดยส่วนของ carpel membrane เป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมต่ำกว่าส่วนอื่น ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมใน flavedo 2.38 % juice sac 1.84 % albedo 0.95 % และ carpel membrane 0.56 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของโพแทสเซียมในแต่ละส่วนของส้มโอ 2 รุ่น พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 6) สอดคล้องกับการศึกษาในส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (นพพร, 2552) และส้มโอพันธุ์ทองดี (ลพ และ คณะ, 2549) โดยพบว่า ส่วน flavedo มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ juice sac albedo และ carpel membrane ตามลำดับ

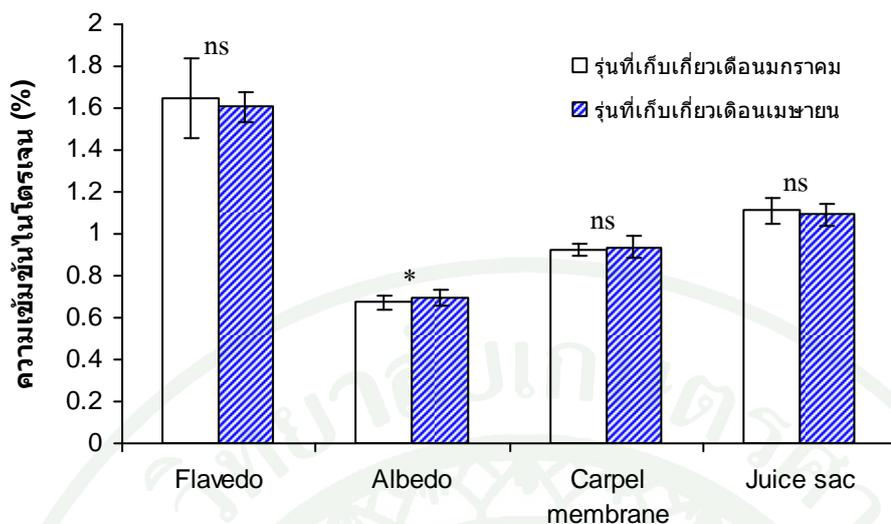
สำหรับความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอทั้ง 2 รุ่น พบว่า ในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม ส่วน flavedo มีความเข้มข้นของแคลเซียมสูงที่สุด (1.02 %) รองลงมาคือ albedo (0.85 %) และ carpel membrane (0.86 %) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วน juice sac (0.11 %) เป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำกว่าส่วนอื่นๆ ส่วนรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีความเข้มข้นของแคลเซียมใน flavedo 1.27 % albedo 1.04 % carpel membrane 0.86 % และ juice sac 0.12 % ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคลเซียมในแต่ละส่วนของส้มโอ 2 รุ่น พบว่า รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม มีความเข้มข้นของแคลเซียมใน flavedo และ albedo ต่ำกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวในเดือนเมษายน ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมใน carpel membrane และ juice sac มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 2 รุ่น (ภาพที่ 7) มีข้อสังเกตว่า ส่วนเปลือก (flavedo+albedo) มีความเข้มข้นของแคลเซียมสูง ส่วน juice sac มีความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานในส้มโอพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้ง ที่พบว่า ส่วนเปลือกและเมล็ดมีความเข้มข้นของแคลเซียมสูง ขณะที่เนื้อและน้ำส้มมีความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำ (จงรักษ์ และ คณะ, 2549; ปิยนาด, 2550) Saure (2005) พบว่า ผลแอปเปิ้ลที่แก่พร้อมเก็บเกี่ยว ส่วนเปลือกเป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของแคลเซียมสูงที่สุด และมีความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำสุดในส่วนของเนื้อเช่นกัน

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอทั้ง 2 รุ่น พบว่า ในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม ส่วน flavedo มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมสูงที่สุด (0.148 %) รองลงมาคือ albedo (0.091 %) และ carpel membrane (0.085 %) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วน juice sac เป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมต่ำกว่าส่วนอื่นๆ (0.069 %) ส่วนรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมใน flavedo 0.192 % carpel membrane 0.140 % albedo 0.131 % และ juice sac 0.066 % ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเข้มข้นของ

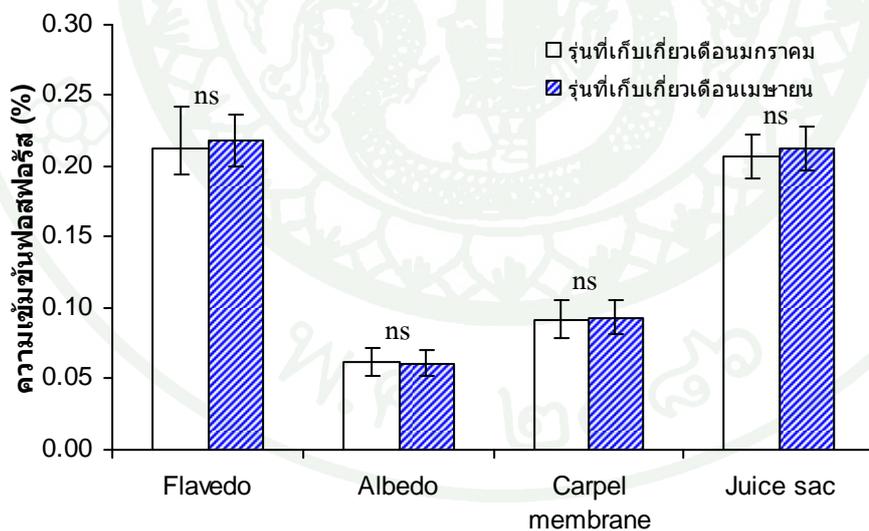
แมกนีเซียมในแต่ละส่วน ของส้มโอ 2 รุ่น พบว่า ความเข้มข้นของแมกนีเซียมใน flavedo albedo และ carpel membrane ของรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีค่าต่ำกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวในเดือนเมษายน ส่วน juice sac มีค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมใกล้เคียงกันทั้ง 2 รุ่น (ภาพที่ 8) flavedo เป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมสูงที่สุด เมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ ของผล ส่วน juice sac มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานในส้มโอทั้งพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้งเช่นกัน โดยพบว่า ส่วนเปลือกเป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมสูง ขณะที่เนื้อและน้ำส้มมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมต่ำมาก (จงรักษ์ และคณะ, 2549; ปิยนาด, 2550)

เนื่องจากความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอทั้ง 2 รุ่นมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นฤดูเก็บเกี่ยวจึงไม่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักภายในผลเท่าใดนัก แต่มีผลต่อความเข้มข้นของแคลเซียม และแมกนีเซียมภายในผลอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในส่วนเปลือกผลส้มโอ (flavedo+ albedo) โดยพบว่า เปลือกของส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนส่วน flavedo และ albedo มีความเข้มข้นของธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียมสูงกว่าเปลือกของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม (ภาพที่ 4-8)

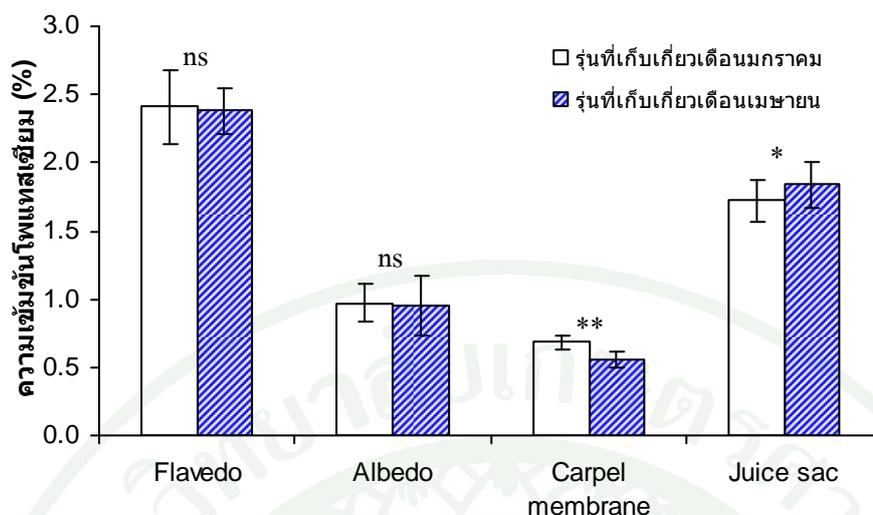
เมื่อพิจารณาความแตกต่างของระดับธาตุอาหารแต่ละชนิดในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ คือ flavedo albedo carpel membrane และ juice sac พบว่า ส่วน flavedo มีความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ซึ่งมีความเข้มข้นต่ำที่สุด ส่วน albedo มีความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียมใกล้เคียงกันและมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส ซึ่งมีความเข้มข้นต่ำที่สุด ส่วน carpel membrane มีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนสูงที่สุด รองลงมาคือ แคลเซียม โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส กับแมกนีเซียม ซึ่งมีความเข้มข้นใกล้เคียงกันและมีค่าต่ำที่สุด และส่วนสุดท้ายคือ juice sac พบว่า มีความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมสูงที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งมีความเข้มข้นต่ำที่สุด (ตารางผนวกที่ 23) สอดคล้องกับรายงานของ จงรักษ์ และคณะ (2549) และปิยนาด และคณะ (2549) ที่ศึกษาไว้ในส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งและทองดี



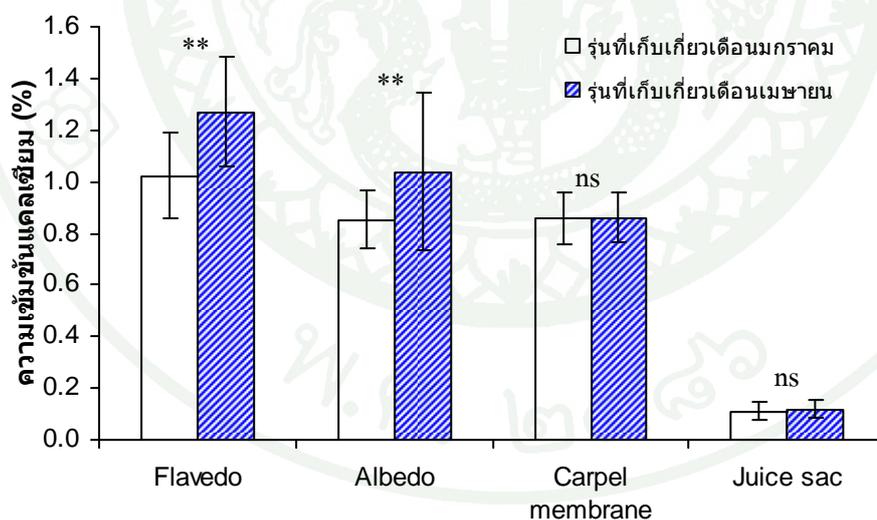
ภาพที่ 4 ความเข้มข้นไนโตรเจน (\pm SD) ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 ส่วน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติและ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %)



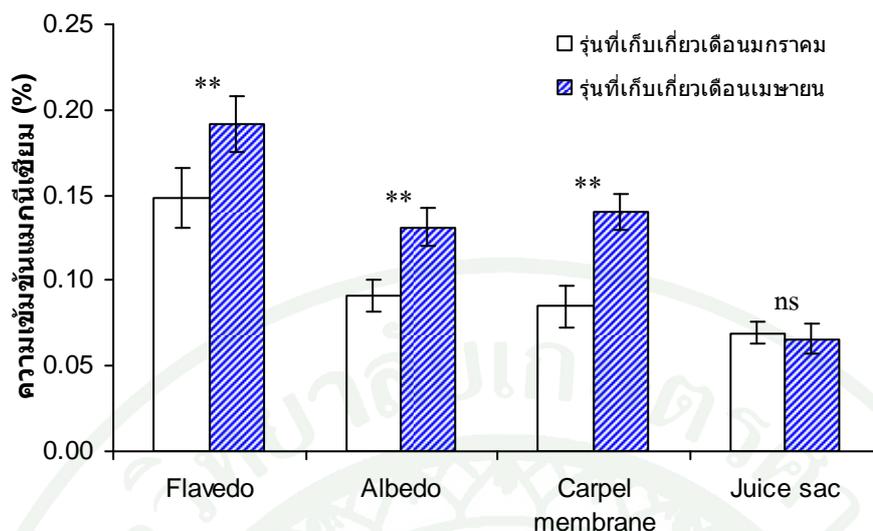
ภาพที่ 5 ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (\pm SD) ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 ส่วน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ)



ภาพที่ 6 ความเข้มข้นโพลีแซคคาไรด์ (± SD) ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 ส่วน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %)



ภาพที่ 7 ความเข้มข้นเซลลูโลส (± SD) ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 ส่วน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %)



ภาพที่ 8 ความเข้มข้นแมกนีเซียม (\pm SD) ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 ส่วน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %)

5.2.2 ปริมาณและการกระจายของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

เมื่อนำค่าความเข้มข้นของธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในผลส้มโอที่วิเคราะห์ได้ทั้ง 2 รุ่น มาคำนวณเป็นปริมาณธาตุอาหารในผลโดยน้ำหนักแห้ง พบว่า ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีปริมาณไนโตรเจนในผลเฉลี่ย 3.12 กรัม โดยมีการกระจายธาตุไนโตรเจนไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ คือ juice sac 1.19 กรัม flavedo 0.97 กรัม albedo 0.75 กรัม และ carpel membrane 0.21 กรัม ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีปริมาณไนโตรเจนในผลเฉลี่ย 2.63 กรัม โดยมีการกระจายธาตุไนโตรเจนไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ juice sac 1.18 กรัม flavedo 0.78 กรัม albedo 0.46 กรัม และ carpel membrane 0.21 กรัม (ภาพที่ 9) จะเห็นได้ว่า juice sac มีการสะสมธาตุไนโตรเจนไว้ในปริมาณมากที่สุดถึงแม้ว่าจะไม่ได้เป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนมากที่สุดก็ตาม ทั้งนี้เนื่องมาจากในผลส้มโอขาวใหญ่ทั้งผลมีส่วนของ juice sac มากที่สุดนั่นเอง ทำให้มีทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมาก

ปริมาณธาตุอาหารจึงมากตามไปด้วย ส่วน flavedo ซึ่งเป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงที่สุดในผล กลับมีปริมาณไนโตรเจนต่ำกว่า juice sac เพราะ flavedo มีน้ำหนักแห้งน้อยกว่า

ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีปริมาณฟอสฟอรัสในผลเฉลี่ย 0.437 กรัม โดยมีการกระจายธาตุฟอสฟอรัสไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ juice sac 0.222 กรัม flavedo 0.125 กรัม albedo 0.069 กรัม และ carpel membrane 0.021 กรัม ตามลำดับ ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีปริมาณฟอสฟอรัสในผลเฉลี่ย 0.398 กรัม โดยมีการกระจายธาตุฟอสฟอรัสไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ juice sac 0.230 กรัม flavedo 0.107 กรัม albedo 0.040 กรัม และ carpel membrane 0.021 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 10) ซึ่งให้ผลในลักษณะเดียวกับปริมาณไนโตรเจนในผล เมื่อพิจารณาส่วน flavedo ซึ่งมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมากที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่นของผล หลังจากนั้นมาคำนวณปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่สะสมในผลกลับพบว่า มีปริมาณน้อยกว่าส่วน juice sac เนื่องจากมีน้ำหนักแห้งของ flavedo น้อยกว่า ในส้มโอพันธุ์พันธุ์ทองดี หรือพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (ลพ และคณะ, 2549; จงรัชย์ และคณะ, 2549; นพพร, 2552) หรือส้มพันธุ์ Kinnow (Dhatt *et al*, 1992) เมล็ดจัดว่าเป็นแหล่งที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมากในผล แต่ผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่เป็นพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ด และพบว่าส่วนที่มีการสะสมหรือมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมาก คือ ส่วน flavedo

ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีปริมาณโพแทสเซียมในผลเฉลี่ย 4.50 กรัม โดยมีการกระจายธาตุโพแทสเซียมไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ juice sac 1.84 กรัม flavedo 1.42 กรัม albedo 1.08 กรัม และ carpel membrane 0.16 กรัม ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีปริมาณโพแทสเซียมในผลเฉลี่ย 3.91 กรัม โดยมีการกระจายธาตุโพแทสเซียมไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ juice sac 1.98 กรัม flavedo 1.16 กรัม albedo 0.64 กรัม และ carpel membrane 0.12 กรัม (ภาพที่ 11) จะเห็นได้ว่า juice sac มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด ทั้งๆ ที่มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมน้อยกว่า flavedo ซึ่งเป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงที่สุด ทั้งนี้ก็เนื่องจาก juice sac เป็นส่วนของผลที่มีน้ำหนักแห้งมากกว่า

ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีปริมาณแคลเซียมในผลเฉลี่ย 1.88 กรัม โดยมีการกระจายธาตุแคลเซียมไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ albedo 0.96 กรัม flavedo 0.60 กรัม carpel membrane 0.20 กรัม และ juice sac 0.12 กรัม

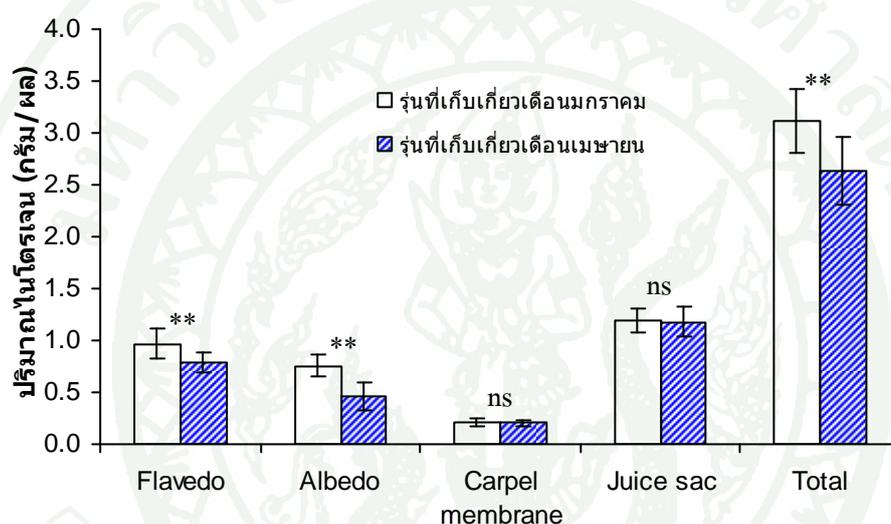
ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีปริมาณแคลเซียมในผลเฉลี่ย 1.62 กรัม โดยมีการกระจายธาตุแคลเซียมไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้คือ albedo 0.68 กรัม flavedo 0.62 กรัม carpel membrane 0.19 กรัม และ juice sac 0.13 กรัม (ภาพที่ 12) จะเห็นได้ว่า ลักษณะการสะสมธาตุอาหารของแคลเซียมในส่วนต่างๆ ของผลจะต่างจาก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สอดคล้องกับจงรักษ์ และคณะ (2549) ที่รายงานไว้ในส้มโอพันธุ์ทองดี และขาวน้ำผึ้ง โดยพบว่าส่วน albedo เป็นส่วนที่มีการสะสมปริมาณแคลเซียมมากที่สุด ทั้งๆ ที่มีความเข้มข้นของแคลเซียมน้อยกว่าส่วน flavedo ซึ่งเป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของแคลเซียมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ ของผลส้มโอ ส่วน juice sac กลับมีปริมาณแคลเซียมสะสมอยู่น้อยที่สุด เนื่องจากมีความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำที่สุด แม้ว่ามีน้ำหนักแห้งของส่วนนี้มากที่สุดก็ตาม

ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีปริมาณแมกนีเซียมในผลเฉลี่ย 0.282 กรัม โดยมีการกระจายธาตุแมกนีเซียมไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ albedo 0.102 กรัม flavedo 0.087 กรัม juice sac 0.074 กรัม และ carpel membrane 0.019 กรัม ส่วนผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีปริมาณแมกนีเซียมในผลเฉลี่ย 0.284 กรัม โดยมีการกระจายธาตุแมกนีเซียมไปอยู่ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้คือ flavedo 0.093 กรัม albedo 0.088 กรัม juice sac 0.071 กรัม และ carpel membrane 0.031 กรัม (ภาพที่ 13)

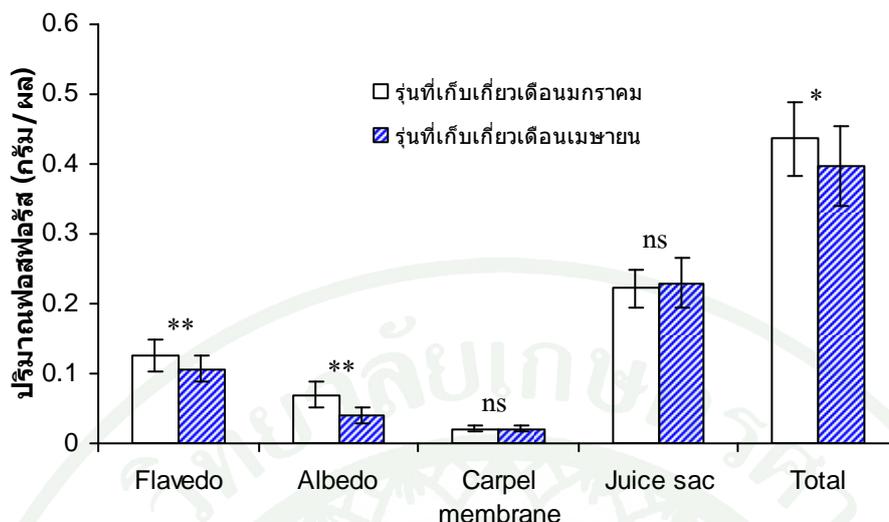
ผลส้มโอทั้ง 2 รุ่น มีปริมาณธาตุอาหารแต่ละชนิดที่สะสมไว้ไม่เท่ากัน โดยพบว่า ภายในผลส้มโอมีการสะสมธาตุโพแทสเซียมสูงที่สุด รองลงมาคือ ธาตุไนโตรเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ตามลำดับ (ภาพที่ 14) จะเห็นได้ว่า ส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ต้องการธาตุโพแทสเซียมในปริมาณสูงที่สุดในการสร้างผล ซึ่งสอดคล้องกับในรายงานของส้มโอพันธุ์อื่นๆ (คมจันทร์, 2548; ลพ และคณะ, 2549; จงรักษ์และคณะ, 2549; ปิยนาด, 2550; นพพร, 2552; สมศักดิ์, 2552) ส้มชนิดต่างๆ (Dhatt *et al*, 1992; Rapisarda *et al.*, 1995; Storey and Treeby, 2000) และไม้ผลชนิดอื่นๆ เช่น ลองกอง (จำเป็นและคณะ, 2549) ชมพู่ (ประทีป, 2548) และละมุด (Sulladmath, 1983)

ทั้งนี้คมจันทร์ (2548) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในผลส้มโอว่า สามารถเตรียมตัวอย่างทุกส่วนรวมกัน แล้วนำไปวิเคราะห์โดยไม่ต้องแยกส่วนได้ เนื่องจากการวิเคราะห์ทุกส่วนรวมกันมีค่าอยู่ระหว่างความเข้มข้นในส่วนเปลือกกับส่วนเนื้อรวมเมล็ด และมีค่าใกล้เคียงกับ

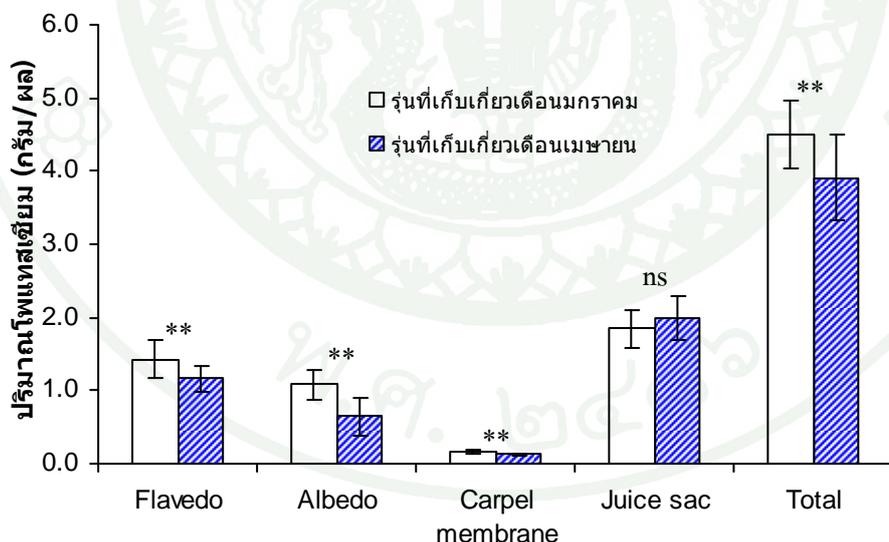
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 ส่วนนี้ แต่ลพ และคณะ (2549) เสนอว่าการประเมินปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอให้แม่นยำยิ่งขึ้น ควรแยกวิเคราะห์ธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอ เนื่องจากส้มโอเป็นผลไม้ที่มีเปลือกหนา หากวิเคราะห์เนื้อเยื่อรวมทั้งผลอาจทำให้ค่าที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจากการเจือจางโดยส่วน albedo ซึ่งมีสัดส่วนมากแต่ระดับธาตุอาหารต่ำ ในการศึกษาธาตุอาหารในส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ครั้งนี้สามารถยืนยันได้ว่า เป็นดังเช่นที่ ลพ และคณะ (2549) และนพพร (2552) ได้ศึกษาไว้ โดยสามารถสังเกตได้จากความเข้มข้นของธาตุอาหาร น้ำหนักแห้ง และปริมาณธาตุอาหารที่คำนวณได้



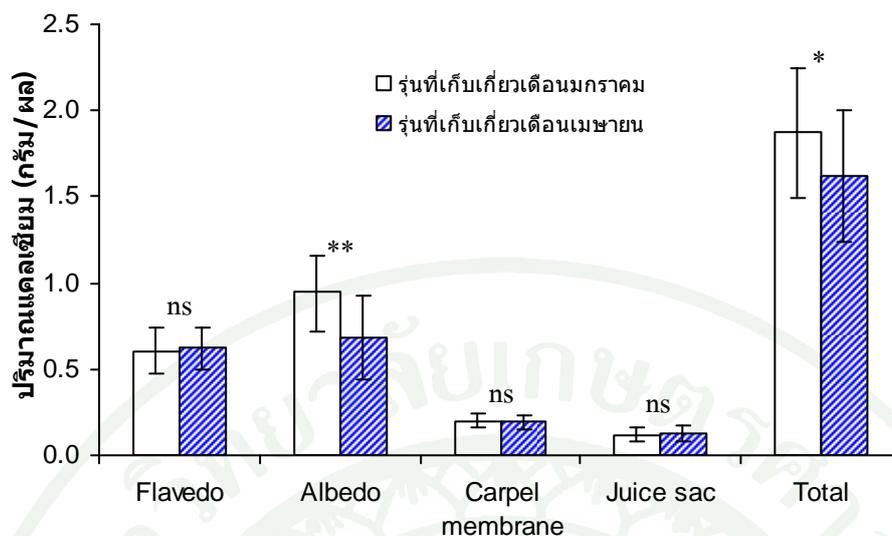
ภาพที่ 9 ปริมาณไนโตรเจน (\pm SD) ทั้งหมดในผลและส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 ส่วน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %)



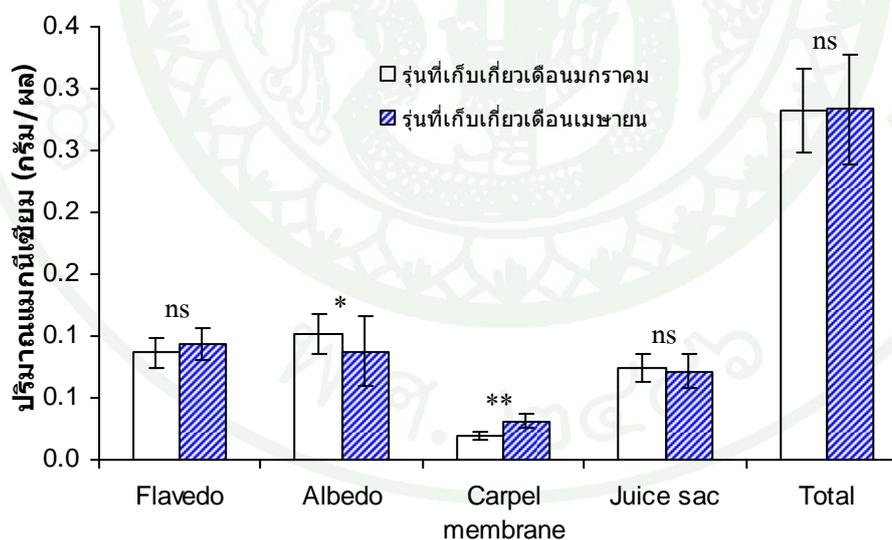
ภาพที่ 10 ปริมาณฟอสฟอรัส (\pm SD) ทั้งหมดในผลและส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 สวน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %)



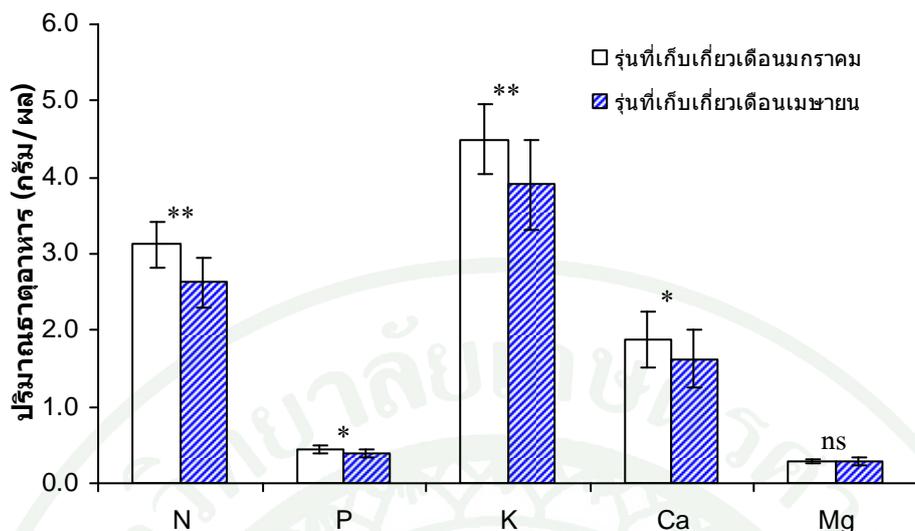
ภาพที่ 11 ปริมาณโพแทสเซียม (\pm SD) ทั้งหมดในผลและส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 สวน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %)



ภาพที่ 12 ปริมาณแคลเซียม (\pm SD) ทั้งหมดในผลและส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 สวน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %)



ภาพที่ 13 ปริมาณแมกนีเซียม (\pm SD) ทั้งหมดในผลและส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 สวน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %)



ภาพที่ 14 ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (\pm SD) ทั้งหมดในผลของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมกับเดือนเมษายนจาก 5 สวน โดยวิธี t-test: ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %)

5.2.3 ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียจากดินไปกับผลผลิตส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่เมื่อเก็บเกี่ยว

จากข้อมูลปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในผลส้มโอและน้ำหนักรวม เมื่อนำมาประเมินการสูญเสียหรือการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารออกจากดิน เมื่อมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มโอออกจากพื้นที่ พบว่า ทุกๆ 1 กิโลกรัมผลสดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่สูญเสียออกไปจากแปลงปลูก 1.87, 0.26, 2.69, 1.11 และ 0.17 กรัม ตามลำดับ ส่วนส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่สูญเสียออกไปจากแปลงปลูก 1.79, 0.27, 2.65, 1.10 และ 0.19 กรัม ตามลำดับ แตกต่างกับในรายงานของ นพพร (2552) ที่ศึกษาไว้กับส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ซึ่งพบว่า ทุกๆ 1 กิโลกรัมผลสดส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง มีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่สูญเสียออกไปจากแปลงปลูกเท่ากับ 1.82, 0.19 และ 2.2 กรัม ตามลำดับ และแตกต่างกับ ส้มโอพันธุ์ทองดีที่ ลพ และคณะ (2549) ได้ศึกษาไว้ซึ่งทุกๆ 1 กิโลกรัมผลสด มีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่สูญเสียออกไปจากแปลงปลูกเท่ากับ 2.18, 0.29 และ 3.08 กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของ

สายพันธุ์ส้มโอ ทำให้มีขนาดและน้ำหนักของผลแตกต่างกัน นอกจากนี้เมื่อคิดเป็นปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียออกไปจากพื้นที่ในรูปของปุ๋ยธาตุอาหารหลักพบว่า มีการสูญเสียปุ๋ยในรูป $N-P_2O_5-K_2O$ เท่ากับ 1.87, 0.60 และ 3.23 กรัมปุ๋ยต่อผลสด 1 กิโลกรัม ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 3:1:5 ในส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม ส่วนส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน เท่ากับ 1.79, 0.62 และ 3.18 กรัมปุ๋ยต่อผลสด 1 กิโลกรัม ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 3:1:5 เช่นกัน

ในการศึกษากับผลส้มพันธุ์ Tarocco พบว่า ทุกๆ 1 กิโลกรัมผลสดมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่สูญเสียออกไปจากแปลงปลูกเท่ากับ 1.42, 0.15 และ 1.19 กรัม ตามลำดับ (Rapisarda *et al.*, 1995) ใกล้เคียงกับ ในการศึกษาที่ส้มพันธุ์ Valencia พบว่า ทุกๆ 1 กิโลกรัมผลสดมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่สูญเสียออกไปจากแปลงปลูกเท่ากับ 1.5, 0.2 และ 1.6 กรัม ตามลำดับ (Paramasivam *et al.*, 2000) ซึ่งเมื่อเทียบกับผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ที่ใช้ศึกษา จะพบว่า ในส้มทั้ง 2 พันธุ์ มีการสูญเสียธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสต่อหน่วยน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่มีการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมต่อหน่วยน้ำหนักสดมากกว่าส้มทั้ง 2 พันธุ์ แสดงว่า ส้มแต่ละชนิดหรือแต่ละพันธุ์มีความต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียจากดินโดยคิดไปกับผลผลิตจึงขึ้นอยู่กับปริมาณหรือน้ำหนักของผลผลิตเป็นสำคัญด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า สัดส่วนปุ๋ยธาตุอาหารหลักในรูป $N-P_2O_5-K_2O$ ที่ต้องการ ของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับ ส้มโอพันธุ์ทองดี ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (ลพ และคณะ, 2549; จงรักษ์ และคณะ, 2549; ปิยนาถ, 2550) และผลไม้อื่น เช่น ชมพู (ประทีป, 2548) โดยพบว่า สัดส่วนปุ๋ยประมาณ 3:1:6 นอกจากนี้ จริยา (2549) พบว่า ในส้มพันธุ์โชกุนมี การสูญเสียปุ๋ยธาตุอาหารหลักในรูป $N-P_2O_5-K_2O$ จากผลผลิต ในสัดส่วน 4:1:6

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารแต่ละชนิดจากแปลงปลูกโดยคิดไปกับผลผลิตส้มโอจะไม่เท่ากัน กล่าวคือ ทุกๆ 1 กิโลกรัมของผลผลิตสดมีการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมคิดไปในปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือไนโตรเจน และแคลเซียม ในปริมาณใกล้เคียงกัน ฟอสฟอรัส และ แมกนีเซียม ติดยออกไปกับผลผลิตน้อยกว่าไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียม 6-15 เท่า สอดคล้องกับรายงานในส้มโอพันธุ์ทองดีและขาวน้ำผึ้ง (จงรักษ์ และคณะ, 2549; ปิยนาถ, 2550) รวมถึงผลไม้อื่น เช่น ลองกอง (จำเป็น และคณะ, 2546) และกีวีฟรุต (Smith *et al.*, 1988) เป็นต้น แต่ในส้มพันธุ์ Tarocco กลับพบว่า มีการสูญเสียธาตุอาหารไนโตรเจนสูงที่สุด รองลงมาคือโพแทสเซียม (Rapisarda *et al.*, 1995) ส่วน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และ แมกนีเซียม

ให้ผลในลักษณะเดียวกับส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ที่ทำการศึกษา ปริมาณธาตุอาหารต่อหน่วยน้ำหนักสดของผลผลิตทั้ง 2 รุ่นมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 20) ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตจึงผันแปรไปตามปริมาณหรือน้ำหนักของผลผลิตแต่ละรุ่น ตัวอย่างเช่น ต้นส้มโอของสวนคุณทองย้อยต้นหนึ่ง เก็บเกี่ยวผลผลิตรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมได้ 35 ผล น้ำหนักเฉลี่ย 1.6 กิโลกรัม/ผล คิดเป็นผลผลิต 56 กิโลกรัม/ต้น คิดเป็นปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สูญเสียไปกับผลผลิตได้เท่ากับ 104.7, 14.5, 150.6, 62.1 และ 9.5 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนรุ่นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเดือนเมษายนมีผลผลิต 45 ผล น้ำหนักเฉลี่ย 1.4 กิโลกรัม/ผล คิดเป็นผลผลิต 63 กิโลกรัม/ต้น คิดเป็นปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สูญเสียไปกับผลผลิตได้เท่ากับ 112.7, 17.0, 166.9, 69.3 และ 11.9 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เป็นต้น

นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า ผลส้มโอมีธาตุแคลเซียมสะสมในผลค่อนข้างสูง รองจากธาตุโพแทสเซียม และไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุที่สะสมและมีปริมาณการสูญเสียออกไปจากแปลงปลูกโดยคิดไปกับผลผลิตมากที่สุด แต่มักไม่มีการแนะนำหรือให้ใส่ชดเชยไปในรูปของปุ๋ย ดังเช่น ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ทั้งนี้เนื่องจากดินเดิมที่ปลูกส้มมีแคลเซียมเพียงพอหรือค่อนข้างมากอยู่แล้ว หรือมีการใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆ เพื่อปรับค่า pH ของดินก่อนปลูกส้ม ซึ่งเป็นการเพิ่มแคลเซียมในดิน (Dasberg, 1988) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ดินในการศึกษานี้ทั้ง 2 ปี (ตารางที่ 1-4) ดังนั้นโดยปกติต้นส้มจึงไม่ค่อยแสดงอาการขาดธาตุแคลเซียมให้เห็น (รวี, 2523)

จากข้อมูลปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตและน้ำหนักรวมของผลผลิตในแต่ละต้น สามารถประเมินปริมาณปุ๋ยที่ควรใส่ชดเชยส่วนที่สูญเสียไปกับผลผลิตได้แม่นยำขึ้นและรักษาระดับธาตุอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของส้มโอ หลีกเลี่ยงการใส่ปุ๋ยมากเกินไปจนเกิดความจำเป็นซึ่งนอกจากเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตและสิ้นเปลืองแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดภาวะเสียสมดุลของธาตุอาหารในดินและลดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินได้ (ลพ และคณะ, 2549) ตัวอย่างเช่นในสวนส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ปลูกในอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นสวนที่มีการจัดการดี พบว่า มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่สูงเกินกว่าที่ควรใส่กลับ เพื่อชดเชยส่วนที่สูญเสียไปกับผลผลิตถึงประมาณ 2-3 เท่า ปุ๋ยฟอสฟอรัส 9-10 เท่า และปุ๋ยโพแทสเซียม 1-2 เท่า (นพพร, 2552) ในส้มชนิดอื่น เช่น ส้มโชกุน (นันทรัตน์ และคณะ, 2548) และไม้ผลชนิดอื่นๆ เช่น ลองกอง (จำเริญ และคณะ, 2549) และทุเรียน (สุมิตรา และคณะ, 2544) เป็นต้น ก็พบว่ามีการตกค้างของปุ๋ยในดินในลักษณะนี้เช่นกัน

ตารางที่ 21 ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (กรัม) ที่สูญเสียจากดินไปกับผลผลิตส้มโอ 1 กิโลกรัม (เฉลี่ยจาก 5 สวน)

ธาตุอาหาร	รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนมกราคม	รุ่นเก็บเกี่ยวเดือนเมษายน	t-test
N (กรัม)	1.87	1.79	ns
P (กรัม)	0.26	0.27	ns
K (กรัม)	2.69	2.65	ns
Ca (กรัม)	1.11	1.10	ns
Mg (กรัม)	0.17	0.19	**

^{1/} เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างเดือนมกราคมกับเดือนเมษายน โดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

6. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในดินกับไนโบส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในดินและไนโบของส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ โดยเก็บตัวอย่างดินและใบพร้อมกับการเก็บเกี่ยวผลผลิต จากสวนส้มโอจำนวน 5 สวน ในปี พ.ศ. 2551 พบว่า ระดับของอินทรีย์วัตถุในดินมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ และมีความสัมพันธ์กันต่ำ ($R^2 = 0.13$, $r = -0.36^{**}$, $p\text{-value} = 0.009$) (ภาพที่ 15) โดยมีการกระจายอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 2.6-7.3 % ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงถึงสูงมาก เกินระดับที่เหมาะสมคือ 1.6-2.5 % (กลุ่มวิจัยเคมีดิน, 2544)

ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินและใบ ($R^2 = 0.049$, $r = -0.22$, $p\text{-value} = 0.126$) (ภาพที่ 16) โดยมีค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินอยู่ในช่วง 117.0-2,407.9 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงมาก เมื่อเทียบกับระดับที่เหมาะสมคือ 26-42 mg/kg (กลุ่มวิจัยเคมีดิน, 2544)

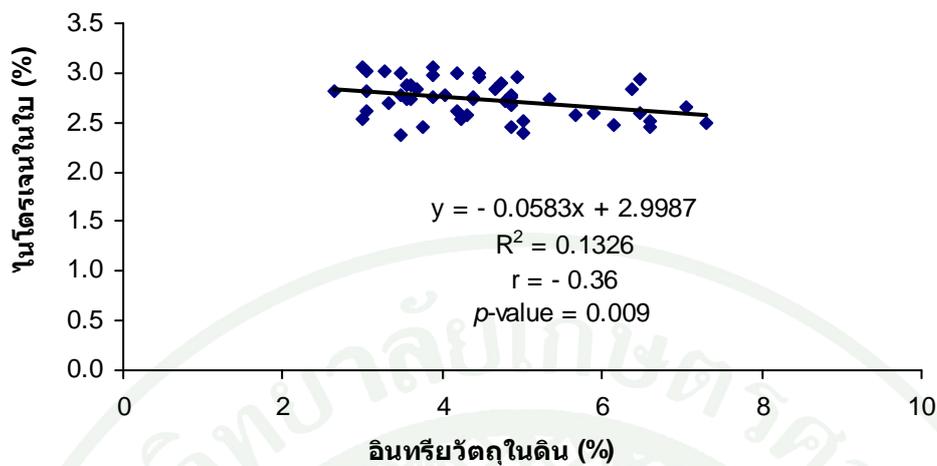
ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดินและใบเช่นกัน ($R^2 = 0.075$, $r = -0.27$, $p\text{-value} = 0.973$) (ภาพที่ 17) โดยมีค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดินอยู่

ในช่วง 277.7-1,845.5 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงมาก เมื่อเทียบกับระดับที่เหมาะสมคือ 130 mg/kg (กลุ่มวิจัยเคมีดิน, 2544)

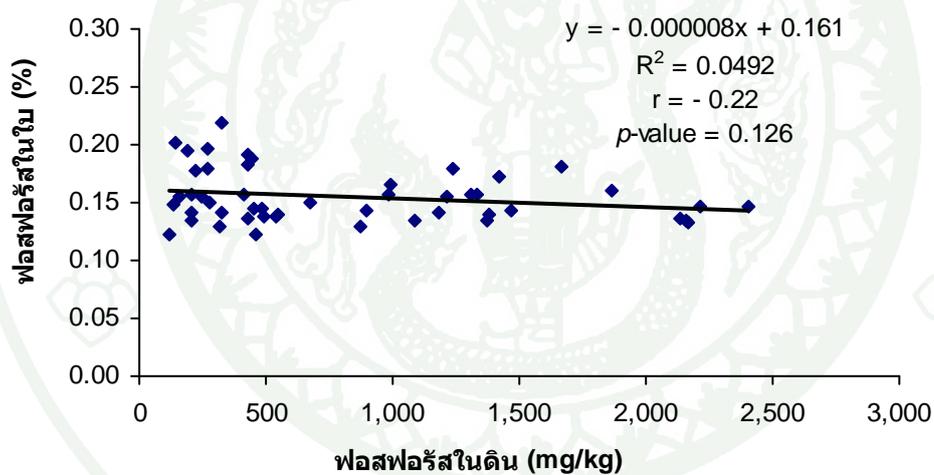
ความเข้มข้นของแคลเซียมในดินและใบ พบว่า มีความสัมพันธ์กันต่ำ ($R^2 = 0.079$, $r = 0.28^*$, $p\text{-value} = 0.047$) (ภาพที่ 18) โดยมีค่าความเข้มข้นของแคลเซียมในดินอยู่ในช่วง 2,007.5-5,855.0 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงถึงสูงมาก เมื่อเทียบกับระดับที่เหมาะสมคือ 1,040 mg/kg (กลุ่มวิจัยเคมีดิน, 2544)

ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดินและใบ ($R^2 = 0.0005$, $r = 0.02$, $p\text{-value} = 0.879$) (ภาพที่ 19) โดยมีค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดินอยู่ในช่วง 579.0-1,143.0 mg/kg ซึ่งมีค่าสูงถึงสูงมาก เมื่อเทียบกับระดับที่เหมาะสมคือ 135 mg/kg (กลุ่มวิจัยเคมีดิน, 2544)

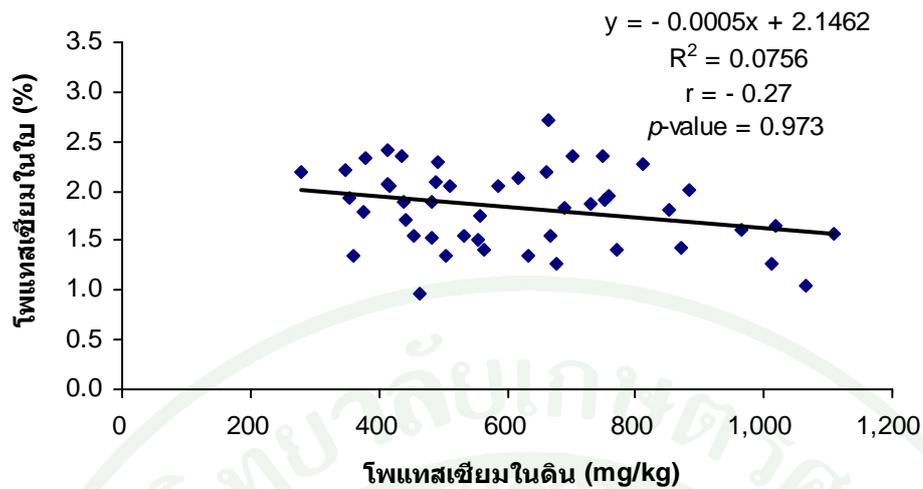
จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ในสภาพที่ดินมีธาตุอาหารเกินระดับที่เหมาะสมตามคำแนะนำทั่วไป เมื่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินเพิ่มสูงขึ้นกว่านี้ ก็ไม่ทำให้ระดับธาตุอาหารในใบเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ นพพร (2552) กล่าวว่า การที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบไม่สอดคล้องกับธาตุอาหารในดิน ส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจาก พืชมีความสามารถในการดูดและสะสมธาตุอาหารต่างๆ จากดินในปริมาณที่จำกัด ดังนั้นจึงสามารถยืนยันได้ว่า การใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มาก ไม่สามารถทำให้ใบมีการสะสมธาตุอาหารมากขึ้นตามปริมาณปุ๋ยที่ใส่ได้ ในทางตรงข้ามกลับทำให้มีการตกค้างของปุ๋ยสะสมในดินในปริมาณที่มากขึ้น ดังจะเห็นได้จากค่าวิเคราะห์ดินที่ตรวจพบมีค่าสูงมากในทุกๆ ส่วนที่ศึกษา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสมดุลของธาตุอาหารชนิดอื่นๆ ได้ สอดคล้องกับการศึกษาในลองกอง (จำป๋นและคณะ, 2549) และทุเรียน (สุมิตราและคณะ, 2545) การศึกษาครั้งนี้ทำในพื้นที่ปลูกจังหวัดสมุทรสงครามเพียงแหล่งเดียว ซึ่งอาจส่งผลให้ธาตุอาหารและสมบัติของดินบางประการ รวมถึงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบใกล้เคียงกันหรือมีการกระจายตัวของค่าวิเคราะห์อยู่ในช่วงแคบ ดังนั้นความสัมพันธ์ที่พบจึงต่ำ จนถึงไม่มีความสัมพันธ์กัน หากมีหลายๆ พื้นที่ที่ปลูกพันธุ์เดียวกันและอายุต้นใกล้เคียงกันมาใช้ในการศึกษา อาจเห็นความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดินกับในใบเพิ่มมากขึ้นกว่านี้ได้



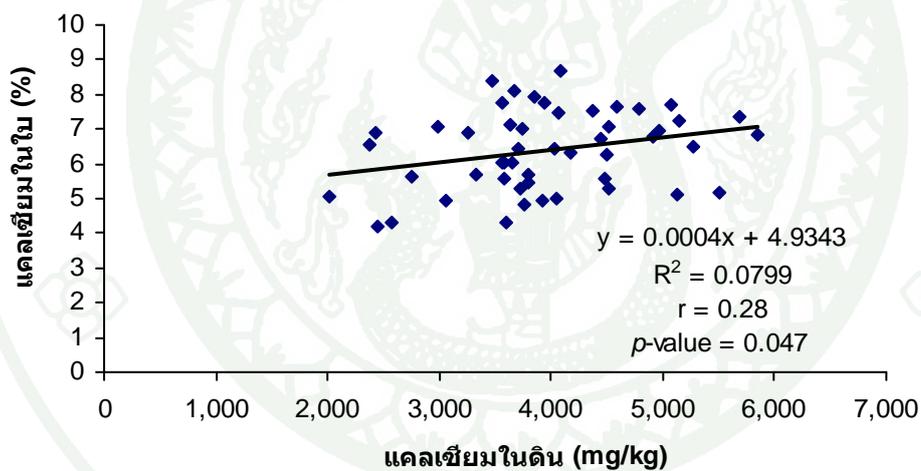
ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์วัตถุในดินกับความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในใบส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่



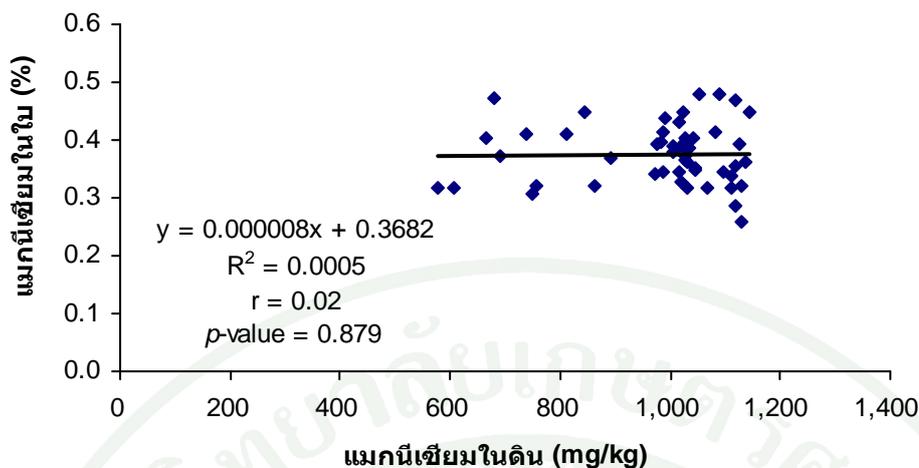
ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินและในใบส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโปแทสเซียมในดินและไนโบส้มโอพันธุ์ข้าวใหญ่



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแคดเมียมในดินและไนโบส้มโอพันธุ์ข้าวใหญ่



ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดินและไนโบสโมอินทรีย์ข้าวใหญ่

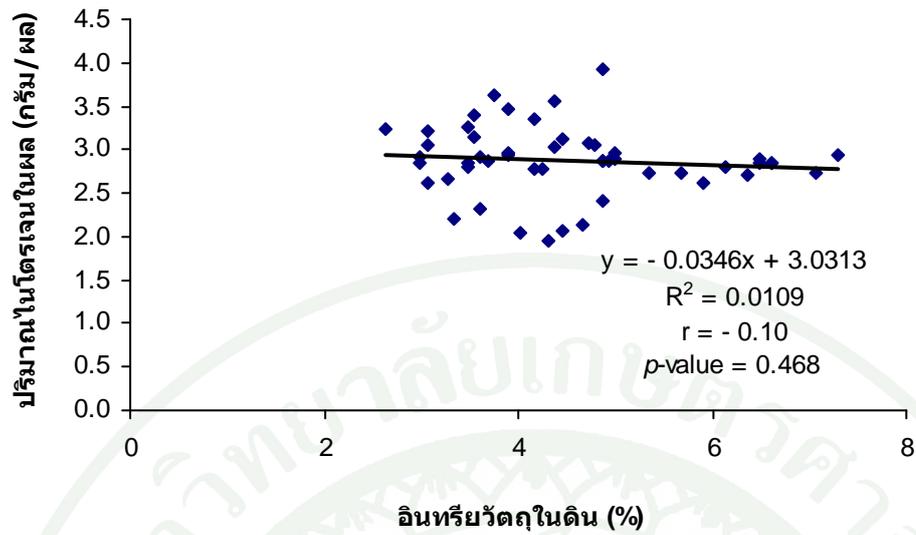
7. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดินกับปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอพันธุ์ข้าวใหญ่

การศึกษาความสัมพันธ์ระดับระหว่างธาตุอาหารในดินและในผลของส้มโอพันธุ์ข้าวใหญ่ โดยเก็บตัวอย่างดินพร้อมกับการเก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวน 2 รุ่น คือรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและ เมษายน จากสวนส้มโอจำนวน 5 สวน ในปี พ.ศ. 2551 พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง อินทรีย์วัตถุในดินกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในผล ($R^2 = 0.01$, $r = -0.10$, $p\text{-value} = 0.468$) (ภาพที่ 20) และไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินกับปริมาณ ฟอสฟอรัสในผลส้มโอ ($R^2 = 0.062$, $r = -0.25$, $p\text{-value} = 0.084$) (ภาพที่ 21)

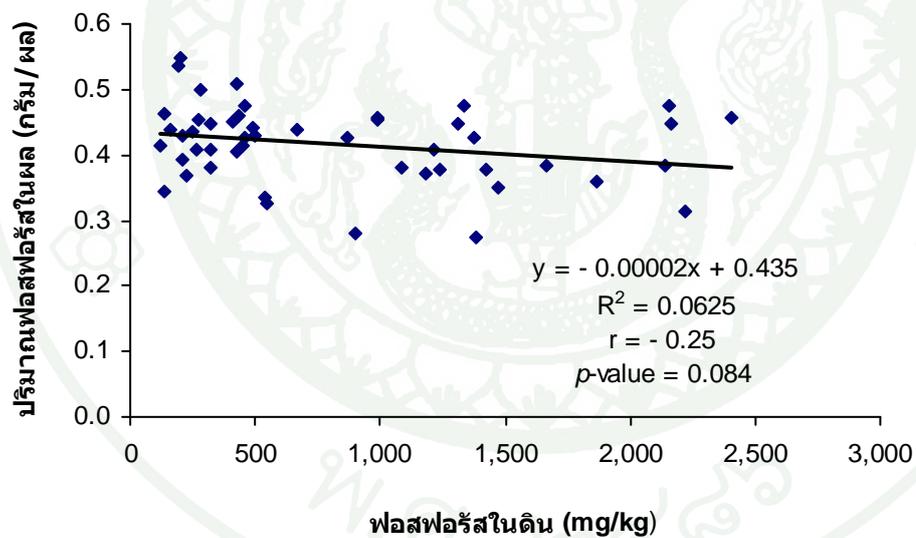
ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดินกับปริมาณโพแทสเซียมใน ผลส้มโอ พบว่า มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงในทางลบและมีความสัมพันธ์กันต่ำ ($R^2 = 0.100$, $r = -0.31^*$, $p\text{-value} = 0.025$) (ภาพที่ 22)

พบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางลบระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียมในดินกับ ปริมาณแคลเซียมในผลส้มโอ แต่มีความสัมพันธ์กันต่ำ ($R^2 = 0.109$, $r = -0.33^*$, $p\text{-value} = 0.019$) (ภาพที่ 23) และพบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางลบระหว่างความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดิน กับปริมาณแมกนีเซียมในผลส้มโอ แต่มีความสัมพันธ์กันต่ำ ($R^2 = 0.182$, $r = -0.42^{**}$, $p\text{-value} = 0.002$) (ภาพที่ 24)

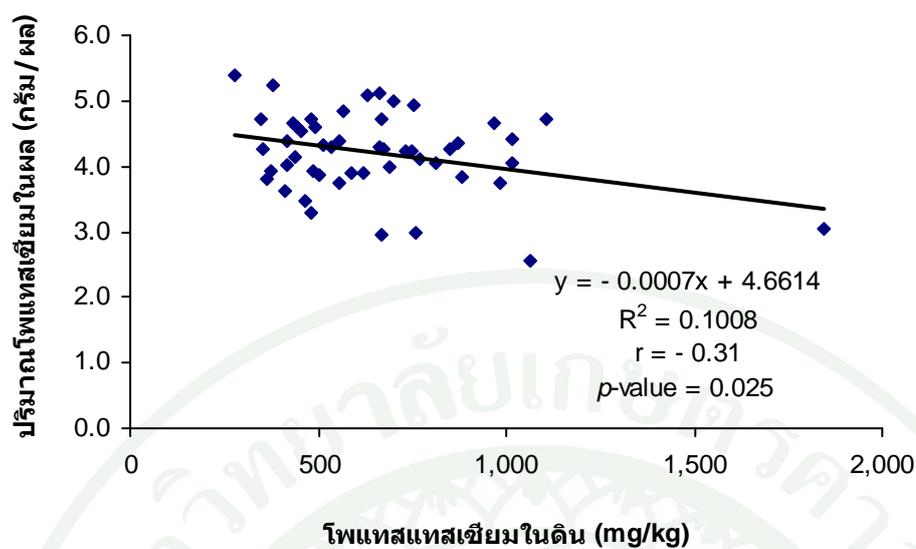
จะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ที่พบมีลักษณะเหมือนกับความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดินกับไนโบ คือ ไม่พบความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้ในสภาพที่ดินมีธาตุอาหารเกินระดับที่เหมาะสมตามคำแนะนำทั่วไป เมื่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินเพิ่มสูงขึ้นกว่านี้ ก็ไม่ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในผลเพิ่มขึ้น จากรายงานของ คมจันทร์ (2548) พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอเพิ่มขึ้น เมื่อผลมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น โดยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในช่วง 4-20 สัปดาห์หลังติดผล จากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ส่วนความเข้มข้นของธาตุอาหารจะลดลง แสดงว่าผลส้มโอจะสะสมธาตุอาหารไว้ในผลได้ระดับหนึ่งหรือในปริมาณจำกัด ถ้าผลมีขนาดหรือน้ำหนักใกล้เคียงกันปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตก็จะใกล้เคียงกันด้วยเช่นกัน ดังนั้นการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มาก ไม่สามารถทำให้ผลส้มโอมีการสะสมธาตุอาหารมากขึ้นตามปริมาณปุ๋ยที่ใส่ได้ กลับทำให้มีการตกค้างของปุ๋ยสะสมในดินในปริมาณที่มากขึ้นอีกด้วย แต่ในดินบางชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำปริมาณธาตุอาหารในดินน้อย การใส่ปุ๋ยสามารถทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้นและมีปริมาณธาตุอาหารสะสมในผล ใบและต้นมากขึ้น เช่น ดินที่ปลูกต้นลองกองในจังหวัดสงขลา เป็นต้น (จำเป็นและคณะ, 2549)



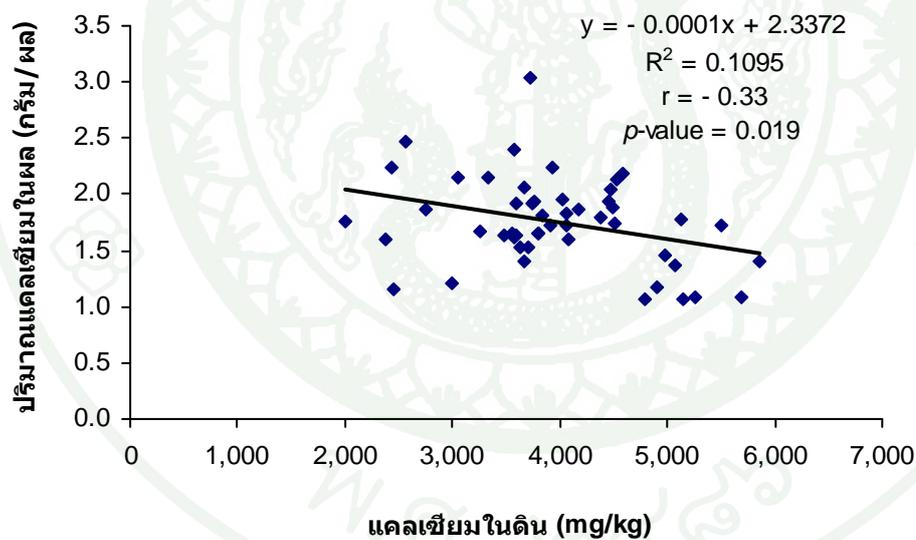
ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์วัตถุในดินกับปริมาณธาตุไนโตรเจนในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่



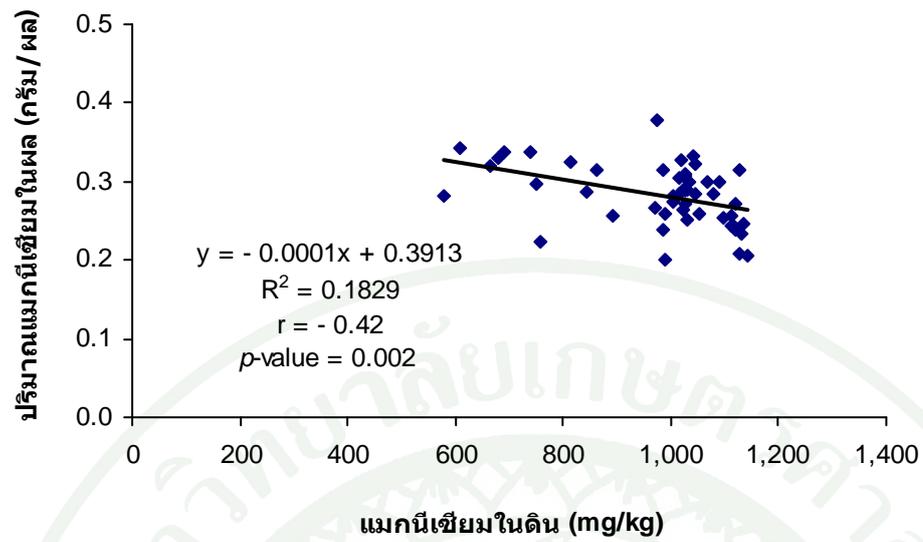
ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินกับปริมาณฟอสฟอรัสในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดินกับปริมาณโพแทสเซียมในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่



ภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียมในดินกับปริมาณแคลเซียมในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่



ภาพที่ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดินกับปริมาณแมกนีเซียมในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่

สรุป

การเปรียบเทียบคุณภาพของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ที่เก็บเกี่ยวผลในเดือนมกราคม และ เมษายน จากสวนที่มีการจัดการดีในอำเภอบางคนที และอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงครามในปี พ.ศ. 2550 และ 2551 สรุปได้ว่า คุณภาพของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีคุณภาพโดยรวมดีกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม คือ เปลือกบาง ปริมาณเนื้อมาก มีจำนวนผลที่มีอาการเนื่อขาวสารและความรุนแรงของอาการเนื่อขาวสารน้อย รสชาติดี มีปริมาณ TSS และสัดส่วน TSS/TA ที่สูงกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม สอดคล้องกับคะแนนจากการชิม แต่ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีขนาด และน้ำหนักของผลน้อยกว่ารุ่นเดือนมกราคม และพบว่า ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีสีเปลือกเหลืองกว่ารุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนเนื่องจากมีค่าความสว่าง (L^*) และมีสีเหลือง (b^*) มากกว่า ซึ่งเป็นลักษณะที่เกษตรกรและผู้ซื้อไม่ต้องการ ทั้งนี้สภาพภูมิอากาศในรอบปีที่แตกต่างกันเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต รวมไปถึงคุณภาพของผลส้มโอแต่ละรุ่นต่างกัน

การศึกษาปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ฤดูการผลิตปี พ.ศ. 2551 จากสวนซึ่งมีสมบัติดินเป็นกรดจัดมากถึงปานกลาง ไม่จัดว่าเป็นดินเค็มเนื่องจากดินมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ดินทุกสวนมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับที่สูงมาก ส่วนแคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมาก ซึ่งจัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ในระดับที่สูงมาก จำนวน 5 สวน ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. แต่ละส่วนของผลส้มโอมีความเข้มข้นหรือการสะสมธาตุอาหารแต่ละชนิดต่างกัน โดยส่วน flavedo มีความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียม > ไนโตรเจน > แคลเซียม > ฟอสฟอรัส > แมกนีเซียม albedo มีความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียม > ไนโตรเจน > แมกนีเซียม > ฟอสฟอรัส carpel membrane มีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน > แคลเซียม > โพแทสเซียม > ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม juice sac มีความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียม > ไนโตรเจน > ฟอสฟอรัส > แคลเซียม > แมกนีเซียม

2. ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอทั้ง 2 รุ่นมีค่าใกล้เคียง แต่ความเข้มข้นของแคลเซียม และแมกนีเซียมภายในผล

ต่างกันอย่างชัดเจน โดยส่วนเปลือกผลส้มโอ (flavedo+ albedo) รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายน มีความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมสูงกว่าเปลือกของผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม

3. การเก็บเกี่ยวส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ มีการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิตในปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือไนโตรเจน และแคลเซียม ในปริมาณใกล้เคียงกัน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ติดออกไปกับผลผลิตน้อยกว่าไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียม 6-15 เท่า

4. เมื่อมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตส้มโอออกจากพื้นที่ ผลส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมติดไปเฉลี่ย 1.87, 0.26, 2.69, 1.11 และ 0.17 กรัมต่อผลสด 1 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาณปุ๋ยธาตุอาหารหลักในรูป N-P₂O₅-K₂O คือ 1.87, 0.60 และ 3.23 กรัมปุ๋ยต่อผลสด 1 กิโลกรัม ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 3:1:5 ส่วนส้มโอรุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนเมษายนมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่สูญเสียออกไปจากแปลงปลูกเฉลี่ย 1.79, 0.27, 2.65, 1.10 และ 0.19 กรัมต่อผลสด 1 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาณปุ๋ยธาตุอาหารหลักในรูป N-P₂O₅-K₂O คือ 1.79, 0.62 และ 3.18 กรัมปุ๋ยต่อผลสด 1 กิโลกรัม ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนปุ๋ยประมาณ 3:1:5 เช่นกัน

5. พบความสัมพันธ์เชิงลบและมีความสัมพันธ์กันต่ำระหว่างอินทรีย์วัตถุในดินกับความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ ($R^2 = 0.13$, $r = -0.36^{**}$, $p\text{-value} = 0.009$) และพบความสัมพันธ์เชิงลบและมีความสัมพันธ์กันต่ำเช่นกันระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียมในดินและความเข้มข้นของแคลเซียมในใบ ($R^2 = 0.079$, $r = 0.28^*$, $p\text{-value} = 0.047$) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมในดินและในใบ

6. พบความสัมพันธ์เชิงลบและมีความสัมพันธ์กันต่ำระหว่างความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดินกับปริมาณโพแทสเซียมในผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ ($R^2 = 0.100$, $r = -0.31^*$, $p\text{-value} = 0.025$) พบความสัมพันธ์เชิงลบและมีความสัมพันธ์กันต่ำระหว่างความเข้มข้นของแคลเซียมในดินกับปริมาณแคลเซียมในผล ($R^2 = 0.109$, $r = -0.33^*$, $p\text{-value} = 0.019$) และพบความสัมพันธ์เชิงลบและมีความสัมพันธ์กันต่ำระหว่างความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดินกับปริมาณแมกนีเซียมในผล ($R^2 = 0.182$, $r = -0.42^{**}$, $p\text{-value} = 0.002$) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในดินกับปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในผลส้มโอ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรกัญญา อักษรเนียม, วรรณภา เสนาคี, อทิพัฒน์ บุญเพิ่มราศรี และ ดวงใจ เข้มแดง. 2551. สัมไอพีชทองของมืออาชีพ. *เคหการเกษตร* 32 (8): 69-109.

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2549. ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ). *ว. ดินและปุ๋ย* 28: 114-122.

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. เอกสารวิชาการ คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2543. สถิติการปลูกไม้ผลไม่ยืนต้น ปี 2543. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ, มโนธรรม สัจจถาวร, อุดลย์ พงศ์สุวรรณ, บรรณ บุรณะ และ ลิจิต เอียดแก้ว. 2530. *ส้มโอ*. สหมิตรออฟเซต, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพี. 2548. *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คมจันทร์ สรงจันทร์. 2548. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งระหว่างการพัฒนาของผลและผลของการใส่ปุ๋ยที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

งานทดสอบดินปุ๋ยและการประยุกต์. 2549. เอกสารเผยแพร่ ตารางแปลผลวิเคราะห์ทางเคมีดิน. ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรงค์ จันท์เจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, แสงดาว เขาแก้ว, สมชาย กริฑาภิรมย์ และ ปิยนาด นุชนิยม. 2549. การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอเพื่อการจัดการธาตุอาหารในดินสวนส้มโอ. *ว. วิทย์. กษ.* 37 (6): 535-544.

จริยา วงศ์ตรี. 2549. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อระดับธาตุอาหารในใบ และคุณภาพผลผลิตส้ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำเป็น อ่อนทอง. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาธรณีศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.

จำเป็น อ่อนทอง. 2536. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี, สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร.

จำเป็น อ่อนทอง, ฉันทยงค์ ป້องอ่อน และ มงคล แซ่หลิม. 2549. ความต้องการธาตุอาหารและผลของปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและคุณภาพผลผลิตลองกอง. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 28 (6): 1175-1185.

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

จำเป็น อ่อนทอง, สุรชาติ เพชรแก้ว, นฤทธิ โตะหะ, มนูญ แซ่อ่อง และ สายใจ กิมสงวน. 2546. ความต้องการธาตุอาหารของลองกองและการจัดการ. ว. ดินและปุ๋ย 25: 147-159.

จุฑามาศ อ่อนวิมล. 2547. สวนส้ม. สำนักพิมพ์เกษตรสาส์น, กรุงเทพฯ.

ณัฐ พิษกรรม. 2546. ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม, น. 150-163. ใน หลักการพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดวงพร บุญชัย. 2542. การศึกษาการเจริญเติบโตของผลมะนาวพันธุ์แป้น. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดวงพร อมัตริ์ตนะ, อนันต์ สุนทรเกษมสุข, ชำนาญ ทองกลัด และ ประกิจ ดวงพอกุล. 2532. การศึกษาอายุเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่. ว. สถาบันวิจัยพืชสวน 12 (8): 10-22.

ดาวยศ นิลนนท์. 2547. การศึกษาสัดส่วนธาตุอาหารในระบบน้ำหยดที่ประเมินจากปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียต่อผลผลิตและคุณภาพขององุ่นพันธุ์ Perlette. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์. 2549. การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่เพื่อการผลิตรายั่งยืน (ตอนที่ 1). ว. ดินและปุ๋ย 28: 2-6.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธวัช บุญยทวี. 2532. สัมโอเพื่อการส่งออก. ครั้งที่ 1. ชมรมไม้ผลแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

นพพร จรูญชนม์. 2552. ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบ และผล และการเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนในเนื้อเยื่อของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิภาพร สอนสุต และ ตระกูล ต้นสุวรรณ. 2544. ผลของโปแตสเซียมต่อคุณภาพของฝรั่ง. ว. เกษตร 17 (1): 29-37.

นิภาพรณ ศิริทรัพย์สมบัติ. 2544. การวิเคราะห์เศรษฐกิจการส่งออกส้มโอของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทรัตน์ สุกก้านิด. 2547. ปุ๋ยส้ม-ไม้ผลจากงานวิจัย. เลขาธิการเกษตร 28 (11): 121-130.

นันทรัตน์ สุกก้านิด. 2546. งานวิจัยการจัดการธาตุอาหารส้ม. เลขาธิการเกษตร 27 (4): 99-109.

นันทรัตน์ สุกก้านิด, ปัญจพร เลิศรัตน์ และ สิริ สุวรรณเขตนิกม. 2548. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการประเมินความต้องการธาตุอาหารของส้มโดยการวิเคราะห์พืช. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

ฝ่ายงานสื่อสารสังคม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2551. **ส้มโอไทยไปโอลิมปิก ล็อตแรก 2 พันผล.** ข่าวสารประจำวัน. แหล่งที่มา:

http://www.trf.or.th/news/Content.asp?Art_ID=953, 20 ตุลาคม 2552.

เบญจมาศ พันธุ์ดี, สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, สังคม เตชะวงศ์เสถียร, พงษ์ศักดิ์ ยิ่งยืน และ เกษ สุดา เศษภิมล. 2551. การเจริญเติบโตและคุณภาพบางประการของผลส้มโอพันธุ์ทองดี ที่ปลูกในอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดชัยภูมิ. ว. วิทย. กษ. 39 (3) (พิเศษ): 78-81.

ปกรณ์ ลิ้มสมุทรชัยพร. 2531. **ปุยส้มโอ.** หนังสือพิมพ์กสิกร 61 (4): 324-326.

ประทีป อารยะกิตติพงษ์. 2548. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบและผลชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์และผลของปุ๋ยแคลเซียมที่ให้ทางใบก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยนาด นุชนิยม. 2550. การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในผลส้มโอสองสายพันธุ์ เพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารจากดินโดยติดไปกับผลผลิตส้มโอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เปรมปรี ณ สงขลา. 2538. **รวมกลยุทธส้ม.** เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์. 2546. **หลากเรื่อง-หลายรสผลไม้ไทย.** ครั้งที่ 1. บริษัท เดอะ มาสเตอร์ เจอร์นัล จำกัด, กรุงเทพฯ.

มงคล แซ่หลิม. 2535. **การผลิตส้ม.** ภาควิชาพืชศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.

มนตรี อิศรไกรศีล. 2527. การเจริญเติบโตของผล ดัชนีเก็บเกี่ยว และการเปลี่ยนแปลงหลังเก็บเกี่ยวของผลส้มเขียวหวานและส้มตรา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มณฑิรา ทรัพย์เหมือน เสาวณี สุริยาภานนท์ และ วิทยา สุริยาภานนท์. 2546. รายงานการวิจัย เรื่องพัฒนาการของผลส้มไม่มีเมล็ดพันธุ์ Satsuma Mandarin ในแปลงรวบรวมพันธุ์ส้ม สถานีเกษตรหลวงปางดะ, น. 117-124. ใน การประชุม วิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มณฑิรา ทรัพย์เหมือน. 2545. พัฒนาการของส้ม Satsuma Mandarin ในสภาพที่ได้รับและไม่ได้รับ GA₃. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขงยุทธ โอสดสกา. 2549. การให้ปุ๋ยทางใบ. ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2546. ธาตุอาหารพืช. ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. ธาตุอาหารและการให้ปุ๋ยส้ม. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร วิทยาการส้ม: ทางเลือกจากปัจจุบันสู่อนาคตรุ่นที่ 2. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

เยาวรัตน์ วงศ์ศรีสกุลแก้ว. 2545. การเติบโตและพัฒนาการของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งและ ลักษณะสำคัญของผลพันธุ์อื่นๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รวี เสธฐภักดี. 2523. ส้ม เอกสารประกอบการบรรยายวิชาไม้ผลอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. ส่วนต่างๆ และการจำแนกประเภทของส้ม. เอกสารประกอบการ ฝึกอบรม หลักสูตรวิทยาการส้ม: ทางเลือกจากปัจจุบันสู่อนาคตรุ่นที่ 2. สำนักส่งเสริม และฝึกอบรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ลพ ภาณุदानนท์, กฤษณา กฤษณพุกต์, วารุณี ลายหงษ์, พัชราภา วานิชคาม และ พรเทพ สงวน แสง. 2549. ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลส้มโอพันธุ์ทองดี. ว. วิทย. กษ. 37 (6) (พิเศษ): 619-622.

- วริยาฐา จันทรชูวงศ์ และ สุมิตรา ภู่วโรดม. 2544. รายงานการวิจัยเรื่องผลของอายุและตำแหน่งใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน: กรณีศึกษาจังหวัดตราด, น. 190-197. ใน การประชุม วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิจิตร วังน. 2552. **ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล**. ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิจิตร วังน. 2526. **ชนิดและพันธุ์ไม้ผลเมืองไทย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2544. **การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. **สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2551**. สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. **ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร**. สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยพืชสวน. 2548. **เอกสารวิชาการ การจัดการปุ๋ยในสวนส้ม**. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยพืชสวน. 2541. **ส้มโอ**. เอกสารวิชาการที่ 21. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สมชาย สุขนงสิทธิ์ และ ทวีศักดิ์ ด้วงทอง. 2531. **ส้มโอ**. โครงการตำราชาวบ้าน สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2552. ความต้องการธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของผลส้มโอ. **ว. วิทย. กษ.** 40 (3) (พิเศษ): 412-415.

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2551. การสำรวจธาตุอาหารเพื่อจัดทำคำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับส้มโอ. *ว. วิทย. กษ.* 39 (3) (พิเศษ): 62-65.

สายชล เกตุษา. 2531. คุณภาพของผลส้มเขียวหวานจากแหล่งปลูกต่างๆ. *ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)* 22: 279-283.

สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, สหพันธ์ ม่วงมิตร, ชัชวาลย์ ชุมณี, ชีระบุท นาคแดง และ สังกม เตชะวงศ์เสถียร. 2551. ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลมะม่วงพันธุ์มหานกตามระยะการเจริญเติบโตของผล. *ว. วิทย. กษ.* 39 (3) (พิเศษ): 114-117.

สุมิตรา กูว์โรดม. 2545. การวิเคราะห์ดินและพืช: ความสำคัญที่นำไปสู่การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ, 229-244. ใน *ดิเรก ทองอร่าม. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยเพื่อการทำสวนเชิงธุรกิจ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.*

สุวพันธ์ รัตนรัตน์ และ ปรีดา พากเพียร. 2527. คุณสมบัติบางประการทางเคมีของดินที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยเคมี. *ว. ดินและปุ๋ย* 6: 216-240.

สำเนา เพชรฉวี. 2536. การนำผลการวิเคราะห์ดินมาใช้ในการพิจารณาแก้ไขและปรับปรุงดิน. *ว.ดินและปุ๋ย* 15: 82-92.

หลวงบุเรศบำรุงการ. 2506. *การทำไร่ส้ม. ไทยสัมพันธ์, กรุงเทพฯ.*

อรพินท์ สุริยพันธุ์. 2540. ความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบส้มโอ. *ว. ดินและปุ๋ย* 19 (5): 144-151.

Agusti, M., V. Almela, M. Juan, A. Martinez-Fuentes and C. Mesejo. 2004. Quality of citrus for fresh consumption as affected by water relationships. *Acta Hort.* 632: 141-148.

- Alva, A.K. and D.P.H. Tucker. 1999. Soil and citrus nutrition, pp. 59-71. *In* L.W. Timmer and L.W. Duncan (eds). **Citrus Health Mangement**. The American Phytopathological Society, St.Paul, MN.
- Alva, A.K. and S. Paramasivam. 1998. An evaluation of nutrient removal by citrus fruits. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 111: 126-128.
- Bartholomew, E.T., W.B. Sinclair, and F.M. Turrell. 1941. **Granulation of 'Valencia' oranges**. Univ. Calif. Agr. Expt. Sta. Bul. 647.
- Boonyakiat, D. and T. Yantarasri. 2001. Realationship between dry juice sac and quality of Fremont tangerine. **Acta Hort.** 553: 309-310.
- Burns, J.K. 1990. Respiratory rate and glycosidase activities of juice vesicles associated with section-drying in citrus. **HortSci.** 25(5): 544-546.
- Burns, J.K. and L.G. Albrigo. 1998. Time of harvest and method of storage affect granulation in grapefruit. **HortSci.** 33(4): 728-730.
- Burns, J.K. and L.G. Albrigo. 1997. Granulation in grapefruit. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 110: 204-208.
- Burns, J.K. and D.S. Achor. 1989. Cell wall changes in juice vesicles associated with "section drying" in stored late-harvested grapefruit. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 114(2): 283-287.
- Calvert, D. V. and H. J. Reitz. 1963. A fertilizer rate study with Valencia orange in the Indian River area. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 76: 13-17.

- Candir, E.E., A.E. Ozdemir, M. Kaplankiran and C. Toplu. 2009. Physio-chemical change during growth of persimmon fruits in the east Mediterranean climate region. **Scientia Hort.** 121: 42-48.
- Chang, W. N. and J. B. Petersen. 2003. **“Citrus Production” A manual for Asain farmers.** The food and Fertilizer Technology Center for the Asain and Pacific Region.
- Chapman, J.C. 1982. The effect of potassium and nitrogen fertilizers on the yield, fruit quality and leaf analysis of Imperial mandarins. **Aust. J. Exp. Agric.** 22: 331-336.
- Chen, C.S. 1990. Model for seasonal changes in °brix and ratio of citrus fruit juice. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 103: 251-255.
- Dasberg, S. 1988. **Nitrogen and potassium requirement of citrus.** Proceedings of 6th international citrus congress. Isreal: Tel Aviv, 6-11 March 1988.
- Dasberg, S., H. Bielorai and J. Erner. 1983. Nitrogen fertigation of Shamouti oranges. **Plant and Soil** 75: 41-49.
- Davies, F.S. and L.G. Albrigo. 1994. **Citrus.** CAB Internationnal, Wallingford.
- Delfs-Fritz, W. 1970. **Citrus: Cultivation and Fertilization.** Ruhr-Stickstoff, Bochum.
- Dhatt, A.S., G.P.S. Grewal, B.S. Chahil and D.S. Dhillon. 1992. Removal of NPK by Kinnow mandarin and Urman ber. **Acta Hort.** 321: 541-544.
- Du Plessis, S.F. and T.J. Koen. 1988. **The effect of N and K Fertilisation on Yield and Fruit Size of Valencia.** Proceedings of 6th International Citrus Congress. Isreal: Tel Aviv, 6-11 March 1988.

- Ebel, R.C., W.A. Dozier, B. Hockema, F.M. Woods, R. Thomas and B.S. Wilkins. 2004. Fruit quality of Satsuma mandarin grown on the northern coast of the gulf of Mexico. **HortSci.** 39(5): 979-982.
- El-Darier, S. M. 1991. Mineral composition in the ecosystems of fruit trees in Egypt. **J. Islamic Academy of Sciences** 4 (3): 211-220.
- El-Zeftawi, B.M. 1978. Factors affecting granulation and quality of late-picked Valencia oranges. **J. Hort. Sci.** 53(4): 331-337.
- Goto, A. and C. Araki. 1983. Chemical compositions and internal anatomy of the gelated and granulated juice sacs of Sanbokan (*Citrus sulcata* hort. Ex Takahashi) fruit. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.** 52(3): 316-324.
- Hwang, Y., D.J. Huber and L.G. Albrigo. 1990. Comparison of cell wall components in normal and disordered juice vesicles of grapefruit. **J. Am. Soc. Hort. Sci.** 115: 281-287.
- Kimball, D.A. 1984. Factor affecting the rate of maturation of citrus fruits. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 97: 40-44.
- Koch, K.E. 1984. Production and environmental factors affecting the brix/acid ratio. **Plant, Cell and Env.** 7: 647-653.
- Koo, R.C.J. and A.G. Smajstrla. 1984. Effect of trickle irrigation and fertigation on fruit production and juice quality of 'Valencia' orange. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 97: 8-10.
- Koo, R.C.J. and R. L. Reese. 1977. Influence of nitrogen, potassium, and irrigation on citrus fruit quality. International Citrus Congress (2nd : 1977 : Orlando, Florida), **International Society of Citriculture** 1: 34-38.

- Koo, R.C.J., T.W. Young, R.L. Reese, and J. W. Kesterson. 1974. Response of Bears lemon to nitrogen, potassium and irrigation on yield and fruit quality of lemon. **J. Am. Soc. Hort. Sci.** 99: 289-291.
- Koo, R.C.J. and A.A. McCornack. 1965. Effect of irrigation and fertilization on production and quality of 'Dancy' tangerine. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 78: 10-15.
- Koo, R.C.J. 1962. The use of leaf, fruit and soil analysis in estimating potassium status of orange trees. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 75: 67-72.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand.** Dept. of Land Development, Min. of Agri. and Coop., Bangkok.
- Martin, W. and W.C. Cooper. 1977. **Cultivation of Neglected Tropical Fruits with Promise Part 3. 'The Pummelo'.** Agricultural Reserch Services,U.S. Department of Agriculture.
- Menzel, C.M., M.L. Carseldine, G.F. Heydon and D.R. Simpson. 1992. A review of existing and proposed new leaf nutrient standards for lychee. **Scientia Hort.** 49: 33-53.
- Morgan, K.T., R.E. Rouse, F.M. Roka, S.H. Futch and M. Zekri. 2005. Leaf and fruit mineral content and peel thickness of 'Hamlin' orange. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 118: 19-21.
- Muhtaseb, J. 2007. Effect of harvesting date on fruit quality of grapefruit cv. 'Red Blush' under Jordan Valley conditions. **Fruits** 62 (2): 107-113.
- Munshi, S.K., R. Singh, V.K. Vij and J.S. Jawanda. 1978. Mineral composition of leaves in relation to degree of granulation in Sweet orange. **Scientia Hort.** 9: 357-367.
- Nakajima, Y. 1976. Studies on dry juice sacs of Hyuganatsu (*Citrus tamurana* Hort. Ex Tanaka) in late stages of fruit development. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.** 44(4): 338-346.

Nauer, E.M., J.H. Goodale, L.L. Summers and W. Reuther. 1974. **Climate effect on Mandarins and Valencia oranges.** Available Source:

<http://www.ucce.ucdavis.edu/files/repositoryfiles/ca2804p8-64109.pdf>, October 20, 2009.

Ortuzar, J.E., L. Barrales, I. Pena, P. Carmona, G. Valdivieso and C. Quezada. 2000.

Development of granulation during on tree storage of late Navel oranges in the central zone of Chile. **Cien. Inv. Agr.** 27 (3): 141-150.

Paramasivam, S., A. K. Alva, K. H. Hostler, G. W. Easterwood and J. S. Southwell. 2000. Fruit nutrient accumulation of four orange varieties during fruit development. **J. Plant Nutr.** 23(3): 313-327.

Paudyal, K. P. and N. Haq. 2008. Variation of pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) in Nepal and participatory selection of strains for further improvement. **Agroforest Syst** 72: 195-204.

Quaggio, J.A., D. Mattos Jr., H. Cantarella, E.L.E. Almeida and S.A.B. Cardoso. 2002. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. **Scientia Hort.** 96: 151-162.

Rapisarda P., F. Intrigliolo and S. Intelisano. 1995. Fruit mineral analysis of two "Tarocco" clones of sweet orange to estimate fruit mineral removals. **Acta Hort.** 383: 125-129.

Reitz, H.J. and R.C.J. Koo. 1959. Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield and fruit quality of Valencia orange on calcareous soil. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 72: 12-16.

Reuther, W. and P.F. Smith. 1951. Relation of fertilizer treatment to fruit quality of Valencia oranges. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 64: 29-35.

- Richardson, A., J. McAneney, M. Astill and P. Anderson. 1997. **Why are the neighbour's fruit better?**. Hortresearch publication the inscrutable mandarin. Available Source: <http://www.hortnet.co.nz/publications/science/richardson/mandarin.html>, July 12, 2007.
- Ritenour, M.A., L.G. Albrigo, J.K. Burns and W.M. Miller. 2004. Granulation in Florida citrus. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 117: 358-361.
- Saure, M. C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. **Scientia Hort.** 105: 65-89.
- Scorza, R., L. Janicki, W.J. Wiltbank, M. Rojas and F. Aliaga. 1982. Comparison of sweet orange quality in diverse tropical climates of Bolivia. **HortSci.** 17(6): 974-976.
- Sharma, R.R., R. Singh and S.K. Saxena. 2006. Characteristics of citrus fruits in relation to granulation. **Scientia Hort.** 111: 91-96.
- Sharma, R.R. and S.K. Saxena. 2004. Rootstocks influence granulation in kinnow mandarin (*Citrus nobilis* × *C. deliciosa*). **Scientia Hort.** 101: 235-242.
- Sinclair, W.B. and V.A. Jolliffe. 1961. Chemical changes in the juice vesicles of granulated Valencia oranges. **J. Food Sci.** 26: 276-282.
- Singh, B. and R. Singh. 1984. Effect of nitrogen fertilization on quality of lemon (*Citrus limon*, Burm). **Prog. Hort.** 16: 308-311.
- Sites, J.W., H.J. Rietz and F.J. Deszyck. 1951. Some results of irrigation research with Florida citrus. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 64: 71-79.
- Smith, G. S., J.G. Buwalda and C.J. Clark. 1988. Nutrient dynamics of a kiwifruit ecosystem. **Scientia Hort.** 37: 87-109.

- Spiegel-Roy, P. and E.E. Goldschmidt. 1996. **Biology of Citrus**. Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain.
- Stephenson, R.A., A.W. Whiley and B.W. Cull. 1986. Assessment of nutritional status of perennial fruit trees. **Acta Hort.** 175: 193-197.
- Storey, R. and M.T. Treeby. 2000. Seasonal changes in nutrient concentrations of Navel orange fruit. **Scientia Hort.** 84: 67-82.
- Sulladmath, V.V. 1983. Accumulation of mineral elements at different stages in developing sapodilla fruit. **Scientia Hort.** 19: 79-83.
- Tolley, I.S. 1993. **Citrus Nursery Report No.2 Report of visit to Thailand**. Thai-German plant protection programme: IPM in selected fruit tree.
- Townsend, C. 2004. Irrigation templates for Florida citrus. **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 117: 100-103.
- Yang, W.-H., X.-C. Zhu, J.-H. Bu, G.-B. Hu, H.-C. Wang and X.-M. Huang. 2009. Effects of bagging on fruit development and quality in cross-winter off-season longan. **Scientia Hort.** 120: 194-200.
- Zekri, M. and T.A. Obreza. 2003. **Essential Micronutrients for Citrus**. Available Sources: <http://edis.ifas.ufl.edu/ss426>, October 20, 2009.



ภาคผนวก

1. การวิเคราะห์สมบัติและธาตุอาหารในดิน

1.1 การวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน

ชั่งตัวอย่างดินที่บดร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตรจำนวน 10 กรัม ผสมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร หรือสัดส่วน 1:2.5 ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วหรือเครื่องเขย่า (shaker) คนให้เข้ากัน ประมาณ 30 นาที ในระหว่างนี้ให้คนดินเป็นครั้งคราว จากนั้นทำการวัด pH ด้วยเครื่อง pH meter (Sartorius, PB20)

1.2 การวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ของดิน

ชั่งตัวอย่างดินที่บดร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตรจำนวน 20 กรัม ผสมน้ำ 100 มิลลิลิตร หรือสัดส่วน 1:5 ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนหรือเครื่องเขย่า (shaker) ให้เข้ากันเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทิ้งไว้จนตกตะกอน แล้วนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าในส่วนสารละลายได้ด้วยเครื่อง EC meter (Hana, HI 8733)

1.3 การวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน

ชั่งตัวอย่างดินซึ่งบดอย่างละเอียดไว้แล้ว (ผ่านตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร) 0.5-2 กรัม ทั้งนี้แล้วแต่ดินตัวอย่างว่ามีอินทรียวัตถุมากหรือน้อย ใส่ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำยา dichromate 1 N ลงไป 5 มิลลิลิตร โดยใช้ pipet ต่อจากนั้นให้ริน sulfuric acid เข้มข้นลงไป 10 มิลลิลิตร โดยเร็ว แก้ว flask ไปรอบๆ เบาทะ เพื่อให้น้ำยากับดินเข้ากันประมาณ 1-2 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้เพื่อให้ทำปฏิกิริยาประมาณ 30 นาที

จากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไป 15 มิลลิลิตร หยด indicator ลงไป 3 หยด ไทเทรต soil suspension ด้วยน้ำยา ferrous sulfate จนกระทั่งสีของ suspension เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลบนแดง ถ้าไทเทรตด้วย ferrous sulfate มากเกินไป ให้เติม dichromate ลงไป 0.5-1 มิลลิลิตรแล้วไทเทรตด้วย ferrous sulfate อีกครั้งหนึ่งจนถึงจุด end point ดังเดิม และต้องทำ blank ด้วย ถ้าพบว่า dichromate ที่ถูก reduced โดยดินตัวอย่างเป็นปริมาณมากกว่า 4 มิลลิลิตร ขึ้นไป ควรทำการวิเคราะห์ใหม่ โดยลดปริมาณดินตัวอย่างเดิม จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน และเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุตามสูตร

เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน

$$= \frac{(N K_2Cr_2O_7 \times V K_2Cr_2O_7 - N FeSO_4 \times V FeSO_4) \times 0.003 \times 100 \times 1.33}{\text{น้ำหนักดิน (กรัม)}}$$

โดย N = ความเข้มข้นของสาร (N) และ V = ปริมาตรที่ใช้ (มิลลิลิตร)

$$\text{เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ} = \text{เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน} \times 1.72$$

1.4 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ชั่งตัวอย่างดินที่บดร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร จำนวน 2 กรัมใส่ขวด erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตรเติมน้ำยาสกัด Bray II (ประกอบด้วย ammonium fluoride (NH₄F) 1 N 30 มิลลิลิตร ผสมกับ hydrochloric acid (HCl) 0.5 N 200 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร) ลงไป 20 มิลลิลิตร (อัตราส่วนดิน:น้ำยาสกัด = 1:10) เขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 60 วินาที จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ใส่ขวดพลาสติกสะอาด เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำสกัดต่อไป

จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างประมาณ 1-10 มิลลิลิตร (ขึ้นอยู่กับปริมาณของฟอสฟอรัสในสารละลายตัวอย่าง) ใส่ลงใน volumetric flask ที่มีความจุขนาด 25 มิลลิลิตร เติม reagent B (ประกอบด้วย ammonium molybdate [(NH₄)₆MoO₇·4H₂O] 12 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร และ potassium antimony tartate (KSbO-C₄H₄O₆) 0.2908 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร และ sulfuric acid (H₂SO₄) 5 N 1 ลิตร ทั้งหมดผสมกันปรับปริมาตรเป็น 2.5 ลิตร จากนั้นละลาย ascorbic acid 1.056 กรัม ต่อน้ำยา 200 มิลลิลิตร) 4 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นลงไป ใน volumetric flask เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที ถ้าสีของน้ำยาเกินไปจนออกนอก standard curve ก็จำเป็นต้องลดปริมาตรสารละลายตัวอย่างให้น้อยลง ถ้าสีอยู่ในช่วง standard curve แล้ว จึงปรับปริมาตรสุดท้ายให้ได้จนครบ 25 มิลลิลิตร เขย่าแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของน้ำยานี้ด้วยเครื่อง spectrophotometer (Milton Roy, Spectronic Genesys 5) wavelength 882 nm. ค่าที่อ่านได้นำไปคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสตามสูตร

$$P \text{ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)} = \frac{Z \times Y \times \text{ปริมาตรสุดท้าย (มิลลิลิตร)}}{\text{ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)}}$$

โดย Y = อัตราส่วนของสารละลายสกัด Bray II : น้ำหนักดิน

Z = ค่าที่อ่านได้จาก standard curve

1.5 การวิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

ชั่งตัวอย่างดิน ที่ผึ่งแห้งในร่มและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร จำนวน 5 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิเมตร เติมน้ำยาสกัด ammonium acetate pH 7 ลงไป 50 มิลลิลิตร เขย่าติดต่อกันนาน 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียม โดยวัดเทียบความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐานด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Analytic Jena, vario 6, Jena, Germany) ที่ความยาวคลื่น 766.5 422.7 285.2 และ 589.0 นาโนเมตร ตามลำดับ คำนวณหาความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมในดินตามสูตร

ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และ โซเดียม (mg/kg) = C x dilution factor

โดยที่ C = ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และ โซเดียมจากกราฟ มาตรฐาน (mg/l)

1.6 การวิเคราะห์ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity)

ชั่งตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร 5 กรัม ใส่ลงใน centrifuge tube เติม 1 N ammonium acetate ลงไป 20 มล. เขย่าให้ดินและน้ำเข้ากัน ทิ้งไว้ค้างคืน จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 1 ชั่วโมง นำไป centrifuge นาน 5 นาที รินสารละลายใส่ทิ้ง ตะกอนดินที่เหลือจะนำไปเติม 1 N ammonium acetate 20 มิลลิลิตร เขย่า และ centrifuge เช่นเดียวกับการทำครั้งแรก ทำเช่นนี้ซ้ำอีก 3 ครั้ง ในการเขย่าและ centrifuge ครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 4) ควรจะทำการทดสอบการแทนที่ของ NH_4^+ ที่ผิวของ silicate clay ว่าการแทนที่นั้นสมบูรณ์หรือไม่ ซึ่งทำได้โดยนำสารละลายใส่ที่ได้จากการสกัดครั้งที่ 4 มาประมาณ 5 มิลลิลิตร หยดสารละลาย 1 N NH_4Cl , 10% $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ และ 1 N NH_4OH ลงไปอย่างละ 2-3 หยด นำไปทำให้ร้อนจนเกือบเดือด หากมี

Ca^{++} ในสารละลายจะเห็นตะกอนขุ่นของ CaC_2O_4 เกิดขึ้น และหากว่าเป็นเช่นนี้ก็จะต้องทำการสกัดต่อไปอีก

ตะกอนดินที่ยังเหลือใน centrifuge tube นั้นที่ผิวของ clay micelle จะอิมไปด้วย NH_4^+ ที่ไปดูดซับอยู่ กับจะมี NH_4^+ บางส่วนที่เหลือในระหว่างช่องว่างของดินจำเป็นจะต้องล้างส่วนนี้ออกมาเสียก่อน โดยล้างด้วย 1 N NH_4Cl เป็นจำนวน 6 ครั้ง ตามด้วย 0.25 N NH_4Cl อีกหนึ่งครั้ง หลังจากนั้นล้างด้วย isopropyl alcohol อีก 4 ครั้ง แต่ครั้งที่ล้างจะใช้ปริมาตรสารละลายที่ล้างครั้งละ 20 มิลลิลิตร เขย่า 5 นาที centrifuge เพื่อรินสารละลายให้ทิ้งไป การทดสอบเพื่อดูว่า NH_4^+ ในช่องว่างของดินหมดหรือยัง กระทำโดยนำเอาสารละลายที่ได้จากการล้างครั้งสุดท้ายใส่ใน test tube ประมาณ 4-5 หยด เติม 0.1 N AgNO_3 ลงไป 3-5 หยด หากเกิดตะกอนสีขาวของ AgCl ปรากฏ จะต้องทำการล้างต่อไป จนกว่าการทดสอบจะไม่มีตะกอนขาวของ AgCl

จากนั้นตะกอนดินใน centrifuge tube จะถูกนำไปเขย่ากับ 10% NaCl (acidify) จำนวน 23 มิลลิลิตร เขย่า 5 นาที และ centrifuge เก็บสารละลายไว้ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ทำทั้งสิ้นจำนวน 4 ครั้ง สารละลายใส่ที่รินได้จะมีปริมาตรรวมกันได้ประมาณ 92 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย 10% NaCl (acidify) ให้เป็น 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะเก็บไว้เพื่อกลับหาปริมาณ NH_4^+ แล้วคำนวณเป็นค่า CEC ของดินต่อไป สำหรับตะกอนดินที่เหลือใน centrifuge tube นั้นจะมี Na^+ เกาะอยู่ที่ผิวของ clay micelle แทน NH_4^+ ซึ่งสามารถทิ้งไปได้

การวิเคราะห์หา NH_4^+ ที่ไล่ออกมานี้ กระทำได้โดยการไปเปิดสารละลายมาจำนวน 20 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดของชุดกลั่น ซึ่งมี 2% H_3BO_3 -mixed indicator 5 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุไว้ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร ที่มีขีดบอกปริมาตร 30 มล. ใส้ชัดเจน เติม 1 N NaOH ลงไปในหลอดของชุดกลั่น 3 มิลลิลิตร แล้วดำเนินการกลั่นต่อไป หนึ่งจะต้องทำการตรวจสอบว่าข้อต่อ ณ จุดต่างๆ ของชุดกลั่นไม่มีการรั่วซึมของก๊าซที่ได้จากการกลั่น และที่ condenser จะต้องมีย่านไหลผ่านตลอดเวลา เวลาที่ใช้ในการกลั่นจะพิจารณาจากปริมาตรของสารละลายใน erlenmeyer flask เป็นสำคัญ การกลั่นที่ดีว่าสมบูรณ์จะต้องมีปริมาตรของสารละลายทั้งสิ้นใน erlenmeyer flask ที่รองรับที่ปลายก้าน condenser มีค่าเท่ากับ 30 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตด้วย 0.1 N H_2SO_4 จนกระทั่งสีเขียวของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง บันทึกปริมาตรของกรดที่ใช้ จากนั้นนำปริมาณของ ammonium เป็น cmole kg^{-1} ตามสูตร

$$\begin{aligned} \text{CEC (meq/100g)} &= \frac{N \times (T-B) \times A \times 100}{\text{ml. of aliquot ที่ใช้} \times \text{นน. ดิน (กรัม)}} \\ &= \text{cmole/kg} \end{aligned}$$

เมื่อ N = Normality ของ standard H_2SO_4

T = ปริมาณของ standard H_2SO_4 titrate sample

B = ปริมาณของ standard H_2SO_4 titrate blank

A = ปริมาณทั้งหมดของ aliquot

2. การวิเคราะห์พืชทางเคมี

การย่อยสลายตัวอย่างพืช (digestion) โดยวิธี $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_4$ - Se mixture digestion

ชั่งตัวอย่างพืชจำนวน 0.25 กรัม ลงในหลอด test tube ขนาด 75 มิลลิลิตร เติม $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_4$ - Se mixture ลงไป 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปย่อยบน digesting apparatus ภายใต้อุณหภูมิ fume hood โดยเริ่มทำการย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นเป็น 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และ 420 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ตามลำดับ จนได้สารละลายใสจึงยกลงทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าสารละลายให้เข้ากัน แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บไว้ในขวดพลาสติกขนาด 60 มิลลิลิตร ที่มีฝาปิด เพื่อนำไปวิเคราะห์ P, K Ca และ Mg ต่อไป และควรทำ Blank พร้อมกับตัวอย่าง (ดัดแปลง ทศนิยม และจรงค์, 2542)

การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช (vanadomolybdate yellow color)

ทำ Standard curve ของ 0, 2.5, 5, 7.5, 10 และ 12.5 mg PL^{-1} โดยไปเปิด stock 40 mg PL^{-1} จำนวน 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 มิลลิลิตร ลงใน test tube เติมน้ำกลั่นจนสารละลาย แต่ละหลอดมีปริมาตร 3 มิลลิลิตร เติม blank (กรด $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_4$ - Se mixture digestion ที่ผ่านการ digest มาพร้อมกับตัวอย่าง) หลอดละ 3 มิลลิลิตร และเติม 5% ammonium molybdate และเติม 0.25% ammonium metavanadate อย่างละ 1 มิลลิลิตร เขย่าทิ้งไว้ 10 นาที จึงนำไปวัดความเข้มของสีเหลืองที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกับตัวอย่าง plot ค่าที่อ่านได้จากสารละลายมาตรฐานลงใน excel

จากนั้นไปเปิด aliquot ที่ได้จากการย่อยสลายตัวอย่างพืชจำนวน 3 มิลลิลิตร ลงใน test tube เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เติม 5% ammonium molybdate และ 0.25% ammonium metavanadate อย่างละ 1 มิลลิลิตร เขย่าแล้วทิ้งไว้ 20 นาที จึงนำไปวัดความเข้มข้นของสีเหลืองที่เกิดขึ้นด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ wavelength 440 นาโนเมตร ในกรณีที่ aliquot ที่นำมาวิเคราะห์มีปริมาณ P สูงกว่าสารละลายมาตรฐานควร dilute ตัวอย่าง โดยไปเปิด aliquot ให้น้อยลง แล้วเติม 2 N H₂SO₄ ลงไปจนสารละลายตัวอย่างมีปริมาตร 3 มิลลิลิตร จึงเติมน้ำกลั่น 5% ammonium molybdate และ 0.25 % ammonium metavanadate จำนวนดังเดิม แล้วนำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างพืช (\%)} = \frac{C \times V_f \times V_d \times 10^{-4}}{W \times V_a}$$

โดยที่ C = ความเข้มข้นฟอสฟอรัสจากกราฟมาตรฐาน (mgP/L)

V_f = ปริมาตรสุดท้าย (8 ml)

V_d = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างพืชที่ได้จากการย่อยสลาย (50 ml)

W = น้ำหนักตัวอย่างพืช (g)

V_a = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างพืชที่ใช้ในการวิเคราะห์ (3 ml)

วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในพืช

นำสารละลายตัวอย่างพืชที่ย่อยสลายด้วยกรด H₂SO₄ จำนวน 20 มิลลิลิตร มาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Analytic Jena, vario 6, Jena, Germany) เปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับกราฟมาตรฐาน (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544) แล้วคำนวณปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมโดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในตัวอย่างพืช (mg/kg)} = \frac{(C_s - C_b) \times V_d}{W}$$

$$\text{ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในตัวอย่างพืช (\%)} = \frac{(C_s - C_b) \times V_d \times 10^{-4}}{W}$$

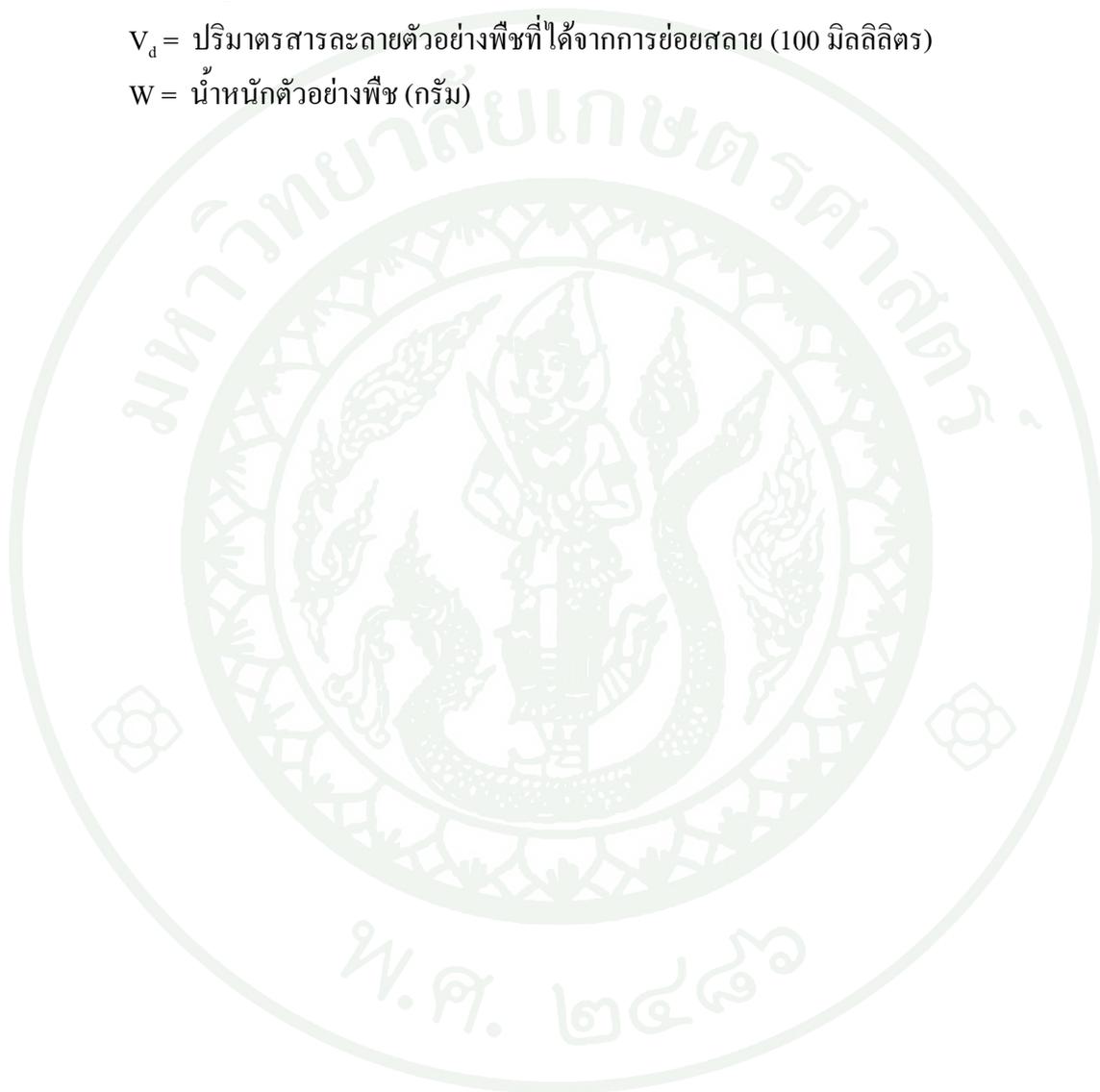
โดยที่

C_s = ความเข้มข้นโพแทสเซียม แคลเซียม หรือแมกนีเซียมในสารละลายตัวอย่างพืชจาก
กราฟมาตรฐาน (mg/l)

C_b = ความเข้มข้นโพแทสเซียม แคลเซียม หรือแมกนีเซียมใน blank จากกราฟมาตรฐาน
(mg/l)

V_d = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างพืชที่ได้จากการย่อยสลาย (100 มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักตัวอย่างพืช (กรัม)



ตารางผนวกที่ 1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำในร่องสวนส้มโอพันธุ์
ขาวใหญ่ พ.ศ. 2550 จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

สวน	pH		EC (dS/m)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนนอมจิต	6.34	6.51	0.47	0.34
ทองข่อย	6.74	6.88	0.58	0.55
พีจิตร	6.45	6.35	1.12	0.55
ขงยุทธ	6.24	6.60	0.76	0.45
ธำรงค์	6.76	6.75	1.71	0.93

ตารางผนวกที่ 2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ของน้ำในร่องสวนส้ม
โอพันธุ์ขาวใหญ่ พ.ศ. 2551 จาก 5 สวน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

สวน	pH		EC (dS/m)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนนอมจิต	7.01	7.44	1.21	0.42
ทองข่อย	7.05	6.85	0.80	0.63
พีจิตร	7.04	7.05	1.54	0.56
ขงยุทธ	7.20	7.14	2.59	0.33
ธำรงค์	7.34	6.81	2.73	0.29

ตารางผนวกที่ 3 น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	น้ำหนักสด		น้ำหนักสดหลังสิ่ง 1		ความสูงผล (P)		ความกว้างผล (E)		P/E		เส้นรอบวง	
	(กรัม)		สัปดาห์ (กรัม)		(ซม.)		(ซม.)				(ซม.)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	1671.6 ^{1/}	1396.6ab	1,633.2	1,333.6abc	16.8ab	15.5	16.7	15.4ab	1.01a	1.00	52.5	52.5
ทองฮ้อย	1808.5	1399.9ab	1,772.2	1,343.2ab	17.4a	15.5	17.1	15.6ab	1.02a	0.99	54.2	54.2
พีจิตร	1605.0	1528.8a	1,568.9	1,416.1a	16.2bc	15.4	16.5	16.0a	0.98ab	0.96	52.2	52.2
ขงยุทธ	1542.3	1317.9b	1,506.9	1,255.5bc	15.5c	15.0	16.2	15.2b	0.95b	0.99	51.3	51.3
ธีรงค์	1622.2	1235.0b	1,586.7	1,171.8c	16.0bc	14.4	16.5	15.0b	0.97ab	0.96	51.9	51.8
F-test	ns	*	ns	*	*	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.88	10.80	8.97	11.06	5.04	5.91	3.20	3.80	3.50	3.98	3.19	3.21

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 4 น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	น้ำหนักสด		น้ำหนักสดหลังผึ่ง 1		ความสูงผล (P)		ความกว้างผล (E)		P/E		เส้นรอบวง	
	(กรัม)		สัปดาห์ (กรัม)		(ซม.)		(ซม.)				(ซม.)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	2,002.0a ^{1/}	1,544.5a	1,891.2a	1,474.0a	16.6a	15.8a	17.8a	16.2a	0.93	0.98	54.8a	50.6a
ทองฮ้อย	1,443.0c	1,216.6b	1,370.1c	1,155.1b	15.7b	14.3a	16.1c	14.5b	0.97	0.99	50.0c	46.4b
พิจิตร	1,583.2bc	1,444.6a	1,524.8bc	1,407.9a	15.7b	15.2ab	16.6bc	15.8a	0.94	0.96	51.3bc	49.3a
ขงยุทธ	1,666.1bc	1,650.6a	1,555.2bc	1,583.5a	16.1ab	16.1a	16.8bc	16.2a	0.96	0.99	51.9bc	51.3a
ธีรงค์	1,745.1b	1,571.2a	1,668.4b	1,501.0a	16.8a	15.4a	17.2ab	15.7a	0.98	0.99	53.5ac	50.1a
F-test	**	**	**	**	*	*	**	**	ns	ns	**	**
C.V. (%)	14.40	13.79	14.71	12.69	4.61	5.97	4.99	5.28	3.05	2.35	4.78	4.95

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

;

ตารางผนวกที่ 5 สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเยื่อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเปลือก						ความหนาเปลือก		น้ำหนัก (กรัม)				เปอร์เซ็นต์เนื้อ (%)	
	L*		a*		b*		(ซม.)		เปลือกและเยื่อหุ้มกลีบ		เนื้อ			
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนนอมจิต	59.2a ^{1/}	52.0ab	-11.1	-8.0c	38.5a	34.6ab	1.7	1.6	752.2b	567.4	881	766.2a	54	57.7
ทองข้อย	57.8ab	50.5bc	-12.1	-13.2a	39.5a	33.4bc	2.1	1.6	889.3a	583.9	882.8	759.2a	49.8	56.6
พิจิตร	57.3ab	50.1c	-10.3	-12.0b	38.9a	31.9c	1.9	1.7	735.0b	645.5	821.2	815.6a	52.8	55.9
ขงยุทธ	55.2b	47.6d	-11.8	-8.6c	33.4b	31.6c	1.8	1.6	659.9b	516.7	847.0	738.8a	56.4	59.3
ธีรังค์	58.9a	52.5a	-11.6	-12.8a	39.7a	35.9a	2.2	1.5	751.5b	534.9	835.1	636.9b	52.8	54.4
F-test	*	**	ns	**	**	**	ns	ns	*	ns	ns	**	ns	ns
C.V. (%)	3.85	4.26	9.05	20.46	8.37	6.03	22.09	13.46	12.85	14.38	9.28	10.93	6.02	5.40

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT
 ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

)

ตารางผนวกที่ 6 สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเยื่อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเปลือก						ความหนาเปลือก		น้ำหนัก (กรัม)				เปอร์เซ็นต์เนื้อ (%)	
	L*		a*		b*		(ซม.)		เปลือกและเยื่อหุ้มกลีบ		เนื้อ			
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	57.1a ^{1/}	57.5a	-11.2	-11.7b	35.9ab	33.9bc	1.9	1.6	976.2a	606.2a	1,028.3a	867.7a	51.6	59.0
ทองช้อย	56.7a	55.9ab	-13.2	-13.6a	37.7a	35.4ab	1.8	1.4	677.0c	475.3b	765.9b	679.8b	53.4	58.9
พิจิตร	54.1b	54.2b	-12.1	-13.6a	33.6b	32.3c	1.8	1.6	760.5bc	606.9a	822.7b	808.5a	52.5	57.6
ขงยุทธ	59.1a	57.1a	-11.8	-14.1a	37.3a	36.7a	1.9	1.7	824.0bc	688.1a	821.6b	895.4a	50.4	56.5
ธีรังค์	57.1a	54.9b	-12.3	-14.3a	36.5a	34.0bc	2.0	1.6	904.1ab	662.3a	849.4b	838.7a	48.4	56.6
F-test	**	**	ns	*	**	**	ns	ns	**	**	**	**	ns	ns
C.V. (%)	4.16	3.22	9.42	10.85	5.91	5.90	14.37	10.44	17.98	16.72	14.71	12.69	6.24	16.72

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 7 สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเนื้อ						จำนวนกลีบ	
	L*		a*		b*		ม.ค.	เม.ย.
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.		
ถนนอมจิต	47.4 ^{1/}	41.4ab	-4.7	-3.9	8.6	10.5	12.5	12.8
ทองข่อย	47.4	40.7b	-4.5	-3.6	8.5	10.1	12.5	11.8
พิจิตร	48.4	39.4b	-4.1	-3.7	8.8	9.9	13.4	13.0
ยงยุทธ	47.9	43.2a	-4.5	-3.5	8.9	9.5	13.2	13.5
ธีรังค์	48.7	39.4b	-4.6	-3.8	8.9	10.3	12.5	13.3
F-test	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.13	5.03	11.28	41.61	6.59	6.44	5.17	8.18

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 8 สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเนื้อ						จำนวนกลีบ	
	L*		a*		b*		ม.ค.	เม.ย.
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.		
ถนอมจิต	46.1b ^{1/}	46.5a	-4.0	-4.1	9.7	8.9b	13.0	13.4a
ทองย้อย	46.7b	45.1abc	-4.1	-4.2	9.6	10.1a	12.5	12.3c
พิจิตร	50.3a	45.7ab	-4.1	-3.9	9.8	8.8b	12.9	13.4ab
ขงยุทธ	47.9b	43.9c	-4.4	-4.2	9.8	9.2b	12.9	12.6bc
ธีรังค์	48.0b	44.7bc	-4.1	-4.0	9.9	9.3ab	12.5	12.7abd
F-test	**	*	ns	ns	ns	*	ns	*
C.V. (%)	4.08	3.08	10.62	7.15	4.99	7.40	4.71	5.05

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 9 ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และ สัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือน มกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	ความแน่นเนื้อ		TSS		TA		TSS/TA	
	(กก./ชม. ²)		(°บริกซ์)		(%)			
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	1.73 ^{1/}	2.22b	11.25b	12.96b	0.96	0.85a	11.78	15.54c
ทองย้อย	1.50	1.94bc	11.80b	12.48b	0.94	0.70b	12.77	18.25ab
พีจิตร	1.68	1.68c	12.51a	13.17b	1.00	0.75ab	12.50	17.93b
ยงยุทธ	1.78	2.63a	10.29c	10.88c	0.97	0.85a	10.90	13.25d
ธีรรงค์	1.73	1.81c	12.11a	14.68a	1.03	0.73b	11.86	20.21a
F-test	ns	**	**	**	ns	*	ns	**
C.V. (%)	11.62	19.95	8.19	10.54	7.14	12.40	8.46	16.48

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 10 ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และ สัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือน มกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	ความแน่นเนื้อ		TSS		TA		TSS/TA	
	(กก./ชม. ²)		(°บริกซ์)		(%)			
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
ถนอมจิต	1.70b ^{1/}	1.24a	10.60b	11.46b	0.66c	0.75a	16.11b	15.52c
ทองย้อย	2.31a	0.99bc	13.17a	13.39a	0.75a	0.78a	17.83ab	17.91b
พีจิตร	2.41a	1.10ab	10.72b	11.82b	0.83a	0.77a	13.25c	15.42c
ยงยุทธ	2.49a	0.97c	12.54a	13.25a	0.78b	0.62b	16.81b	21.68a
ธีรรงค์	2.34a	1.19a	13.07a	13.14a	0.69a	0.74a	19.11a	18.04b
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	15.41	12.49	10.72	7.61	11.91	9.90	14.92	15.57

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 11 น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	น้ำหนักสด		น้ำหนักสดหลังผึ่ง 1		ความสูงผล (P)		ความกว้างผล (E)		P/E		เส้นรอบวง	
	(กรัม)		(กรัม)		(ซม.)		(ซม.)				(ซม.)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย	1,710.7 ^{1/}	1,398.2	1,672.9	1,338.4	17.0	15.5	16.8	15.5	1.01	0.99	53.02	53.0
สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง	1,589.9	1,360.5	1,554.1	1,296.1	15.9	14.9	16.4	15.4	0.96	0.96	51.8	51.8
t-test	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.88	10.80	8.97	11.06	5.04	5.91	3.20	3.80	3.50	3.98	3.19	3.21

หมายเหตุ ^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งระหว่างสวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึงกับสวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อยโดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

โดย สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย คือ สวนคุณถนอมจิต และสวนคุณทองย้อย

สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง คือ สวนคุณพิจิตร คุณยงยุทธ และสวนคุณธำรงค์

ตารางผนวกที่ 12 น้ำหนักและขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	น้ำหนักสด		น้ำหนักสดหลังผึ่ง 1		ความสูงผล (P)		ความกว้างผล (E)		P/E		เส้นรอบวง	
	(กรัม)		(กรัม)		(ซม.)		(ซม.)				(ซม.)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย	1,718.4 ^{1/}	1,380.6	1,637.8	1,314.5	16.1	15.1	16.9	15.4	0.95	0.98	52.4	48.5
สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง	1,666.5	1,542.1	1,582.8	1,484.1	16.2	15.6	16.9	15.9	0.95	0.97	52.2	50.2
t-test	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	14.40	13.79	14.71	12.69	4.61	5.97	4.99	5.28	3.05	2.35	4.78	4.95

หมายเหตุ ^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งระหว่างสวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึงกับสวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อยโดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

โดย สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย คือ สวนคุณถนอมจิต และสวนคุณทองย้อย

สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง คือ สวนคุณพิจิตร คุณยงยุทธ และสวนคุณธีรรงค์

ตารางผนวกที่ 13 สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเปลือก						ความหนาเปลือก		น้ำหนัก (กรัม)				เปอร์เซ็นต์เนื้อ	
	L*		a*		b*		(ซม.)		เปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ		เนื้อ		(%)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย	58.8 ^{1/}	51.2	-11.4	-10.6	38.8	33.9	1.8	1.6	791.3	575.6	881.5	762.7	52.8	57.1
สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง	57.1	50.1	-11.2	-11.1	37.3	33.2	1.9	1.6	715.3	565.7	834.5	730.4	54.0	56.6
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.85	4.26	9.05	20.46	8.37	6.03	22.09	13.46	12.85	14.38	9.28	10.93	6.02	5.40

หมายเหตุ ^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งระหว่างสวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึงกับสวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อยโดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

โดย สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย คือ สวนคุณถนอมจิต และสวนคุณทองย้อย

สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง คือ สวนคุณพิจิตร คุณยงยุทธ และสวนคุณธำรงค์

ตารางผนวกที่ 14 สีเปลือก ความหนาเปลือก น้ำหนักเปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ และ น้ำหนักเนื้อของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเปลือก						ความหนาเปลือก		น้ำหนัก (กรัม)				เปอร์เซ็นต์เนื้อ	
	L*		a*		b*		(ซม.)		เปลือกและเชื้อหุ้มกลีบ		เนื้อ		(%)	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย	56.9 ^{1/}	56.7	-12.2	-12.6	36.8	34.6	1.8	1.5	824.5	540.8	897.1	773.7	52.5	56.9
สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง	56.8	55.4	-12.0	-14.0	35.8	34.3	1.9	1.6	831.3	650.7	832.6	846.7	50.4	56.9
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.16	3.22	9.42	10.85	5.91	5.90	14.37	10.44	17.98	16.72	14.71	12.69	6.24	16.72

หมายเหตุ ^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งระหว่างสวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึงกับสวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อยโดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

โดย สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย คือ สวนคุณณอมจิต และสวนคุณทองย้อย

สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง คือ สวนคุณพิจิตร คุณยงยุทธ และสวนคุณธำรงค์

ตารางผนวกที่ 15 สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม และเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเนื้อ						จำนวนกลีบ	
	L*		a*		b*		ม.ค.	เม.ย.
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.		
สวนที่ไม่ได้ รับน้ำกร่อย	47.0 ^{1/}	41.0	-4.6	-3.7	8.5	10.3	12.6	12.3
สวนที่น้ำกร่อย ขึ้นถึง	48.3	40.7	-4.4	-3.7	8.8	9.9	13.0	13.3
t-test	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	4.13	5.03	11.28	41.61	6.59	6.44	5.17	8.18

หมายเหตุ ^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งระหว่างสวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึงกับสวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย โดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

โดย สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย คือ สวนคุณถนอมจิต และสวนคุณทองย้อย

สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง คือ สวนคุณพิจิตร คุณขงยุทธ และสวนคุณธำรงค์

ตารางผนวกที่ 16 สีเนื้อและจำนวนกลีบของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือนมกราคม และเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	สีเนื้อ						จำนวนกลีบ	
	L*		a*		b*		ม.ค.	เม.ย.
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.		
สวนที่ไม่ได้ รับน้ำกร่อย	46.43 ^{1/}	45.8	-4.11	-4.1	9.67	9.5	12.8	12.9
สวนที่น้ำ กร่อยขึ้นถึง	48.79	44.8	-4.24	-4.0	9.88	9.1	12.8	12.8
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.08	3.08	10.62	7.15	4.99	7.40	4.71	5.05

หมายเหตุ ^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งระหว่างสวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึงกับสวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อยโดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

โดย สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย คือ สวนคุณถนอมจิต และสวนคุณทองชัย
สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง คือ สวนคุณพิจิตร คุณยงยุทธ และสวนคุณธีรารักษ์

ตารางผนวกที่ 17 ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และ สัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือน มกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	ความแน่นเนื้อ		TSS		TA		TSS/TA	
	(กก./ชม. ²)		(°บริกซ์)		(%)			
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย	1.66 ^{1/}	2.07	11.40	12.71	0.95	0.77	12.06	16.89
สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง	1.73	2.03	11.62	12.90	0.99	0.77	11.74	17.13
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	11.62	19.95	8.19	10.54	7.14	12.40	8.46	16.48

หมายเหตุ ^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งระหว่างสวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึงกับสวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อยโดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

โดย สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย คือ สวนคุณถนอมจิต และสวนคุณทองย้อย

สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง คือ สวนคุณพิจิตร คุณยงยุทธ และสวนคุณธำรงค์

ตารางผนวกที่ 18 ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำคั้น (TSS) กรดที่ไทเทรตได้ในน้ำคั้น (TA) และ สัดส่วน TSS/TA ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่รุ่นที่เก็บเกี่ยวเดือน มกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จากสวนส้มโอ 5 สวน

สวน	ความแน่นเนื้อ		TSS		TA		TSS/TA	
	(กก./ชม. ²)		(°บริกซ์)		(%)			
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย	2.00 ^{1/}	1.11	11.88	12.42	0.70	0.76	16.97	16.71
สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง	2.42	1.08	12.11	12.73	0.76	0.71	16.43	18.35
t-test	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	15.41	12.49	10.72	7.61	11.91	9.90	14.92	15.57

หมายเหตุ ^{1/} เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งระหว่างสวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึงกับสวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อยโดยวิธี t-test

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

โดย สวนที่ไม่ได้รับน้ำกร่อย คือ สวนคุณถนอมจิต และสวนคุณทองย้อย

สวนที่น้ำกร่อยขึ้นถึง คือ สวนคุณพิจิตร คุณงยุท และสวนคุณธำรงค์

ตารางผนวกที่ 19 ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เฉลี่ยจาก 5 สวน)

ส่วนของผล	ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (%)									
	ไนโตรเจน		ฟอสฟอรัส		โพแทสเซียม		แคลเซียม		แมกนีเซียม	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
Flavedo	1.64	1.60	0.212	0.218	2.40	2.37	1.02	1.27	0.148	0.192
Albedo	0.67	0.69	0.062	0.061	0.97	0.95	0.85	1.03	0.091	0.131
Carpel										
Membrane	0.92	0.93	0.091	0.093	0.68	0.56	0.85	0.86	0.085	0.140
Juice Sac	1.11	1.09	0.207	0.213	1.72	1.83	0.11	0.11	0.069	0.066

ตารางผนวกที่ 20 ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมในส่วนต่างๆ ของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่ (เฉลี่ยจาก 5 สวน)

ส่วนของผล	ปริมาณธาตุอาหาร (กรัม/ผล)									
	ไนโตรเจน		ฟอสฟอรัส		โพแทสเซียม		แคลเซียม		แมกนีเซียม	
	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	เม.ย.
Flavedo	0.96	0.78	0.125	0.107	1.42	1.16	0.603	0.620	0.087	0.093
Albedo	0.75	0.46	0.069	0.040	1.07	0.64	0.955	0.683	0.102	0.088
Carpel										
Membrane	0.21	0.20	0.021	0.021	0.15	0.12	0.199	0.192	0.019	0.031
Juice Sac	1.18	1.17	0.222	0.230	1.84	1.98	0.119	0.129	0.074	0.071
รวม	3.11	2.63	0.437	0.398	4.49	3.91	1.875	1.623	0.282	0.284

ตารางผนวกที่ 21 การแปลผลการวิเคราะห์ดินทางเคมี เพื่อใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน
(งานทดสอบดินปุ๋ยและการประยุกต์, 2549)

1. ปฏิกริยาดิน (pH)

pH ของดิน	ระดับความรุนแรง	pH ของดิน	ระดับความรุนแรง
ต่ำกว่า 3.5	กรดรุนแรงมากที่สุด	6.6-7.3	กลาง
3.5-4.5	กรดรุนแรงมาก	7.4-7.8	ด่างเล็กน้อย
4.6-5.0	กรดจัดมาก	7.9-8.4	ด่างปานกลาง
5.1-5.5	กรดจัด	8.5-9.0	ด่างจัด
5.6-6.0	กรดปานกลาง	มากกว่า 9.0	ด่างจัดมาก
6.1-6.5	กรดเล็กน้อย		

2. การนำไฟฟ้าหรือความเค็มของดิน (electrical conductivity; EC)

EC (dS/m) ที่ 25 °C	ระดับความเค็ม	อิทธิพลต่อพืช
น้อยกว่า 2	ไม่เค็ม	ไม่กระทบกระเทือนต่อพืช
2 - น้อยกว่า 4	ไม่เค็ม	พืชที่ไวต่อความเค็มมีการเจริญเติบโตลดลงบ้าง
4 - 8	เค็มปานกลาง	จำกัดการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด
8 - 16	เค็มมาก	พืชทนเค็มเท่านั้นที่สามารถเจริญเติบโตได้
มากกว่า 16	เค็มจัด	พืชทนเค็มเท่านั้นที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี

ตารางผนวกที่ 21 (ต่อ)

3. ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity; CEC)

ระดับ	CEC (cmole/kg)
ต่ำมาก	น้อยกว่า 3
ต่ำ	3 – 5
ค่อนข้างต่ำ	6 – 10
ปานกลาง	11 – 15
ค่อนข้างสูง	16 – 20
สูง	21 – 30
สูงมาก	มากกว่า 30

4. อินทรีย์วัตถุ (organic matter; OM)

ระดับ	OM (%)
ต่ำมาก	น้อยกว่า 0.5
ต่ำ	0.5 – 1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.1 – 1.5
ปานกลาง	1.6 – 2.5
ค่อนข้างสูง	2.6 – 3.5
สูง	3.6 – 4.5
สูงมาก	มากกว่า 4.5

ตารางผนวกที่ 21 (ต่อ)

5. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) (Bray II)

ระดับ	avail. P (mg/kg)
ต่ำมาก	น้อยกว่า 3
ต่ำ	3 – 5
ค่อนข้างต่ำ	6 – 10
ปานกลาง	11 – 15
ค่อนข้างสูง	16 – 25
สูง	26 – 45
สูงมาก	มากกว่า 45

6. ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium) (NH₃OAc pH 7)

ระดับ	exch. K (mg/kg)
ต่ำมาก	น้อยกว่า 30
ต่ำ	30 – 60
ปานกลาง	60 – 90
สูง	90 – 120
สูงมาก	มากกว่า 120

7. ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium) (NH₃OAc pH 7)

ระดับ	exch. Ca (mg/kg)
ต่ำมาก	น้อยกว่า 400
ต่ำ	400 – 1,000
ปานกลาง	1,000 – 2,000
สูง	2,000 – 4,000
สูงมาก	มากกว่า 4,000

ตารางผนวกที่ 21 (ต่อ)

8. ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable magnesium) (NH_3OAc pH 7)

ระดับ	exch. Mg (mg/kg)
ต่ำมาก	น้อยกว่า 36
ต่ำ	36 – 120
ปานกลาง	120 – 360
สูง	360 – 960
สูงมาก	มากกว่า 960

9. ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium) (NH_3OAc pH 7)

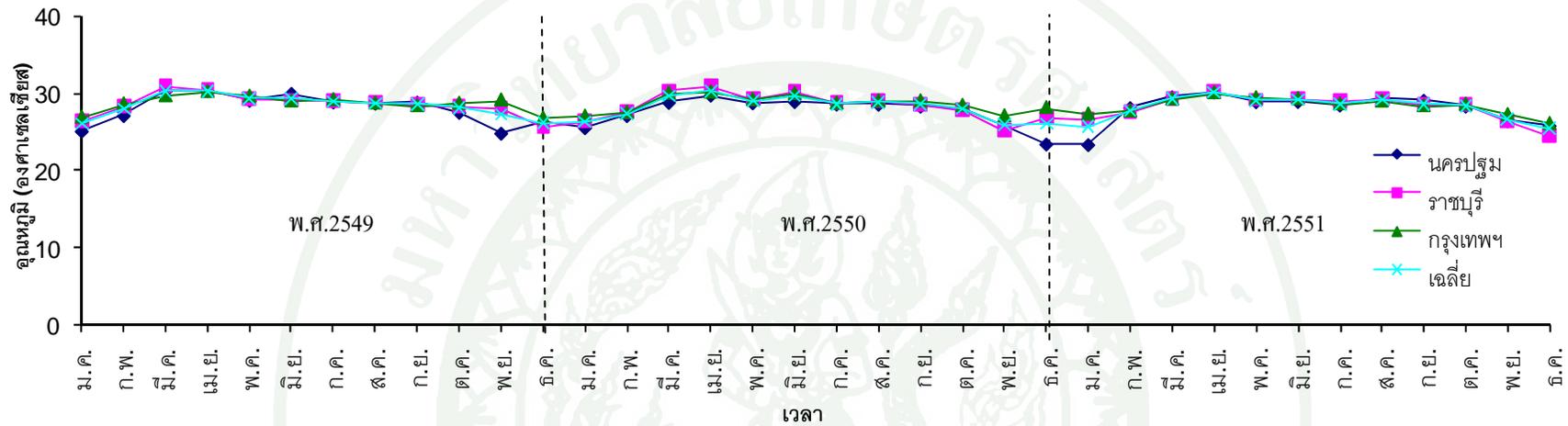
ระดับ	exch. Na (mg/kg)
ต่ำมาก	น้อยกว่า 10
ต่ำ	10 – 30
ปานกลาง	30 – 70
สูง	70 – 200
สูงมาก	มากกว่า 200

ที่มา: Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973

ตารางผนวกที่ 22 ค่าแนะนำความเข้มข้นของธาตุอาหารในระดับที่เพียงพอของใบส้มโอ วิเคราะห์
จากใบอายุ 3-5 เดือน จากกิ่งที่ไม่มีผลผลิตอยู่

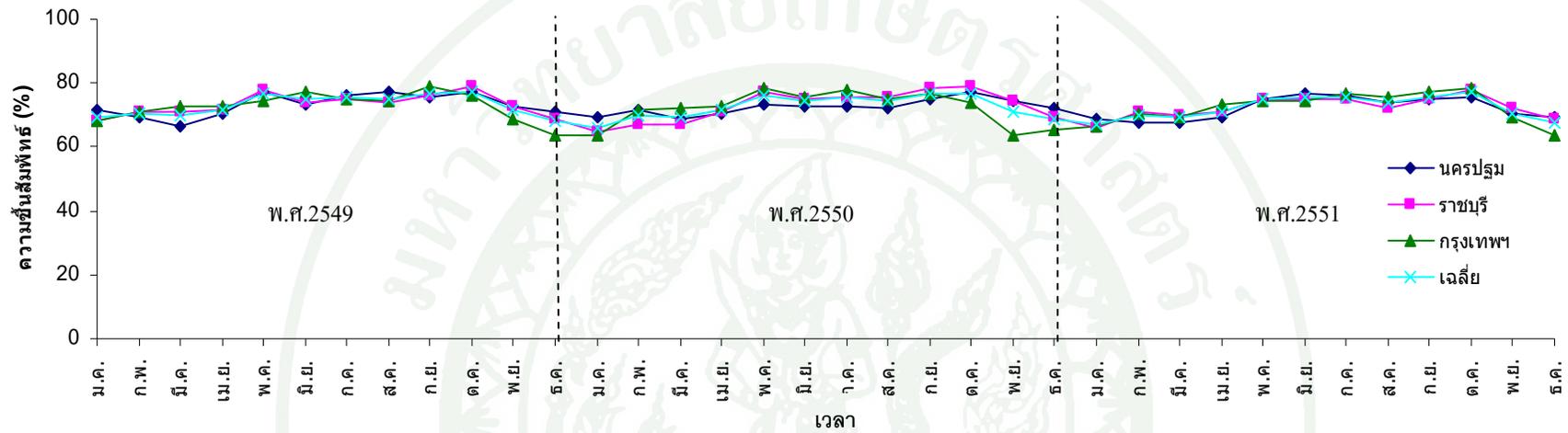
Element	Unit	Sufficient ranges
Nitrogen (N)	%	2.5-(2.7-3.0)
Phosphorus (P)	%	0.15-0.20
Potassium (K)	%	1.5-2.0
Calcium (Ca)	%	3.0-4.0
Magnesium (Mg)	%	0.30-0.50
Iron (Fe)	mg/kg	40-80
Manganese (Mn)	mg/kg	5-15
Copper (Cu)	mg/kg	>5
Zinc (Zn)	mg/kg	>20

ที่มา: สมศักดิ์ (2551)



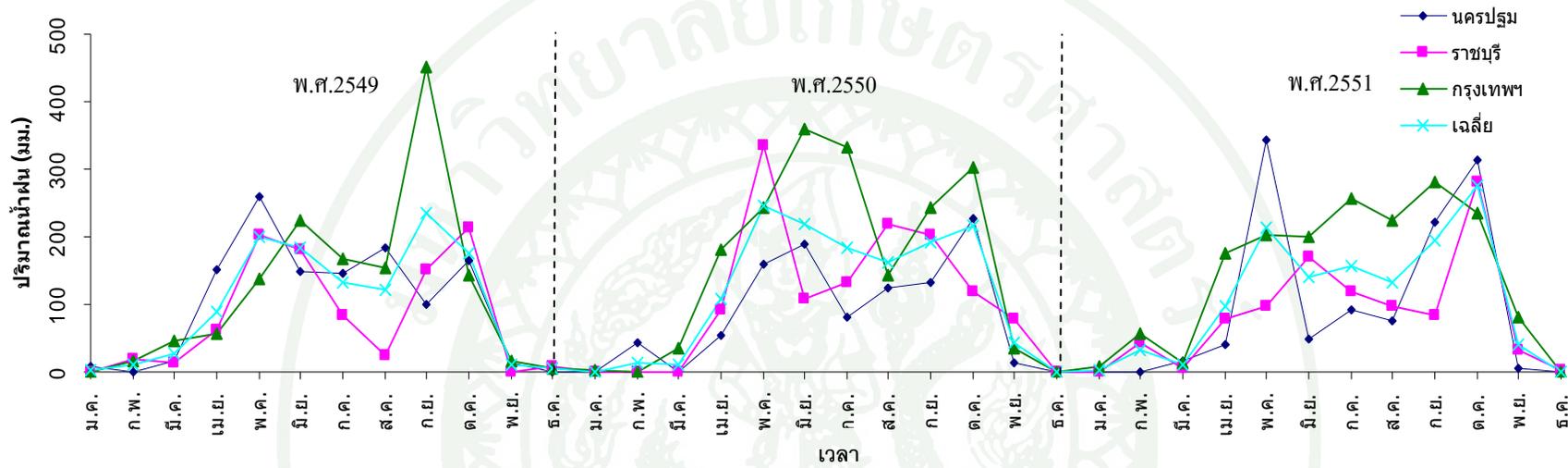
ภาพผนวกที่ 1 อุณหภูมิอากาศช่วงการเจริญเติบโต และการพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จนถึงเก็บเกี่ยว ปี พ.ศ. 2549-2551

ที่มา: สถานีตรวจอากาศนครปฐม สถานีตรวจอากาศราชบุรี และสถานีตรวจอากาศบางนา กรุงเทพฯ



ภาพผนวกที่ 2 ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศช่วงการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จนถึงเก็บเกี่ยว ปี พ.ศ. 2549-2551

ที่มา: สถานีตรวจอากาศนครปฐม สถานีตรวจอากาศราชบุรี และสถานีตรวจอากาศบางนา กรุงเทพฯ



ภาพผนวกที่ 3 ปริมาณน้ำฝนช่วงการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ขาวใหญ่จนถึงเก็บเกี่ยว ปี พ.ศ. 2549-2551

ที่มา: สถานีตรวจอากาศนครปฐม สถานีตรวจอากาศราชบุรี และสถานีตรวจอากาศบางนา กรุงเทพฯ

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายสุขะวัฒน์ ทองเหลียว
วัน เดือน ปี ที่เกิด	12 มีนาคม พ.ศ.2527
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-