



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารในดิน
เพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มโอ



โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

พฤษภาคม 2556

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารในดิน
เพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มโอ

ผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ชุดโครงการ

การพัฒนางานวิจัยส้มโอเพื่อการส่งออก

สนับสนุนโดย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

แบบสรุปโครงการวิจัย

สัญญาเลขที่ : RDG5020015

ชื่อโครงการ : การปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารในดิน เพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มโอ

หัวหน้าโครงการ : นายสมศักดิ์ มณีพงศ์

หน่วยงาน : สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อ.ท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช โทรศัพท์ 075-672369 โทรสาร 075-672301 อีเมล msomsak@wu.ac.th

ความสำคัญ/ความเป็นมา :

ส้มโอ (*Citrus maxima* Merr.) เป็นพืชพื้นเมืองในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จึงมีความเหมาะสมโดยธรรมชาติที่จะปลูกในประเทศไทย พืชชนิดนี้ผู้บริโภคให้การยอมรับ วางขายได้นาน และทนทานต่อการขนส่งระยะทางไกล จึงเหมาะที่จะส่งเสริมให้เป็นพืชส่งออก ส้มโอต้องการธาตุอาหารมาก ทำให้ดินที่ปลูกเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว หากเกษตรกรไม่ปรับปรุงบำรุงดินอย่างต่อเนื่องและเหมาะสม นอกจากนี้อาตุอาหารยังส่งผลต่อคุณภาพผลผลิต การจัดการธาตุอาหารอย่างแม่นยำจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพผลผลิต ผู้วิจัยได้จัดทำค่ามาตรฐานเพื่อการแปลผลการวิเคราะห์ดินและใบสำหรับส้มโอไว้ก่อนแล้ว แต่ยังไม่มีการพิสูจน์ว่า ค่าเหล่านั้นเหมาะสมจริงหรือไม่ และส่งผลต่อคุณภาพผลผลิตอย่างไร โครงการวิจัยนี้จึงเป็นงานต่อเนื่อง เพื่อพิสูจน์และปรับปรุงค่ามาตรฐานดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของโครงการ :

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบส้มโอ เมื่อปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารในดินให้เป็นไปตามคำแนะนำ
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลส้มโอ เมื่อปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารในดินให้เป็นไปตามคำแนะนำ
3. เพื่อปรับปรุงค่ามาตรฐานสำหรับการแปลผลค่าวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับส้มโอให้มีความเหมาะสมมากขึ้น ตอบสนองต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิต
4. เพื่อสร้างค่ามาตรฐานสัดส่วนไอออนเบส (basic cation ratio) เบื้องต้น เพื่อการผลิตส้มโอที่มีคุณภาพของประเทศไทย

ผลการวิจัย :

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการใน 3 พื้นที่ ซึ่งมีปัญหาด้านธาตุอาหารแตกต่างกัน ผู้วิจัยได้คัดเลือกส้มโอ 2 แปลง จากอำเภอชนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช 10 แปลง จากอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช และ 1 แปลงจากอำเภอบางใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อใช้เป็นพื้นที่ศึกษา ดินในพื้นที่อำเภอชนอมมีปัญหาธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี ดินในพื้นที่อำเภอปากพนังมีปัญหาธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี ส่วนดินในพื้นที่อำเภอบางใหญ่มีปัญหาธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสี ในแต่ละพื้นที่ที่มีปัญหาธาตุอาหารจำนวนมาก การวางแผนการทดลองแบบแยกแต่ละธาตุทำได้ยาก เนื่องจากต้องใช้ส้มโอจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้เทคนิค Omission trial โดยเปรียบเทียบการละเว้นบางกลุ่มธาตุกับปรับปรุงทั้งหมด ผลการศึกษาที่อำเภอชนอมพบว่า การปรับปรุงความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินให้ใกล้เคียงช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำให้ความหนาเปลือกลดลงเป็น 1.5 - 2.0 เซนติเมตร สัดส่วนเนื้อผลเพิ่มจากประมาณร้อยละ 55 เป็นร้อยละ 60 สัดส่วนน้ำคั้นเพิ่มจาก 335 - 340 mL/kg เป็น 340 - 400 mL/kg และดัชนีรสชาติเพิ่มจาก 14 - 16 เป็น 20 - 22 ผลการศึกษาที่อำเภอปากพนังพบว่า การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ในอัตราเดียวกับแคลเซียมไนเตรต (15-0-0) ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบใกล้เคียงกันหรือสูงกว่า แสดงให้เห็นว่าปัญหาการสูญเสียไนโตรเจนไม่รุนแรงมากนัก แต่ปุ๋ยแอมโมเนียมทำให้ส้มโอดูดใช้โพแทสเซียมและแคลเซียมได้น้อยลง และทำให้เนื้อผลสีซีดจาง การใส่ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรตทำให้สัดส่วนเนื้อผล สัดส่วนน้ำคั้น และของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยสังกะสีทางดินในรูป $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ในพื้นที่นี้ไม่ทำให้ความเข้มข้นของสังกะสีในใบเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบค่อนข้างต่ำกว่ามาตรฐาน แต่พืชไม่แสดงอาการผิดปกติใดๆ ไม่มีข้อมูลของอำเภอบางใหญ่ เนื่องจากไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

1. จัดทำรายงานผลการวิเคราะห์ดิน ใบ และผลมอบให้เกษตรกร พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการปรับปรุงดิน
2. จัดอบรมเกษตรกรในหมู่บ้านแสงวิมาน ตำบลคลองน้อย อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช รวม 3 ครั้ง เรื่อง การจัดการสวนส้มโอ การจัดการธาตุอาหารส้มโอ และการทำปุ๋ยอินทรีย์



หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์และใช้ประโยชน์ด้านไหน :

1. เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ และเข้าร่วมเครือข่ายของชุดโครงการนี้ นำข้อมูลและตัวอย่างวิธีปฏิบัติในแปลงสาธิตไปใช้ประโยชน์ด้านการจัดการธาตุอาหารพืช
2. นักวิจัยด้านการเกษตร และนักวิจัยในชุดโครงการ “การพัฒนางานวิจัยสัโมเพื่อการส่งออก” นำข้อมูลไปใช้อ้างอิงเพื่อการวิจัยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลนั้นๆ
3. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรจังหวัดนครศรีธรรมราช นำข้อมูลไปใช้แนะนำส่งเสริมการจัดการธาตุอาหารและการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อการผลิตสัโมคุณภาพในพื้นที่จังหวัด

การประชาสัมพันธ์ :

จัดทำหนังสือ เรื่อง “แนวทางการจัดการธาตุอาหาร เพื่อการผลิตสัโมคุณภาพ” เพื่อแจกจ่ายให้เกษตรกรและผู้สนใจ



บทคัดย่อ

ส้มโอ (*Citrus maxima* Merr.) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้พืชชนิดนี้มีความเหมาะสมโดยธรรมชาติที่จะปลูกในประเทศไทย ส้มโอเป็นผลไม้ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับทั้งในและต่างประเทศ วางขายได้นาน และทนทานต่อการขนส่ง ทำให้พืชชนิดนี้เหมาะที่จะส่งเสริมให้เป็นผลไม้ส่งออกของประเทศ ส้มโอเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารมาก และธาตุอาหารมีอิทธิพลต่อคุณภาพผลผลิต การจัดการธาตุอาหารอย่างแม่นยำจึงมีความจำเป็น ทั้งเพื่อประโยชน์ด้านคุณภาพผลผลิต และทำให้เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เป็นเวลานาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในใบเมื่อปรับแก้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินให้เหมาะสม 2) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลจากอิทธิพลของการแก้ไขธาตุอาหารในดิน 3) เพื่อปรับปรุงค่ามาตรฐานสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินและใบ 4) เพื่อสร้างค่ามาตรฐานสัดส่วนไอออนเบสที่เหมาะสมสำหรับส้มโอ งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการใน 3 พื้นที่ ซึ่งมีปัญหาด้านธาตุอาหารแตกต่างกัน ผู้วิจัยได้คัดเลือกส้มโอ 2 แปลง จากอำเภอชนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช 10 แปลง จากอำเภอดำรงวิทยาร จังหวัดนครศรีธรรมราช และ 1 แปลงจากอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อใช้เป็นพื้นที่ศึกษา ดินในพื้นที่อำเภอชนอมมีปัญหาธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี ดินในพื้นที่อำเภอปากพนังมีปัญหาธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี ส่วนดินในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่มีปัญหาธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสี ในแต่ละพื้นที่มีปัญหาธาตุอาหารจำนวนมาก การวางแผนการทดลองแบบแยกแต่ละธาตุทำได้ยาก เนื่องจากต้องใช้ส้มโอจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้เทคนิค Omission trial โดยเปรียบเทียบการละเว้นบางกลุ่มธาตุกับปรับปรุงทั้งหมด ผลการศึกษาที่อำเภอชนอมพบว่า การปรับปรุงความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินให้ใกล้เคียงช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำให้ความหนาเปลือกลดลงเป็น 1.5 - 2.0 เซนติเมตร สัดส่วนเนื้อผลเพิ่มจากประมาณร้อยละ 55 เป็นร้อยละ 60 สัดส่วนน้ำคั้นเพิ่มจาก 335 - 340 mL/kg เป็น 340 - 400 mL/kg และดัชนีรสชาติเพิ่มจาก 14 - 16 เป็น 20 - 22 ผลการศึกษาที่อำเภอปากพนังพบว่า การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ในอัตราเดียวกับ แคลเซียมไนเตรต (15-0-0) ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบใกล้เคียงกันหรือสูงกว่า แสดงให้เห็นว่าปัญหาการสูญเสียไนโตรเจนไม่รุนแรงมากนัก แต่ปุ๋ยแอมโมเนียมทำให้ส้มโอดูดใช้โพแทสเซียมและแคลเซียมได้น้อยลง และทำให้เนื้อผลสีซีดจาง การใส่ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรตทำให้สัดส่วนเนื้อผล สัดส่วนน้ำคั้น และของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยสังกะสีทางดินในรูป $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ในพื้นที่นี้ไม่ทำให้ความเข้มข้นของสังกะสีในใบเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบค่อนข้างต่ำกว่ามาตรฐาน แต่พืชไม่แสดงอาการผิดปกติใดๆ ไม่มีข้อมูลของอำเภอหาดใหญ่ เนื่องจากไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

Abstract

Pummelo (*Citrus maxima* Merr.) is a native plant of Southeast Asia; therefore, it is naturally suitable for growing in Thailand. Pummelo fruit is accepted by consumer world wide, long shelf-live, and suitable for long-distance transport. Therefore, it has a high potential to be an export fruit. Precise nutrient management is importance both for improving of fruit quality and sustaining yield. Objectives of this study are : 1) to examine correlation between leaf nutrient and soil amendment; 2) to examine improvement of fruit quality due to nutrient correction; 3) to re-evaluate recommendation values nutrient concentrations both in soil and leaves; and 4) to establish basic cation ratio for pummelo. The study was carried out in three areas which have different nutrient problems. Two orchards were selected in Kanom district, Nakhon Si Thammarat province, ten orchards were selected in Pakpanang district, Nakhon Si Thammarat province, and one orchard was selected in Hadyai district, Songkhla province. The soil in Kanom has problems with N, P, K, Ca, Mg and Zn, whereas in Pakpanang has problems with N, K, Ca, Mg and Zn. The soil in Hadyai has problems with N, P, K, Ca, Mg, Cu and Zn. Each area has a lot of nutrients to be solved. Experimental designs are complicate and a large numbers of pummelo trees are required for series solving. An omission technique was introduced, omitted nutrients treatment was compared with the complete treatment. For Kanom district; increasing of nutrient concentrations in the soil close to optimum ranges showed that peel thickness decreased to 1.5 - 2.0 cm, pulp ratio increased from 55% to 60%, juice ratio increased from 335 - 340 mL/kg to 340 - 400 mL/kg, and TSS/TA ratio increased from 14 - 16 to 20 - 22. For Pakpanang district; the results showed that application of ammonium sulfate (21-0-0) in the same amount of calcium nitrate (15-0-0) increased leaf nitrogen to similar concentration. Nitrogen lose was not severe. However, ammonium application suppressed potassium and calcium uptake. Application of calcium nitrate tended to increase pulp ratio, juice ratio and total soluble solid. Zinc application into the soil could not improve zinc in the leaves. A characteristic pink pulp of the Tuptim Siam variety was seriously pale after ammonium sulfate application. Results from Hadyai district could not obtain, since no fruit could be harvested.

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
บทที่ 1	บทนำ	
	• คำนำ	1
	• ความเป็นมาของการวิจัยส้มโอ	3
	• การปลูกส้มโอในภาคใต้	9
	• วัตถุประสงค์ของการวิจัย	11
	• กิจกรรมของโครงการ	12
	• ผลที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละช่วงระยะเวลา	12
	• กระบวนการผลักดันผลงานดังกล่าวออกสู่การใช้ประโยชน์	13
	• เอกสารอ้างอิง	14
บทที่ 2	การปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารของแปลงปลูกส้มโอในพื้นที่อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช	
	• คำนำ	16
	• ปัญหาด้านธาตุอาหารของพื้นที่	16
	• การวางแผนทดลอง	21
	• การวิเคราะห์ดิน ใบ และผล	24
	• สรุป	38
บทที่ 3	การปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารของแปลงปลูกส้มโอในพื้นที่อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	
	• คำนำ	39
	• ปัญหาด้านธาตุอาหารของพื้นที่	40
	• การวางแผนทดลอง	42
	• ผลการวิเคราะห์ดิน ใบ และผล	46
	• สรุป	63

บทที่	เรื่อง	หน้า
บทที่ 4	การปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารของแปลงปลูกส้มโอในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	
	● คำนำ	66
	● ปัญหาด้านธาตุอาหารของพื้นที่	66
	● การวางแผนทดลอง	67
	● ผลการวิเคราะห์ดินและใบ	68
	● สรุป	71

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 : วิธีวิเคราะห์ดิน

ภาคผนวก 2 : วิธีวิเคราะห์พืช

ภาคผนวก 3 : รายงานผลการวิเคราะห์ดิน พืช ผลส้มโอ และคำแนะนำการจัดการธาตุอาหาร

ภาคผนวก 4 : เอกสารประกอบคำบรรยายเกษตรกร เรื่อง การจัดการดินและปุ๋ย เพื่อการผลิตส้มโอ

ภาคผนวก 5 : เอกสารประกอบคำบรรยายเกษตรกร เรื่อง ปุ๋ยอินทรีย์

ภาคผนวก 6 : CODEX Standard for Pummelos

ภาคผนวก 7 : Thai Agricultural Standard : TAS 13-2007 (Pummelo)



บทที่ 1 บทนำ

1. คำนำ

ส้มโอที่พืชที่มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ การสำรวจพืชตระกูลส้มของ IBPGR Citrus Collection Mission ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ระหว่างปี พ.ศ. 2526 - 2530 สรุปว่า พื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทยและตอนเหนือของมาเลเซีย มีความเป็นไปได้มากที่สุดที่จะเป็นแหล่งกำเนิดของส้มโอ พืชชนิดนี้จึงมีความเหมาะสมโดยธรรมชาติสำหรับการปลูกในประเทศไทย ปัจจุบันมีการปลูกส้มโอเพื่อการค้าในอีกหลายประเทศ ได้แก่ จีน (รวมทั้งไต้หวัน) อินเดีย ญี่ปุ่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และตาดิ เป็นต้น ชื่อสามัญของส้มโอในภาษาอังกฤษ (pummelo) มีรากศัพท์มาจากภาษาดัทช์ (pompelmoes) เช่นเดียวกับภาษาเยอรมัน (pompelmus) และฝรั่งเศส (pamplemousse) ก็น่าจะมีรากศัพท์มาจากภาษาดัทช์เช่นเดียวกัน เชื่อกันว่ากัปตัน Shaddock เป็นผู้นำส้มโอไปปลูกที่หมู่เกาะบาร์บาโดสในระหว่างการเดินทางกลับอังกฤษ ในคริสต์ศตวรรษที่ 17 ทำให้ส้มโอเป็นที่รู้จักในยุโรปและอเมริกาในเวลาต่อมา บางครั้งจึงเรียกส้มโอในภาษาอังกฤษว่า “Shaddock” ตามชื่อนักเดินเรือผู้นี้ ในปี พ.ศ. 2445 กระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำส้มโอจากประเทศไทยไปปลูกในเรือนกระจกที่กรุงวอชิงตัน จากนั้นขยายพันธุ์ไปปลูกในรัฐฟลอริดา รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศเปอร์โตริโก ประเทศคิวบา และประเทศตรินิแดด แต่เมื่อส้มโอติดผลกลับพบว่า คุณภาพผลไม่ดีเหมือนที่ปลูกในแหล่งกำเนิด ในปี พ.ศ. 2456 นักวิชาการพืชสวนของประเทศฟิลิปปินส์ได้รับมอบหมายให้ส่งส้มโอพันธุ์ดีจากประเทศไทยไปยังอเมริกา เขาได้ส่งพันธุ์ส้มโอที่นำไปปลูกไว้ในฟิลิปปินส์ก่อนหน้านี้ ไปยังรัฐซานฟรานซิสโก เมื่อส้มโอให้ผลผลิตในอีกหลายปีต่อมาพบว่า ผลมีคุณภาพไม่ดี เช่นเดียวกับครั้งก่อน หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2462 สายโอสายพันธุ์ไทยซึ่งให้ผลผลิตคุณภาพดีในประเทศฟิลิปปินส์ ได้ถูกส่งไปยังรัฐแมริแลนด์ สหรัฐอเมริกาอีกครั้ง ปัจจุบันการปลูกส้มโอเพื่อการค้าในประเทศสหรัฐอเมริกามีเพียงเล็กน้อย เพื่อใช้ในเทศกาลตามประเพณีของคนเชื้อสายจีน ปลูกในสวนหลังบ้าน และปลูกเพื่อการวิจัยโดยเฉพาะในสถานีวิจัยพืชตระกูลส้มรัฐฟลอริดาและแคลิฟอร์เนีย

ในประเทศฟิลิปปินส์มีการปลูกส้มโอเพื่อการค้าหลายพันธุ์ ทั้งพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ที่นำไปจากประเทศไทย เช่น Amoy, Mantan, Magallanes, Panacan, Mintal, Aroman, Sunwui Luk, Netita, Batangas และ Siamese เป็นต้น ตลาดต่างประเทศที่สำคัญของฟิลิปปินส์ คือ ฮองกง และญี่ปุ่น ภาษาฟิลิปปินส์ (ตากาลอค) เรียกส้มโอว่า suha หรือ lukban ในประเทศอินโดนีเซียมีการปลูกส้มโอเพื่อการค้าในพื้นที่ตอนกลางของเกาะชวา นอกจากนั้นมักปลูกร่วมกับพืชชนิดอื่นเพื่อการบริโภคภายในครัวเรือน หรือขายในตลาดท้องถิ่น พันธุ์ที่ปลูกได้แก่ Nambangan, Nambangan Merah, Nambangan Putih, Magetan Tanpa Biji, Sri Nyonya, Ades Duku และ Gulung เป็นต้น ภาษาอินโดนีเซีย (บาหลี) เรียกส้มโอว่า pomelo, pamelo, jeruk besar หรือ jeruk bali แต่กระทรวงเกษตรของอินโดนีเซียแนะนำให้เรียกว่า “pomelo”

เนื่องจากส้มโอไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ เป็นพิเศษกับเกาะบาหลี (bali) ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงของอินโดนีเซีย

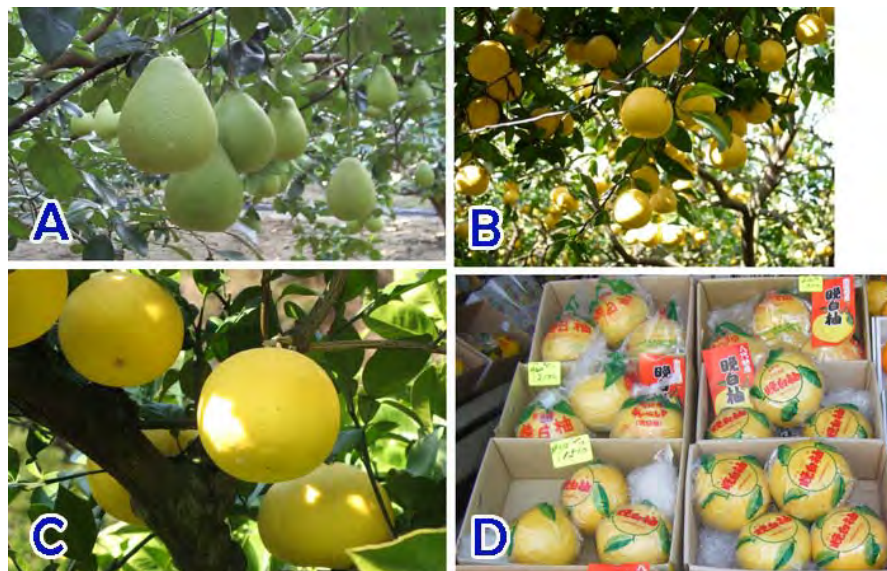
เวียดนามเป็นประเทศที่ปลูกส้มโอเพื่อการส่งออกประเทศหนึ่ง และเป็นคู่แข่งสำคัญของไทย ในปี พ.ศ. 2548 เวียดนามมีพื้นที่ปลูกส้มโอ 190,000 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.8 ของพื้นที่ปลูกไม้ผลทั่วประเทศ ได้ผลผลิตทั้งหมด 242,200 ตัน พื้นที่ปลูกส้มโอส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัด Long Vinh, Ben Tre, Dong Nai, Binh Duong, Hue, Phu Tho, Ha Tinh และ Hanoi ภาษาเวียดนามเรียกส้มโอว่า “Buoi” และมักใช้เป็นคำนำหน้าชื่อส้มโอพันธุ์ต่างๆ ของเวียดนาม เช่น Buoi Nam Roi, Buoi Da Xanh, Buoi Duong Da Lang, Buoi Duong La Cam, Buoi Ca Tu, Buoi Oi, Buoi Bap, Buoi Tac Suu, Buoi Thanh, Buoi Xiem Vang, Buoi Chua และ Buoi Kha Linh เป็นต้น แต่ก็มีอีกหลายพันธุ์ที่ไม่มีคำว่า “Buoi” นำหน้า เช่น Doan Hung, Phuc Trach และ Thanh Tra เป็นต้น นอกจากปลูกเพื่อนำผลผลิตไปขายแล้ว ชาวเวียดนามยังนิยมปลูกส้มโอเป็นไม้ประดับในบริเวณบ้านด้วย เนื่องจากดอกส้มโอมีกลิ่นหอม



รูปที่ 1-1 ส้มโอที่ปลูกเป็นไม้ประดับไว้หน้าบ้านของชาวเวียดนาม (ซ้าย) ส้มโอที่วางขายในห้างสรรพสินค้า (บนขวา) และวางขายข้างถนน (ล่างขวา)

เชื่อกันว่ามีผู้นำส้มโอไปปลูกในประเทศจีนมานานกว่า 2000 ปี แล้ว ปัจจุบันส่วนใหญ่ปลูกในมณฑลทางภาคใต้ เช่น กวางตุ้ง กวางสี และฟูเจียน เป็นต้น รวมทั้งบนเกาะไต้หวัน ในประเทศญี่ปุ่นเชื่อกันว่ามีผู้นำส้มโอไปปลูกในตอนต้นสมัยเอโดะ (สมัยที่ตระกูล Tokugawa ปกครองญี่ปุ่น ในระหว่างปี ค.ศ. 1603 ถึง 1868) ชื่อเรียกส้มโออย่างเป็นทางการในภาษาญี่ปุ่น คือ Zabon (白柚) แม้จะเขียนด้วยอักษรจีน (คันจิ) แต่ก็เชื่อว่ามีรากศัพท์มาจากคำว่า Zamboa ในภาษาโปรตุเกส ส่วนภาษาโปรตุเกสเชื่อกันว่ามีรากศัพท์มาจากคำว่า Jambale ในภาษาของชาวศรีลังกา นอกจากนี้ยังมีคำเรียกอย่างอื่นอีก เช่น Buntan (文旦), Bontan และ Uchimurasaki เป็นต้น การเรียกส้มโอว่า Buntan ในภาษาญี่ปุ่นนั้นเชื่อว่ามาจากชื่อของกัปตันเรือสินค้าชาว

จีนจากมณฑลทกวางตุ้ง (謝文旦 : จำบุญตัน) ที่เคยเดินทางไปค้าขายและเรืออับปางนอกชายฝั่งอาณาจักร Satsuma (อาณาจักรตอนใต้ของเกาะคิวชูและโอกินาวาในสมัยเอโดะ) กัปตันเรือและลูกเรือได้รับการช่วยเหลือจากชาวญี่ปุ่น จึงได้มอบเมล็ดพันธุ์ส้มโอ 2 ชนิด คือ Shuran และ Hakuran ให้เป็นสิ่งตอบแทน เมล็ดพันธุ์ส้มโอของจำบุญตันจึงกลายเป็นต้นกำเนิดของส้มโอในญี่ปุ่นสมัยต่อมา และชื่อพันธุ์ส้มโอหลายพันธุ์ของญี่ปุ่นลงท้ายด้วยคำว่า “Buntan” พันธุ์ส้มโอที่ปลูกในญี่ปุ่นมีบันทึกไว้มากกว่า 40 พันธุ์ แต่พันธุ์ที่ปลูกเพื่อการค้ามีประมาณ 15 พันธุ์ แหล่งปลูกส้มโอสำคัญของญี่ปุ่นอยู่ที่เกาะชิโกกุ และตอนใต้ของเกาะคิวชู การปลูกมีทั้งปลูกในแปลงและปลูกในโรงเรือน ปริมาณผลผลิตน่าจะไม่เพียงพอต่อความต้องการบริโภคทั่วประเทศ ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 กระทรวงเกษตร ป่าไม้ และประมงของญี่ปุ่น ได้ประกาศอนุญาตให้มีการนำเข้าส้มโอพันธุ์ขาวทองดีจากประเทศไทย นับเป็นผลไม้ชนิดที่เก้าที่ญี่ปุ่นอนุญาตให้นำเข้า ผลไม้ที่ได้อนุญาตให้มีการนำเข้าก่อนหน้านี้ คือ มะม่วง มังคุด ทูเรียน กล้วย สับปะรด มะพร้าวอ่อน สลัด และมะขามหวาน ราคาส้มโอในญี่ปุ่นสูงกว่าประเทศไทยมากจึงเป็นโอกาสดีของเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในประเทศไทย



รูปที่ 1-2 ส้มโอพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกเพื่อการค้าในประเทญี่ปุ่น

- A : พันธุ์ Mato Buntan เป็นพันธุ์จากประเทศจีนที่มีผู้นำไปปลูกในไต้หวัน และญี่ปุ่น
- B : พันธุ์ Kawachi Bankan เป็นส้มโอพันธุ์ผลเล็ก พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดคุมาโมโตะ
- C : พันธุ์ Tosa Buntan เป็นพันธุ์การค้าของจังหวัดโคชิ เกาะชิโกกุ
- D : พันธุ์ Banpeiyu ซึ่งวางขายในร้านผลไม้แห่งหนึ่งที่เมืองโออิตะ เกาะคิวชู ส้มโอพันธุ์นี้มีถิ่นกำเนิดในประเทศเวียดนาม จากนั้นมีผู้นำไปปลูกในไต้หวัน และญี่ปุ่น

ส้มโอสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2552 มีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศประมาณ 200,987 ไร่ มีผลผลิตประมาณ 305,500 ตัน (ตารางที่ 1-1) พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเชียงราย พิจิตร

ชัยนาท กาญจนบุรี นครปฐม นครนายก สมุทรสงคราม ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และปัตตานี ด้วยเหตุที่พื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ ทำให้มีผลผลิตออกสู่ตลาดตลอดทั้งปี ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตส้มโอรายใหญ่ของโลก และส้มโอจากประเทศไทยมีคุณภาพดี ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยส่งออกส้มโอประมาณ 12,794 ตัน หรือประมาณร้อยละ 4 ของผลผลิตทั้งหมด สร้างรายได้ให้ประเทศประมาณ 142 ล้านบาท ส่วนใหญ่ส่งออกไปยังประเทศจีน แคนาดา และสิงคโปร์ โดยมีประเทศคู่แข่งสำคัญคือ อิสราเอล และเวียดนาม ถึงแม้จะสร้างรายได้ให้ประเทศน้อยกว่าพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น แต่ส้มโอยังมีศักยภาพในการส่งออกได้อีกมาก เนื่องจากปัจจุบันปริมาณส่งออกของประเทศไทยมีส่วนแบ่งในตลาดโลกเพียงประมาณร้อยละ 1 เท่านั้น และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ตารางที่ 1-1) นอกจากนี้ส้มโอยังอยู่ในกลุ่มผลไม้ที่เป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคของชาวต่างประเทศอยู่แล้ว ไม่มีกลิ่น รุปร้าง หรือรสชาติที่น่ารังเกียจสำหรับผู้ที่ไม่คุ้นเคย เปลือกหนาทนทานต่อการขนส่งระยะทางไกล และสามารถเก็บรักษาได้นานเมื่อเทียบกับผลไม้เมืองร้อนโดยทั่วไป ส้มโอของประเทศไทยได้รับการคัดเลือกจากคณะกรรมการโอลิมปิกสากลให้เป็นผลไม้สดสำหรับนักกีฬาและผู้เข้าร่วมแข่งขันกีฬาโอลิมปิกปี พ.ศ. 2551 (ค.ศ. 2008) ณ กรุงปักกิ่ง ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ทำให้ส้มโอได้รับการแนะนำให้เป็นที่รู้จักของผู้บริโภคจำนวนมากจากหลากหลายประเทศ

ตารางที่ 1-1 พื้นที่ปลูก ผลผลิต และการส่งออกส้มโอของประเทศไทย (ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552)

	สถิติปี พ.ศ.				
	2548	2549	2550	2551	2552
พื้นที่ให้ผลผลิต (ไร่)	192,103	197,562	200,965	203,12	200,987
ผลผลิตทั้งประเทศ (ตัน)	276,628	295,210	308,079	320,122	305,500
ปริมาณส่งออก (ตัน)	7,500	9,600	10,052	11,218	11,669
ปริมาณการค้าโลก (ล้านตัน)	1.108	1.117	1.126	1.064	1.110
ส่วนแบ่งการตลาดโลก (%)	0.68	0.72	0.89	1.05	1.08

พืชตระกูลส้มที่ปลูกเพื่อการค้ามากที่สุดของโลกคือ ส้มติดเปลือก (oranges) รองลงมาเป็นส้มเปลือกอ่อน (mandarins) มะนาว (lemons and limes) และส้มพวง (grapefruits) ตามลำดับ ส่วนส้มโอ (pummelo หรือ shaddock) มีปริมาณการปลูกเพื่อการค้าน้อยมาก เมื่อเทียบกับพืชตระกูลส้มอื่นๆ ประเทศผู้ผลิตส้มรายใหญ่ของโลก ได้แก่ บราซิล อเมริกา จีน สเปน เม็กซิโก อิตาลี และญี่ปุ่น เป็นต้น Davies and Albrigo (1994) ประเทศที่มีการปลูกส้มโอมาก ได้แก่ จีน (รวมไต้หวัน) ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ปาปัวนิวกินี และตาฮิติ เป็นต้น (Morton, 2009)

2. ความเป็นมาของการวิจัยส้มโอ

ในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มโอที่ให้ผลผลิตแล้วทั่วประเทศ 200,987 ไร่ ได้ผลผลิต 305,500 ตัน ผลผลิตส่วนใหญ่ (ร้อยละ 96) ใช้บริโภคภายในประเทศ โดยส่งออกเพียงประมาณ 12,000 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) พืชตระกูลส้มมีศักยภาพที่จะให้ผลผลิตได้สูงถึงประมาณ 8 ตัน/ไร่ แต่การผลิตในสภาพแปลงของเกษตรกรได้ผลผลิตเพียง 1.58 ตัน/ไร่ ดังนั้น หากมีการจัดการปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม โดยเฉพาะการจัดการธาตุอาหาร น่าจะทำให้ผลผลิตของพืชชนิดนี้สูงขึ้นโดยไม่ต้องเพิ่มพื้นที่ปลูก มีปริมาณผลผลิตที่สามารถส่งออกได้มากขึ้น และสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ด้วยในขณะเดียวกัน

การสำรวจธาตุอาหารเพื่อจัดทำค่ามาตรฐานสำหรับการแปลผลค่าวิเคราะห์ดิน และพืชของส้มโอในประเทศไทย พบว่า สมบัติของดินและความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการปลูกส้มโอ ใกล้เคียงกับค่าของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชชนิดอื่นๆ ยกเว้น ค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัว ซึ่งพบว่า ดินที่มีค่าการนำไฟฟ้า 2.0 – 3.0 mS/cm ทำให้ส้มโอมีดัชนีรสชาติสูงกว่าดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่านี้ และไม่พบว่าผลผลิตของส้มโอต่ำลง (สมศักดิ์, 2551ข) สอดคล้องกับ Morton (2009) ซึ่งระบุว่า ส้มโอทนเค็มได้ดี สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินชายทะเลที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำกร่อย ในขณะที่ Vock (1997) แนะนำค่าการนำไฟฟ้าสำหรับพืชตระกูลส้มที่ปลูกในออสเตรเลียต่ำกว่า 2 mS/cm ส่วน Davies and Albrigo (1994) ระบุว่า การเจริญเติบโตของพืชตระกูลส้มช้าลงเมื่อค่าการนำไฟฟ้าของดินที่จุดอิ่มตัวสูงกว่า 1.4 mS/cm ส้มโอจึงน่าจะเป็นพืชตระกูลส้มที่ทนเค็มได้ดีกว่าส้มชนิดอื่นในตระกูลเดียวกัน

Vock (1997) แนะนำช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับทองแดงและสังกะสีเป็น 0.3 – 10 และ 2 – 10 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งค่อนข้างสูงสำหรับค่าแนะนำสำหรับพืชโดยทั่วไป จากการสำรวจธาตุอาหารของส้มโอในประเทศไทย ไม่พบอาการขาดทองแดง (กิ่งลีบเหลี่ยม และยอดไหม้จากแดดเผา) ในขณะที่พบอาการขาดสังกะสีเป็นจำนวนมาก (สมศักดิ์, 2551ข) เกษตรกรมักพ่นสารประกอบทองแดง เพื่อป้องกันกำจัดเชื้อรา ทำให้ไม่พบอาการขาดทองแดงในพืชตระกูลส้มรวมทั้งส้มโอ แต่พบได้บ่อยในกรณีของมังคุดในพื้นที่ภาคใต้ เนื่องจากเกษตรกรมักไม่พ่นสารกำจัดศัตรูพืชใดๆ ในพืชชนิดนี้

ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาโมลิบดีนัมทั้งในดินและในพืชมีน้อย และไม่พบรายงานการศึกษาในส้มโอสำหรับพืชตระกูลส้มชนิดอื่น มีผู้รายงานช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมในใบไว้หลายค่า โดยมีค่าเหมาะสมต่ำสุดใกล้เคียงกันที่ 0.1 mg/kg แต่มีค่าสูงสุดในช่วง 0.29 - 3.0 mg/kg ส่วนความเข้มข้นที่เหมาะสมในดินอยู่ในช่วง 0.08 - 0.15 mg/kg ดินกรดเขตร้อนซึ่งผ่านการพ่นปุ๋ยละลายตัวมานาน มีโอกาสขาดโมลิบดีนัมได้มาก (Srivastava and Singh, 2007) พืชที่ขาดโมลิบดีนัมมีอาการคล้ายขาดไนโตรเจน เนื่องจากพืชไม่สามารถใช้ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปไนเตรตได้ หากขาดรุนแรงจะเกิดจุดประสีเหลืองบริเวณขอบใบ บางครั้งการขาดอาจเกิดจากดินมี pH ต่ำเกินไป การใส่ปูนให้ดินมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.0 - 6.5 ก็สามารถแก้ปัญหาได้ (Zekri and Obreza, 2012)

ตารางที่ 1-2 ค่าแนะนำของสมบัติและความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชตระกูลถั่ว
จากผลการวิจัยในประเทศไทย ออสเตรเลีย และจีน

	หน่วย	ที่มาของข้อมูล		
		สมคักดี (2551ข)	Vock (1997)	Chen et al. (2007)
pH in water		5.5 – 6.5	5.5 - 6.5	5.5 - 6.5
EC (saturation)	mS/cm	2.0 - 3.0	< 2.0	-
Organic matter	g/kg	15 - 25	> 52	15 - 30
Available P (Bray II)	mg/kg	15 - 25	-	15 - 80
Available P (Colwell)	mg/kg	-	> 80	?
Available K	mg/kg	100 - 150	> 195	100 - 200
Available Ca	mg/kg	1000 - 2000	> 1002	1000 - 2000
Available Mg	mg/kg	120 - 240	> 194	150 - 300
Available S	mg/kg	-	> 15	-
Available Fe	mg/kg	11 - 16	> 2	20 - 50
Available Mn	mg/kg	9 - 12	4 - 45	20 - 50
Available Cu	mg/kg	0.9 - 1.2	0.3 - 10	-
Available Zn	mg/kg	1.1 - 3.0	2 - 10	5 - 10
Available B	mg/kg	-	> 1	>1

หมายเหตุ สมคักดี (2551ข) จัดทำขึ้นจากการสำรวจธาตุอาหารของสั้มโอในประเทศไทย

Vock (1997) ค่าแนะนำสำหรับสั้มที่ปลูกในประเทศออสเตรเลีย

Chen et al. (2007) จัดทำขึ้นจากการสำรวจธาตุอาหารของสั้มที่ปลูกทางตอนใต้ของประเทศจีน

การจัดการธาตุอาหารพืชในดินเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ นอกจากการปรับปรุงให้มีความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละชนิดอยู่ในระดับที่เหมาะสมตามค่ามาตรฐานแล้ว สัดส่วนและสมดุลระหว่างธาตุอาหารก็เป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การศึกษาดินปลูก alfalfa ในรัฐนิวเจอร์ซีย์ ประเทศอเมริกา คณะผู้วิจัยพบว่า ร้อยละโดยประจุที่เหมาะสมประกอบด้วย K 5 %, Ca 65 %, Mg 10 % และกรดอีก 20 % ของความสามารถในการดูดซับประจุบวกของดิน (cation exchange capacity : CEC) ส่วนการศึกษาดินในรัฐมิสซูรี ประเทศอเมริกา ผู้วิจัยแนะนำว่า ร้อยละโดยประจุควรเป็น K 2 - 5 %, Ca 65 - 85 % และ Mg 6 - 12 % (Eckert, 1987) ร้อยละธาตุอาหารตามแนวคิด basic cation saturation ratio นี้ยังไม่พบว่ามีมีการนำมาใช้ทดสอบกับสั้มโอ

ธาตุโพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) เป็นปฏิปักษ์ต่อกัน เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของธาตุหนึ่งธาตุใดลงไปในดิน มักส่งผลกระทบต่อการใช้ธาตุอื่นอีกสองธาตุ รายงานการทดลองใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 ให้กับสั้มโอทุกๆ 2 เดือน พบว่า ทำให้ความเข้มข้นของ K ในใบเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของ Ca ต่ำลง (สมคักดี มณีพงศ์, 2551ก) จากการตรวจเอกสารไม่พบคำแนะนำสัดส่วนหรือร้อยละของธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมสำหรับพืชตระกูลถั่วโดยตรง ผู้จัดทำหรือแนะนำค่ามาตรฐานทั้งสามชุดในตารางที่ 2 แนะนำค่า pH ในช่วง 5.5 – 6.5 ซึ่งค่า pH ระดับนี้มีปริมาณกรดประมาณ 20 % โดยประจุ (Eckert, 1987) ดังนั้น

หากนำค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้งสามมาแปลงเป็นร้อยละของ CEC โดยประมาณพบว่า Vock (1997) แนะนำ K 6 %, Ca 56 %, และ Mg 18 % Chen et al. (2007) แนะนำ K 3 %, Ca 62 %, และ Mg 15 % ในขณะที่สมศักดิ์ (2551ข) แนะนำ K 3 %, Ca 64 %, และ Mg 13 % ซึ่งสัดส่วนเหล่านี้ยังไม่ได้มีการพิสูจน์ว่าทำให้พืชตระกูลส้มเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ

นักวิจัยหลายคนได้ศึกษาระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบของพืชตระกูลส้ม และรายงานค่ามาตรฐานไว้ทั้งค่าที่สอดคล้องกันและแตกต่างกัน (ตารางที่ 1-3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของสภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ และชนิดของพืชที่ใช้เป็นตัวอย่าง Vock (1997) แนะนำ K ที่เหมาะสมในใบช่วง 1.20 – 1.70 % สำหรับส้ม Murcott, Emperor, Glen, Imperial และ lemons ในขณะที่แนะนำช่วง 0.70 – 0.90 % สำหรับส้ม Navel, Ellendale และ grapefruit ที่ปลูกในประเทศออสเตรเลีย สำนักงานส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย แนะนำช่วง 0.70 – 1.09 % สำหรับส้ม Sweet oranges ที่ปลูกในรัฐแคลิฟอร์เนีย (Kallsen, 2009) ส่วนสำนักงานส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยพลอริดา แนะนำช่วง 1.20 – 1.70 % สำหรับส้ม Sweet oranges ที่ปลูกในรัฐ (Sauls, 2009) การศึกษาส้มโอในประเทศไทยพบว่า ความเข้มข้นของ K ในใบที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 1.5 – 2.0 % (สมศักดิ์, 2551ข)

สัดส่วนของธาตุอาหารที่เหมาะสมในใบ มีการศึกษาและจัดทำคำแนะนำไว้ในพืชหลายชนิด เช่น พุริณ แอปเปิล ข้าวโพด ยางพารา และส้มโอ เป็นต้น (สุมิตร และวิเชียร, 2547; Nachtigall and Dechen, 2007; Beauflis, 1971; Karthikakuttyamma et al., 2000; สมศักดิ์ 2552ก) ส่วนใหญ่จัดทำขึ้นเพื่อการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารด้วยเทคนิค Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) ในกรณีของส้มโอมีการจัดทำขึ้นโดยใช้กลุ่มอ้างอิงที่ให้ผลผลิตสูง และไม่แสดงอาการผิดปกติด้านธาตุอาหาร แต่ยังคงขาดข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่า หากส้มโอมีสัดส่วนของธาตุอาหารในใบตรงตามคำแนะนำแล้ว จะทำให้คุณภาพของผลดีขึ้นด้วย

ตารางที่ 1-3 ค่าแนะนำช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม (optimum range) ในใบของพืชตระกูลส้มจากผลการวิจัยในประเทศอเมริกา (Sweet oranges) ออสเตรเลีย และไทย (ส้มโอ)

ธาตุอาหาร	หน่วย	ที่มาของข้อมูล			
		Kallsen, 2009	Sauls, 2009	Vock (1997)	สมศักดิ์ (2551ข)
N	%	2.5-2.7	2.50-2.80	2.40-2.60	>2.5
P	%	0.12-0.16	0.12-0.17	0.12-0.16	0.15-0.20
K	%	0.70-1.09	1.20-1.70	0.70-0.90 *	1.5-2.0
	%			0.90-1.20 **	
	%			1.20-1.70 ***	
Ca	%	3.0-5.5	3.00-5.00	3.00-6.00	3.0-4.0
Mg	%	0.26-0.6	0.30-0.50	0.25-0.60	0.30-0.50
S	%	0.2-0.3	0.20-0.40	0.20-0.40	-
Fe	mg/kg	60-120	60-120	60-120	40-80
Mn	mg/kg	25-200	25-100	25-100	5-15
Cu	mg/kg	5-16	6-16	5.0-10.0	>4
Zn	mg/kg	25-100	25-100	25-100	>20
B	mg/kg	31-100	36-100	30-100	-

หมายเหตุ * ค่าแนะนำสำหรับ Navel, Ellendale และ grapefruit

** ค่าแนะนำสำหรับ Joppa, Valencia, และ mandarins อื่นๆ ที่ไม่ระบุ

*** ค่าแนะนำสำหรับ Murcott, Emperor, Glen, Imperial และ lemons

ตารางที่ 1-4 สัดส่วนของธาตุอาหารในใบส้มโอที่เหมาะสม จัดทำขึ้นเพื่อการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารด้วยเทคนิค DRIS (ที่มา : สมศักดิ์ 2552ก)

Nutrient ratio	Norms	CV (%)	Nutrient ratio	Norms	CV (%)
N/P	15.3	14.6	K/Ca	0.7	27.3
N/K	1.3	16.9	K/Mg	5.3	32.6
100P/N	6.7	13.9	Ca/Mg	8.3	30.8
100P/K	8.6	23.4	Fe/Mn	4.2	68.3
K/N	0.8	18.4	Fe/Zn	4.2	48.7
K/P	12.3	26.0	Mn/Zn	2.2	119.6

คุณภาพผลของส้มโออาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ คุณภาพภายนอก และคุณภาพภายใน คุณภาพภายนอก ได้แก่ ขนาดผล รูปร่างผล ตำนหินบนเปลือกผล และสีเปลือก เป็นต้น ปัญหาคุณภาพภายนอกมักเกิดจากการทำลายของโรคและแมลง คุณภาพภายในนิยมบ่งชี้ด้วยดัชนีสำคัญ 2 ค่า คือ ความเข้มข้นของของแข็ง

ที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solid : TSS) และความเข้มข้นของกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity : TA) โดยสัดส่วนของค่า TSS/TA นิยมใช้เป็นดัชนีรสชาติ หรือดัชนีเก็บเกี่ยวของส้ม นอกจากนี้ความเข้มข้นของสารลิโมนิน (สารที่ทำให้เกิดรสขม) และความเข้มข้นของกรดแอสโคบิกรวมทั้งสารต่อต้านอนุมูลอิสระก็อาจนำมาใช้บ่งชี้คุณภาพภายในด้วยเช่นเดียวกัน (Davies and Albrigo, 1994; Leong and Shai, 2002)

ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดประกอบด้วยสารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต กรดอินทรีย์ โปรตีน ไขมัน และเกลือแร่ต่างๆ สารเหล่านี้เป็นองค์ประกอบประมาณ 10 – 20 % ของน้ำหนักสดของส้ม โดยมีสารคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบประมาณ 70 – 80 % (Davies and Albrigo, 1994) การศึกษาการเจริญเติบโตของผลส้มโอในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ค่า TSS เพิ่มขึ้นจนถึงอายุผลประมาณ 4 เดือน และคงที่ไปจนถึงอายุผลประมาณ 6 เดือน จากนั้นจึงลดลง (บุญชนะ และคณะ, 2552; สมศักดิ์, 2552) ซึ่งการเริ่มลดลงของค่า TSS บ่งบอกถึงระยะเวลาที่เหมาะสมที่เกษตรกรควรเก็บเกี่ยวผลส้มโอ หากเกษตรกรปล่อยให้สุกเกินไปจะทำให้รสชาติของส้มโอต่ำลง

กรดอินทรีย์ที่พบในพืชตระกูลส้มส่วนใหญ่เป็นกรดซิตริก (70 – 90 %) รองลงมาเป็นกรดมาลิก กรดออกซาลิก และมีกรดอินทรีย์ที่พบในปริมาณน้อย ได้แก่ กรดซัคซินิก กรดมาโลนิก กรดควินิก กรดเลคติก และกรดทาฮาริก เป็นต้น ความเข้มข้นของกรดลดลงตามอายุผล โดยอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกน่าจะมีผลต่ออัตราการลดลง พื้นที่ปลูกที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูง ความเข้มข้นของกรดมีแนวโน้มลดลงเร็วกว่าพื้นที่ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า Davies and Albrigo (1994) การศึกษาการเจริญเติบโตของผลส้มโอในแปลงของเกษตรกรที่ อ.สิชล จ. นครศรีธรรมราช พบว่า ค่า TA เฉลี่ยของผลที่มีอายุ 4 เดือน เท่ากับ 9.2 g-citric/L ลดลงเหลือ 6.6 g-citric/L ที่อายุผล 6 เดือน (สมศักดิ์, 2552ข) ส่วนการศึกษาที่แปลงของเกษตรกรที่ อ. ปากพั่น จ. นครศรีธรรมราช พบว่า ค่า TA เฉลี่ยของผลที่มีอายุ 3 เดือน เท่ากับ 12.1 g-citric/L ลดลงเหลือ 6.4 g-citric/L ที่อายุผล 6 เดือน (บุญชนะ และคณะ, 2552) ค่า TA ที่ลดลงตามอายุผลทำให้ค่า TSS/TA สูงขึ้น

2. การปลูกส้มโอในภาคใต้

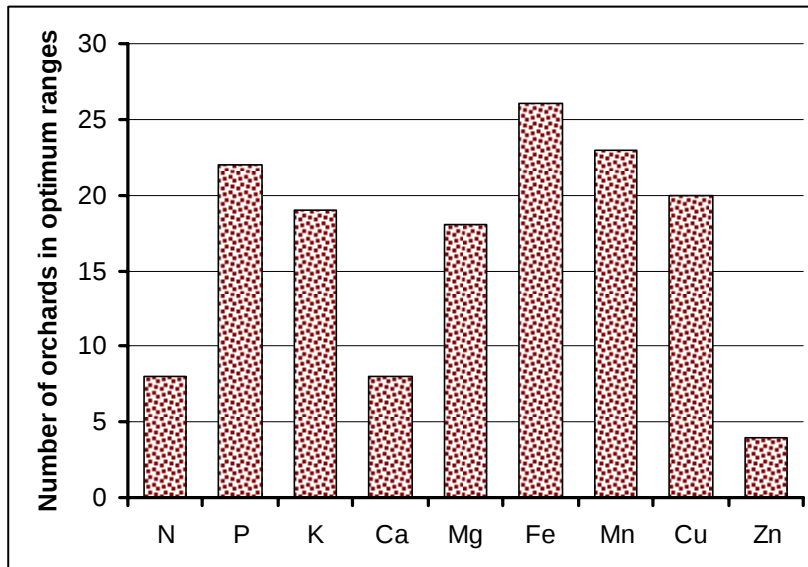
ส้มโอในพื้นที่ภาคใต้ปลูกมากในจังหวัดนครศรีธรรมราช ชุมพร สุราษฎร์ธานี ปัตตานี สงขลา และสตูล (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ทางฝั่งตะวันออกของภาค พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ ขาวทองดี ขาวพวง ขาวน้ำผึ้ง ขาวแป้น หอมหาดใหญ่ และทับทิมสยาม เป็นต้น พันธุ์ขาวทองดีเป็นพันธุ์ที่มีการปลูกแพร่หลายมากที่สุด เนื่องจากให้ผลผลิตเร็ว ติดผลดก เปลือกแข็งสามารถเก็บรักษาได้นาน ทรงผลแป้นง่ายต่อการบรรจุหีบห่อ และเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ พันธุ์หอมหาดใหญ่ เป็นส้มโอพื้นเมืองของ ต.ควนลัง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณถิ่นเดิมของพันธุ์นี้ ลักษณะเด่นประจำพันธุ์คือ มีเนื้อสีชมพู ภู่น้ำหวานขนาดใหญ่ กลีบใหญ่ และมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ทำให้ดูสวยงามรับประทาน เมื่อนำมาปอกเปลือกวางจำหน่าย ส้มโอพันธุ์นี้ติดผลน้อย ทำให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าเกษตรกรผู้ปลูก เมื่อเทียบกับยางพาราและปาล์มน้ำมัน พันธุ์ทับทิมสยามเป็นส้มโอที่กลายพันธุ์มาจากพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดปัตตานี ส้มโอพันธุ์นี้โตเร็ว ติดผลดก และเนื้อผลมีคุณภาพดีเมื่อปลูกในบางพื้นที่ของ ต.คลองน้อย อ.ปากพั่น จ.นครศรีธรรมราช โดยเฉพาะหมู่บ้านแสงวิมาน ซึ่งเป็นถิ่นกำเนิดของส้มโอพันธุ์นี้ ความโดดเด่นด้าน

รสชาติ ทำให้ส้มโอพันธุ์นี้ขายได้ราคาดี และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เกษตรกรหลายรายพยายามนำกิ่งพันธุ์ไปปลูกในพื้นที่อื่น แต่รสชาติของเนื้อผลไม้ดีเหมือนต้นที่ปลูกในพื้นที่ถิ่นกำเนิด ปัจจุบันส้มโอพันธุ์นี้จึงมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค และประสบปัญหาการควบคุมคุณภาพ

เกษตรกรในภาคใต้มีวิธีปลูกส้มโอหลายวิธี เช่น ปลูกเป็นแถวคู่ ปลูกเป็นแถวเดี่ยว ปลูกสลับฟันปลา ปลูกระยะชิด ปลูกบนร่องลูกฟูก และปลูกแบบขุดคูยกร่อง เป็นต้น เกษตรกรมักเลือกวิธีปลูกที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของตนเอง การปลูกแบบขุดคูยกร่องนิยมในพื้นที่ชายทะเล ซึ่งเกษตรกรประสบปัญหาการระบายน้ำในฤดูฝน และขาดแคลนน้ำจืดในฤดูแล้ง การขยายพันธุ์นิยมใช้วิธีตอนกิ่งเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากต้นที่นำไปปลูกใหม่ให้ผลผลิตเร็ว ไม่กลายพันธุ์ ทรงพุ่มเป็นรูปฟächer ง่ายต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตและดูแลรักษา

ภาคใต้มีฝนตกชุก มีฤดูแล้งสั้น และมีอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงมาก ทำให้โรคและแมลงระบาดติดต่อกันเกือบตลอดทั้งปี เกษตรกรจึงต้องแรงงานและเงินทุนจำนวนมาก เพื่อป้องกันและกำจัดโรคและแมลงต่างๆ เช่น โรคราเน่าโคนเน่า ดาวกระจาย แคงเกอร์ ขั้วเหลือง ราดำ เพลี้ยไฟ ไรแดง ไรสนิม หนอนผีเสื้อ แมลงวันทอง หนอนชอนใบ และเพลี้ยหอย เป็นต้น นอกจากนี้เกษตรกรในบางพื้นที่ยังประสบปัญหาน้ำท่วมขังหรือน้ำทะเลหนุนสูงเข้าท่วมพื้นที่ปลูกในช่วงฤดูฝน และปัญหาขาดแคลนน้ำจืดในช่วงฤดูแล้ง ส้มโอก็มักมีอายุสั้นในพื้นที่ซึ่งประสบปัญหาลักษณะนี้ เกษตรกรนิยมปลูกแทนต้นเดิมที่ตาย ทำให้มีส้มหลายอายุ และบางแปลงก็มีหลายพันธุ์ปะปนกันเปลี่ยนแปลงเดียวกัน

เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอส่วนใหญ่ทราบดีว่า การบำรุงรักษาด้านส้มให้สมบูรณ์แข็งแรง จะทำให้ได้ผลผลิตสูงและผลผลิตมีคุณภาพ ต้นไม้ทรุดโทรมมากหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่เทคนิคการบำรุงรักษาแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม และส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ด้านการจัดการธาตุอาหารพืชที่ถูกต้อง ประมาณปี พ.ศ. 2545 – 2550 มีการณรงค์การทำเกษตรอินทรีย์ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีอย่างกว้างขวาง ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ยอมรับแนวคิดนี้ เกษตรกรบางรายเน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ทำให้ต้นส้มทรุดโทรมและติดผลน้อยในปีต่อมา เนื่องจากส้มโอได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอโดยเฉพาะไนโตรเจน การสำรวจธาตุอาหารในงานวิจัยระยะที่ 1 พบว่า ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่เป็นปัญหามากในลำดับที่สาม (รูปที่ 1-1) เกษตรกรมักคิดว่าปัญหาดังกล่าวเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก แผ่นดินไหว และชันامي เป็นต้น ธาตุที่เป็นปัญหาลำดับที่สองคือ แคลเซียม ซึ่งเป็นปัญหาทั้งพื้นที่ดินกรดและดินด่าง ในพื้นที่ดินกรดมีปัญหาเนื่องจากเกษตรกรไม่ใส่ปูนมาเป็นเวลานาน หรือใส่ในปริมาณน้อยเกินไป ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ในขณะที่พื้นที่ดินด่าง มีปัญหาเนื่องจากในดินมีแมกนีเซียมและโพแทสเซียมในสัดส่วนที่สูงเกินไป ทำให้ส้มโอดูดใช้แคลเซียมได้น้อยจนไม่เพียงพอต่อความต้องการ ถึงแม้จะมีแคลเซียมอยู่ในปริมาณมากแล้วก็ตาม ส่วนธาตุที่เป็นปัญหามากที่สุดคือ สังกะสี สาเหตุน่าจะเนื่องมาจากวัตถุดิบกำเณดมีธาตุนี้น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของส้มโอ และเกษตรกรไม่ทราบวิธีแก้ปัญหา การวิจัยธาตุอาหารระยะที่ 2 จึงเน้นการแก้ปัญหาธาตุอาหารทั้งสามนี้เป็นหลัก



รูปที่ 1-3 จำนวนสวนส้มโอที่มีผลการวิเคราะห์ใบอยู่ในช่วงค่าแนะนำมาตรฐานจากผลการสำรวจธาตุอาหารเมื่อปี พ.ศ. 2550 จำนวน 29 สวน ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย นครศรีธรรมราช และสงขลา ส่วนส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช (สมศักดิ์, 2551ก)

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 3.1 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบส้มโอ เมื่อปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารในดินให้เป็นไปตามคำแนะนำ
- 3.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลส้มโอ เมื่อปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารในดินให้เป็นไปตามคำแนะนำ
- 3.3 เพื่อปรับปรุงค่ามาตรฐานสำหรับการแปลผลค่าวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับส้มโอให้มีความเหมาะสมมากขึ้น ตอบสนองต่อการจัดการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิต
- 3.4 เพื่อสร้างค่ามาตรฐานสัดส่วนไอออนเบส (basic cation ratio) เบื้องต้น เพื่อการผลิตส้มโอที่มีคุณภาพของประเทศไทย

4. กิจกรรมของโครงการ

การดำเนินโครงการขณะนี้ล่าช้ากว่าแผนที่กำหนดไว้ในเอกสารข้อเสนอโครงการมาก (ตารางที่ 1-4) เนื่องจากในระหว่างเดือนตุลาคม 2553 – มกราคม 2554 มีฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลายาวนาน ทำให้แปลงส้มโอของเกษตรกรน้ำท่วม และเป็นช่วงเก็บเกี่ยว การสำรวจเก็บตัวอย่างจึงไม่สามารถดำเนินการได้ การดำเนินโครงการจึงได้เริ่มในเดือนกุมภาพันธ์ 2554

ตารางที่ 1-5 กิจกรรมของโครงการตามที่กำหนดไว้ในข้อเสนอโครงการ

กิจกรรม	หกเดือนที่ 1			หกเดือนที่ 2			หกเดือนที่ 3		
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
1. จัดหาแปลงเกษตรกรเข้าร่วมโครงการ									
2. คัดเลือกต้นและเก็บตัวอย่างดินและใบ									
3. ติดตั้งเครื่องวัดความชื้นดินและบันทึกข้อมูล									
4. วิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนใส่วัสดุ									
5. ใส่วัสดุปรับแก้ธาตุอาหารในดิน									
6. วัดการเจริญเติบโตของผลและเก็บตัวอย่างผล									
7. วิเคราะห์องค์ประกอบผล									
8. วิเคราะห์ธาตุอาหารในผล									
9. วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำส้มโอ									
10. เก็บตัวอย่างใบส้มโอทุกๆ 2 เดือน									
11. วิเคราะห์ตัวอย่างใบส้มโอ									
12. เก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน									
13. จัดทำรายงาน									

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละช่วงระยะเวลา

หกเดือนที่ 1 :

- ได้เกษตรกรเข้าร่วมโครงการ 3 – 6 ราย เพื่อใช้พื้นที่เป็นแปลงทดลองและเป็นแปลงถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารของส้มโอไปยังเกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียง
- ได้นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาเข้าร่วมโครงการโดยตรง (ร่วมทำวิจัย) หรือโดยอ้อม (เป็นผู้ช่วยวิจัย) เพื่อสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ให้มีความรู้และทักษะด้านการจัดการธาตุอาหารพืช
- ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สัมพันธ์กับการตอบสนองธาตุอาหารของส้มโอ เช่น ความชื้นดิน การแตกช่อใบ การออกดอก และการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบ เป็นต้น

หกเดือนที่ 2 :

- ได้ข้อมูลเบื้องต้นด้านความสัมพันธ์ของธาตุอาหารในดิน ใบ และคุณภาพภายในของผล
- ทราบแนวทางเบื้องต้นด้านการจัดการธาตุอาหารเพื่อให้ผลส้มโอมีคุณภาพภายในที่ดี
- ได้ผลงานตีพิมพ์ 1 – 2 ผลงาน โดยคาดว่าจะนำเสนอความก้าวหน้าในงานประชุมวิชาการระดับประเทศ และตีพิมพ์ในวารสาร Scientia Horticulturae
- นักศึกษาระดับบัณฑิตที่มีส่วนร่วมในโครงการอาจจบการศึกษาได้ 1-2 คน
- เผยแพร่ผลงานด้านการจัดการธาตุอาหารไปยังเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอ

หกเดือนที่ 3 :

- ทราบข้อสรุปด้านการจัดการธาตุอาหารเพื่อให้ส้มโอมีคุณภาพภายในเป็นที่ต้องการของตลาด
- นักศึกษาระดับบัณฑิตที่มีส่วนร่วมในโครงการสามารถจบการศึกษาได้ 1-2 คน
- ได้ผลงานตีพิมพ์ 1 – 2 ผลงาน โดยคาดว่าจะนำเสนอความก้าวหน้าในงานประชุมวิชาการระดับประเทศ และตีพิมพ์ในวารสาร Scientia Horticulturae
- เผยแพร่เทคนิคด้านการจัดการธาตุอาหารสู่กลุ่มเกษตรกรที่สนใจผ่านคำแนะนำของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ และการร่วมจัดอบรมหรือเสนอผลงานกับหน่วยงานด้านการเกษตรต่างๆ

6. กระบวนการผลักดันผลงานดังกล่าวออกสู่การใช้ประโยชน์

- 6.1 ถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยให้เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการแนะนำการจัดการธาตุอาหารแก่เกษตรกรรายอื่นๆ ต่อไป พร้อมทั้งชี้แจงข้อดีของเกษตรกรรายนั้นๆ เป็นสถานที่ศึกษาดูงานของเกษตรกรรายอื่น
- 6.2 ถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแบบของการจัดอบรมสัมมนา รวมทั้งให้บริการวิเคราะห์ดินเบื้องต้นแก่เกษตรกรที่สนใจ
- 6.3 มอบผลการวิเคราะห์ดิน ใบ และคำแนะนำการจัดการธาตุอาหารให้แก่เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการธาตุอาหารอย่างถูกต้องเหมาะสม

7. เอกสารอ้างอิง

- บุญชนะ วงศ์ชนะ, มนตรี อิศรไกรศิลป์ และสมศักดิ์ มณีพงศ์. 2552. การเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดีในภาคใต้. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8, 6-9 พฤษภาคม 2552, โรงแรมดิเอ็มเพรส, เชียงใหม่.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2552 : เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 414. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2551ก. รายงานการวิจัย เรื่อง “การศึกษาความสัมพันธ์ของธาตุอาหารและการจัดการเพื่อการผลิตส้มโอคุณภาพในเขตลุ่มน้ำปากพนัง”. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ
- สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2551ข. การสำรวจธาตุอาหารเพื่อจัดทำคำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับส้มโอ. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 7, 26-30 พฤษภาคม 2551, โรงแรมอมรินทร์ลากูน, จังหวัดพิษณุโลก.
- สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2552ก. การวินิจฉัยธาตุอาหารของส้มโอ (*Citrus maxima* Merr.) ด้วยเทคนิค DRIS. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8, 6-9 พฤษภาคม 2552, โรงแรมดิเอ็มเพรส, เชียงใหม่.
- สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2552ข. ความต้องการธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของผลส้มโอ. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8, 6-9 พฤษภาคม 2552, โรงแรมดิเอ็มเพรส, เชียงใหม่.
- สมิตรา ภู่วโรดม และวิเชียร จาญพจน์. 2547. การวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในทุเรียนโดยใช้ DRIS. วิทยาศาสตร์การเกษตร. 35:5-12.
- Beaufils, E.R. 1971. Physiological diagnosis – a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. Fertilizer Society of South African Journal. 1:1-30.
- Chen, F., Lu, J. and Liu, D. 2007. Investigation of soil fertility in citrus orchards of southern China. Better Crops with Plant Food. 91:24-25.
- Davies, F.S. and Albrigo, L.G. 1994. Citrus. CAB International. Oxon, UK.
- Eckert, D.J. 1987. Soil test interpretations : Basic cation saturation ratios and sufficiency levels. In: Brown J.R. ed. Soil Testing : Sampling, Correlation, Calibration, and Interpretation. Soil Science Society of America. p.53-64.
- Leong, L.P. and Shai, G. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. Food Chemistry. 76:69-75.
- Kallsen, C. visited 3 June 2009. Fall leaf tissue samples important for maintaining citrus growth, fruit quality and yield. Topics in Subtropics Newsletter. 1(3). <http://ceventura.ucdavis.edu/newsletterfiles/newsletter653.htm>.

- Karthikakuttyamma, M., Joseph, M. and Nair, A.N.S. 2000. Soil and nutrition. *In*: Natural Rubber : Agromanagement and Crop Processing. George and Jacob eds. Rubber Research Institute of India. Kottayam, India. p.170-192.
- Morton, J. visited 1 July 2009. Pummelo. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/pummelo.html>.
- Nachtigall, G.R. and Dechen, A.R. 2007. Testing and validation of DRIS for apple tree. *Sci. Agric.(Piracicaba, Braz.)*. 64:288-294.
- Sauls, J.W. visited 3 June 2009. Nutrition and Fertilization. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/nutrition/L2288.htm>.
- Srivastava, A.K. and Singh, S. 2007. Edaphology of Molybdenum nutrition in citrus : A review. *Agric. Rev.* 28:93-104.
- Vock, N. 1997. Citrus Information Kit. Department of Primary Industries, Queensland, Australia.
- Zekri, M and Obreza, T.A. 2012. Micronutrient Deficiencies in Citrus: Boron, Copper, and Molybdenum. Electronic Data Information Resource, University of Florida. [Cited 30 April 2012]. Available from : <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/SS/SS42200.pdf>.

บทที่ 2 การปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุล ของธาตุอาหารของแปลงปลูกส้มโอในพื้นที่ อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช

1. คำนำ

พื้นที่อำเภอขนอม และอำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นแหล่งปลูกส้มโอที่สำคัญของจังหวัดนครศรีธรรมราชมาเป็นเวลานาน เกษตรกรในพื้นที่ทั้งสองอำเภอนี้เคยปลูกกาแฟเป็นพืชหลักมาก่อน หลังจากกาแฟราคาตกต่ำ เกษตรกรจึงเปลี่ยนมาปลูกส้มโอ เนื่องจากส้มโอเป็นพืชที่ต้องดูแลอย่างใกล้ชิด มีโรคแมลงรบกวนมาก ราคาไม่คงที่ และให้ผลผลิตไม่แน่นอน ประกอบกับราคายางพาราและปาล์มน้ำมันสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเป็นพืชที่ไม่ต้องการการดูแลมากนัก เกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่จึงหันไปปลูกพืชสองชนิดนี้ ปัจจุบันพื้นที่ปลูกส้มโอในสองอำเภอนี้จึงมีน้อย แปลงปลูกที่เหลืออยู่มักเป็นของเกษตรกรที่ผลิตเพื่อการส่งออก ซึ่งได้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน

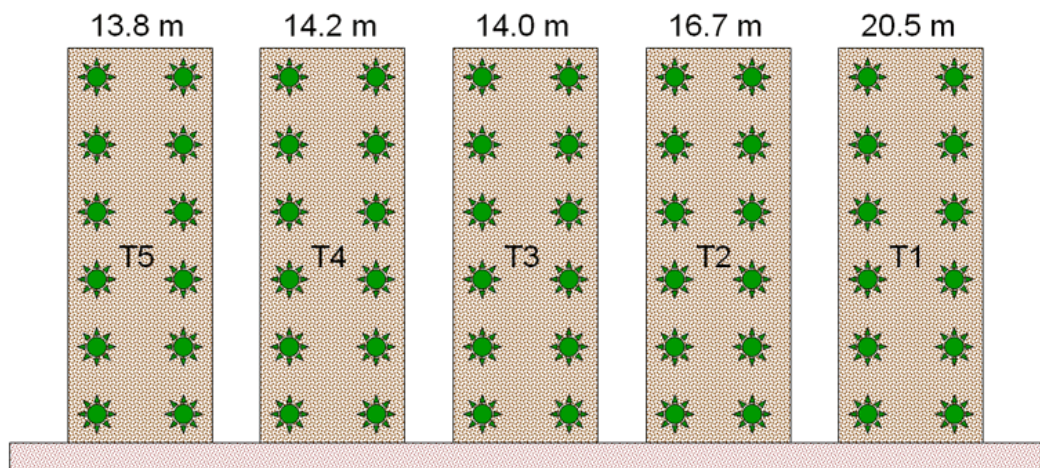


รูปที่ 2-1 การโค่นส้มโอเพื่อปลูกแทนด้วยปาล์มน้ำมัน (ซ้าย) และการปลูกยางพาราแซมส้มโอ เพื่อโค่นส้มโอทิ้งเมื่อยางพาราเจริญเติบโตจนมีร่มเงามากพอ (ขวา)

2. ปัญหาด้านธาตุอาหารของพื้นที่

ผู้วิจัยได้เลือกแปลงปลูกส้มโอของเกษตรกรจำนวน 2 ราย คือ คุณบัณฑิต แก้วรัตน์ และคุณทวี คงประพันธ์ เป็นแปลงทดลอง ส้มโอของเกษตรกรทั้งสองแปลงเป็นพันธุ์ขาวทองดี อายุประมาณ 15 ปี (นับถึงปี พ.ศ. 2555) ลักษณะพื้นที่เป็นที่ลาดเชิงเขา มักประสบปัญหาน้ำท่วมระยะสั้นๆ ในช่วงฤดูฝน ทำให้เกิดการ

สูญเสียหน้าดินเป็นประจำทุกปี แปลงคุณภาพดิน แก้วรัตน์ มีการขุดคูและปลูกส้มโอแบบแถวคู่ เพื่อแก้ปัญหา น้ำท่วมในช่วงฤดูฝน แต่แปลงคุณภาพ ดินประพันธ์ ปล่อยให้น้ำไหลผ่าน แต่เนื่องจากพื้นที่ในแปลงไม่สม่ำเสมอ ทำให้น้ำขังในบางบริเวณ แปลงคุณภาพดิน แก้วรัตน์ ถึงแม้จะขุดคู แต่พบว่า ขอบคันคูสูงกว่าบริเวณกลางร่อง ทำให้เกิดปัญหาน้ำแช่ขังบริเวณโคนต้น ปัญหาโรครากเน่าโคนเน่าจึงเกิดขึ้นทั้งสองแปลง เกษตรกรแก้ปัญหา โดยการปลูกใหม่ซ่อมแซมต้นที่ตาย ทำให้มีส้มโอหลายอายุอยู่ในแปลงเดียวกัน โดยเฉพาะแปลงของคุณทวิ



รูปที่ 2-2 รูปแบบแปลงส้มโอของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ ปลูกโดยวิธีขุดคูยกร่อง คูกว้าง 1 เมตร และลึก 1 เมตร แต่ละร่องปลูกส้มโอแถวคู่ ระยะระหว่างต้น 9 เมตร ระหว่างแถว 8 เมตร ปลูกส้มโอ 6 ต้น/แถว (12 ต้น/ร่อง)



รูปที่ 2-3 ลักษณะแปลงส้มโอของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ เน้นตัดแต่งกิ่งให้ทรงพุ่มโปร่ง ไม่ค่อยมีกิ่งขนาดเล็ก ใบได้รับแสงทั่วทรงพุ่ม ติดตั้งระบบชลประทานแบบพ่นฝอยทุกต้น



รูปที่ 2-4 ลักษณะแปลงส้มโอของคุณทวี คงประพันธ์ จัดการสวนคล้ายแปลงของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ แต่การเจริญเติบโตไม่ค่อยสม่ำเสมอ

ปัญหาด้านธาตุอาหารที่สำรวจพบ ได้แก่

2.1 ปัญหาโรคข้าวเหลือง

ปัญหานี้เกษตรกรตั้งชื่อขึ้นเองโดยคิดว่า เป็นโรคชนิดหนึ่ง หลังจากเกษตรกรเองทดลองพ่นสารกำจัดศัตรูพืชหลายชนิด ก็ไม่พบว่าอาการดีขึ้น ส้มโอที่เกิดโรคดังกล่าว บริเวณข้าวผลมีสีเหลืองหรือเหลืองอมส้ม อาจมีอาการผลแตกที่ก้นผล ทำให้ผลหลุดร่วงในช่วงใกล้เก็บเกี่ยวเป็นจำนวนมาก (รูปที่ 2-5) เกษตรกรให้ข้อมูลว่าพบอาการรุนแรงเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงใกล้เก็บเกี่ยวของส้มโอที่ออกดอกตามฤดูกาลได้ (ออกดอกประมาณปลายเดือนเมษายนหรือต้นเดือนพฤษภาคม) เกษตรกรมักแก้ปัญหาโดยตัดผลทิ้ง และบังคับให้ออกดอกชุดใหม่ประมาณต้นเดือนสิงหาคม นอกจากจะหลีกเลี่ยงปัญหาโรคข้าวเหลืองได้แล้ว ยังสามารถเก็บเกี่ยวได้ในช่วงที่ตลาดมีความต้องการมาก (ช่วงเทศกาลตรุษจีน)

ผู้วิจัยสันนิษฐานว่า โรคดังกล่าวไม่ได้เกิดจากเชื้อสาเหตุโรคพืชชนิดใดๆ แต่เป็นความผิดปกติด้านธาตุอาหารของพืช สาเหตุที่แท้จริงน่าจะเกิดจากพืชขาดแคลเซียม ทำให้ท่อลำเลียงสารละลาย (phloem) บริเวณข้าวผลไม่แข็งแรง เมื่อพืชได้รับน้ำมากและผลมีน้ำหนักรวม ทำให้ท่อลำเลียงสารละลายแตกและสารละลายรั่วไหลออกจากท่อ เป็นเหตุให้น้ำเยื่อบริเวณชั้นผลเสียหายทำให้ผลหลุดร่วง นอกจากนี้มักพบว่า เนื้อเยื่อบริเวณก้นผลของผลที่ข้าวเหลืองมีลักษณะผิดปกติคล้ายเซลล์ตาย เนื้อเยื่อบริเวณดังกล่าวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ไม่อ่อนนุ่มคล้ายฟองน้ำ ซึ่งต่างจากเนื้อเยื่อของเปลือกส้มโอชั้นในโดยทั่วไป (รูปที่ 2-6) อาการดังกล่าวน่าจะเกิดจากพืชไม่สามารถสร้างผนังเซลล์ได้อย่างสมบูรณ์ บางผลอาจมีอาการรุนแรงจนทำให้ก้นผลแตก อาการ

เช่นนี้พบในผลของพืชหลายชนิดที่ขาดแคลนซีมอย่างรุนแรง เช่น มะเขือ มะเขือเทศ แตงโม พริก และพริกหวาน เป็นต้น อาการดังกล่าวเรียกว่า โรคก้นผลเน่า (blossom-end rot) แต่ในพืชชนิดอื่นไม่มีรายงานว่า เกิดปัญหาผลหลุดร่วง ทั้งนี้ น่าจะเกิดจากน้ำหนักของผลไม่มากนักเมื่อเทียบกับความแข็งแรงของขั้วผล ข้อสันนิษฐานดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ดิน ซึ่งพบว่า ดินในแปลงปลูกส้มโอทั้งสองแปลงในพื้นที่นี้มีความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำ (กล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป)



รูปที่ 2-5 ส้มโอระยะใกล้เก็บเกี่ยวร่วงหล่นจำนวนมากเนื่องจากโรคขั้วเหลือง (ซ้าย) ผลที่ยังไม่หลุดร่วงจำนวนหนึ่งพบอาการผลปริแตกบริเวณก้นผล (ขวา)



รูปที่ 2-6 ส้มโอที่ร่วงหล่นด้วยโรคขั้วเหลืองเมื่อผ่าดูพบว่า บริเวณขั้วมีสีเหลือง และมีเส้นสีเหลืองลึกลงไปใในเปลือกผล ซึ่งน่าจะเป็นร่องรอยของเซลล์พืชที่เสียหายจากท่อลำเลียงสารละลายแตก (ซ้าย) ส้มโอที่ก้นผลแตกเมื่อผ่าดูพบว่า เนื้อเยื่อบริเวณก้นผลเสียหาย (ขวา)

2.2 ปัญหาโรคใบแก้ว

โรคใบแก้วที่เกิดกับพืชตระกูลส้ม พบเห็นได้ทั่วไปในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช เกษตรกรโดยทั่วไปรู้จักโรคนี้หากพืชแสดงอาการรุนแรง แต่มักไม่รู้วิธีแก้ไข เมื่อเกิดปัญหาโรคใบแก้ว เกษตรกรส่วนใหญ่จะเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่น ที่ทนต่อโรคนี้ได้ดีกว่า โรคใบแก้วเกิดจากพืชได้รับสังกะสีไม่เพียงพอ พืชตระกูลส้มมักไวต่อโรคนี้ ในขณะที่ยางพาราและปาล์มน้ำมันไม่แสดงอาการ ถึงแม้จะปลูกในพื้นที่เดียวกัน อาการของโรคใบแก้วแตกต่างกันเล็กน้อยตามชนิดของพืช ในกรณีของเงาะ ลำไย และลองกอง ใบอ่อนจะมีสีเขียวอมเหลืองซีดสม่ำเสมอทั่วทั้งใบ อาการอาจหายไปเมื่อใบมีอายุมากขึ้น หากขาดรุนแรงใบอ่อนจะร่วง ทำให้เห็นกิ่งขนาดเล็กของพืชเหล่านี้ตายอยู่บนต้นเป็นจำนวนมาก เกษตรกรโดยทั่วไปมักไม่ทราบว่าเป็นความผิดปกติของพืช ในกรณีของส้มโอ การขาดสังกะสีทำให้ใบยอดมีขนาดเล็กผิดปกติและมีรูปร่างเรียวแหลม ใบเหลืองระหว่างเส้นใบ (inter-vein chlorosis) ข้อสันนิษฐานให้ยอดสั้นและใบกระจุกกันเป็นพวง (รูปที่ 2-7) ในกรณีที่ส้มโอขาดสังกะสีไม่รุนแรง อาการอาจปรากฏเพียงบางยอด การهندسดูใบยอดในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสจะช่วยให้สังเกตอาการได้ง่ายขึ้น โรคใบแก้วในสวนของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ ปรากฏอาการให้เห็นเด่นชัดกว่าสวนของคุณทวี คงประพันธ์



รูปที่ 2-7 อาการขาดสังกะสีของส้มโอ (โรคใบแก้ว) ใบยอดของส้มโอมีขนาดเล็กผิดปกติมาก รูปร่างเรียวแหลม และใบเหลืองระหว่างเส้นใบ

2.3 ปัญหาขาดฟอสฟอรัส

อาการขาดฟอสฟอรัสของพืช สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช อาการมีความแตกต่างกันตามชนิดพืช และมักสังเกตได้ยาก การแสดงอาการของพืชอาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจะมีใบขนาดเล็กผิดปกติและมีสีเขียวเข้ม การเจริญเติบโตช้า (แคระแกร็น) กลุ่มที่สองใบล่างเปลี่ยนเป็นสีส้ม ม่วง หรือส้มอมม่วง และมักมีความหนาแน่นทรงพุ่มต่ำ (ใบร่วงเร็ว) ข้าวโพดและพืชตระกูลหญ้ามักเป็นตัวอย่างที่ดี หากดินบริเวณนั้นมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำ ใบล่างของพืชเหล่านี้จะเปลี่ยนเป็นสีม่วงหรือสีส้มอมม่วง

หญ้าจึงนิยมใช้เป็นพืชบังชี้ (indicator plant) แทนพืชปลูกที่สังเกตอาการได้ยาก อาการขาดฟอสฟอรัสเป็นอาการที่สังเกตได้ยากในส้มโอเช่นเดียวกัน จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ส้มโอที่ปลูกในดินซึ่งมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำ มักออกดอกน้อยในแต่ละครั้ง และทยอยออกดอกหลายครั้งในรอบปี ทำให้เกษตรกรจัดการผลผลิตยาก ใบมีขนาดเล็กและใหญ่แต่ต่างกันมากในแต่ละชุด (รูปที่ 2-8) ใบที่แตกในช่วงฝนตกชุกจะมีขนาดใหญ่ ในขณะที่ใบที่แตกในช่วงฝนน้อยมีขนาดเล็ก ใบมีสีเขียวเข้มโดยเฉพาะใบที่มีขนาดเล็ก หากส้มโอมีอาการรุนแรง พบว่าทรงพุ่มมีความหนาแน่นต่ำ (ใบมีจำนวนน้อย) จนสามารถมองเห็นกิ่งที่อยู่ภายในทรงพุ่มได้จากระยะไกล อาการขาดฟอสฟอรัสของส้มโอในสวนคุณทวี คงประพันธ์ เด่นชัดกว่าสวนคุณบัณฑิต แก้วรัตน์



รูปที่ 2-8 อาการขาดฟอสฟอรัสของส้มโอ ใบในแต่ละซอมีขนาดแตกต่างกันมาก เนื่องจากพืชสามารถเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสจากใบแก่ไปเลี้ยงใบอ่อนได้ หากส้มโอแตกใบอ่อนในช่วงที่ใบชุดเก่าแก่ และดินมีความชื้นสูง ส้มโอจะเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสจากใบแก่ไปเลี้ยงใบชุดใหม่ได้ ทำให้ใบที่แตกใหม่มีขนาดใหญ่

3. การวางแผนการทดลอง

การปลูกส้มโอในแปลงทั้งสองในพื้นที่อำเภอนคม จังหวัดนครศรีธรรมราช มีปัญหาด้านธาตุอาหารมากถึง 6 ธาตุ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี การศึกษาเพื่อให้ได้คำตอบแต่ละธาตุเป็นเรื่องยาก เนื่องจากจากต้องใช้พื้นที่แปลงขนาดใหญ่ และมีความสม่ำเสมอ (homogeneous) ในด้านความเข้มข้นของธาตุอาหารในดิน อายุพืช การเจริญเติบโตของพืช และพันธุ์ นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องใช้แรงงานนักวิจัยจำนวนมาก เพื่อเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาเฉพาะธาตุที่เป็นปัญหาในการวินิจฉัยจำนวน 4 ธาตุ คือ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี โดยใช้ไนโตรเจน และแคลเซียมให้เพียงพอเหมือนกันทุกตัวรับการทดลอง ไนโตรเจนเป็นธาตุที่ส้มโอต้องการมาก และมีในดินไม่เพียงพออยู่แล้วโดยธรรมชาติ ส่วนแคลเซียมมีความเข้มข้นต่ำมาก และพืชแสดงอาการขาดอย่างเด่นชัด จนเป็นปัญหาสำคัญของเกษตรกรทั้งสองรายในพื้นที่นี้

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน 6 ชนิด เป็นแหล่งของธาตุอาหารต่างๆ ดังนี้

1. DAP (18-46-0) เป็นแหล่งของ ฟอสฟอรัส
2. MOP (0-0-60) เป็นแหล่งของ โพแทสเซียม
3. Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) เป็นแหล่งของ แคลเซียม
4. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เป็นแหล่งของ สังกะสี
5. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เป็นแหล่งของ แมกนีเซียม
6. Dolomite ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) เป็นแหล่งของ แคลเซียม และแมกนีเซียม (เฉพาะแปลงคุณทวี)

คำนวณอัตราปุ๋ยและสารปรับปรุงดินจากเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มเฉลี่ย 7 เมตร ความหนาแน่นรวมของดิน 1.3 g/cm^3 ความลึกชั้นดิน 15 cm และความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารที่มีอยู่เดิมในดิน ชดเชยอัตราการสูญเสียในแต่ละปีร้อยละ 20 นำผลการคำนวณมากำหนดอัตราปุ๋ยและสารปรับปรุงดินดังตารางที่ 2-1 และ 2-2

ตารางที่ 2-1 ตำรับการทดลอง (treatment) และอัตราการให้ปุ๋ยและสารปรับปรุงดินในแต่ละปี สำหรับแปลงส้มโอของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์

ตำรับการทดลอง	ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน	อัตราการใช้ (กิโลกรัม/ต้น)	วิธีใช้
T1 (-Zn, -K, [-P])	Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	25	ใส่ครั้งเดียวเฉพาะปีแรก
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีที่ 2
T2 (All)	Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	25	ใส่ครั้งเดียวเฉพาะปีแรก
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีที่ 2
	DAP (18-46-0)	3	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีแรก
	MOP (0-0-60)	1	ใส่ปีละครั้ง
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีแรก
T3 (-Zn, -Mg, -P)	Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	25	ใส่ครั้งเดียวเฉพาะปีแรก
	MOP (0-0-60)	1	ใส่เฉพาะปีที่สอง
T4 (-Mg)	Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	25	ใส่ครั้งเดียวเฉพาะปีแรก
	DAP (18-46-0)	3	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีแรก
	MOP (0-0-60)	1	ใส่ปีละครั้ง
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีแรก
T5 (control)	ไม่ใส่สารใดๆ เพิ่มเติมจากสิ่งที่เกษตรกรปฏิบัติ	-	(กำหนดตำรับทดลองเพิ่มเติมภายหลัง)



รูปที่ 2-8 การหว่านยิปซัมบริเวณใต้ทรงพุ่มของส้มโอเมื่อวันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2554

ตารางที่ 2-2 ตำรับการทดลอง (treatment) และอัตราการใช้ปุ๋ยและสารปรับปรุงดินในแต่ละปี สำหรับแปลงส้มโอของศูนย์ทวี คงประพันธ์

ตำรับการทดลอง	ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน	อัตราการใช้ (กิโลกรัม/ต้น)	วิธีใช้
T1 (-Zn, -K)	Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	25	ใส่ครั้งเดียวเฉพาะปีแรก
	DAP (18-46-0)	3	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีแรก
	Dolomite ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)	10	ใส่ครั้งเดียวเฉพาะปีที่สอง
T2 (All)	Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	25	ใส่ครั้งเดียวเฉพาะปีแรก
	DAP (18-46-0)	3	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีแรก
	MOP (0-0-60)	1	ใส่ปีละครั้ง
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีที่ 2
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีแรก
T3 (-Mg, -P)	Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	25	ใส่ครั้งเดียวเฉพาะปีแรก
	MOP (0-0-60)	1	ใส่ครั้งเดียวเฉพาะปีที่สอง
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5	แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในปีแรก
T4 (control)	ไม่ใส่สารใดๆ เพิ่มเติมจากสิ่งที่เกษตรกรปฏิบัติ	-	(กำหนดตำรับทดลองเพิ่มเติมภายหลัง)

4. ผลการวิเคราะห์ดิน ใบ และผล

4.1.1 การเก็บตัวอย่างแปลงคุณบัณฑิต แก้วรัตน์

แปลงส้มโอของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ เป็นแปลงปลูกส้มโอขนาดใหญ่ มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 100 ไร่ เกษตรกรปลูกส้มโอประมาณ 75 ไร่ ส่วนที่เหลือปลูกทุเรียนและปาล์มน้ำมัน ผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่บางส่วนของแปลงประมาณ 2 ไร่ เป็นพื้นที่ทดลอง และได้เลือกพื้นที่ซึ่งเกษตรกรปลูกส้มโอแบบแถวคู่ และชุดคุ้ระบายน้ำแต่ละคู่ เพื่อความสะดวกในการกำหนดตำแหน่งการทดลอง แบ่งแปลงออกเป็นแปลงย่อย 5 แปลง โดยมีคุ้ระบายน้ำคั่นระหว่างแปลงย่อย (รูปที่ 2-2) เก็บตัวอย่างดิน 2 ชั้นความลึกในแต่ละแปลงย่อย แปลงละ 5 จุด นำตัวอย่างแต่ละชั้นความลึกมารวมกันและสุ่มตัวอย่างซ้ำ เพื่อใช้เป็นตัวแทนในแต่ละแปลง (composite sample) นำตัวอย่างมาผึ่งลมจนแห้ง ตาและร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่อง 2 มิลลิเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและความเข้มข้นของธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างครั้งแรกเก็บก่อนเริ่มทดลองเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 และเก็บครั้งที่ 2 หลังการทดลองผ่านไปประมาณ 1 ปี เมื่อวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2555 (วิธีวิเคราะห์อธิบายในภาคผนวก)

การเก็บตัวอย่างใบในแปลงของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ ทำโดยเลือกส้มโอจำนวน 5 ต้น ซึ่งมีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกันในแต่ละแปลงย่อย เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแปลง ตัดปลายและเก็บตัวอย่างใบจากแต่ละต้นนำไปทำความสะอาดและอบที่อุณหภูมิ 65 °C จนแห้ง บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่อง 1 มิลลิเมตร แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (วิธีวิเคราะห์อธิบายในภาคผนวก)

การเก็บตัวอย่างผลส้มโอทำโดยสุ่มเลือกผลส้มโอมขนาดกลางจากแต่ละต้นที่ทำการทดลอง ต้นละ 1-2 ผล ในระยะเดียวกันกับการเก็บผลของเกษตรกร เก็บตัวอย่างผลปีแรกเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 และเก็บตัวอย่างปีที่สองเมื่อวันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2556 ทั้งสองปีเป็นผลที่เกิดจากดอกที่ออกในเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นการออกดอกนอกฤดู (วิธีวิเคราะห์อธิบายในภาคผนวก)

4.1.2 การเก็บตัวอย่างแปลงคุณทวี คงประพันธ์

แปลงส้มโอของคุณทวี คงประพันธ์ เป็นแปลงปลูกส้มโอมขนาดเล็ก มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 10 ไร่ เกษตรกรปลูกสะตอและสะเดาเทียมไว้รอบสวน ภายในสวนปลูกเงาะและลองกองแซมระหว่างแถวส้มโอประมาณ 2 ไร่ ส่วนพื้นที่ที่เหลือปลูกส้มโอเพียงอย่างเดียว ลักษณะพื้นที่ไม่สม่ำเสมอ ไม่มีคุ้ระบายน้ำ ส้มโอมีหลายอายุปนกันแปลง เนื่องจากเกษตรกรปลูกซ่อมต้นที่ตายเป็นระยะๆ ผู้วิจัยได้เลือกบริเวณกลุ่มส้มโอที่มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน 3 แปลงย่อย เก็บตัวอย่างดิน 2 ชั้นความลึกในแต่ละแปลงย่อย แปลงย่อยละ 3 จุด นำตัวอย่างแต่ละชั้นความลึกมารวมกันและสุ่มตัวอย่างซ้ำ เพื่อใช้เป็นตัวแทนในแต่ละแปลงย่อย นำตัวอย่างมาผึ่งลมจนแห้ง ตาและร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่อง 2 มิลลิเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและความเข้มข้นของธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ เก็บตัวอย่างครั้งแรกก่อนเริ่มทดลองเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 และเก็บครั้งที่สองเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 (วิธีวิเคราะห์อธิบายในภาคผนวก)



รูปที่ 2-9 ตัวอย่างผลส้มโอเมื่อนำมาถึงห้องปฏิบัติการ จะนำมาชั่งน้ำหนัก วัดขนาด และวัดความหนาเปลือก



รูปที่ 2-10 ปอกเปลือกและคั้นน้ำเพื่อตรวจปริมาณน้ำคั้น นำตัวอย่างส่วนหนึ่งไปวัดค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่องวัดดัชนีหักเหแสง และวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดที่ไทเทรตได้ด้วยวิธีไทเทรต

เลือกส้มโอจำนวน 3 - 4 ต้น ที่อยู่ติดกันในแต่ละแปลงย่อย เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแปลงย่อย โดยเลือกต้นที่สมบูรณ์ ไม่ปรากฏอาการของโรค และมีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยไม่สามารถเลือกต้นได้มากกว่านี้ เนื่องจากแปลงขนาดเล็ก และการเจริญเติบโตไม่ค่อยสม่ำเสมอ ติดป้ายและเก็บตัวอย่างใบจากแต่ละต้น นำไปทำความสะอาดและอบที่อุณหภูมิ 65 °C จนแห้ง บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่อง 1 มิลลิเมตร แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (วิธีวิเคราะห์อธิบายในภาคผนวก)

ตัวอย่างผลส้มโอของแปลงนี้ไม่สามารถเก็บได้เลย ในปีแรกผู้ซื้อเหมาะสมได้เก็บผลผลิตไปก่อน ส่วนปีที่สองไม่มีผลผลิต เนื่องจากเจ้าของสวนไม่ต้องการผลผลิตในฤดูกาลปกติ (ออกดอกเดือนพฤษภาคม) แต่ต้องการบังคับให้ออกดอกในเดือนสิงหาคม แต่ส้มโอไม่ออกดอกตามที่ต้องการ

4.2 ผลการวิเคราะห์ดิน

ตัวอย่างดินจากแปลงส้มโอของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ มีสมบัติทางเคมีและความเข้มข้นของธาตุอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 2-3 และ 2-4 และสามารถอธิบายความแปรปรวนของค่าต่างๆ ดังกล่าวได้ ดังนี้

- **ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) :** ตัวอย่างดินก่อนทดลอง (ตารางที่ 2-3) โดยทั่วไป pH ของดินบนสูงกว่าดินล่าง ยกเว้นแปลงย่อย T3 ค่า pH ทุกแปลงย่อยทั้งของดินบนและดินล่างอยู่ในช่วงเหมาะสม จึงไม่น่าจะเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ และไม่จำเป็นต้องปรับ pH ให้สูงขึ้น เมื่อการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-4) พบว่า pH ต่ำลงทุกแปลงย่อยทั้งดินบนและดินล่าง ดินบนยังคงมี pH เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของส้มโอ (ตารางที่ 1-2) แต่ดินล่างลดลงมากถึงระดับต่ำ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของส้มโอ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้น่าจะเนื่องมาจากการหว่านยิปซัม ชัลเฟตซึ่งเคลื่อนที่ลงไปถึงดินล่างเร็วกว่าแคลเซียม ทำให้ pH ของดินล่างลดลงต่ำกว่ามาก และอาจเป็นปัญหาต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ
- **ค่าการนำไฟฟ้า (ECe) :** ตัวอย่างดินก่อนทดลอง (ตารางที่ 2-3) อยู่ในระดับต่ำมาก ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ แต่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิต เมื่อการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-4) ECe สูงขึ้นประมาณ 2 เท่า ทุกตำรับ ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน โดยเฉพาะยิปซัมที่มีการหว่านในปริมาณมาก
- **ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) :** ตัวอย่างดินก่อนทดลอง (ตารางที่ 2-3) พบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินบนของแปลงย่อยทั้งสี่สูงกว่าดินล่าง ซึ่งน่าจะเกิดจากอิทธิพลของการใช้ปุ๋ย แม้เกษตรกรจะใช้ปุ๋ยต่อเนื่องติดต่อกันมาเป็นเวลานาน แต่พบว่า ฟอสฟอรัสในดินล่าง (15 - 45 cm) ยังคงต่ำมาก โดยเฉพาะแปลงย่อย T2, T3 และ T4 ทั้งนี้เนื่องจากฟอสฟอรัสเคลื่อนที่ในดินได้ช้า ส่วนใหญ่จึงสะสมในดินบน แปลง T1 มีความเข้มข้นสูงกว่าแปลงอื่นๆ มาก ทั้งในดินบนและดินล่าง น่าจะเป็นผลมาจากการสูญเสียหน้าดินในช่วงฤดูฝนที่ผ่านมา (ธันวาคม 2553) แปลงย่อย T1 อยู่สูงกว่าแปลงอื่นๆ จึงเกิดการสูญเสียหน้าดินน้อยกว่า ฟอสฟอรัสในดินล่างของแปลงย่อย T2, T3 และ T4 ต่ำมาก ส่วนดินบนอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ดังนั้น แปลงย่อยทั้งสามน่าจะมีปัญหาขาดฟอสฟอรัส

ในขณะที่แปลงย่อย T1 ไม่น่าจะเกิดปัญหานี้ เมื่อการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-4) พบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทุกแปลงย่อยสูงขึ้นมาก โดยเฉพาะในดินบน ทั้งแปลงที่ใส่และไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ทั้งนี้เกิดจากเกษตรกรใช้ปุ๋ยตามอย่างนักวิจัย และไม่มีปัญหาน้ำท่วมแปลงในช่วงฤดูฝนปลายปี พ.ศ. 2554 ปุ๋ยจึงไม่ถูกชะล้างออกไปเหมือนปีที่ผ่านมา

- กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (available S) : ก่อนทดลอง (ตารางที่ 2-3) พบว่า ความเข้มข้นของกำมะถันในดินล่างสูงกว่าดินบน ยกเว้นแปลงย่อย T4 ทั้งนี้ น่าจะเกิดจากการชะละลายจากดินบนลงสู่ดินล่าง เนื่องจากกำมะถันที่เป็นประโยชน์ส่วนใหญ่อยู่ในรูป SO_4^{2-} ซึ่งถูกชะละลายได้ง่าย ความเข้มข้นทั้งในดินบนและดินล่างสูงกว่าค่าวิกฤติทุกแปลงย่อย (ค่าวิกฤติของกำมะถันอยู่ในช่วง 10 - 12 mg/kg) ดังนั้น กำมะถันจึงไม่น่าจะเป็นปัญหาต่อการผลิตส้มโอของเกษตรกรรายนี้ เมื่อการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-4) ความเข้มข้นของกำมะถันสูงขึ้นกว่าเดิมมาก โดยเฉพาะในดินล่าง ซึ่งเป็นผลมาจากการหว่านขี้ปัสสาวะ แม้ความเข้มข้นจะสูงกว่าความต้องการของพืชทั่วไป แต่ไม่น่าจะเป็นปัญหาสำหรับการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตส้มโอ
- โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-3) พบว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดินบนสูงกว่าดินล่างทุกแปลงย่อย แสดงให้เห็นว่าดินเดิมของพื้นที่นี้มีโพแทสเซียมต่ำ ความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่สูงขึ้นน่าจะมาจากอิทธิพลของการใช้ปุ๋ย แต่เนื่องจาก K^+ มีประจุบวก ทำให้การชะละลายลงสู่ดินล่างเกิดขึ้นช้าเมื่อเทียบกับ SO_4^{2-} ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดินล่างจึงยังคงต่ำอยู่ ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดินบนอยู่ในระดับต่ำ ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำมากเหมือนกันทุกแปลงย่อย ดังนั้น โพแทสเซียมจึงน่าจะเป็นปัญหาสำหรับการผลิตส้มโอของเกษตรกรรายนี้ เมื่อการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-4) พบว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นทั้งดินบนและดินล่างทุกแปลงย่อย ความเข้มข้นในดินบนของแปลงย่อย T1, T3 และ T4 อยู่ในระดับเหมาะสม ส่วน T2 ต่ำกว่าเล็กน้อย ผู้วิจัยไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในแปลงย่อย T1 เลย แต่พบว่าความเข้มข้นสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเลียนแบบผู้วิจัย จึงคาดว่า ไม่มีส้มโอแปลงย่อยใดขาดโพแทสเซียม
- แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-3) พบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมในดินบนสูงกว่าดินล่างทุกแปลงย่อย แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรน่าจะใช้ปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ ดินดั้งเดิมในพื้นที่นี้มีแคลเซียมในระดับต่ำมาก แม้จะมีร่องรอยการเติมแคลเซียมลงไปดินบ้าง แต่ความเข้มข้นของทุกแปลงย่อยทั้งดินบนและดินล่างยังคงอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ผลการวิเคราะห์ดินสอดคล้องกับความผิดปกติของพืช ซึ่งพบ “โรคขั้วเหลือง” และก้นผลแตก ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว เมื่อการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-4) พบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมสูงขึ้นทุกแปลงย่อย ทั้งดินบนและดินล่าง ซึ่งเป็นผลมาจากการหว่านขี้ปัสสาวะอัตรา 25 กิโลกรัม/ตัน แต่ก็ยังพบว่า ความเข้มข้นต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม (1,000 - 2,000 mg/kg) แม้

แคลเซียมจะเคลื่อนที่ในดินได้ช้า แต่ก็พบว่า การหว่านยิปซัมทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในดินล่างสูงขึ้นประมาณ 2 เท่า

- แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-3) พบว่า แนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแมกนีเซียมคล้ายกับแคลเซียม กล่าวคือความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดินบนสูงกว่าดินล่างทุกแปลงย่อย แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรน่าจะใช้ปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินที่มีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ แต่ความเข้มข้นยังคงอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ผลการสำรวจไม่พบความผิดปกติใดๆ ของส้มโอที่เกี่ยวข้องกับการขาดแมกนีเซียม เมื่อการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-4) พบว่า ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดินบนสูงขึ้นทุกแปลงย่อยทั้งแปลงที่ผู้วิจัยใส่แมกนีเซียม (T1 และ T2) และไม่ใส่แมกนีเซียม (T3 และ T4) ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุเดียวกับธาตุอาหารชนิดอื่นๆ นั่นคือ เกษตรกรใช้สารปรับปรุงดินเลียนแบบผู้วิจัย แปลงย่อยซึ่งผู้วิจัยไม่ใส่แมกนีเซียมพบว่า ความเข้มข้นในดินล่างต่ำกว่าก่อนการทดลอง แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรน่าจะใส่โดโลไมท์ ซึ่งเคลื่อนที่ในดินได้ช้ากว่าดีเกลือ
- เหล็กและแมงกานีสที่สกัดได้ (extractable Fe and Mn) : ความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสอยู่ในระดับสูงและสูงมาก ทั้งดินบนและดินล่างของทุกแปลงย่อย จากการสำรวจไม่พบว่า ส้มโอแสดงอาการได้รับพิษจากธาตุทั้งสองนี้ ความแตกต่างของข้อมูลระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 1 ปี (ตารางที่ 2-3 และ 2-4) น่าจะเป็นความแปรปรวนโดยธรรมชาติของดิน และความขึ้นดิน ปลายปี พ.ศ. 2553 มีฝนตกหนักต่อเนื่องและน้ำท่วมขังในแปลงเป็นเวลานาน ทำให้แมงกานีสละลายออกมาได้มากกว่าปี พ.ศ. 2555
- สังกะสีที่สกัดได้ (extractable Zn) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-3) พบว่า ความเข้มข้นของสังกะสีอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ยกเว้นดินบนของแปลงย่อย T1 ความเข้มข้นในดินบนสูงกว่าดินล่างทุกตัวอย่าง การสังเกตอาการพบว่า ส้มโอแสดงอาการขาดสังกะสีอย่างเห็นได้ชัดในแปลงย่อย T2, T3 และ T4 แต่ไม่พบอาการในแปลงย่อย T1 เมื่อการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-4) พบว่า ความเข้มข้นของสังกะสีของตัวอย่างดินจากแปลงย่อยที่ใส่สังกะสี (T2 และ T4) สูงขึ้นอย่างชัดเจน ความเข้มข้นในดินบนสูงกว่าดินล่างหลายเท่า แสดงให้เห็นว่า สังกะสีเคลื่อนที่ในดินได้ช้า ส่วนแปลงที่ผู้วิจัยไม่ได้ใส่สังกะสี (T1 และ T3) ก็พบว่า ความเข้มข้นสูงขึ้น ซึ่งน่าจะเกิดจากการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชที่มีส่วนผสมของสังกะสี
- ทองแดงที่สกัดได้ (extractable Cu) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-3) พบว่า ความเข้มข้นของทองแดงในดินบนสูงกว่าดินล่างประมาณ 2 - 3 เท่า ซึ่งน่าจะเกิดจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่มีทองแดงเป็นองค์ประกอบติดต่อกันมาเป็นเวลานาน ทำให้ความเข้มข้นของทองแดงในดินบนอยู่ในระดับเหมาะสมหรือสูงกว่า โดยเฉพาะแปลงย่อย T1 ซึ่งพบว่าอยู่ในระดับสูงมาก และแตกต่างจากแปลงย่อยอื่นๆ มาก สาเหตุน่าจะเกิดจากแปลงย่อยนี้อยู่ในระดับสูงกว่าแปลงย่อยอื่นๆ ทำให้หน้าดินสูญเสียไปไม่มากนักในช่วงฤดูฝนที่ผ่านมา ถึงแม้ความเข้มข้นในดินล่างในแปลงย่อยอื่นๆ อยู่ในระดับต่ำ แต่ไม่พบ

อาการผิดปกติของส้มโอที่เกิดจากทองแดง เมื่อการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-4) พบว่า ความเข้มข้นของทองแดงสูงขึ้นมาก โดยเฉพาะดินบน ซึ่งเป็นผลมาจากการฉีดพ่นสารทองแดงของเกษตรกร และปลายปี พ.ศ. 2554 ไม่มีเหตุการณ์น้ำท่วม ทำให้ทองแดงไม่ถูกน้ำพัดพาออกไปจากแปลง อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นดังกล่าวยังไม่สูงถึงระดับที่เป็นพิษต่อพืช (ระดับที่เป็นพิษประมาณ 60 - 100 mg/kg)

ตารางที่ 2-3 ผลการวิเคราะห์ดินแต่ละแปลงย่อย ของแปลงส้มโอคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

	T1		T2		T3		T4	
	0-15 cm	15-45 cm	0-15 cm	15-45 cm	0-15 cm	15-45 cm	0-15 cm	15-45 cm
pH (1:2.5)	6.9	6.3	6.1	5.8	5.6	7.1	6.1	5.7
ECe (mS/cm)	0.16	0.13	0.16	0.10	0.17	0.13	0.16	0.13
Avail. P (mg/kg)	40.2	16.1	9.6	<0.2	3.5	<0.2	3.8	<0.2
Avail. S (mg/kg)	19	21	13	16	14	16	15	11
Exch. K (mg/kg)	58.7	33.7	54.4	33.6	51.4	25.8	56.7	30.5
Exch. Ca (mg/kg)	292	160	224	106	232	104	450	304
Exch. Mg (mg/kg)	96	48	76	40	97	46	83	69
Ext. Fe (mg/kg)	92.9	60.0	57.4	34.8	69.4	58.1	59.1	38.2
Ext. Mn (mg/kg)	62.2	42.9	44.6	30.6	59.3	20.7	73.9	36.8
Ext. Zn (mg/kg)	1.12	0.79	0.61	0.39	0.68	0.40	0.49	0.31
Ext. Cu (mg/kg)	5.58	2.47	1.65	0.47	1.24	0.57	1.40	0.45

ตารางที่ 2-4 ผลการวิเคราะห์ดินแต่ละแปลงย่อย ของแปลงส้มโอคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ เก็บตัวอย่างหลังการ
ทดลองผ่านไปประมาณ 1 ปี เมื่อวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2555

	T1 (-K/-Zn)		T2 (All)		T3 (-P/-Mg/-Zn)		T4 (-Mg)	
	0-15 cm	15-45 cm	0-15 cm	15-45 cm	0-15 cm	15-45 cm	0-15 cm	15-45 cm
pH (1:2.5)	5.7	4.7	5.9	4.4	6.1	4.5	5.7	4.4
ECe (mS/cm)	0.30	0.28	0.32	0.34	0.32	0.26	0.38	0.33
Avail. P (mg/kg)	167.0	48.7	68.3	3.5	159.7	8.8	220.5	14.9
Avail. S (mg/kg)	24	47	32	54	52	41	32	39
Exch. K (mg/kg)	102.7	73.5	89.1	43.7	116.2	84.4	121.0	77.1
Exch. Ca (mg/kg)	929	388	724	220	898	225	817	192
Exch. Mg (mg/kg)	167	105	146	58	152	39	132	38
Ext. Fe (mg/kg)	58.5	56.2	40.9	21.2	59.6	95.6	85.2	37.5
Ext. Mn (mg/kg)	37.9	36.1	32.9	16.8	29.4	19.3	34.1	12.1
Ext. Zn (mg/kg)	2.22	1.16	4.23	0.70	1.88	0.29	12.64	0.84
Ext. Cu (mg/kg)	7.69	3.87	3.75	0.54	6.55	0.70	6.62	0.63

ตัวอย่างดินจากแปลงส้มโอของคุณทวี คงประพันธ์ มีสมบัติทางเคมีและความเข้มข้นของธาตุอาหาร
ดังแสดงในตารางที่ 2-2 และสามารถอธิบายความแปรปรวนของค่าต่างๆ ดังกล่าวได้ ดังนี้

- ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-5) พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน
แปลงนี้อยู่ในระดับต่ำ และต่ำกว่าแปลงของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ ทั้งๆ ที่พื้นที่ทั้งสองอยู่ห่างกันไม่มาก
นัก ดินแปลงนี้จึงควรใส่วัสดุปูนเพื่อเพิ่มค่า pH ขึ้นเป็นประมาณ 6.0 พร้อมทั้งเพิ่มความเข้มข้นของ
แคลเซียมและแมกนีเซียมพร้อมกันไปด้วย หลังการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-6) พบว่า pH ของ
ดินทุกตำรับการทดลองลดลง ตัวอย่างดินเก็บก่อนใส่ปูนโดโลไมท์ ทำให้ pH ของดินตำรับ T1 ซึ่ง
วางแผนจะใส่ปูนในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ไม่แตกต่างจากตำรับอื่น การลดลงของ pH น่าจะเกิด
จากการหว่านยิปซัมตามที่ได้กล่าวไปแล้ว และ pH ที่ลดลงมากเช่นนี้น่าจะส่งผลกระทบต่ออย่างใดอย่าง
หนึ่งต่อส้มโอ
- ค่าการนำไฟฟ้า (ECe) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-5) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในระดับต่ำไม่เป็น
อุปสรรคใดๆ ต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ แต่รสชาติอาจด้อยกว่าส้มโอที่ปลูกในพื้นที่น้ำกร่อย หลัง
การทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-6) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นจากเดิมทุกตำรับการทดลอง ทั้งดิน
บนและดินล่าง จากอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน ตำรับ T1 มีค่าสูงกว่าตำรับอื่นๆ ซึ่ง
น่าจะเกิดจากดินบริเวณตำรับนี้มีค่าสูงกว่าตำรับอื่นๆ อยู่แล้วก่อนการทดลอง

- ฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ (available P) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-5) พบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินบนอยู่ในระดับต่ำ ส่วนดินล่างอยู่ในระดับต่ำมาก แสดงให้เห็นว่าดินดั้งเดิมในพื้นที่นี้มีฟอสฟอรัสต่ำมาก ความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของฟอสฟอรัสในดินบน น่าจะมาจากการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร แต่เนื่องจากในช่วงฤดูฝนที่ผ่านมา (ธันวาคม 2553) พื้นที่นี้ถูกน้ำท่วมและพัดพาเอาหน้าดินออกไป ทำให้ฟอสฟอรัสที่เหลืออยู่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม ผลการวิเคราะห์ดินสอดคล้องกับการสังเกตอาการของพืช ซึ่งพบว่า ส้มโอแปลงนี้แสดงอาการขาดฟอสฟอรัสดังที่ได้กล่าวแล้ว หลังการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-6) พบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงขึ้นทุกตำรับทั้งดินบนและดินล่าง รวมทั้งตำรับซึ่งผู้วิจัยไม่ได้ใส่ปุ๋ย (T3) แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพิ่มเติมลงไป แต่น่าจะใส่ในปริมาณไม่มากเหมือนแปลงของศูนย์บัณฑิต แก้วรัตน์ ตำรับ T2 ซึ่งผู้วิจัยต้องการใส่ฟอสฟอรัสให้ถึงระดับที่เหมาะสม (15 - 25 mg/kg) กลับพบว่า ยังคงมีความเข้มข้นต่ำกว่าที่ต้องการ
- กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (available S) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-5) พบว่า ความเข้มข้นของกำมะถันในดินล่างทั้ง 3 ตำรับ สูงกว่าดินบน ซึ่งน่าจะเกิดจากการชะละลายดังที่ได้กล่าวแล้วในกรณีของสวนศูนย์บัณฑิต แก้วรัตน์ ผลการวิเคราะห์สูงกว่าค่าวิกฤติทุกค่า ดังนั้น การเจริญเติบโตของส้มโอแปลงนี้ จึงไม่น่าจะได้รับผลกระทบใดๆ จากกำมะถัน หลังการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-6) พบว่า ความเข้มข้นของกำมะถันสูงขึ้นมากทั้งดินบนและดินล่างทุกตำรับการทดลอง จากอิทธิพลของการหว่านยิปซัม ตำรับ T2 มีความเข้มข้นต่ำกว่าตำรับอื่น น่าจะบ่งชี้ว่าพื้นที่บริเวณนี้มีการชะล้างหรือพัดพาหน้าดินสูง ทำให้ทั้งกำมะถันและฟอสฟอรัสเหลือน้อยกว่าบริเวณตำรับอื่น
- โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-5) พบว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมต่ำมากทั้งดินบนและดินล่างทั้งสามแปลงย่อย ความเข้มข้นในดินบนสูงกว่าดินล่างทุกแปลงย่อย แสดงให้เห็นว่าดินดั้งเดิมในพื้นที่นี้มีโพแทสเซียมต่ำ ถึงแม้เกษตรกรจะใช้ปุ๋ยจนทำให้ความเข้มข้นในดินบนสูงขึ้น แต่ปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดินในช่วงฤดูฝน ทำให้โพแทสเซียมในดินมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หลังการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-6) พบว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงขึ้นทุกตำรับทั้งดินบนและดินล่าง แต่ความเข้มข้นยังต่ำกว่าค่าเหมาะสม (100 - 150 mg/kg) แสดงให้เห็นว่า อัตราปุ๋ยที่ใช้ต่ำเกินไป ตำรับที่ผู้วิจัยไม่ได้ใส่ปุ๋ย (T1) ก็พบว่าความเข้มข้นสูงขึ้นด้วย แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไปด้วย แต่ใส่ในอัตราที่ต่ำเกินไป
- แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-5) พบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมอยู่ในระดับต่ำทั้งดินบนและดินล่างทั้ง 3 แปลงย่อย ความเข้มข้นในดินบนสูงกว่าดินล่างประมาณ 2 เท่า ซึ่งอาจจะเกิดจากเกษตรกรใส่ปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหรือเกิดจากกระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหารตามธรรมชาติ การสำรวจแปลงเมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 พบว่า ส้มโอแปลงนี้มีปัญหากันผลแตกและโรค “ข้าวเหลือง” ทำให้ผลร่วงเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาการทั้งสองดังกล่าวน่าจะมีสาเหตุมาจากการขาดแคลเซียม ดังที่กล่าวแล้ว หลังการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-6) พบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมเพิ่มขึ้นทั้งดินบนและดินล่างทุกตำรับการ

ทดลอง อันเป็นผลมาจากการหว่านยิปซัม แต่ความเข้มข้นยังอยู่ในระดับต่ำหรือต่ำมาก เกษตรกรน่าจะไม่หว่านแคลเซียมเพิ่มเติม ทำให้ความเข้มข้นต่ำกว่าแปลงของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์มาก

- แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) : ทั้งก่อนและหลังการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-5 และ 2-6) พบว่า ความเข้มข้นของแมกนีเซียมอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก โดยความเข้มข้นในดินบนสูงกว่าดินล่างทุกแปลงย่อย ซึ่งน่าจะเกิดจากสาเหตุเดียวกันกับแคลเซียม การสำรวจแปลงไม่พบความผิดปกติใดๆ ที่เกี่ยวกับแมกนีเซียม แต่การเพิ่มความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดิน น่าจะทำให้ส้มโอตอบสนองในทิศทางที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต หรือการให้ผลผลิต ผู้วิจัยมีแผนจะใส่แมกนีเซียมในตำรับ T1 และ T2 หลังจากเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2
- เหล็กและแมงกานีสที่สกัดได้ (extractable Fe and Mn) : ทั้งก่อนและหลังการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-5 และ 2-6) พบว่า ความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสในดินแปลงนี้ อยู่ในระดับสูงหรือสูงมากทั้งดินบนและดินล่าง โดยความเข้มข้นในดินบนสูงกว่าดินล่างเหมือนกันทุกแปลงย่อย จากการสอบถามเกษตรกรไม่ได้รับข้อมูลว่า มีการเติมธาตุอาหารทั้งสองนี้ลงไปในดิน ดังนั้น จึงน่าจะเกิดจากกระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหารตามธรรมชาติ และสิ่งเจือปนในปุ๋ยธาตุอาหารหลัก
- สังกะสีที่สกัดได้ (extractable Zn) : ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 2-5) พบว่า ความเข้มข้นของสังกะสีอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก โดยความเข้มข้นในดินบนสูงกว่าดินล่างทุกแปลงย่อย ผลการวิเคราะห์ดินสอดคล้องกับการสังเกตอาการผิดปกติของพืช ซึ่งพบว่า ส้มโอแปลงนี้แสดงอาการขาดสังกะสีอย่างเห็นได้ชัด ดังที่ได้กล่าวแล้ว หลังการทดลองผ่านไป 1 ปี (ตารางที่ 2-6) พบว่า
- ทองแดงที่สกัดได้ (extractable Cu) : ถึงแม้ความเข้มข้นของทองแดงในดินล่างอยู่ในระดับต่ำ แต่พบว่า ความเข้มข้นในดินบน อยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ซึ่งน่าจะเกิดจากการตกค้างของทองแดงจากสารกำจัดศัตรูพืช ผลการวิเคราะห์ดินและการสังเกตอาการของพืชให้ผลสอดคล้องกัน นั่นคือไม่พบความผิดปกติใดๆ ของพืชที่เกิดจากทองแดง

ตารางที่ 2-5 ผลการวิเคราะห์ดินแต่ละแปลงย่อย ของแปลงสัมโณคุณทวิ คงประพันธ์ เก็บตัวอย่างก่อนการ
ทดลอง เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

	T1		T2		T3	
	0-15 cm	15-45 cm	0-15 cm	15-45 cm	0-15 cm	15-45 cm
pH (1:2.5)	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	5.1
ECe (mS/cm)	0.24	0.15	0.14	0.09	0.12	0.12
Avail. P (mg/kg)	5.1	<0.2	5.2	1.3	6.7	0.4
Avail. S (mg/kg)	14	18	14	18	16	22
Exch. K (mg/kg)	40.6	23.2	42.7	33.8	36.9	28.8
Exch. Ca (mg/kg)	172	100	218	96	270	138
Exch. Mg (mg/kg)	54	38	46	22	77	53
Ext. Fe (mg/kg)	55	30	98	48	51	42
Ext. Mn (mg/kg)	120	45	46	11	78	32
Ext. Zn (mg/kg)	0.62	0.34	0.43	0.19	0.77	0.32
Ext. Cu (mg/kg)	2.02	0.37	1.43	0.28	3.07	0.48

ตารางที่ 2-6 ผลการวิเคราะห์ดินแต่ละแปลงย่อย ของแปลงสัมโณคุณทวิ คงประพันธ์ เก็บตัวอย่างหลังการ
ทดลองผ่านไปประมาณ 1 ปี เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555

	T1 (-Zn/-K)		T2 (All)		T3 (-P/-Mg)	
	0-15 cm	15-45 cm	0-15 cm	15-45 cm	0-15 cm	15-45 cm
pH (1:2.5)	4.6	4.0	4.3	4.0	4.5	4.2
ECe (mS/cm)	0.58	0.57	0.22	0.26	0.35	0.39
Avail. P (mg/kg)	53.9	5.9	12.8	3.3	21.7	7.45
Avail. S (mg/kg)	91	93	46	45	57	74
Exch. K (mg/kg)	76.3	40.6	52.8	41.2	59.0	45.6
Exch. Ca (mg/kg)	570	332	296	165	622	357
Exch. Mg (mg/kg)	40	36	50	27	90	75
Ext. Fe (mg/kg)	59	29	73	43	41	25
Ext. Mn (mg/kg)	124	51	46	18	73	47
Ext. Zn (mg/kg)	0.89	0.69	1.67	0.66	1.74	0.95
Ext. Cu (mg/kg)	3.50	0.64	1.71	0.53	4.21	1.61

ก่อนเริ่มทดลอง พบว่า สมบัติทางเคมีและความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินของแปลงสัมโอของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ และคุณทวี คงประพันธ์ ก่อนการทดลองโดยทั่วไปคล้ายกัน ดินทั้งสองแปลงมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสีต่ำ โดยพบว่าพืชแสดงอาการผิดปกติเพียง 3 ธาตุ คือ ฟอสฟอรัส แคลเซียม และสังกะสี ในขณะที่ไม่พบอาการของโพแทสเซียม และแมกนีเซียม ความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสสูงทั้งสองแปลง ส่วนทองแดงพบว่า ทั้งสองแปลงมีการสะสมในดินบนในระดับสูง แมื่อดินดั้งเดิมจะมีทองแดงต่ำก็ตาม สิ่งที่แตกต่างกันมีเพียงค่า pH ซึ่งพบว่า ดินในแปลงของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์อยู่ในช่วงเหมาะสม ในขณะที่แปลงคุณทวี คงประพันธ์อยู่ในระดับต่ำ

หลังทดลองปรับปรุงดินผ่านไป 1 ปี พบว่า ดินในแปลงสัมโอของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ ทุกตำรับมีค่า pH ต่ำลง ความเข้มข้นของธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ในระดับใกล้เคียงหรือสูงกว่าระดับที่เหมาะสม และไม่มี ความแตกต่างระหว่างตำรับการทดลองตามที่ผู้วิจัยวางแผนไว้ ยกเว้นสังกะสี อันเนื่องมาจากเกษตรกรใช้ปุ๋ย และสารปรับปรุงดินตามอย่างนักวิจัย

ในกรณีของแปลงคุณทวี คงประพันธ์ พบว่า pH ลดลงมากเช่นเดียวกัน เกษตรกรน่าจะมีการใช้ปุ๋ย ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมซ้ำซ้อนกับนักวิจัย ทำให้ธาตุอาหารทั้งสองมีความเข้มข้นไม่สอดคล้องกับตำรับการทดลองที่วางแผนไว้ ความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมยังอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเหมาะสม ซึ่งน่าจะเกิดจากอัตรายิปซัมที่ใช้ต่ำเกินไป และเกษตรกรไม่ใช้สารปรับปรุงดินเพิ่มเติมจากนักวิจัย สังกะสีมีความเข้มข้นแตกต่างระหว่างตำรับอย่างชัดเจน สอดคล้องกับตำรับการทดลองที่วางแผนไว้ และความเข้มข้นอยู่ในระดับเหมาะสม อัตราที่ใช้ (500 กรัม/ตัน) จึงน่าจะเป็นอัตราที่เหมาะสม

4.3 ผลการวิเคราะห์ใบ

ผลการวิเคราะห์ใบสัมโอแปลงของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ (ตารางที่ 2-7) พบว่า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และทองแดง อยู่ในระดับเหมาะสม แม้ผลการวิเคราะห์ดินพบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และแคลเซียม อยู่ในระดับต่ำ และพืชจะแสดงอาการขาดธาตุอาหารทั้งสองนี้ ความเข้มข้นของโพแทสเซียม และแมกนีเซียมอยู่ในระดับสูงกว่าค่าเหมาะสม แม้ความเข้มข้นในดินจะต่ำก็ตาม มีเพียงสังกะสีเพียงธาตุเดียวที่ผลการวิเคราะห์ดิน ใบ และการแสดงอาการของพืชสอดคล้องกัน

ผลการวิเคราะห์ใบสัมโอแปลงของคุณทวี คงประพันธ์ (ตารางที่ 2-8) พบว่า ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และทองแดง อยู่ในระดับเหมาะสม แม้ผลการวิเคราะห์ดินจะพบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม อยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่าพืชแสดงอาการขาดฟอสฟอรัส ความเข้มข้นของไนโตรเจน แคลเซียม และสังกะสี อยู่ในระดับต่ำ กรณีของแคลเซียม และสังกะสี ให้ผลสอดคล้องกับการวิเคราะห์ดิน และการแสดงอาการของพืช ส่วนไนโตรเจนน่าจะเกิดจาก เกษตรกรยังไม่ได้ใส่ปุ๋ย ความเข้มข้นของโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูง ทั้งๆ ที่ความเข้มข้นในดินต่ำ ส่วนเหล็กและแมงกานีสอยู่ในระดับสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ดิน

ตารางที่ 2-7 ผลการวิเคราะห์ใบสัสมิโแต่ละแปลงย่อย (mean $\pm$ SD) ของแปลงสัสมิโศณบัตินิต แก้วรัตน์ เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง แปลงย่อยละ 5 ต้น เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

Nutrients	Units	Treatments			
		T1	T2	T3	T4
N	g/kg	26.3 $\pm$ 1.0	26.8 $\pm$ 0.6	25.8 $\pm$ 0.4	25.3 $\pm$ 0.3
P	g/kg	1.7 $\pm$ 0.1	1.7 $\pm$ 0.1	1.7 $\pm$ 0.1	1.8 $\pm$ 0.1
K	g/kg	22.8 $\pm$ 2.0	21.7 $\pm$ 1.0	22.2 $\pm$ 1.1	23.4 $\pm$ 1.2
Ca	g/kg	41.1 $\pm$ 4.7	35.1 $\pm$ 3.9	35.5 $\pm$ 3.7	33.3 $\pm$ 2.9
Mg	g/kg	5.4 $\pm$ 0.5	5.7 $\pm$ 0.5	6.5 $\pm$ 0.4	5.5 $\pm$ 0.6
S	g/kg	2.1 $\pm$ 0.1	2.2 $\pm$ 0.1	2.3 $\pm$ 0.2	2.0 $\pm$ 0.1
Fe	mg/kg	97 $\pm$ 6	94 $\pm$ 11	129 $\pm$ 45	105 $\pm$ 17
Mn	mg/kg	13 $\pm$ 3	14 $\pm$ 4	15 $\pm$ 4	8 $\pm$ 2
Cu	mg/kg	7.2 $\pm$ 0.2	7.6 $\pm$ 1.1	7.1 $\pm$ 0.5	7.5 $\pm$ 0.7
Zn	mg/kg	18.0 $\pm$ 1.1	15.6 $\pm$ 1.7	15.6 $\pm$ 3.2	14.1 $\pm$ 1.8

ตารางที่ 2-8 ผลการวิเคราะห์ใบสัสมิโแต่ละแปลงย่อย (mean $\pm$ SD) ของแปลงสัสมิโศณทวี่ คงประพันธ์ เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

Nutrients	Units	Treatments		
		T1	T2	T3
N	g/kg	23.8 $\pm$ 2.1	24.9 $\pm$ 0.8	22.2 $\pm$ 1.8
P	g/kg	1.8 $\pm$ 0.1	1.8 $\pm$ 0.1	1.7 $\pm$ 0.1
K	g/kg	21.2 $\pm$ 1.1	21.9 $\pm$ 1.0	20.2 $\pm$ 0.4
Ca	g/kg	27.2 $\pm$ 6.8	28.3 $\pm$ 5.7	28.6 $\pm$ 5.4
Mg	g/kg	4.6 $\pm$ 0.5	4.2 $\pm$ 0.5	3.9 $\pm$ 0.6
S	g/kg	1.5 $\pm$ 0.2	1.6 $\pm$ 0.1	1.9 $\pm$ 0.3
Fe	mg/kg	96 $\pm$ 12	175 $\pm$ 32	93 $\pm$ 22
Mn	mg/kg	49 $\pm$ 6	29 $\pm$ 11	27 $\pm$ 10
Cu	mg/kg	9.2 $\pm$ 0.4	7.2 $\pm$ 1.3	6.6 $\pm$ 0.6
Zn	mg/kg	14.4 $\pm$ 1.0	15.3 $\pm$ 3.6	15.4 $\pm$ 1.1

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดินและใบของแปลงปลูกสัสมิโทั้งสอง พบว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบอยู่ในระดับเหมาะสม แม้ความเข้มข้นในดินต่ำ ทั้งนี้ น่าจะเกิดจากฟอสฟอรัสส่งผลกระทบต่อพื้นที่ใบของพืช พืชที่ได้รับฟอสฟอรัสน้อย จึงมีพื้นที่ใบน้อยตามไปด้วย ทำให้ความเข้มข้นโดยน้ำหนักไม่ลดลง ความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงกว่าค่าเหมาะสมทั้งสองแปลง แม้ความเข้มข้นในดินต่ำก็ตาม สาเหตุที่น่าจะเกิดจากดินในแปลงทั้งสองมีแคลเซียมและแมกนีเซียมต่ำด้วย ทำให้สัสมิโสามารถดูดใช้โพแทสเซียมได้ง่ายกว่าปกติ ดังนั้น ถึงแม้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดินจะต่ำ แต่เมื่อความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เป็นปฏิปักษ์ (antagonism) ต่ำ ทำให้การแข่งขันดูดใช้มีน้อย กลไกดังกล่าวเกิดขึ้นทำนองเดียวกันกับแมกนีเซียม ในกรณี

แปลงของคุณทวี่ คงประพันธ์ พบความเข้มข้นไนโบสูง ส่วนแปลงคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ พบว่าความเข้มข้นไนโบอยู่ในช่วงเหมาะสม แม้ความเข้มข้นในดินทั้งสองแปลงจะต่ำก็ตาม ดังนั้น การจัดการธาตุอาหารทั้งสามนี้จำเป็นต้องจัดการทั้งความเข้มข้นและสมดุลไปพร้อมๆ กัน จึงจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับธาตุใดธาตุหนึ่ง

4.4 ผลการวิเคราะห์ผล

ผลส้มโอที่เก็บเกี่ยวในปีแรก (ตารางที่ 2-9) มีสมบัติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตำรับการทดลองทุกต้นที่วัด ผลขนาดกลางมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 1.5 - 1.7 กิโลกรัม สัดส่วนเนื้อสดและสัดส่วนน้ำคั้นของตำรับ T2 มีแนวโน้มต่ำสุด และความหนาเปลือกสูงสุด สอดคล้องกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในดิน ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า T2 มีค่าความเข้มข้นโดยรวมต่ำกว่าตำรับอื่นๆ (ตารางที่ 2-4) ผลการวิเคราะห์น้ำคั้นพบว่า ตำรับ T4 มีของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ต่ำสุด แต่ก็เป็นค่าที่ผ่านมาตรฐานคุณภาพ CODEX STAN 214-1999 และ มกช. 0013-2550 ซึ่งกำหนดไว้เพียง 8 Brix สัมไอจากตำรับนี้มีค่าดัชนีรสชาติ (TSS/TA) ต่ำสุดด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุอื่นที่ไม่ใช่ธาตุอาหาร โดยภาพรวมพบว่า น้ำส้มโอทุกตำรับ มีความเข้มข้นของกรดสูง และมีของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำ ทำให้มีรสชาติเปรี้ยว ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากอายุเก็บเกี่ยวเร็วเกินไป

ตารางที่ 2-9 ผลการวิเคราะห์ผลส้มโอจากสวนคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ ออกดอกต้นเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 เก็บเกี่ยววันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555

	T1 (mean±SD)	T2 (mean±SD)	T3 (mean±SD)	T4 (mean±SD)
น้ำหนักผลสด (กรัม)	1,482±176	1,684±202	1,713±181	1,593±138
น้ำหนักเปลือกสด (กรัม)	645±118	743±70	724±72	680±124
น้ำหนักเนื้อสด (กรัม)	838±69	941±176	989±112	913±42
สัดส่วนเนื้อสด (%)	56.7±3.3	55.6±4.7	57.7±0.9	57.6±4.6
เส้นรอบวงที่กลางความสูง (cm)	53.2±2.3	57.6±2.0	55.5±2.9	56.4±3.5
ความหนาเปลือก (cm)	2.2±0.3	2.4±0.3	2.0±0.1	2.2±0.3
ปริมาตรน้ำคั้น (mL)	497±15	567±106	583±69	533±21
สัดส่วนน้ำคั้น (mL/kg)	338±33	335±29	340±6	337±35
คุณสมบัติน้ำคั้น				
pH	3.83±0.03	3.71±0.10	3.82±0.08	3.73±0.02
Electrical conductivity (mS/cm)	3.80±0.15	3.64±0.08	3.49±0.05	3.67±0.05
Total soluble solid (°Brix)	9.67±0.35	9.47±0.46	9.47±0.12	8.70±0.52
Titrateable acidity (g/L)	6.23±0.20	6.99±0.75	6.10±0.51	6.88±0.46
TSS/TA	15.53±0.55	13.60±0.75	15.60±1.31	12.73±1.66

ผลส้มโอที่เก็บเกี่ยวในปีที่สองของการทดลอง (ตารางที่ 2-10) พบว่า ส้มโอจากตำรับ T4 มีสัดส่วนเนื้อสด และสัดส่วนน้ำคั้นต่ำสุด เปลือกหนามากที่สุด และความเข้มข้นของกรดที่ไทเทรตได้สูงที่สุด แสดงให้เห็นว่า ส้มโอยังไม่สุกแก่เต็มที่ ส้มโอจากตำรับ T1 มีสัดส่วนเนื้อสด สัดส่วนน้ำคั้น ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และดัชนีรีดชาติ สูงที่สุด แต่มีความหนาเปลือกน้อยที่สุด ผลการวิเคราะห์ดินบ่งชี้ว่า สมบัติของดินตำรับนี้ มีค่าใกล้เคียงช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมมากที่สุด แสดงให้เห็นว่า การปรับความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินเข้าสู่ช่วงที่เหมาะสม ส่งผลดีต่อคุณภาพของผลผลิต

ตารางที่ 2-10 ผลการวิเคราะห์ผลส้มโอจากสวนคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ ออกดอกต้นเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 เก็บเกี่ยววันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2556

	T1 (mean±SD)	T2 (mean±SD)	T3 (mean±SD)	T4 (mean±SD)
น้ำหนักผลสด (กรัม)	1,796±176	1,700±70	1,443±358	1,414±327
น้ำหนักเปลือกสด (กรัม)	636±40	785±14	602±143	766±107
น้ำหนักเนื้อสด (กรัม)	1,159±215	915±57	840±216	648±220
สัดส่วนเนื้อสด (%)	64.3±5.7	53.8±1.1	58.2±0.5	45.2±5
เส้นรอบวงกึ่งกลางความสูง (cm)	54.8±0.3	55.2±0.6	50.6±4.0	53.8±4.7
ความหนาเปลือก (cm)	1.6±0.5	2.2±0.3	1.8±0.2	2.8±0.0
ปริมาตรน้ำคั้น (mL)	732±117	580±99	525±134	402±124
สัดส่วนน้ำคั้น (mL/kg)	407±25	340±44	364±3	282±22
คุณสมบัติน้ำคั้น				
pH	4.39±0.04	4.21±0.30	4.13±0.03	3.86±0.21
Electrical conductivity (mS/cm)	4.33±0.20	4.05±0.05	3.80±0.06	4.14±0.47
Total soluble solid (°Brix)	9.20±0.28	9.90±0.71	10.35±0.21	10.20±0.00
Titrateable acidity (g/L)	4.17±0.03	4.90±1.80	4.96±0.22	7.14±0.77
TSS/TA	22.08±0.53	21.41±6.44	20.88±0.52	14.37±1.55

5. สรุป

ผู้วิจัยได้เลือกแปลงปลูกส้มโอของเกษตรกรจำนวน 2 แปลง เป็นแปลงทดลองการปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุลของธาตุอาหารของแปลงปลูกส้มโอในพื้นที่อำเภอนนทบุรี จังหวัดนครศรีธรรมราช ความผิดปกติด้านธาตุอาหารในพื้นที่นี้มีมากถึง 6 ธาตุ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี แต่พืชแสดงอาการอย่างเด่นชัดเพียง 3 ธาตุ คือ ฟอสฟอรัส แคลเซียม และสังกะสี (ไม่นับไนโตรเจน) ผลการวิเคราะห์ใบพบว่า ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม มีความเข้มข้นอยู่ในระดับเหมาะสมหรือสูงกว่า ทั้งๆ ที่ความเข้มข้นในดินต่ำ ทำให้ยากต่อการตัดสินใจว่า พืชได้รับธาตุอาหารทั้งสามนี้เพียงพอแล้วจริงหรือไม่ การวางแผนการทดลองไม่สามารถจัดการทดลองรายธาตุได้ทุกธาตุ เนื่องจากข้อจำกัดในด้านพื้นที่แปลงจำนวนต้นส้มโอ และแรงงานนักวิจัย

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินไม่ได้เป็นไปตามที่ผู้วิจัยวางแผนไว้ เนื่องจากเกษตรกรเจ้าของสวนใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดินเพิ่มเติม ทำให้ธาตุอาหารในดินส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันระหว่างดำรับการทดลองแปลงส้มโอของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ ธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นต่ำส่วนใหญ่สูงขึ้นใกล้เคียงระดับที่เหมาะสม ยกเว้น ฟอสฟอรัสในดินบน เพิ่มขึ้นสูงกว่าระดับที่เหมาะสมมาก แปลงของคุณทวี คงประพันธ์ ก็เช่นเดียวกัน แต่ความเข้มข้นยังคงต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม ยกเว้น สังกะสี ผู้วิจัยสามารถเก็บตัวอย่างผลส้มโอจากแปลงของคุณบัณฑิต แก้วรัตน์ มาวิเคราะห์ได้ 2 ครั้ง หลังเริ่มทดลอง ในขณะที่แปลงของคุณทวี คงประพันธ์ ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้เลย

ผลส้มโอในปีแรกไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน เมื่อเข้าสู่ปีที่สองพบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ใกล้เคียงระดับที่เหมาะสม ทำให้ความหนาเปลือกลดลงจาก 2.0 - 2.5 เซนติเมตร เป็น 1.5 - 2.0 เซนติเมตร สัดส่วนน้ำหนักเนื้อผลเพิ่มจากประมาณ 55 % เป็น 60 % สัดส่วนน้ำคั้นเพิ่มจาก 335 - 340 mL/kg เป็น 340 - 400 mL/kg และดัชนีรสชาติเพิ่มจาก 14 - 16 เป็น 20 - 22 ดัชนีชี้วัดเหล่านี้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีของคุณภาพผลผลิต เจ้าของสวนพึงพอใจต่อผลการวิจัยเป็นอย่างมาก เมื่อปฏิบัติตามวิธีปฏิบัติของผู้วิจัย เขาพบว่า สัดส่วนของผลผลิตคุณภาพสูง (เกรดส่งออก) เพิ่มขึ้น และรสชาติของส้มโอดีขึ้นมาก

บทที่ 3 การปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุล ของธาตุอาหารของแปลงปลูกส้มโอในพื้นที่ อำเภopakพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

1. คำนำ

อำเภopakพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่ราบลุ่ม เดิมเกษตรกรในพื้นที่นี้ประกอบอาชีพทำนา เป็นส่วนใหญ่ ประมาณปี พ.ศ. 2530 การทำนาได้เริ่มขึ้น และขยายตัวออกไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจาก ผลตอบแทนที่ดีกว่าการทำนาข้าว แต่ธุรกิจนาต้องลงทุนสูง เกษตรกรทั่วไปมีเงินทุนน้อย ไม่สามารถเปลี่ยน อาชีพไปทำนาได้ น้ำทะเลที่สุมขึ้นมาเลี้ยงกุ้ง มักไหลบ่าหรือไหลซึมไปยังพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งยังคงทำนาข้าว อยู่ สร้างความเดือดร้อนให้แก่ชาวนา และนำไปสู่ความขัดแย้งอย่างรุนแรงระหว่างผู้เลี้ยงกุ้งกับชาวนา อันเป็นที่มาของโครงการพระราชดำริ เพื่อการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง



รูปที่ 3-1 การทำนาในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง สร้างความเสียหายให้กับพื้นที่นาข้าวในบริเวณใกล้เคียงจนไม่สามารถปลูกข้าวได้ ต้นตาลที่เคยสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรก็ได้รับความเสียหายเช่นเดียวกัน

การทำนาได้ผลตอบแทนต่ำ และได้ผลตอบแทนเพียงปีละครั้ง ซึ่งไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้เงินของเกษตรกร ทำให้ชาวนาจำนวนมากพยายามเปลี่ยนไปประกอบอาชีพอื่น เช่น การปลูกพืชผสมผสาน และการปลูกพืชเชิงเดี่ยวชนิดอื่นรวมทั้งส้มโอ เป็นต้น (รูปที่ 3-2) การปลูกส้มโอในพื้นที่อำเภopakพนัง เริ่มต้นขึ้นที่หมู่บ้านแสงวิมาน ตำบลคลองน้อย โดยครอบครัวของชาวไทยมุสลิมที่อพยพมาจาก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดนนทบุรี ชาวไทยมุสลิมกลุ่มนี้พบว่า พื้นที่ที่เขามาตั้งถิ่นฐานใหม่มีลักษณะ

คล้ายพื้นที่ปลูกส้มโอในภาคกลาง จึงทดลองปลูกส้มโอโดยวิธีขุดคูยกร่อง เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายจากน้ำท่วมในช่วงฤดูฝนและเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้งเช่นเดียวกับภาคกลาง พวกเขาพบว่า การปลูกส้มโอได้ผลดี พันธุ์ที่นิยมปลูกในช่วงเริ่มต้นเป็นพันธุ์ที่นำมาจากภาคกลาง เช่น ขาวทองดี ขาวพวง และขาวแป้น เป็นต้น ต่อมาเกษตรกรรายหนึ่งในพื้นที่นี้ ได้นำกิ่งพันธุ์ส้มโอท้องถิ่นมาจาก อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี มาปลูกในหมู่บ้าน ส้มโอที่นำมานี้มีผลขนาดใหญ่ ติดผลดก เนื้อมีสีชมพู แต่มีรสชาติขม เกษตรกรช่วยกันปรับปรุงพันธุ์ จนได้พันธุ์ที่มีรสชาติดี ไม่ขมเหมือนพันธุ์ดั้งเดิม และตั้งชื่อพันธุ์ใหม่ว่า “ทับทิมสยาม” เนื่องจากเนื้อสีแดงเข้ม ในปัจจุบันส้มโอพันธุ์นี้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และขายได้ราคาดี ทำให้เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูกมากขึ้น และพื้นที่ปลูกส้มโอขยายออกไปอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 3-2 เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังจำนวนหนึ่งปรับเปลี่ยนพื้นที่จากนาข้าวไปปลูกพืชผสมผสานและเลี้ยงปลา เพื่อสร้างรายได้ให้ครอบครัวอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี

การปลูกส้มโอในหมู่บ้านแสงวิมานในปัจจุบัน เป็นการปลูกโดยเกษตรกรรายย่อย แปลงปลูกมีขนาดเล็ก เนื่องจากเป็นที่ดินมรดกซึ่งถูกแบ่งแยกมาประมาณ 3 ชั่วอายุคนแล้ว ทำให้เกษตรกรบางรายไม่สามารถดำรงชีพอยู่ได้ด้วยการปลูกส้มโอเพียงอย่างเดียว เกษตรกรประสบปัญหาน้ำท่วมบ่อยครั้ง ทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม ในช่วงมรสุม (เดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม) ทำให้ส้มโอตายหรือต้นทรุดโทรม เกษตรกรต้องปลูกแทนเป็นระยะๆ คั้นร่องที่ปลูกต่ำและแคบ เนื่องจากการขุดคูยกร่องทำด้วยแรงงานคน และขาดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ส้มโอแคะแกร็นเมื่อมีอายุมากขึ้น เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตาม พื้นที่นี้อยู่ในโครงการพระราชดำริฯ จึงได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานราชการต่างๆ อย่างต่อเนื่อง

2. ปัญหาด้านธาตุอาหารของพื้นที่

ดินในพื้นที่ปลูกส้มโอของเกษตรกรหมู่บ้านแสงวิมาน เป็นดินตะกอนน้ำกร่อย ชุดดินบางกอก ดินปนเค็มเป็นกรดและค่าการนำไฟฟ้าต่ำ ส่วนดินล่างเป็นด่าง และมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า อันเกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเล เมื่อเกษตรกรขุดคูยกร่องและนำดินล่างขึ้นมากมเป็นคันร่อง ทำให้ดินบนกลายเป็นดินด่าง โดยทั่วไปดินน้ำกร่อยเป็นดินที่มีธาตุอาหารพืชสูง ยกเว้นไนโตรเจน การใช้ปุ๋ยเคมีมักมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากปุ๋ย

ไนโตรเจนส่วนใหญ่มักมีอยู่เรีย (NH_2CONH_2) หรือแอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) เป็นส่วนผสม เมื่อเกษตรกรหว่านลงดินที่เป็นค่า NH_4^+ ที่เกิดจากการสลายตัวของสารทั้งสอง จะทำปฏิกิริยากับด่างในดิน เกิดเป็นแก๊ส NH_3 ระบายไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกษตรกรต้องใช้ปุ๋ยมากขึ้นและบ่อยครั้งขึ้น เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของพืช ปัญหานี้แก้ไขได้โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูป NO_3^- หรือปุ๋ยอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนสูง อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปไนเตรตมีราคาแพงกว่าปุ๋ยรูปแอมโมเนียมกว่า 2 เท่า ทางเลือกที่ดีสำหรับเกษตรกรในหมู่บ้านนี้ จึงน่าจะเป็นปุ๋ยอินทรีย์



รูปที่ 3-3 ลักษณะแปลงปลูกและการเจริญเติบโตของส้มโอในหมู่บ้านแสงวิมาน ส้มโอแคะแกร็น ความหนาแน่นทรงพุ่มต่ำ ซึ่งคาดว่าจะน่าจะเกิดจากปัญหาขาดไนโตรเจน

ปัญหาธาตุอาหารอีกอย่างหนึ่งของดินในพื้นที่ คือ สมดุลของธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม เนื่องจากธาตุอาหารทั้งสามนี้เป็นปฏิสัมพันธ์กันและกัน หากความเข้มข้นของธาตุเหล่านี้ธาตุใดธาตุหนึ่งสูงเกินไป จะกระทบต่อความสามารถในการดูดใช้ของธาตุที่เหลือ โดยทั่วไปพืชดูดใช้โพแทสเซียมได้ดีที่สุดดูดใช้แมกนีเซียมได้รองลงมา และดูดใช้แคลเซียมได้ช้าที่สุด ผู้วิจัยพบว่า สัดส่วนโดยน้ำหนักของ K:Mg:Ca ควรเป็น 10:12:100 หรือโดยจำนวนโมลควรเป็น 1:2:10 จึงจะทำให้ส้มโอสามารถดูดใช้ธาตุอาหารทั้งสามได้อย่างเพียงพอ (รายงานการวิจัยระยะที่ 1) ส้มโอสามารถดูดใช้โพแทสเซียมได้เพียงพอแม้ความเข้มข้นจะต่ำหากความเข้มข้นของแมกนีเซียม และแคลเซียม ต่ำด้วยในสัดส่วนที่สมดุล ดินน้ำกร่อยในบริเวณอำเภอปากพนัง มีสัดส่วน K:Mg:Ca โดยน้ำหนักประมาณ 10:50:125 แสดงให้เห็นว่า แมกนีเซียมมีสัดส่วนสูงเกินไป ซึ่งน่าจะส่งผลต่อการดูดใช้โพแทสเซียมและแคลเซียม

ดินในพื้นที่นี้มีสังกะสีต่ำเช่นเดียวกับพื้นที่อื่นๆ ในลุ่มน้ำปากพนัง ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุดิบกำเนิดดินเป็นหินแกรนิต ซึ่งมีสังกะสีและทองแดงต่ำ จากการสำรวจแปลงของเกษตรกรพบว่า ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามไม่แสดงอาการ ในขณะที่พันธุ์ขาวทองดีแสดงอาการให้เห็นเด่นชัดในหลายแปลง ขณะนี้ยังไม่มีข้อมูลประสิทธิภาพการดูดใช้สังกะสีที่แตกต่างกันของส้มโอสองพันธุ์นี้



รูปที่ 3-4 อาการขาดสังกะสีของส้มโอพันธุ์ขาวทองดีที่ปลูกในพื้นที่ อำเภอปากพอง จังหวัดนครศรีธรรมราช

3. การวางแผนทดลอง

เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในหมู่บ้านแสงวิมานได้ก่อตั้งกลุ่มผลิตส้มโอประจำหมู่บ้านอยู่ก่อนแล้ว ทำให้สะดวกต่อการติดต่อประสานงาน เมื่อผู้วิจัยนำเสนอแนวคิดของโครงการ พบว่ามีเกษตรกรสนใจเข้าร่วมเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยได้เลือกแปลงปลูกส้มโอเพียง 8 แปลง เพื่อใช้เป็นแปลงทดลอง (ตารางที่ 3-1 และรูปที่ 3-5) ทุกรายปลูกส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม บางรายปลูกทั้งพันธุ์ทับทิมสยามและพันธุ์ขาวทองดีในแปลงเดียวกัน แต่ไม่พบพันธุ์อื่นนอกจากนี้ ผู้วิจัยเลือกพันธุ์ทับทิมสยามเพื่อการทดลอง เนื่องจากทุกแปลงมีขนาดเล็ก ส้มโอมีอายุหลากหลาย และการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ ผู้วิจัยแบ่งแปลงย่อยได้เพียง 3 แปลงย่อย ในแปลงของเกษตรกรแต่ละราย ในแต่ละแปลงย่อยประกอบด้วยส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามเพียง 3 ต้น ที่มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน

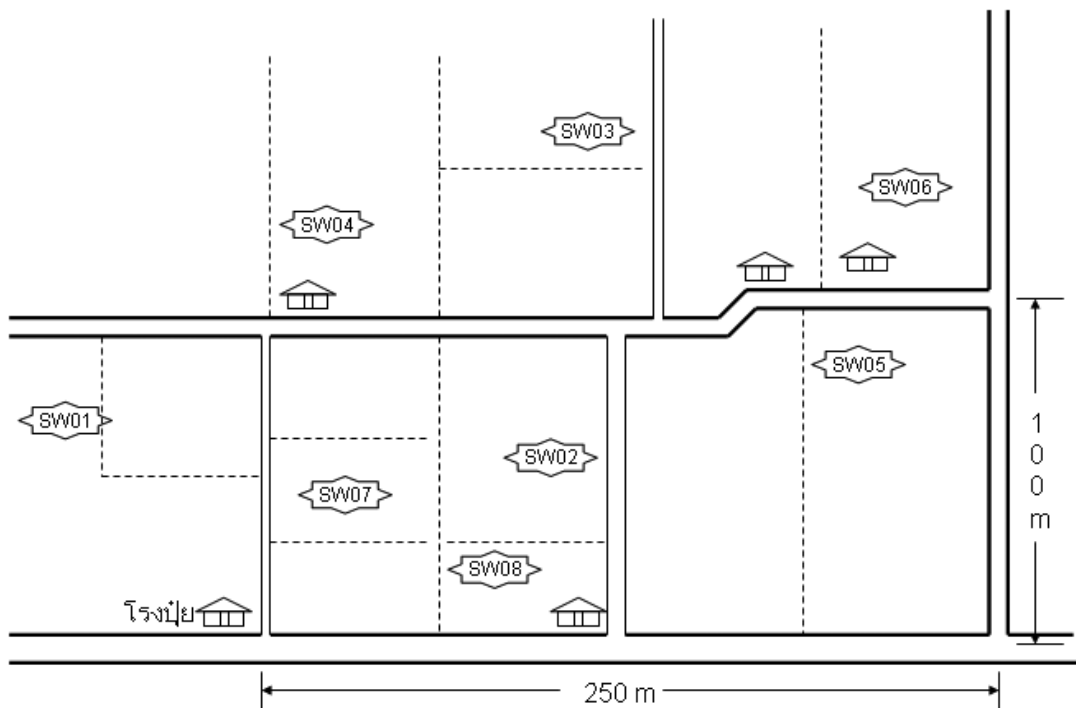
ตารางที่ 3-1 รายชื่อเกษตรกรหมู่บ้านแสงวิมานที่เข้าร่วมโครงการฯ และรหัสแปลง

รหัสแปลง	ชื่อ - สกุล เกษตรกร
SW01	นายสกุล ซอแก้ว
SW02	นายอาโหมด อนันทธาน
SW03	นางกาญจนา ขำวิไล
SW04	นายชัยยศ แสงวิมาน
SW05	นายเสรี เบ็ญนุชา
SW06	นายสัญญา แสงวิมาน
SW07	นางมณี รามัญเพ็ง
SW08	นายจักรกฤษ มะสะแหละ

ส้มโอในหมู่บ้านแสงวิมานมีปัญหาด้านธาตุอาหารแตกต่างกันในแต่ละแปลง แม้พื้นที่ไม่ห่างไกลกันมากนัก (รูปที่ 3-5) และเกษตรกรมีการจัดการสวนคล้ายกัน ทำให้วางแผนการทดลองค่อนข้างยาก การวางแผนเฉพาะแปลงไม่สามารถทำได้ เนื่องจากจำนวนต้นมีไม่เพียงพอ ธาตุอาหารที่มักมีปัญหา คือ ไนโตรเจน โพแทสเซียม และสังกะสี ผู้วิจัยเลือกศึกษาเฉพาะไนโตรเจน และสังกะสี โดยจะทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมในใบระหว่างการทดลอง โดยยังไม่ดำเนินการแก้ไขใดๆ เนื่องจากพบว่า ผลการวิเคราะห์ดินและใบไม่สอดคล้องกัน ผู้วิจัยเลือกให้ปุ๋ยสำหรับการทดลอง 3 ชนิด คือ

1. $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (15-0-0)
2. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (21-0-0)
3. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

คำนวณอัตราปุ๋ยเช่นเดียวกับบทที่ 2 และจัดดำเนินการทดลอง (treatment) ดังตารางที่ 3-2



รูปที่ 3-5 แผนผังตำแหน่งแปลงทดลองในหมู่บ้านแสงวิมาน ตำบลคลองน้อย อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช (ระยะทางและสัดส่วนเป็นเพียงค่าประมาณ)

ตารางที่ 3-2 ดำรับการทดลอง (treatment) ชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยแต่ละปี สำหรับแปลงส้มโอของ
เกษตรกรหมู่บ้านแสงวิมาน

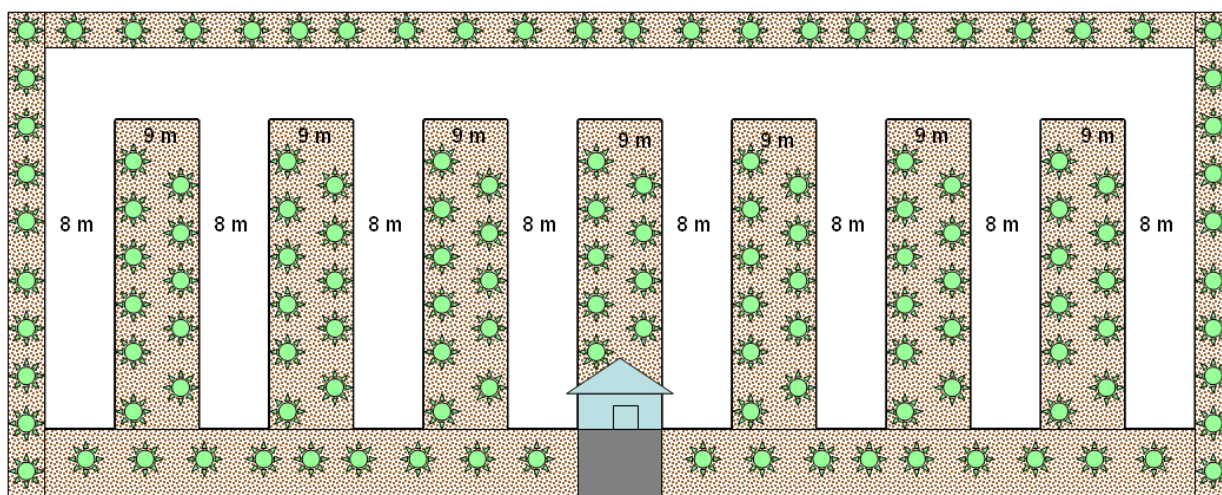
ดำรับการ ทดลอง	ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน	อัตราการใช้ (กิโลกรัม/ต้น)	วิธีใช้
T1	$5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	3 หรือ 6 0.250	● ใช้ปุ๋ย N อัตรา 3 kg/tree สำหรับส้มโอเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มน้อยกว่า 3 เมตร และอัตรา 6 kg/tree สำหรับขนาดทรงพุ่มใหญ่กว่านี้ ● ปุ๋ย N แบ่งใส่ปีละ 6 ครั้ง ● ปุ๋ย Zn ใส่เพียงครั้งเดียว
T2	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	3 หรือ 6 0.250	● ใช้ปุ๋ย N อัตรา 3 kg/tree สำหรับส้มโอเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มน้อยกว่า 3 เมตร และอัตรา 6 kg/tree สำหรับขนาดทรงพุ่มใหญ่กว่านี้ ● ปุ๋ย N แบ่งใส่ปีละ 6 ครั้ง ● ปุ๋ย Zn ใส่เพียงครั้งเดียว
T3	ไม่ใช้ปุ๋ยใดๆ (control)		

ถึงแม้เกษตรกรในหมู่บ้านแสงวิมานสนใจเข้าร่วมโครงการจำนวนมาก แต่ทุกแปลงไม่เหมาะต่อการวิจัยดังที่ได้กล่าวแล้ว ผู้วิจัยจึงได้เสาะหาแปลงปลูกขนาดใหญ่ ที่มีความสม่ำเสมอทั้งดินและพืช และปลูกส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม ผู้วิจัยได้มีโอกาสเจรจากับคุณนภา คำสุข ซึ่งเป็นเจ้าของแปลงส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามจำนวน 2 แปลง และมีลักษณะแปลงตรงตามที่ต้องการ แปลงทั้งสองอยู่ใกล้กัน ห่างจากหมู่บ้านแสงวิมานประมาณ 10 กิโลเมตร เกษตรกรปลูกส้มโอโดยการขุดคูยกร่อง และปลูกส้มโอแบบแถวคู่บนคันร่อง เกษตรกรรายนี้ปลูกส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามและพันธุ์ขาวทองดีในแปลงเดียวกัน แต่แบ่งแยกพื้นที่ปลูกแต่ละพันธุ์อย่างชัดเจน ไม่ได้ปลูกปะปนกันเหมือนเกษตรกรในหมู่บ้านแสงวิมาน เกษตรกรให้เหตุผลที่ทำเช่นนี้ว่า เนื่องจากไม่มั่นใจด้านการตลาดของแต่ละพันธุ์ และต้นพันธุ์มีไม่เพียงพอ ผู้วิจัยเลือกเฉพาะพันธุ์ทับทิมสยามใช้ในการวิจัย

ส้มโอในแปลงของคุณนภา คำสุข มีปัญหาธาตุอาหารเหมือนกันทั้งสองแปลง ธาตุที่เป็นปัญหาคือ ไนโตรเจน แคลเซียม และสังกะสี ผู้วิจัยได้เลือกทดลองแก้ปัญหาธาตุทั้งสามนี้ โดยใช้ปุ๋ย 3 ชนิด เหมือนกับกรณีหมู่บ้านแสงวิมาน และวางแผนการทดลองดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ดำรับการทดลอง (treatment) ชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยแต่ละปี สำหรับแปลงส้มโอของคุณนาคำสุข

รหัสแปลง	ดำรับการทดลอง	ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน	อัตราการใช้ (กิโลกรัม/ตัน)	วิธีใช้
NP01	T1	$5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	4	● ปุ๋ย N แบ่งใส่ปีละ 6 ครั้ง
	T2	$5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4 0.250	● ปุ๋ย N แบ่งใส่ปีละ 6 ครั้ง ● ปุ๋ย Zn ใส่เพียงครั้งเดียว
	T3	ไม่ใช้ปุ๋ยใดๆ (control)		
NP02	T1	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4	● ปุ๋ย N แบ่งใส่ปีละ 6 ครั้ง
	T2	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4 0.250	● ปุ๋ย N แบ่งใส่ปีละ 6 ครั้ง ● ปุ๋ย Zn ใส่เพียงครั้งเดียว
	T3	ไม่ใช้ปุ๋ยใดๆ (control)		



รูปที่ 3-6 การวางผังแปลงโดยสังเขปของแปลงส้มโอ (NP02) ของคุณนาคำสุข ด้านซ้ายของกระท่อมปลูกพันธุ์ขาวทองดี ส่วนด้านขวาปลูกพันธุ์ทับทิมสยาม คั่นร่องกว้าง 9 - 10 เมตร ปลูกส้มโอแถวคู่ แถวละ 29 - 30 ต้น (59 ต้น/ร่อง) ปลูกด้วยระยะระหว่างต้น 5.15 เมตร ระหว่างแถว 5.3 เมตร คู่น้ำกว้าง 8 เมตร ลึกประมาณ 2 เมตร



รูปที่ 3-7 ลักษณะแปลงปลูกและการเจริญเติบโตของส้มโอสวนของคุณภา คำสุข

4. ผลการวิเคราะห์ดิน ใบ และผล

4.1 การเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างดินและใบทุกแปลงในหมู่บ้านแสงวิมาน และทั้งสองแปลงของคุณภา คำสุข เก็บแบบตัวอย่างรวม (composite sample) แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและความเข้มข้นของธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ (รายละเอียดการวิเคราะห์ อธิบายในภาคผนวก)

4.2 ผลการวิเคราะห์ดิน

ผลการวิเคราะห์ดินตัวอย่างจากแปลงปลูกส้มโอบนในหมู่บ้านแสงวิมานจำนวน 8 แปลง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3-4 ถึง 3-6 และสรุปได้ดังนี้

- ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) : ดินทุกแปลงทั้งดินบนและดินล่างมีค่า pH สูง ตามคำแนะนำการแปลผลวิเคราะห์ดิน ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นในโครงการวิจัยครั้งก่อน (บทที่ 1) นั่นคือ pH อยู่ในช่วงเป็นกลางถึง

ต่างเล็กน้อย (6.8 - 7.8) โดยดินบนมักมี pH ต่ำกว่าดินล่าง pH ในระดับนี้ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่อาจเป็นอุปสรรคต่อการละลายของธาตุอาหารจุลภาคที่เป็นโลหะ

- ค่าการนำไฟฟ้า (ECe) : ค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัวอยู่ในช่วง 0.6 - 2.9 mS/cm ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชโดยทั่วไปที่ไม่ใช่พืชทนเค็ม สำหรับส้มโอ ค่าการนำไฟฟ้าในระดับนี้ ส่งผลดีต่อรสชาติ และขนาดทรงพุ่มที่ไม่ใหญ่เกินไป ช่วยให้สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ 3-4)
- ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) : ฟอสฟอรัสทั้งดินบนและดินล่างอยู่ในระดับสูงมาก อันเกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเลในอดีต ยกเว้นแปลง SW01 ช่วยให้เกษตรกรไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเลย แต่ฟอสฟอรัสที่สูงเช่นนี้อาจส่งผลกระทบต่อการใช้ธาตุอาหารชนิดอื่น เช่น แคลเซียม และสังกะสี เป็นต้น เนื่องจาก ฟอสฟอรัสทำปฏิกิริยาเคมีกับธาตุเหล่านี้ได้ดี (ตารางที่ 3-4)
- กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (available S) : ความเข้มข้นของกำมะถันในดินสูงกว่าค่าวิกฤติมาก จึงไม่น่าจะเป็นอุปสรรคใดๆ ต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ ความเข้มข้นแปรปรวนอยู่ในช่วงกว้าง (23 - 140 mg/kg) โดยทั่วไปกำมะถันถูกชะล้างจากดินบนลงสู่ดินล่างได้อย่างรวดเร็ว แต่ในพื้นที่นี้ เนื้อดินเป็นดินเหนียว และเกษตรกรขุดดินท้องร่องขึ้นมากมบบนคันร่องอยู่เป็นระยะๆ ทำให้ความเข้มข้นไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน (ตารางที่ 3-4)
- โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) : ความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงกว่าช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมมาก (ความเข้มข้นที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 100 - 150 mg/kg) และความเข้มข้นในดินบนสูงกว่าดินล่าง ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการขุดคูร่อง และการขุดลอกท้องร่องของเกษตรกร สัดส่วน K : Ca พบว่ามีค่าประมาณ 10 : 52 ในขณะที่สัดส่วนที่เหมาะสมควรมีค่าประมาณ 10 : 100 ดังนั้น ความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่สูงมากเช่นนี้อาจเป็นปฏิกิริยาต่อการดูดใช้แคลเซียมของส้มโอ (ตารางที่ 3-5)
- แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) : ความเข้มข้นของแคลเซียมในดินปลูกส้มโอของหมู่บ้านแสงวิมานพบว่าอยู่ในช่วง 1,163 - 6,956 mg/kg ซึ่งครอบคลุมช่วงความเข้มข้นเหมาะสมไปจนถึงสูงมาก หากตัดข้อมูลของแปลงย่อย T2 ของแปลง SW08 ออกไป (ดินบริเวณแปลงย่อยนี้พบซากเปลือกหอยจำนวนมาก) พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยมีค่าเฉลี่ย 2,516 mg/kg ซึ่งยังคงเป็นค่าที่สูงสำหรับส้มโอ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของโพแทสเซียมและแมกนีเซียม พบว่ายังคงต่ำเกินไป โดยสัดส่วนที่เหมาะสมของ K : Ca : Mg ควรมีค่าประมาณ 10 : 100 : 12 ดังนั้น ส้มโออาจดูดใช้แคลเซียมได้น้อยกว่าความต้องการ (ตารางที่ 3-5)
- แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) : ความเข้มข้นของแมกนีเซียมของตัวอย่างทั้งหมดอยู่ในช่วง 1,012 - 1,924 mg/kg เมื่อตัดข้อมูลของแปลงย่อย T2 ของแปลง SW08 ออกไป ความเข้มข้นในดินบนและดินล่างใกล้เคียงกัน และความเข้มข้นทั้งหมดอยู่ในระดับสูงมาก โดยพบว่า

สัดส่วน K : Mg เฉลี่ยเท่ากับ 10 : 29 และ Ca : Mg เฉลี่ยเท่ากับ 100 : 56 ดังนั้น แมกนีเซียมน่าจะ
เป็นอุปสรรคต่อการดูดใช้โพแทสเซียม และแคลเซียมของส้มโอในพื้นที่นี้ (ตารางที่ 3-5)

ตารางที่ 3-4 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัว (ECe) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และ
กำมะถันที่เป็นประโยชน์ ในดินของแปลงปลูกส้มโอของเกษตรกรหมู่บ้านแสงวิมาน เก็บตัวอย่าง
ก่อนการทดลอง ระหว่างวันที่ 11 - 15 มีนาคม พ.ศ. 2554

Plot	Sub-plot	Depth (cm)	pH (1:2.5)	ECe (mS/cm)	Avail. P (mg/kg)	Avail. S (mg/kg)
SW01	T1	0 - 15	7.0	1.66	16.9	57
		15 - 45	7.3	1.05	5.4	27
	T2	0 - 15	7.0	2.07	36.0	76
		15 - 45	7.3	1.15	21.4	45
	T3	0 - 15	6.8	2.85	41.6	104
		15 - 45	7.3	1.41	9.2	50
SW02	T1	0 - 15	7.0	1.11	546	48
		15 - 45	7.3	0.90	388	56
	T2	0 - 15	7.5	0.80	469	56
		15 - 45	7.6	0.92	426	71
	T3	0 - 15	7.3	1.02	482	43
		15 - 45	7.6	0.97	415	68
SW03	T1	0 - 15	7.5	0.96	168	60
		15 - 45	7.7	0.78	113	38
	T2	0 - 15	7.5	1.43	194	75
		15 - 45	7.7	1.04	135	49
SW04	T1	0 - 15	7.5	1.45	208	44
		15 - 45	7.8	0.65	156	34
	T2	0 - 15	7.2	1.77	207	36
		15 - 45	7.6	0.91	102	33
SW05	T1	0 - 15	7.0	2.42	356	67
		15 - 45	7.1	2.61	273	140
	T2	0 - 15	7.2	1.69	374	85
		15 - 45	7.4	1.39	227	77
SW06	T1	0 - 15	7.4	0.95	180	43
		15 - 45	7.4	0.85	132	30
	T2	0 - 15	7.5	0.88	48	31
		15 - 45	7.7	0.91	94	23
	T3	0 - 15	7.4	0.92	125	36
		15 - 45	7.6	0.88	98	29
SW07	T1	0 - 15	7.0	1.03	302	47
		15 - 45	7.3	1.19	271	66
	T2	0 - 15	7.2	1.27	609	43
		15 - 45	7.5	0.92	335	36
SW08	T1	0 - 15	7.0	0.71	94	40
		15 - 45	7.0	0.96	51	40
	T2	0 - 15	6.8	1.55	155	38
		15 - 45	7.1	1.59	42	48

ตารางที่ 3-5 ความเข้มข้นของแคทไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินของแปลงปลูกส้มโอของเกษตรกรหมู่บ้าน

แสงวิมาน เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง ระหว่างวันที่ 11 - 15 มีนาคม พ.ศ. 2554

Plot	Sub-plot	Depth (cm)	Exchangeable cations (mg/kg)		
			K	Ca	Mg
SW01	T1	0 - 15	165	1,534	1,745
		15 - 45	114	1,454	1,821
	T2	0 - 15	252	2,087	1,814
		15 - 45	179	1,820	1,863
	T3	0 - 15	363	1,619	1,704
		15 - 45	145	1,588	1,922
SW02	T1	0 - 15	900	3,885	1,072
		15 - 45	846	2,843	1,085
	T2	0 - 15	660	3,336	1,157
		15 - 45	644	2,873	1,255
	T3	0 - 15	826	3,456	1,162
		15 - 45	742	2,825	1,158
SW03	T1	0 - 15	350	2,474	1,517
		15 - 45	228	2,436	1,629
	T2	0 - 15	438	3,176	1,408
		15 - 45	329	2,384	1,609
SW04	T1	0 - 15	841	1,604	1,924
		15 - 45	497	1,603	1,880
	T2	0 - 15	881	1,269	1,847
		15 - 45	483	1,163	1,873
SW05	T1	0 - 15	919	3,702	1,012
		15 - 45	539	4,156	1,225
	T2	0 - 15	994	2,632	1,352
		15 - 45	836	2,587	1,444
SW06	T1	0 - 15	470	3,005	1,167
		15 - 45	273	2,515	1,149
	T2	0 - 15	473	2,976	1,288
		15 - 45	189	2,686	1,364
	T3	0 - 15	470	2,995	1,248
		15 - 45	255	2,643	1,254
SW07	T1	0 - 15	699	2,270	1,175
		15 - 45	382	2,272	1,428
	T2	0 - 15	866	3,330	1,253
		15 - 45	551	2,293	1,322
SW08	T1	0 - 15	299	2,881	1,123
		15 - 45	199	4,053	1,049
	T2	0 - 15	301	6,277	701
		15 - 45	149	6,956	608

- เหล็กและแมงกานีสที่สกัดได้ (extractable Fe and Mn) : ความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสอยู่ในระดับสูงทั้งสองธาตุ จึงคาดว่าไม่น่าจะเป็นอุปสรรคใดๆ ต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ และการสำรวจแปลงไม่พบว่า ส้มโอแสดงอาการได้รับพิษจากแมงกานีส (ตารางที่ 3-6)

- สังกะสีที่สกัดได้ (extractable Zn) : ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสังกะสีอยู่ในช่วง 1.1 - 3.0 mg/kg (บทที่ 1) ผลการวิเคราะห์พบว่า แปลง SW01 และ SW08 อาจมีปัญหาสัมไอขาดสังกะสี แต่จากการสังเกตอาการของพืช ไม่พบสัมไอแปลงใดแสดงอาการขาดสังกะสีเลย ซึ่งอาจเกิดจากสัมไอพันธุ์ที่บิทยามไม่ไวต่อการขาดสังกะสี (ตารางที่ 3-6)

ตารางที่ 3-6 ความเข้มข้นของธาตุอาหารจุลภาคที่สกัดได้ด้วย DTPA ในดินของแปลงปลูกสัมไอของเกษตรกรหมู่บ้านแสงวิมาน เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง ระหว่างวันที่ 11 - 15 มีนาคม พ.ศ. 2554

Plot	Sub-plot	Depth (cm)	DTPA extractable (mg/kg)			
			Fe	Mn	Zn	Cu
SW01	T1	0 - 15	52.8	50.4	0.52	1.08
		15 - 45	37.4	37.0	0.39	1.04
	T2	0 - 15	50.6	59.0	0.80	0.99
		15 - 45	40.5	45.7	0.56	1.12
	T3	0 - 15	87.5	121.6	0.78	1.22
		15 - 45	37.4	35.4	0.46	0.87
SW02	T1	0 - 15	103.4	47.3	3.77	3.53
		15 - 45	92.6	42.8	2.36	3.00
	T2	0 - 15	96.7	36.5	2.99	2.99
		15 - 45	93.6	39.7	2.25	2.58
	T3	0 - 15	98.5	38.4	3.24	3.14
		15 - 45	93.6	41.2	2.42	2.74
SW03	T1	0 - 15	62.7	43.3	1.01	1.48
		15 - 45	44.0	39.1	0.51	1.00
	T2	0 - 15	65.0	41.2	1.05	1.60
		15 - 45	55.0	43.1	0.64	1.22
SW04	T1	0 - 15	163.7	89.7	1.63	4.99
		15 - 45	116.2	63.7	1.11	4.36
	T2	0 - 15	158.9	96.9	1.32	4.04
		15 - 45	88.4	71.2	0.99	5.04
SW05	T1	0 - 15	77.1	69.2	4.57	1.70
		15 - 45	38.5	33.2	2.51	1.12
	T2	0 - 15	87.8	56.1	2.59	1.87
		15 - 45	64.9	49.1	2.03	1.20
SW06	T1	0 - 15	75.7	42.6	1.01	1.57
		15 - 45	83.0	54.1	0.83	1.48
	T2	0 - 15	45.5	41.0	0.65	1.10
		15 - 45	35.0	35.8	0.28	0.67
	T3	0 - 15	64.2	42.1	0.78	1.17
		15 - 45	48.7	46.7	0.47	1.04
SW07	T1	0 - 15	270.3	91.6	1.46	1.13
		15 - 45	106.8	46.3	0.88	0.97
	T2	0 - 15	123.4	34.8	2.27	1.38
		15 - 45	94.0	37.8	0.98	0.81
SW08	T1	0 - 15	86.9	43.0	1.04	0.70
		15 - 45	50.3	40.7	0.35	0.66
	T2	0 - 15	41.5	35.3	0.83	0.53
		15 - 45	28.4	36.8	0.41	0.36

- ทองแดงที่สกัดได้ (extractable Cu) : ผลการวิเคราะห์พบว่า ความเข้มข้นของทองแดงอยู่ในช่วง 0.4 - 5.0 mg/kg ซึ่งมีเพียงแปลง SW08 เพียงแปลงเดียวที่มีทองแดงต่ำ แต่ก็ไม่พบว่าสัมผัสโอแสดงอาการขาดทองแดง (ตารางที่ 3-6)

ผลการวิเคราะห์ดินตัวอย่างจากแปลงปลูกส้มโอของคุณภา คำสุข จำนวน 2 แปลง สรุปได้ดังนี้

- ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) : ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.5 - 7.9 ซึ่งสูงกว่าช่วงที่เหมาะสมสำหรับส้มโอ แต่ไม่น่าจะส่งผลใดๆ ต่อการเจริญเติบโต ความแปรปรวนอยู่ในช่วงแคบกว่าตัวอย่างดินจากหมู่บ้านแสงวิมาน (ตารางที่ 3-7)
- ค่าการนำไฟฟ้า (ECe) : ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.97 - 2.16 mS/cm ซึ่งต่ำกว่าช่วงเหมาะสมสำหรับส้มโอ ซึ่งผู้วิจัยเคยศึกษาไว้ (บทที่ 1) ค่าการนำไฟฟ้าในระดับนี้น่าจะไม่ส่งผลใดๆ ต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ ทำให้ส้มโอไม่แคระแกร็น ความแปรปรวนของค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วงแคบกว่าตัวอย่างดินจากหมู่บ้านแสงวิมาน (ตารางที่ 3-7)
- ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) : ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 17 - 88 mg/kg และความเข้มข้นในดินบนสูงกว่าดินล่าง ความเข้มข้นในช่วงดังกล่าวสูงกว่าค่าเหมาะสม ดังนั้นเกษตรกรไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพิ่มเติมอีก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างดินจากหมู่บ้านแสงวิมาน พบว่าความเข้มข้นอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่ามาก แต่มีความแปรปรวนน้อยกว่า (ตารางที่ 3-7)

ตารางที่ 3-7 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัว (ECe) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และกำมะถันที่เป็นประโยชน์ ในดินของแปลงปลูกส้มโอของคุณภา คำสุข เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง ระหว่างวันที่ 29 - 30 มิถุนายน พ.ศ. 2554

Plot	Sub-plot	Depth (cm)	pH (1:2.5)	ECe (mS/cm)	Avail. P (mg/kg)	Avail. S (mg/kg)
NP01	T1	0 - 15	7.8	1.33	62	58
		15 - 45	7.9	0.97	17	48
	T2	0 - 15	7.9	1.82	88	56
		15 - 45	7.8	1.67	26	56
	T3	0 - 15	7.7	2.16	75	76
		15 - 45	7.8	1.62	58	50
NP02	T1	0 - 15	7.8	1.26	79	57
		15 - 45	7.9	1.15	49	64
	T2	0 - 15	7.8	1.35	85	32
		15 - 45	7.5	1.13	75	32
	T3	0 - 15	7.7	1.00	74	52
		15 - 45	7.9	1.03	54	36

- กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (available S) : ความเข้มข้นของกำมะถันอยู่ในช่วง 31 - 76 mg/kg ซึ่งสูงกว่าค่าวิกฤติมาก แต่ไม่น่าจะส่งผลเสียใดๆ ต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ ความเข้มข้นในดินบนและ

ดินล่างไม่มีความแตกต่างอย่างเด่นชัด ระดับความเข้มข้นใกล้เคียงกับดินปลูกส้มโอของหมู่บ้านแสงวิมาน แต่มีความแปรปรวนอยู่ในช่วงแคบกว่า (ตารางที่ 3-7)

- โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) : ความเข้มข้นของโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 249 - 404 mg/kg ซึ่งเป็นช่วงความเข้มข้นที่สูงมากสำหรับส้มโอและพืชทั่วไป เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างดินจากหมู่บ้านแสงวิมาน พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยต่ำกว่า และมีความแปรปรวนอยู่ในช่วงแคบกว่า สัดส่วน K : Ca มีค่าประมาณ 10 : 125 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่เหมาะสม (ตารางที่ 3-5 และ 3-8)
- แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) : ความเข้มข้นของแคลเซียมอยู่ในช่วง 2,415 - 6,423 mg/kg ซึ่งเป็นช่วงความเข้มข้นที่สูงมากสำหรับส้มโอและพืชทั่วไป และพบว่า ความเข้มข้นในดินบนสูงกว่าดินล่าง เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างดินจากหมู่บ้านแสงวิมาน พบว่า ความเข้มข้นแปรปรวนอยู่ในช่วงแคบกว่า (ตารางที่ 3-5 และ 3-8)
- แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) : ความเข้มข้นของแมกนีเซียมอยู่ในช่วง 1,363 - 1,923 mg/kg ซึ่งเป็นช่วงความเข้มข้นที่สูงมาก และพบว่า ความเข้มข้นในดินล่างสูงกว่าดินบนเล็กน้อย สัดส่วน K : Mg มีค่าประมาณ 10 : 53 และ Ca : Mg มีค่าประมาณ 100 : 42 แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของแมกนีเซียมสูงเกินไปทั้งเมื่อเปรียบเทียบกับโพแทสเซียม และแคลเซียม ดังนั้น แมกนีเซียมน่าจะเป็นอุปสรรคต่อการดูดใช้โพแทสเซียมและแคลเซียม ในดินปลูกส้มโอทั้งสองแปลงนี้ (ตารางที่ 3-8)

ตารางที่ 3-8 ความเข้มข้นของแคทไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินของแปลงปลูกส้มโอของคุณนิภา คำสุข เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง ระหว่างวันที่ 29 - 30 มิถุนายน พ.ศ. 2554

Plot	Sub-plot	Depth (cm)	Exchangeable cations (mg/kg)		
			K	Ca	Mg
NP01	T1	0 - 15	402	3,837	1,734
		15 - 45	249	2,415	1,914
	T2	0 - 15	388	4,452	1,753
		15 - 45	262	2,811	1,858
	T3	0 - 15	368	3,407	1,802
		15 - 45	249	2,467	1,923
NP02	T1	0 - 15	404	4,557	1,523
		15 - 45	297	3,526	1,722
	T2	0 - 15	387	5,130	1,418
		15 - 45	309	5,634	1,698
	T3	0 - 15	290	6,423	1,363
		15 - 45	260	3,808	1,676

- เหล็กและแมงกานีสที่สกัดได้ (extractable Fe and Mn) : ความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสอยู่ในระดับสูงถึงมาก เช่นเดียวกับตัวอย่างดินจากหมู่บ้านแสงวิมาน (ตารางที่ 3-9)

- สังกะสีที่สกัดได้ (extractable Zn) : ความเข้มข้นของสังกะสีอยู่ในช่วง 0.44 - 0.87 mg/kg ซึ่งเป็นช่วงความเข้มข้นที่ต่ำ แต่ไม่พบว่าส้มโอแสดงอาการขาดสังกะสี ทั้งนี้อาจเกิดจากพันธุ์ส้มโอที่ปลูกไม่ไวต่อสังกะสี อาการขาดสังกะสีจึงอาจเป็นอาการแฝง (hidden hunger) ที่พืชไม่แสดงออก การแก้ไขโดยการให้ปุ๋ยสังกะสีทางดินอาจไม่ได้ผลในพื้นที่ดินด่างและมีฟอสฟอรัสสูง เนื่องจากสังกะสีเกิดปฏิกิริยากลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยาก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างดินจากหมู่บ้านแสงวิมานพบว่าระดับความเข้มข้นต่ำกว่า และความแปรปรวนอยู่ในช่วงแคบกว่า (ตารางที่ 3-9)
- ทองแดงที่สกัดได้ (extractable Cu) : ความเข้มข้นของทองแดงอยู่ในช่วง 0.16 - 1.04 mg/kg ซึ่งเป็นช่วงความเข้มข้นที่ต่ำถึงต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างดินจากหมู่บ้านแสงวิมานพบว่า ความเข้มข้นอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่า อย่างไรก็ตามไม่พบส้มโอแสดงอาการผิดปกติจากการขาดทองแดง เกษตรกรมักฉีดพ่นสารประกอบทองแดงเพื่อป้องกันกำจัดเชื้อรา ดังนั้น การขาดทองแดงไม่น่าจะเป็นปัญหารุนแรง (ตารางที่ 3-9)

ตารางที่ 3-9 ความเข้มข้นของธาตุอาหารจุลภาคที่สกัดได้ด้วย DTPA ในดินของแปลงปลูกส้มโอของศูนย์นิภาคำสุข เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง ระหว่างวันที่ 29 - 30 มิถุนายน พ.ศ. 2554

Plot	Sub-plot	Depth (cm)	DTPA extractable (mg/kg)			
			Fe	Mn	Zn	Cu
NP01	T1	0 - 15	37.0	37.7	0.75	0.84
		15 - 45	15.6	17.0	0.50	0.38
	T2	0 - 15	29.5	35.0	0.60	0.61
		15 - 45	25.8	23.8	0.72	0.31
	T3	0 - 15	31.6	40.6	0.87	1.04
		15 - 45	23.0	25.8	0.51	0.36
NP02	T1	0 - 15	33.4	27.3	0.53	0.52
		15 - 45	28.8	25.2	0.50	0.35
	T2	0 - 15	19.8	24.4	0.44	0.23
		15 - 45	20.4	23.0	0.49	0.22
	T3	0 - 15	35.8	29.1	0.57	0.38
		15 - 45	26.4	25.1	0.54	0.16

4.3 ผลการวิเคราะห์ใบ

ปัจจุบันยังไม่มีค่ามาตรฐานสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ใบของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ค่ามาตรฐานของพันธุ์ขาวทองดี ซึ่งเคยศึกษาไว้ในโครงการที่ผ่านมา และค่าทั่วไปสำหรับพืชตระกูลส้มเพื่อการแปลผลในงานวิจัยนี้ ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบก่อนการทดลองของแปลงส้มโอในหมู่บ้านแสงวิมานแสดงในตารางที่ 3-10 และผลการวิเคราะห์ในปีที่ 2 แสดงในตารางที่ 3-11 ในระหว่างการทดลอง ส้มโอของเกษตรกรบางรายตาย หรือเกษตรกรโค่นเพื่อปลูกใหม่ ทำให้มีจำนวนต้นไม่เพียงพอสำหรับการทดลอง ผู้วิจัยจึงได้เลือกทดลองต่อไปเพียง 4 แปลง คือ SW01, SW02, SW04 และ SW06 ผลการวิเคราะห์แต่ละธาตุสรุปได้ดังนี้

- ไนโตรเจน : จากการศึกษาของผู้วิจัยในโครงการที่ผ่านมา พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบควรสูงกว่า 25 g/kg จึงถือว่าเพียงพอ และหากต่ำกว่า 20 g/kg ถือว่าต่ำมาก (บทที่ 1) ผลการวิเคราะห์พบว่า แปลง SW01, SW03, SW06 และ SW07 อยู่ในระดับเพียงพอ ส่วนแปลงที่เหลืออยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 3-10) ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับผลสังเกตการณ์เจริญเติบโตของพืช ผลการวิเคราะห์ในปีที่ 2 (ตารางที่ 3-11) พบว่า ตำรับ T1 และ T2 ซึ่งผู้วิจัยใส่ปุ๋ยไนโตรเจน มีค่าความเข้มข้นอยู่ในระดับเพียงพอทุกแปลง ส่วนตำรับ T3 ซึ่งเกษตรกรเป็นผู้ดูแล พบว่า SW01 และ SW06 มีค่าต่ำกว่าระดับเพียงพอ แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนน้อยเกินไป
- ฟอสฟอรัส : ความเข้มข้นที่เหมาะสมของฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 1.5 - 2.0 g/kg ดินปลูกส้มโอของหมู่บ้านแสงวิมานมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงมากเกือบทุกแปลง แต่ก็ยังคงพบว่า ฟอสฟอรัสในใบต่ำในบางแปลงย่อย (ตารางที่ 3-10) ผลการวิเคราะห์ในปีที่ 2 พบว่า มีเพียงแปลง WS06 เท่านั้นที่ฟอสฟอรัสสูงกว่าระดับเพียงพอ อย่างไรก็ตาม สัมพันธ์กับพื้นที่ที่ขุดดินใหม่อาจไม่มีปัญหาใดๆ กับค่าที่ต่ำในระดับนี้ ทั้งนี้เนื่องจากค่ามาตรฐานจัดทำขึ้นจากพันธุ์ชาวทองดี ซึ่งอาจต้องการฟอสฟอรัสมากกว่า
- โพแทสเซียม : ความเข้มข้นที่เหมาะสมของโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 15 - 20 g/kg แม้ดินปลูกส้มโอของหมู่บ้านแสงวิมานทุกแปลงมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงถึงสูงมาก แต่กลับพบว่า ความเข้มข้นในใบต่ำเป็นส่วนใหญ่ (ตารางที่ 3-10) ทั้งนี้น่าจะเกิดจากความเข้มข้นของแมกนีเซียมสูงเกินไปจนเป็นอุปสรรคต่อการดูดใช้โพแทสเซียมดังที่ได้กล่าวแล้ว ผลการวิเคราะห์ในปีที่ 2 พบว่า มีเพียงแปลง SW06 ตำรับ T1 เพียงตำรับเดียว ซึ่งความเข้มข้นของโพแทสเซียมอยู่ในระดับเหมาะสม การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีแนวโน้มทำให้ส้มโอดูดใช้โพแทสเซียมได้น้อยลง
- แคลเซียม : ความเข้มข้นที่เหมาะสมของแคลเซียมอยู่ในช่วง 30 - 40 g/kg ผลการวิเคราะห์พบว่า มีเพียง SW01/T1, SW04/T2, SW04/T2 และ SW08/T1 เท่านั้นที่ความเข้มข้นต่ำกว่าช่วงเหมาะสม ส่วนแปลงที่เหลืออยู่ในระดับเหมาะสมหรือสูงกว่า (ตารางที่ 3-10) ผลการวิเคราะห์โดยทั่วไปสอดคล้องกับความเข้มข้นของแคลเซียมในดิน ความเป็นปฏิกิริยาของแมกนีเซียมไม่ส่งผลเด่นชัดเหมือนกรณีโพแทสเซียม ซึ่งอาจเป็นผลมาจากส้มโอพันธุ์นี้ดูดใช้แคลเซียมได้ดี ผลการวิเคราะห์ในปีที่ 2 พบว่า มีเพียง SW01/T1, SW04/T1 และ SW04/T2 มีความเข้มข้นต่ำกว่าระดับเหมาะสม การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมซัลเฟต มีแนวโน้มทำให้ส้มโอดูดใช้แคลเซียมได้ดีขึ้น ยกเว้นข้อมูลของแปลง SW02 ซึ่งไม่สอดคล้องกับแปลงอื่นๆ
- แมกนีเซียม : ความเข้มข้นที่เหมาะสมของแมกนีเซียมอยู่ในช่วง 3 - 5 g/kg ดินปลูกส้มโอของหมู่บ้านแสงวิมานมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมสูง ทำให้ความเข้มข้นในใบอยู่ในช่วงเหมาะสมหรือสูงกว่าทุกแปลง แปลงย่อย SW08/T2 มีแมกนีเซียมในดินต่ำกว่าแปลงอื่นๆ ซึ่งพบว่า ความเข้มข้นในใบก็ต่ำกว่าแปลงอื่นๆ ด้วยเช่นกัน (ตารางที่ 3-10) ผลการวิเคราะห์ในปีที่ 2 พบว่า ความเข้มข้นของแมกนีเซียมอยู่ในระดับเหมาะสมหรือสูงกว่า ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ไม่ส่งผลต่อการดูดใช้แมกนีเซียม ทั้งนี้

น่าจะเกิดจากความเข้มข้นของแมงกานีสในดินสูงมาก จนทำให้ปริมาณปุ๋ยเพียงเล็กน้อยที่ใส่ลงไปไม่มีผลกระทบต่อการใช้

- **เหล็ก** : ความเข้มข้นที่เหมาะสมของเหล็กอยู่ในช่วง 40 - 80 mg/kg ผลการวิเคราะห์พบว่า ความเข้มข้นของเหล็กในใบส้มโอทุกแปลงสูงกว่าช่วงดังกล่าว (ตารางที่ 3-10) ซึ่งน่าจะเป็นอิทธิพลของความเข้มข้นในดิน ส่งผลให้ส้มโอดูดใช้เหล็กได้สูงกว่าช่วงเหมาะสม ผลการวิเคราะห์ในปีที่ 2 พบว่าความเข้มข้นของเหล็กทุกแปลงและทุกตำรับสูงกว่าระดับเหมาะสม

ตารางที่ 3-10 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบส้มโอของแปลงส้มโอบ้านแสงวิมาน เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง ระหว่างวันที่ 15 - 20 มีนาคม พ.ศ. 2554

Plot	Sub-plot	Macronutrients (g/kg)						Micronutrients (mg/kg)			
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
SW01	T1	25.0	1.8	15.1	22.7	6.9	2.6	245	22	5.4	10.4
	T2	28.4	1.6	12.7	33.6	6.7	2.6	179	21	5.6	12.8
	T3	27.1	1.6	10.9	38.6	7.7	3.2	185	21	4.7	10.7
SW02	T1	24.3	1.5	11.8	33.8	5.2	2.6	213	23	7.7	11.9
	T2	24.3	1.4	13.5	34.6	5.2	2.3	203	25	12.4	12.6
	T3	24.3	1.5	12.8	34.1	5.2	2.4	207	24	8.5	10.9
SW03	T1	27.5	1.6	15.0	33.5	7.1	2.4	195	14	69	11.8
	T2	27.5	1.6	15.5	40.7	7.3	4.1	301	14	41	12.4
SW04	T1	24.5	1.4	9.8	27.5	8.7	2.2	184	32	12	15.7
	T2	24.1	1.8	12.1	24.6	8.4	2.0	178	13	9.6	16.3
SW05	T1	24.2	1.3	13.6	38.2	5.4	2.6	204	17	6.5	10.5
	T2	25.0	1.4	11.3	32.8	6.2	2.5	173	20	5.8	10.3
SW06	T1	26.5	2.4	18.8	43.7	4.7	3.5	165	33	88.8	32.9
	T2	26.4	1.8	15.7	46.1	5.5	2.9	136	30	86.6	37.4
	T3	26.4	1.9	16.8	44.3	5.2	3.2	146	32	86.8	33.5
SW07	T1	29.2	1.8	12.8	37.9	6.2	3.1	189	17	9.3	16.2
	T2	29.0	1.8	13.6	35.4	5.5	2.9	223	38	7.1	14.7
SW08	T1	22.9	1.7	17.0	27.2	4.6	2.2	173	16	4.7	8.0
	T2	24.4	1.5	17.3	38.0	3.6	1.8	138	12	5.3	9.8

- **แมงกานีส** : ความเข้มข้นที่เหมาะสมของแมงกานีสอยู่ในช่วง 5 - 15 mg/kg ผลการวิเคราะห์พบว่าความเข้มข้นอยู่ในช่วงเหมาะสมหรือสูงกว่า (ตารางที่ 3-10) ซึ่งน่าจะเกิดจากอิทธิพลของความเข้มข้นในดินเช่นเดียวกับเหล็ก ผลการวิเคราะห์ในปีที่ 2 พบว่า ความเข้มข้นทุกแปลงและทุกตำรับสูงกว่าระดับเหมาะสมมาก

- ทองแดง : ความเข้มข้นที่เหมาะสมของทองแดงควรมากกว่า 4 mg/kg ผลการวิเคราะห์พบว่า ความเข้มข้นในใบส้มโอทุพลองสูงกว่าค่าวิกฤติดังกล่าว แปลง SW03 และ SW06 สูงผิดปกติมาก ซึ่งน่าจะเกิดจากการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืช (ตารางที่ 3-10) ผลการวิเคราะห์ในปีที่ 2 พบว่า SW01/T1 และ SW01/T2 มีความเข้มข้นต่ำกว่าค่าวิกฤติ แต่ผู้วิจัยไม่สังเกตเห็นอาการผิดปกติใดๆ ที่เกิดจากทองแดง
- สังกะสี : ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสังกะสีควรมากกว่า 20 mg/kg ผลการวิเคราะห์พบว่า มีเพียงแปลง SW06 เท่านั้นที่มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤติ (ตารางที่ 3-10) ส่วนแปลงที่เหลือถึงแม้จะต่ำกว่าแต่ก็ไม่พบว่าพืชแสดงอาการขาดสังกะสี ผลการวิเคราะห์ในปีที่ 2 พบว่า มีเพียง SW04/T2 เท่านั้น ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าค่าวิกฤติ แปลงอื่นๆ ยังคงอยู่ในระดับเดิม แสดงให้เห็นว่า อัตราปุ๋ยที่ใช้ต่ำเกินไป หรือสังกะสีที่ใส่ลงไปทำปฏิกิริยากับด่างที่อยู่ในดินและตกตะกอน ทำให้ส้มโอไม่สามารถดูดไปใช้ได้

ตารางที่ 3-11 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบส้มโอของแปลงส้มโอบ้านแสงวิมาน เก็บตัวอย่างในปีที่ 2 ของการทดลอง ระหว่างวันที่ 16 - 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2555

Plot	Sub-plot	Macronutrients (g/kg)						Micronutrients (mg/kg)			
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
SW01	T1	27.4	1.3	13.8	29.5	6.5		92	38	3.8	12.6
	T2	25.3	1.3	9.0	33.3	7.1		86	65	3.2	10.6
	T3	24.9	1.2	10.8	33.6	6.6		82	66	4.2	11.9
SW02	T1	28.3	1.3	11.2	40.0	5.2		104	27	4.9	17.2
	T2	29.0	1.4	11.4	37.7	5.0		94	39	8.5	16.4
	T3	28.4	1.3	12.1	35.5	4.4		90	25	6.5	16.4
SW04	T1	29.9	1.4	12.3	25.0	9.5		82	59	11.6	16.6
	T2	30.9	1.4	11.5	29.8	9.7		94	143	10.8	24.0
SW06	T1	28.1	1.6	16.5	38.4	4.2		80	24	5.1	17.0
	T2	28.9	1.5	13.2	42.9	5.3		109	34	4.9	17.3
	T3	23.5	1.7	14.0	43.1	5.4		119	32	5.3	14.6

ผลการวิเคราะห์ใบส้มโอทั้งสองแปลงของคุณภา คำสุข แสดงในตารางที่ 3-12 ถึง 3-15 ความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละธาตุมีการเปลี่ยนแปลงโดยสรุป ดังนี้

- ไนโตรเจน : ก่อนเริ่มทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนต่ำกว่าค่ามาตรฐานทั้งสองแปลง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเกษตรกรมีแนวคิดในการผลิตส้มโออินทรีย์ เน้นการใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว ทำให้ส้มโอซึ่งเป็นพืชต้องการธาตุอาหารสูง ได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอ (ตารางที่ 3-12) เมื่อเข้าปีที่ 2 (ตารางที่ 3-13 ถึง 3-15) พบว่า ดัชนีที่ผู้วิจัยใส่ปุ๋ย (T1 และ T2) มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานทั้งสอง

แปลงตลอดทั้งปี ในขณะที่ดำรับซึ่งเกษตรกรดูแล (NP01/T3) มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานในช่วงต้นปีและกลางปี แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรยังคงใช้ปุ๋ยไม่เพียงพอในแปลง NP01 การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (NP02) มีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณไนโตรเจนที่มากกว่า และการสูญเสียปุ๋ยไม่น่าจะเป็นปัญหารุนแรง

- ฟอสฟอรัส : ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดการทดลอง และโดยรวมอยู่ในระดับเพียงพอ หรือต่ำกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย ทั้งๆ ที่ความเข้มข้นในดินสูงถึงสูงมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากดินที่เป็นด่างทำให้ฟอสฟอรัสละลายได้น้อย รวมทั้งการวิเคราะห์ดินโดยการสกัดด้วยสารละลาย Bray No. 2 ซึ่งเหมาะกับดินกรดมากกว่าดินด่าง ค่ามาตรฐานจึงอาจไม่เหมาะสมกับดินในลักษณะนี้มากนัก ผู้วิจัยไม่พบอาการขาดฟอสฟอรัสของส้มโอทั้งสองแปลงของคุณภา คำสุข ดังนั้น ความเข้มข้นดังกล่าว อาจเป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับส้มโอพันธุ์ทับทิมสยาม
- โพแทสเซียม : ก่อนการทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่เหมาะสมทั้งสองแปลง (ตารางที่ 3-12) แม้ความเข้มข้นในดินจะสูง แต่ส้มโอไม่ได้ดูดใช้มากตามไปด้วย ทั้งนี้น่าจะเกิดจากสัดส่วนเมื่อเทียบกับแคลเซียมและแมกนีเซียมมีค่าเหมาะสม จึงทำให้ส้มโอดูดใช้ได้อย่างเหมาะสมตามไปด้วย เมื่อเข้าสู่ปีที่ 2 (ตารางที่ 3-13 ถึง 3-15) พบว่า ดำรับซึ่งผู้วิจัยใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (NP02/T1 และ NP02/T2) มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อถึงปลายปี พ.ศ. 2555 พบว่า ความเข้มข้นในใบต่ำมาก แม้ดำรับอื่นจะต่ำลงด้วย แต่ดำรับซึ่งใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตลดลงมากกว่า แสดงให้เห็นว่า แอมโมเนียมส่งผลต่อการดูดใช้โพแทสเซียมของส้มโออย่างเห็นได้ชัด แม้ปุ๋ยชนิดนี้จะไม่มีปัญหาในการเป็นแหล่งไนโตรเจน แต่ส่งผลเสียต่อสมดุลในการดูดใช้โพแทสเซียมของส้มโอ
- แคลเซียม : ก่อนทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมมาก โดยเฉพาะแปลงย่อย NP01/T3 แม้ความเข้มข้นในดินจะอยู่ในระดับสูง แต่สัดส่วนต่ำเกินไปเมื่อเทียบกับธาตุปฏิบัติ (ตารางที่ 3-12) ในปีที่ 2 พบว่า ดำรับที่ใส่ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรต (15-0-0) ทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบสูงขึ้น ในขณะที่การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมให้ผลตรงกันข้าม
- แมกนีเซียม : ทั้งก่อนและหลังเริ่มทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของแมกนีเซียมสูงกว่าค่าเหมาะสมทั้งสองแปลง ซึ่งเป็นผลมาจากความเข้มข้นและสัดส่วนของแมกนีเซียมในดินสูงกว่าธาตุปฏิบัติ ส้มโอจึงดูดใช้แมกนีเซียมมากกว่าความต้องการที่แท้จริง ผู้วิจัยไม่พบผลเสียใดๆ ที่เชื่อมโยงกับพฤติกรรมดังกล่าว (ตารางที่ 3-12 ถึง 3-15)
- เหล็กและแมงกานีส : ทั้งก่อนและหลังเริ่มทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสอยู่ในระดับสูงกว่าช่วงความเข้มข้นเหมาะสม (ตารางที่ 3-12 ถึง 3-15) ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากความเข้มข้นของธาตุทั้งสองในดินที่สูงนั่นเอง ความเข้มข้นของธาตุทั้งสองสูงขึ้นในตัวอย่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน ทำให้ธาตุทั้งสองละลายได้มากขึ้น ส้มโอจึงดูดใช้ได้มากตามไปด้วย

- ทองแดง : ทั้งก่อนและหลังเริ่มทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของทองแดงสูงกว่าค่าวิกฤติทุกแปลง (ตารางที่ 3-12 ถึง 3-15) ทั้งๆ ที่ความเข้มข้นในดินต่ำกว่าช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม ซึ่งน่าจะเกิดจากการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืช ที่เกษตรกรมักพ่นเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันหรือกำจัดเชื้อรา ตัวอย่างที่เก็บในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน พบว่า ความเข้มข้นของทองแดงสูงขึ้นมาก อาจเกิดจากการพ่นสารทองแดงของเกษตรกร หรือการละลายได้มากของทองแดงในดิน
- สังกะสี : ทั้งก่อนและหลังเริ่มทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของสังกะสีต่ำกว่าค่าวิกฤติทุกแปลง (ตารางที่ 3-12 ถึง 3-15) ซึ่งน่าจะเกิดจากความเข้มข้นในดินที่ต่ำเกินไป แต่ผู้วิจัยไม่พบอาการผิดปกติที่เกิดจากธาตุนี้เลย สัมผัสอินทรีย์กับทิมสยามอาจทนต่อการขาดสังกะสีได้ดีกว่าพันธุ์ขาวทองดี หรืออาจเพียงแต่ไม่แสดงอาการ ดำรับที่ผู้วิจัยใส่สังกะสี (NP01/T2 และ NP02/T2) ไม่พบว่า ความเข้มข้นในใบสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่า การใส่สังกะสีในรูป $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ในดินอาจไม่ได้ผล หรืออาจเกิดจากอัตราที่ใช้ต่ำเกินไป ผู้วิจัยจึงได้ใส่ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เพิ่มเติมอีก 250 กรัม/ต้น ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555

ตารางที่ 3-12 ผลการวิเคราะห์ใบส้มโอของแปลงส้มโอของคุณณา คำสุข เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง ระหว่างวันที่ 29 - 30 มิถุนายน พ.ศ. 2554

Plot	Sub-plot	Macronutrients (g/kg)						Micronutrients (mg/kg)			
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
NP01	T1	24.9	1.6	18.3	21.8	5.8	2.2	118	33	23.2	15.6
	T2	24.4	1.6	18.7	23.4	6.2	2.1	90	29	9.5	18.4
	T3	21.1	1.4	16.5	17.3	5.3	1.6	74	18	6.0	17.2
NP02	T1	22.8	1.4	17.9	20.3	5.1	1.6	92	17	11.4	16.4
	T2	21.8	1.4	17.8	24.0	5.2	1.6	89	14	10.4	15.2
	T3	22.0	1.4	17.4	23.2	5.3	1.5	88	20	10.4	16.3

ตารางที่ 3-13 ผลการวิเคราะห์ใบส้มโอของแปลงส้มโอของคุณณา คำสุข เก็บตัวอย่างในปีที่ 2 ของการทดลอง เมื่อวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2555

Plot	Sub-plot	Macronutrients (g/kg)						Micronutrients (mg/kg)			
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
NP01	T1	25.2	1.7	15.3	32.8	6.4		84	28	7.1	13.4
	T2	25.0	1.5	16.8	31.2	5.9		87	27	5.5	12.6
	T3	23.6	1.3	12.2	30.8	6.1		67	28	6.3	9.5
NP02	T1	27.3	1.4	14.2	27.8	6.7		114	36	17.3	11.7
	T2	26.4	1.4	12.3	33.6	6.3		111	36	10.5	11.9
	T3	25.2	1.4	10.4	36.2	8.1		111	45	11.8	11.8

ตารางที่ 3-14 ผลการวิเคราะห์ใบส้มโอของแปลงส้มโอของคุณนา คำสุข เก็บตัวอย่างในปีที่ 2 ของการทดลอง เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2555

Plot	Sub-plot	Macronutrients (g/kg)						Micronutrients (mg/kg)			
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
NP01	T1	25.9	1.4	17.9	29.2	5.1		92	29	5.6	12.4
	T2	25.8	1.4	17.2	30.9	4.9		81	27	5.3	14.6
	T3	22.5	1.4	18.7	24.9	4.5		78	25	4.9	13.4
NP02	T1	25.5	1.3	12.5	27.0	5.2		83	29	4.3	10.3
	T2	28.1	1.3	12.7	27.3	4.9		78	31	3.7	11.6
	T3	25.2	1.4	14.0	29.4	5.7		81	31	4.2	11.4

ตารางที่ 3-15 ผลการวิเคราะห์ใบส้มโอของแปลงส้มโอของคุณนา คำสุข เก็บตัวอย่างในปีที่ 2 ของการทดลอง เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

Plot	Sub-plot	Macronutrients (g/kg)						Micronutrients (mg/kg)			
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
NP01	T1	26.4	1.4	11.4	38.8	5.5		124	37	25.7	15.7
	T2	25.6	1.4	10.1	44.9	5.6		109	35	12.5	15.3
	T3	27.4	1.8	15.0	29.7	5.6		74	24	19.6	20.4
NP02	T1	28.7	1.4	6.8	44.6	6.1		123	48	22.4	11.3
	T2	28.0	1.4	8.4	38.8	5.9		113	46	23.5	12.3
	T3	27.5	1.4	7.4	45.4	6.8		108	53	23.2	11.0

ผลการวิเคราะห์ดินและใบของส้มโอทั้งสองแปลงของคุณนา คำสุข พบว่า ส้มโอมีปัญหาด้านธาตุอาหารที่ควรแก้ไข 3 ธาตุ คือ ไนโตรเจน แคลเซียม และสังกะสี

4.4 ผลการวิเคราะห์ผล

ผลส้มโอจากแปลงทดลองในหมู่บ้านแสงวิมานสามารถเก็บผลผลิตได้เพียงบางแปลง เนื่องจากส้มโอตายหรือเกษตรกรโค่นทิ้งในระหว่างทดลอง เกษตรกรในพื้นที่นิยมปล่อยให้ส้มโอออกดอกตามธรรมชาติ และทยอยเก็บผลขายไปเรื่อยๆ ตามความต้องการของผู้ซื้อ ตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2552 เป็นต้นมา ความต้องการซื้อส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามสูงมาก ทำให้เกษตรกรรีบขายทันทีเมื่อผู้ซื้อตกลงซื้อ ทำให้นักวิจัยไม่มีตัวอย่างครบทั้ง 8 แปลง ที่วางแผนไว้ ส้มโอจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรต (T1) พบว่า ขนาดผลเล็กกว่า แต่มีสัดส่วนของเนื้อมากกว่า เปลือกบางกว่า สัดส่วนน้ำคั้นสูงกว่า ของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่า และความเข้มข้นของกรดที่ไทเทรตได้ต่ำกว่า ส่งผลให้ดัชนีรสชาติสูงกว่า ในขณะที่ส้มโอจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (T2) มีผลใหญ่กว่า แต่สมบัติด้านอื่นๆ ต่ำกว่า (ตารางที่ 3-16)

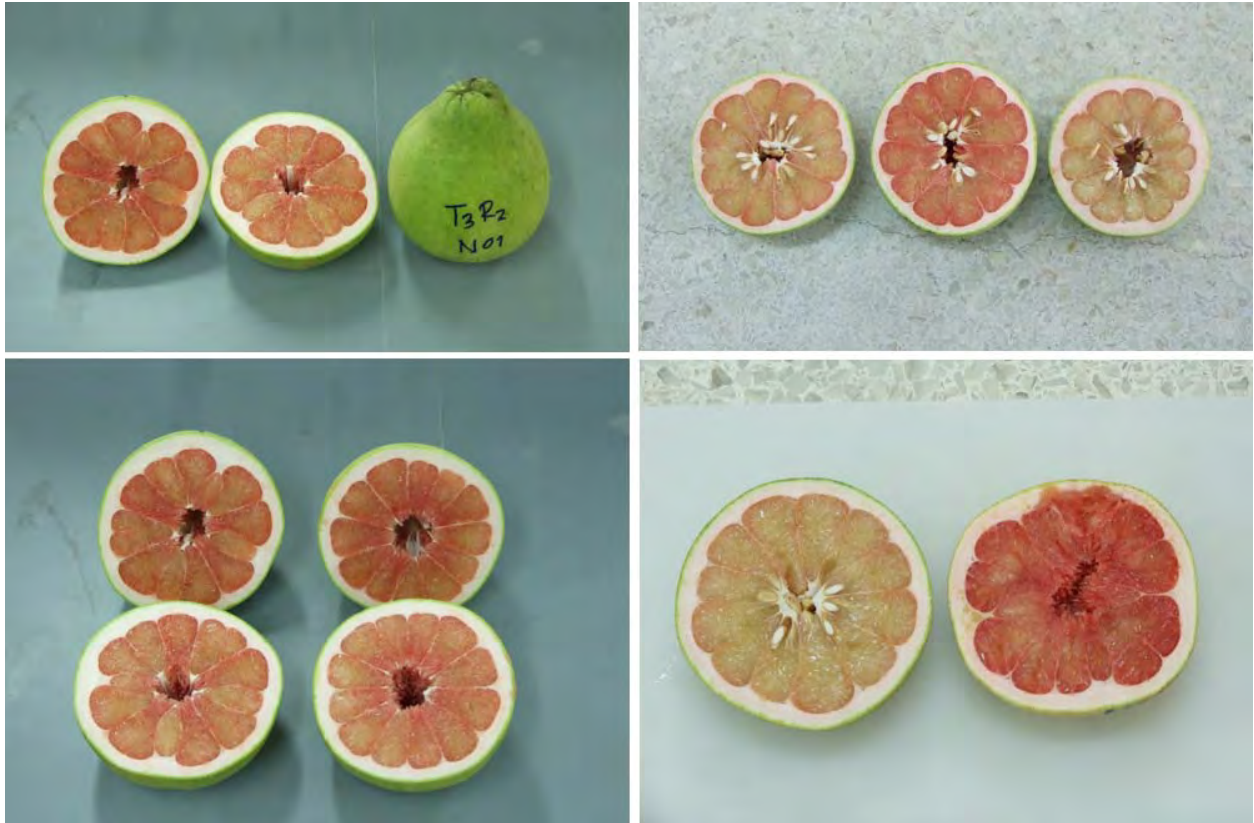
ตารางที่ 3-16 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์จากแปลงทดลอง SW01, SW04 และ SW06 ในหมู่บ้านแสงวิมาน เก็บเกี่ยวผลระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ - มีนาคม พ.ศ. 2555

	T1 (mean±SD)	T2 (mean±SD)
น้ำหนักผลสด (กรัม)	1,768±318	2,342±494
น้ำหนักเปลือกสด (กรัม)	502±110	724±219
น้ำหนักเนื้อสด (กรัม)	1,266±209	1,618±279
สัดส่วนเนื้อสด (%)	71.7±1.3	69.3±3.9
เส้นรอบวงกึ่งกลางความสูง (cm)	52.4±4.3	58.8±5.4
ความหนาเปลือก (cm)	1.23±0.25	1.58±0.46
ปริมาตรน้ำคั้น (mL)	714±100	870±180
สัดส่วนน้ำคั้น (mL/kg)	406±23	370±22
คุณสมบัติน้ำคั้น		
pH	4.37±0.33	4.17±0.24
Electrical conductivity (mS/cm)	3.41±0.23	3.34±0.09
Total soluble solid (°Brix)	10.6±1.8	9.6±1.6
Titrateable acidity (g/L)	3.6±0.7	3.9±0.5
TSS/TA	31.5±12.5	25.2±7.0

สัมฤทธิ์จากแปลงของคุณภาพ คำสุข พบว่า การใส่ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรต (NP01/T1 และ NP01/T2) ทำให้สัดส่วนเนื้อผลสูงขึ้น เมื่อเทียบกับการปฏิบัติของเกษตรกร (NP01/T3) สัดส่วนน้ำคั้นสูงขึ้นทั้งเมื่อเทียบกับการปฏิบัติของเกษตรกร และการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (ตารางที่ 3-17 และ 3-18) ปัญหาสำคัญของแปลงนี้คือ เนื้อผลสีซีดจาง ทำให้เกษตรกรเข้าใจว่าเกิดจากการกระทำของนักวิจัย เนื่องจากพบปัญหารุนแรงในแปลงที่ผู้วิจัยใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (NP02) ซึ่งส่งผลให้ผู้ซื้อไม่ยอมรับ เนื่องจากทำให้สมบัติเด่นของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามผิดเพี้ยนไป (รูปที่ 3-8)

ตารางที่ 3-17 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์จากแปลงทดลอง NP01 (ใส่ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรต) ของคุณภาพ คำ
สุข เก็บเกี่ยวผลวันที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

	T1 (mean±SD)	T2 (mean±SD)	T3 (mean±SD)
น้ำหนักผลสด (กรัม)	1,674±178	1,356±72	1,617±335
น้ำหนักเปลือกสด (กรัม)	413±72	341±45	447±0
น้ำหนักเนื้อสด (กรัม)	1,249±121	1,006±24	1,152±40
สัดส่วนเนื้อสด (%)	74.7±3.1	74±2.3	71.2±0.9
เส้นรอบวงกึ่งกลางความสูง (cm)	52.0±2.6	48.1±1.4	50.4±3.7
ความหนาเปลือก (cm)	0.85±0.00	0.99±0.08	1.09±0.09
ปริมาตรน้ำคั้น (mL)	753±133	650±31	702±18
สัดส่วนน้ำคั้น (mL/kg)	441±33	480±20	434±1
คุณสมบัติน้ำคั้น			
pH	4.51±0.15	4.32±0.20	4.25±0.14
Electrical conductivity (mS/cm)	3.38±0.18	2.97±0.29	3.10±0.06
Total soluble solid (°Brix)	12.3±0.8	13.2±0.3	14.0±0.8
Titrateable acidity (g/L)	4.0±0.9	3.4±0.5	3.9±0.5
TSS/TA	31.9±8.8	39.6±6.4	35.9±2.1



รูปที่ 3-8 สีเนื้อของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามจากแปลงคุณภาพ คำสุข สีซีดจางลงมากในแปลงทดลองที่ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (NP02) ทำให้ผู้ซื้อไม่ยอมรับผลผลิต และเกษตรกรเจ้าของสวนต้องการให้นักวิจัยแก้ไข

ซ้าย : สีเนื้อของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามแปลงที่ใช้ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรต

ขวา : สีเนื้อของส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามแปลงที่ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ 3-18 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์จากแปลงทดลอง NP02 (ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต) ของคุณนาคำสุข เก็บเกี่ยวผลวันที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

	T1 (mean±SD)	T2 (mean±SD)	T3 (mean±SD)
น้ำหนักผลสด (กรัม)	1,545±470	1,268±99	1,356±149
น้ำหนักเปลือกสด (กรัม)	342±72	312±34	314±34
น้ำหนักเนื้อสด (กรัม)	1,185±399	924±89	1,010±174
สัดส่วนเนื้อสด (%)	76.1±3.1	72.8±2.7	74.1±5.1
เส้นรอบวงกึ่งกลางความสูง (cm)	48.5±4.6	47.1±1.0	47.4±1.0
ความหนาเปลือก (cm)	0.87±0.08	0.86±0.10	0.88±0.15
ปริมาตรน้ำคั้น (mL)	628±226	460±51	520±75
สัดส่วนน้ำคั้น (mL/kg)	401±26	371±12	382±14
คุณสมบัติ น้ำคั้น			
pH	4.31±0.05	4.26±0.09	4.13±0.09
Electrical conductivity (mS/cm)	3.41±0.07	3.73±0.30	3.28±0.39
Total soluble solid (°Brix)	14.1±0.8	13.7±0.3	13.9±0.7
Titrateable acidity (g/L)	4.0±0.2	4.7±0.9	4.6±0.7
TSS/TA	35.1±2.9	29.6±5.0	31.0±5.9

5. สรุป

พื้นที่ปลูกส้มโอในเขตอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่น้ำกร่อย เกษตรกรปลูกโดยวิธีขุดคูยกทรง เช่นเดียวกับเกษตรกรในภาคกลาง ดินในพื้นที่นี้มี ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก และแมงกานีส มาก ในขณะที่มีทองแดง และสังกะสีน้อย แต่สมดุลระหว่าง โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ไม่เหมาะสม ทำให้ส้มโอเกิดปัญหาการดูดใช้ธาตุอาหารเหล่านี้

ผู้วิจัยได้เลือกแปลงปลูกส้มโอในหมู่บ้านแสงวิมาน 8 แปลง และแปลงของคุณนาคำสุข อีก 2 แปลง เป็นแปลงทดลอง แปลงทดลองในหมู่บ้านแสงวิมานเป็นแปลงขนาดเล็กและส้มโอเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ ปัญหาธาตุอาหารที่พบ คือ ไนโตรเจน โพแทสเซียม และสังกะสี ส่วนแปลงของคุณนาคำสุขมีความสม่ำเสมอมากกว่า ปัญหาของธาตุอาหารที่พบคือ ไนโตรเจน แคลเซียม และสังกะสี ปัญหาธาตุอาหารที่พบได้จากการวิเคราะห์ดินและใบ โดยส้มโอไม่แสดงอาการบ่งชี้ที่ชัดเจน ผู้วิจัยเลือกทำการทดลองเหมือนกันทั้งสองพื้นที่

การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อัตราโดยน้ำหนักเท่ากับปุ๋ยแคลเซียมไนเตรด (15-0-0) ทำให้ส้มโอได้รับไนโตรเจนใกล้เคียงหรือสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรด แสดงให้เห็นว่า การสูญเสียไนโตรเจน

จากปุ๋ยในรูปแอมโมเนียมอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แต่การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตส่งผลให้ส้มโอดูดใช้โพแทสเซียมและแคลเซียมได้น้อยลง ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุให้สีเนื้อของส้มโอซีดจาง

การใช้ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรตส่งผลให้ผลส้มโอมีสัดส่วนเนื้อผล สัดส่วนน้ำคั้น และของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต นอกจากนี้ยังทำให้ความเข้มข้นของกรดที่ไทเทรตได้ต่ำลง ส่งผลให้ดัชนีรสชาติสูงกว่า

บทที่ 4 การปรับแก้ความเข้มข้นและสมดุล ของธาตุอาหารของแปลงปลูกส้มโอในพื้นที่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

1. คำนำ

พื้นที่ปลูกส้มโอในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นพื้นที่ราบเชิงเขา คล้ายกับพื้นที่อำเภอชนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช เกษตรกรนิยมปลูกส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ ซึ่งเป็นพันธุ์ท้องถิ่น ส้มโอพันธุ์นี้มีผลโต ทรงผลเป็นรูปไข่ กลีบขนาดใหญ่ ถู่น้ำหวานขนาดใหญ่ เนื้อสีแดงอมชมพู ทำให้มีลักษณะน่ารับประทานเมื่อ ปอกเปลือกวางจำหน่าย แต่มีลักษณะใบห่อและให้ผลผลิตต่ำ ในปัจจุบันเกษตรกรเปลี่ยนไปปลูกยางพารา และพืชชนิดอื่นเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากได้ผลตอบแทนสูงกว่า มีความเสี่ยงจากความไม่แน่นอนของผลผลิต น้อยกว่า และง่ายต่อการดูแลมากกว่า ทำให้เหลือพื้นที่ปลูกส้มโอพันธุ์นี้ไม่มากนัก ซึ่งเสี่ยงต่อการสูญหายไป จากพื้นที่

ผู้วิจัยได้ติดต่อขอใช้แปลงส้มโอของคุณวิจิตร วรรณชิต ซึ่งเป็นอดีตอาจารย์ประจำคณะทรัพยากร ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และเคยทำงานวิจัยส้มโอพันธุ์นี้มาเป็นเวลานาน ส้มโอที่ปลูกเป็นพันธุ์ หอมหาดใหญ่ แปลงมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลาดเอียง ปัจจุบันพื้นที่แปลงส้มโอส่วนใหญ่เปลี่ยนไปปลูกมะขาม โดยเหลือส้มโอไว้เพียงประมาณครึ่งไร่

2. ปัญหาด้านธาตุอาหารของพื้นที่

ปัญหาด้านธาตุอาหารที่สังเกตเห็นได้ง่ายของส้มโอในพื้นที่นี้ คือ ความหนาแน่นทรงพุ่มต่ำ และมีกิ่ง ขนาดเล็กตายติดอยู่บนต้นจำนวนมาก อาการดังกล่าวมักเกิดจากพืชได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอ ส้มโอในพื้นที่ นี้แม้มีอายุมากกว่า 10 ปี แต่ติดผลไม่ถึง 100 ผล ในช่วงฤดูการปกติ อาการดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งลักษณะ ประจำพันธุ์ และขาดธาตุอาหารที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ (ฟอสฟอรัส ทองแดง และโบรอน) ผู้วิจัยไม่สามารถ สรุปได้ชัดเจน เนื่องจากไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบ ลักษณะใบห่อก็เป็นอีกอาการหนึ่งที่อาจเชื่อมโยงกับความ ผิดปกติด้านธาตุอาหาร โดยทั่วไปอาการเช่นนี้มักเกิดจากพืชได้รับทองแดง แคลเซียม หรือโบรอน ต่ำเกินไป แต่ก็อาจเป็นลักษณะประจำพันธุ์ได้ด้วยเช่นเดียวกัน



รูปที่ 4-1 ลักษณะทั่วไปของแปลงส้มโอพันธุ์หอมหาดใหญ่ของคุณวิจิตร วรรณชิต ซึ่งผู้วิจัยขอให้แปลงทดลอง (ซ้าย) และรูปทรงผลส้มโอพันธุ์นี้ซึ่งติดอยู่บนต้นขณะเริ่มทดลอง (ขวา)

3. การวางแผนทดลอง

ผลการวิเคราะห์ดินและใบบ่งชี้ว่า ส้มโอของเกษตรกรรายนี้มีความผิดปกติของธาตุอาหารมากถึง 7 ธาตุ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสี แต่การแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องแก้ทุกธาตุในเวลาเดียวกัน การแก้ไขที่ละธาตุตามลำดับความต้องการของพืชเป็นทางเลือกที่ดีกว่า (Low of the minimum) การทดลองตามหลักการจัดการธาตุอาหารดังกล่าว ไม่สามารถดำเนินการได้ในสภาพแปลง เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาที่ได้รับทุน ซึ่งเป็นเวลาที่สั้นมากเมื่อเทียบกับการตอบสนองต่อธาตุอาหารของไม้ผล นอกจากนี้ ขนาดแปลงและจำนวนต้นพืชที่มีไม่เพียงพอก็เป็นข้อจำกัดด้วยเช่นเดียวกัน ผู้วิจัยจึงเลือกแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มธาตุอาหาร คือ

- กลุ่มที่ 1 (T1) : แก้ไขกลุ่มธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) พร้อมๆ กัน และปรับ pH ให้สูงขึ้น
- กลุ่มที่ 2 (T2) : เน้นการแก้ไขฟอสฟอรัสเป็นลำดับแรก และปรับความเข้มข้นของธาตุอาหารอื่นๆ ให้อยู่ในช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม และมีสัดส่วนที่สมดุล

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน 9 ชนิด เป็นแหล่งของธาตุอาหารต่างๆ ดังนี้

- | | |
|---|-------------------------|
| 1. DAP (18-46-0) | เป็นแหล่งของ ฟอสฟอรัส |
| 2. MOP (0-0-60) | เป็นแหล่งของ โพแทสเซียม |
| 3. Urea (46-0-0) | เป็นแหล่งของ ไนโตรเจน |
| 4. Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) | เป็นแหล่งของ แคลเซียม |
| 5. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | เป็นแหล่งของ สังกะสี |

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 6. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | เป็นแหล่งของ ทองแดง |
| 7. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | เป็นแหล่งของ แมกนีเซียม |
| 8. Dolomite ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) | เป็นแหล่งของ แคลเซียม และแมกนีเซียม |
| 9. ปุ๋ยผสมสูตร 15-15-15 | เป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก |

คำนวณอัตราของธาตุอาหารดังที่กล่าวแล้วในบทที่ 2 และวางแผนการทดลองดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ตำรับการทดลอง (treatment) และอัตราการใช้ปุ๋ยและสารปรับปรุงดินในแต่ละปี สำหรับแปลงสัมมนาของศูนย์วิจัย วรณชิต

ตำรับการทดลอง	ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน	อัตราการใช้ (กิโลกรัม/ตัน)	วิธีใช้
T1	Dolomite ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)	25	ใส่ครั้งเดียวเมื่อเริ่มทดลอง
	15-15-15	6	แบ่งใส่ปีละ 3 ครั้ง
T2	Dolomite ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)	25	ใส่ครั้งเดียวเมื่อเริ่มทดลอง
	DAP (18-46-0)	2	ใส่ปีละครั้งหลังเก็บเกี่ยว
	MOP (0-0-60)	2	แบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง
	Urea (46-0-0)	2	แบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.250	ใส่ครั้งเดียวเมื่อเริ่มทดลอง
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.250	ใส่ครั้งเดียวในปีที่ 2
	Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	?	ใส่ปีที่ 2 หลังทราบผลการวิเคราะห์
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	?	ดินและใบ
T3	ไม่ใช้ปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินใดๆ (control)		

4. ผลการวิเคราะห์ดินและใบ

ผู้วิจัยได้แบ่งแปลงปลูกออกเป็น 3 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยประกอบด้วยส้มโอ 3 ต้น เก็บตัวอย่างดินสองชั้นความลึกเช่นเดียวกับพื้นที่อื่นๆ นำตัวอย่างที่เก็บจากชั้นความลึกเดียวกันของแต่ละแปลงย่อยมารวมกัน แล้วสุ่มตัวอย่างซ้ำ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม (composite sample) เก็บตัวอย่างใบแบบตัวอย่างรวมเช่นเดียวกับตัวอย่างดิน ผลการวิเคราะห์ดินโดยสังเขปมีดังนี้

- ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) : ผลการวิเคราะห์พบว่า ดินมีค่า pH ต่ำกว่าช่วงเหมาะสมสำหรับการปลูกส้มโอ (บทที่ 1) โดยดินบนมี pH ต่ำกว่าดินล่าง (ตารางที่ 4-1) ดังนั้น หากปรับ pH ให้สูงขึ้น น่าจะทำให้ส้มโอเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

- การนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัว (ECe) : ดินทุกตัวอย่างมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำมาก ความเค็มของดินจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ (ตารางที่ 4-1)
- ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) : ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำมาก โดยเฉพาะดินล่าง (ตารางที่ 4-1) การปลูกส้มโอในพื้นที่ลักษณะเดียวกันนี้ เกษตรกรจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูง การให้ผลผลิตต่ำของส้มโอพันธุ์นี้อาจไม่ใช่ลักษณะประจำพันธุ์ แต่เกิดจากพื้นที่ปลูกมีฟอสฟอรัสต่ำเกินไป
- กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (available S) : ความเข้มข้นของกำมะถันในดินสูงกว่าค่าวิกฤติ ดังนั้นกำมะถันในดินจึงน่าจะเพียงพอต่อความต้องการของส้มโอ
- โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) : ความเข้มข้นของโปแทสเซียมต่ำกว่าช่วงเหมาะสม โดยเฉพาะดินล่าง ซึ่งต่ำกว่าดินบนมาก (ตารางที่ 4-1) โปแทสเซียมในดินบนส่วนหนึ่งน่าจะมาจากการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบกับความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียม พบว่าสัดส่วนของโปแทสเซียมยังคงสูงกว่าสัดส่วนที่เหมาะสม การดูแลใช้ของส้มโอจึงไม่น่าจะเป็นอุปสรรค
- แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) : ความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม และแปลงย่อย T2 ต่ำกว่าแปลงย่อย T1 ประมาณครึ่งหนึ่ง (ตารางที่ 4-1) ส้มโอแปลงนี้น่าจะมีปัญหาขาดแคลเซียม
- แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) : ความเข้มข้นของแมกนีเซียมต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม โดยแปลงย่อย T2 ต่ำกว่าแปลงย่อย T1 มาก (ตารางที่ 4-1) ส้มโอแปลงนี้น่าจะมีปัญหาขาดแมกนีเซียมด้วยเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ดินแต่ละแปลงย่อย ของแปลงส้มโอคุณวิจิตร วรรณชิต เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง เมื่อวันที่ 23 เมษายน พ.ศ. 2554

Parameters	Units	T1		T2		T3	
		0 - 15	15 - 45	0 - 15	15 - 45	0 - 15	15 - 45
pH (1:2.5)		5.4	5.5	5.4	5.5	5.4	5.5
ECe	mS/cm	0.06	0.05	0.06	0.04	0.06	0.04
Avail. P	mg/kg	4.9	<0.2	0.2	<0.2	0.7	<0.2
Avail. S	mg/kg	14	15	11	14	12	14
Exch. K	mg/kg	69.7	40.6	30.7	15.2	43.8	23.4
Exch. Ca	mg/kg	330	323	150	116	284	223
Exch. Mg	mg/kg	50	54	22	15	38	27
DTPA ext. Fe	mg/kg	52.6	34.4	54.2	31.1	52.8	33.2
DTPA ext. Mn	mg/kg	10.0	20.3	9.3	7.3	10.7	12.5
DTPA ext. Zn	mg/kg	0.84	0.67	0.24	0.52	0.73	0.54
DTPA ext. Cu	mg/kg	1.01	0.91	0.37	0.82	0.54	0.76

- เหล็กที่สกัดได้ (extractable Fe) : ความเข้มข้นของเหล็กสูงกว่าช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม (ตารางที่ 4-1) จึงคาดว่าไม่น่าจะมีปัญหาใดๆ ต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ
- แมงกานีสที่สกัดได้ (extractable Mn) : ความเข้มข้นของแมงกานีสในดินแปลงย่อย T1 โดยเฉลี่ยสูงกว่าช่วงเหมาะสม ในขณะที่แปลงย่อย T2 ต่ำกว่าช่วงดังกล่าว ความแตกต่างน่าจะเกิดจากลักษณะของแปลงที่ลาดเอียง
- สังกะสีที่สกัดได้ (extractable Zn) : ความเข้มข้นของสังกะสีต่ำกว่าช่วงเหมาะสม ดังนั้น ส้มโอแปลงนี้น่าจะมีปัญหาขาดสังกะสี
- ทองแดงที่สกัดได้ (extractable Cu) : ความเข้มข้นของทองแดงในดินแปลงย่อย T1 อยู่ในช่วงเหมาะสม แต่แปลงย่อย T2 ต่ำกว่าช่วงดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์ใบแสดงในตารางที่ 4-2 และสามารถสรุปได้ ดังนี้

- ไนโตรเจนค่อนข้างต่ำ ซึ่งน่าจะเกิดจากเกษตรกรไม่ใส่ปุ๋ยมากนัก เนื่องจากไม่ได้ต้องการปลูกเพื่อการค้า
- ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วงเหมาะสมแต่ค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ดิน ซึ่งน่าจะแสดงให้เห็นว่า พืชควรได้รับฟอสฟอรัสมากขึ้น
- ความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงกว่าช่วงเหมาะสม ทั้งๆ ที่ความเข้มข้นในดินต่ำ ซึ่งน่าจะบ่งชี้ว่า สัดส่วนของโพแทสเซียมสูงเกินไปเมื่อเทียบกับแคลเซียมและแมกนีเซียม
- ความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมอยู่ในช่วงเหมาะสม แม้ความเข้มข้นของธาตุทั้งสองในดินจะต่ำถึงต่ำมากก็ตาม
- ความเข้มข้นของเหล็กสูงกว่าช่วงเหมาะสม ในขณะที่แมงกานีสอยู่ในช่วงเหมาะสมสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ดิน
- ความเข้มข้นของทองแดงสูงกว่าค่าวิกฤติสำหรับส้มโอ และอยู่ในช่วงเหมาะสมสำหรับพืชตระกูลส้ม (บทที่ 1) แม้ความเข้มข้นในดินค่อนข้างต่ำ ส้มโอแปลงนี้จึงไม่น่าจะขาดทองแดง
- ความเข้มข้นของสังกะสีต่ำกว่าค่าวิกฤติสำหรับส้มโอ และต่ำกว่าช่วงเหมาะสมสำหรับพืชตระกูลส้ม (บทที่ 1) ซึ่งบ่งชี้ว่าส้มโอแปลงนี้น่าจะขาดสังกะสี

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ใบส้มโอของแปลงส้มโอของคุณวิจิตร วรรณชิต เก็บตัวอย่างก่อนการทดลอง ระหว่างวันที่ 23 เมษายน พ.ศ. 2554

Sub-plot	Macronutrients (g/kg)						Micronutrients (mg/kg)			
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn
T1	22.9	1.5	24.0	39.8	3.0	2.1	116	17	10.2	16.0
T2	25.1	1.5	25.7	33.4	3.5	2.4	116	14	9.3	12.4
T3	23.8	1.5	24.7	35.6	3.2	2.2	116	16	9.8	14.7

5. สรุป

พื้นที่ปลูกส้มโอในอำเภอบ้านใหญ่ จังหวัดสงขลา ลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเกษตรกรเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นที่ให้ผลตอบแทนดีกว่า ส้มโอที่นิยมปลูกคือพันธุ์หอมขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นพันธุ์ท้องถิ่น ผู้วิจัยได้เลือกแปลงส้มโอของคุณวิจิตร วรรณชิต เป็นแปลงทดลอง เนื่องจากเกษตรกรเคยเป็นอาจารย์ในมหาวิทยาลัยมาก่อน จึงสามารถช่วยดูแลแปลงวิจัยได้เป็นอย่างดี ผลการวิเคราะห์ดินและใบบ่งชี้ว่า ส้มโอมีปัญหาด้านธาตุอาหารมากถึง 7 ธาตุ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสี เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องเวลาและขนาดของแปลงทดลอง ผู้วิจัยจึงได้เลือกวิจัยแบบกลุ่มธาตุอาหาร โดยกลุ่มที่ 1 ปรับค่า pH ร่วมกับการใช้ปุ๋ยธาตุอาหารหลัก และกลุ่มที่ 2 ปรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม จากนั้นเพิ่มความเข้มข้นและปรับสมดุลของธาตุอื่นๆ ที่มีปัญหา

ภาคผนวก 1 วิธีวิเคราะห์ดิน

วิธีวิเคราะห์ดินมีรายละเอียดที่แตกต่างกันมากในแต่ละรายการของการวิเคราะห์ สมาคมวิชาการที่เกี่ยวข้องกับดินและธาตุอาหารพืชของหลายประเทศเป็นผู้กำหนดวิธีมาตรฐานขึ้น ประเทศไทยไม่ได้กำหนดวิธีวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐานของตนเอง ห้องปฏิบัติการต่างๆ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีวิเคราะห์ของต่างประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้วิธีที่แนะนำโดย American Society of Agronomy และ Soil Science Society of America สำหรับวิธีวิเคราะห์ซึ่งสัมพันธ์กับการแปลผลซึ่งจะแนะนำในบทต่อไป มีวิธีโดยสังเขปมีดังนี้

- 5.1 **ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) :** ผสมดินกับน้ำด้วยอัตราส่วน 1:2.5 (ดิน : น้ำ) ปล่อยให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง แล้ววัดค่า pH ด้วย pH meter ที่ผ่านการสอบเทียบด้วยสารละลายบัฟเฟอร์อย่างน้อย 2 ค่า ก่อนการวัด
- 5.2 **ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity : EC) :** ผสมดินกับน้ำด้วยอัตราส่วนอัตราส่วน 1:5 (ดิน : น้ำ) ปล่อยให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง แล้ววัดค่าการนำไฟฟ้าด้วย EC meter ที่ผ่านการสอบเทียบด้วยสารละลาย KCl ก่อนการวัด ค่า EC เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิประมาณ $2\%/^{\circ}\text{C}$ จึงควรแปลงจากค่าที่วัดได้เป็นค่าที่อุณหภูมิ 25°C เครื่องวัดบางเครื่องอาจมีหัววัดอุณหภูมิของสารละลายติดตั้งอยู่ และคำนวณแปลงค่าให้แล้วโดยอัตโนมัติ พืชตอบสนองต่อค่า EC ตามเนื้อดิน จึงนิยมใช้ค่า EC ที่จุดอิ่มตัว (EC_e) เป็นตัวบ่งชี้ความเค็มของดิน ผู้เขียนแนะนำให้แปลงค่า EC ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นค่า EC_e โดยคูณด้วย 6.0
- 5.3 **อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุ :** วิเคราะห์ด้วยวิธีออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนในดินให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยสารละลาย $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ในกรดกำมะถันเข้มข้น ปล่อยให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์ไดโครเมตที่เหลือนด้วยวิธีไทเทรตกับสารละลาย ammonium iron (II) sulfate (Fe^{2+}) โดยใช้ 1-10 phenanthroline หรือ N-phenylanthranilic acid เป็นสารบ่งชี้จุดยุติ หรือไทเทรตด้วยเครื่องไทเทรตอัตโนมัติ
- 5.4 **ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) :** สำหรับดินกรด สกัดดินตัวอย่างด้วยสารละลาย Bray II ($0.10\text{ M HCl} + 0.03\text{ M NH}_4\text{F}$) อัตราส่วน 1:7 (ดิน : สารละลาย) สำหรับดินด่าง สกัดดินตัวอย่างด้วยสารละลาย Olsan (0.50 M NaHCO_3) อัตราส่วน 1:20 (ดิน : สารละลาย) แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่สกัดได้ด้วยสารละลายชนิดใดชนิดหนึ่งด้วยวิธี molybdenum blue
- 5.5 **กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (Available S) :** สกัดดินตัวอย่างด้วยสารละลาย $0.01\text{ M KH}_2\text{PO}_4$ อัตราส่วน 1:5 (ดิน : สารละลาย) ใช้เวลาสกัด 30 นาที แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่สกัดได้ด้วยวิธีวัดความขุ่น
- 5.6 **โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K, Ca, Mg) :** สกัดดินตัวอย่างด้วยสารละลาย $1.0\text{ M NH}_4\text{OAc}$ pH 7.0 อัตราส่วน 1:10 (ดิน : สารละลาย) ใช้เวลาสกัด

1 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่สกัดได้ด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS) หรือวิธี Flame photometry ในกรณีของโพแทสเซียม

5.7 ธาตุอาหารจุลภาค เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี : สกัดดินตัวอย่างด้วยสารละลาย DTPA ($0.005\text{ M DTPA} + 0.01\text{ M tri-ethanolamine} + 0.05\text{ M CaCl}_2$ ปรับ pH เป็น 7.30 ด้วยกรด HCl) อัตราส่วน 1:2 (ดิน : สารละลาย) ใช้เวลาสกัด 2 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นของสารละลายที่สกัดได้ด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS)

5.8 โบรอนที่เป็นประโยชน์ (Available B) : สกัดดินตัวอย่างด้วยสารละลาย 0.01 M CaCl_2 โดยต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นของสารละลายที่สกัดได้ด้วยวิธี Azomethine-H

การวิเคราะห์ทุกรายการควรวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิง (QC sample) ในคราวเดียวกันเพื่อประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ ห้องปฏิบัติการควรจัดทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ (control chart) ไว้ใช้ตรวจสอบผลการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ทุกครั้งควรอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุม หากไม่มีแผนภูมิควบคุม ค่าที่วิเคราะห์ได้ไม่ควรต่างจากค่ารับรองเกินร้อยละ 10

การวิเคราะห์พืชมีความแตกต่างระหว่างวิธีน้อยกว่าการวิเคราะห์ดิน และสามารถวิเคราะห์พร้อมกันได้หลายธาตุ วิธีวิเคราะห์โดยสังเขปมีดังนี้

6.1 ไนโตรเจน : วิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl หรือวิธี Dumas ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของห้องปฏิบัติการ

6.2 ฟอสฟอรัส : ย่อยสลายตัวอย่างด้วยกรด H_2SO_4 พร้อมกับการวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl หรือย่อยด้วยกรดผสม $\text{HNO}_3 : \text{HClO}_4$ อัตราส่วน 2:1 แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่ได้จากการย่อยด้วยวิธี Vanadomolybdate

6.3 โพแทสเซียม : ย่อยสลายตัวอย่างด้วยกรด H_2SO_4 พร้อมกับการวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl แต่จะต้องใช้ Na_2SO_4 เป็นสารเร่งปฏิกิริยาแทนการใช้ K_2SO_4 หรือย่อยด้วยกรดผสม $\text{HNO}_3 : \text{HClO}_4$ อัตราส่วน 2:1 หรือเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ $450 - 550^\circ\text{C}$ แล้วละลายเข้าด้วยกรด HCl หลังจากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่ได้จากการย่อยด้วยวิธี Flame photometry หรือ Atomic absorption spectrophotometry (AAS)

6.4 แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง : ย่อยสลายตัวอย่างด้วยกรดผสม $\text{HNO}_3 : \text{HClO}_4$ อัตราส่วน 2:1 หรือเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ $450 - 550^\circ\text{C}$ แล้วละลายเข้าด้วยกรด HCl จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่ได้ด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS) หรือ Inductively coupled plasma - atomic emission spectrophotometry (ICP-AES)

6.5 กำมะถัน : ย่อยสลายตัวอย่างด้วยกรดผสม $\text{HNO}_3 : \text{HClO}_4$ อัตราส่วน 2:1 สะเทินกรดในสารละลายที่ได้ด้วยสารละลาย NaOH แต่ยังคงรักษาค่า pH ให้เป็นกรดเล็กน้อย จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่ได้ด้วยวิธีวัดความขุ่น (turbidimetry)

6.6 โบรอน : ผสมตัวอย่างกับ CaCO_3 หรือ Ca(OH)_2 แล้วเผาที่อุณหภูมิ $450 - 550^\circ\text{C}$ ละลายตัวอย่างด้วยกรด H_2SO_4 จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่ได้ด้วยวิธี Azomethine-H

การวิเคราะห์ทุกรายการควรวิเคราะห์ตัวอย่างดินอ้างอิง (QC sample) ในคราวเดียวกันเพื่อประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ธาตุอาหารที่สามารถย่อยสลายตัวอย่างด้วยวิธีการเดียวกันได้ ควรจัดกลุ่มและย่อยพร้อมกัน เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการวิเคราะห์

การจัดการดินและปุ๋ยเพื่อการผลิตส้มโอ



โดย :

รศ. ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

8 สิงหาคม 2555

ทำไมเกษตรกรต้องเลิกเปลี่ยนเรียนรู้

ปัญหาพื้นฐาน

- 🍊 น้ำท่วม
- 🍊 ฝนแล้ง
- 🍊 แมลงกิน
- 🍊 โรคมา
- 🍊 ราคาตก

ปัญหาพิเศษ

- 🍊 คนหนุ่มน้อยคนแก่มาก
- 🍊 ผู้บริโภคมีอำนาจต่อรองสูง
- 🍊 คุณภาพของดินเสื่อมโทรม
- 🍊 ความต้องการบริโภคอยู่ในเมือง
- 🍊 ราคาพลังงานแพง

อาหารของต้นไม้มาจากไหน

น้ำและอากาศ (96 %)



คาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน

ดิน (4 %)



ธาตุอาหารหลัก



ธาตุอาหารรอง



ธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ)



ต้นไม้มักมีอะไรจากดิน

ธาตุอาหารหลัก

🍌 ไนโตรเจน 🍌 ฟอสฟอรัส 🍌 โพแทสเซียม

ซื้อได้จากร้านขายปุ๋ย : 15-15-15 13-13-21 21-0-0

ธาตุอาหารรอง

🍌 แคลเซียม 🍌 แมกนีเซียม 🍌 กำมะถัน

ได้จากปุ๋ย ดิเกลื้อ ยิปซัม เจือปนอยู่ในปุ๋ยธาตุหลัก



ต้นไม้มักทำอะไรจากดิน

ธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุ)

เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน
โมลิบดีนัม คลอรีน นิเกิล

พืชเจริญเติบโตผิดปกติหากมีน้อยไป เป็นพิษหากมีมากเกินไป

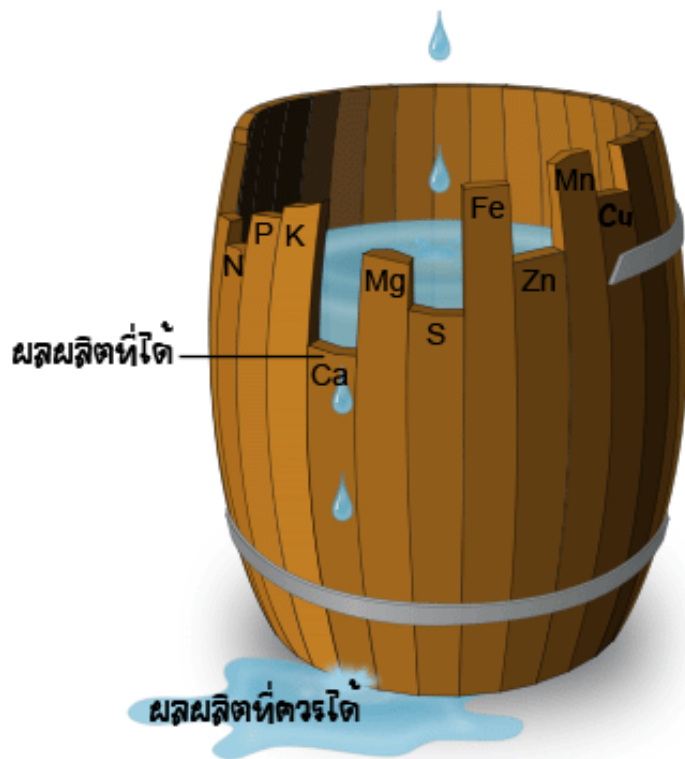
ธาตุเสริมประโยชน์

ซิลิกอน โคบอลต์ ซีลีเนียม แวนนาเดียม

แนวคิดในการจัดการธาตุอาหาร

ทฤษฎีถังไม้โอค (Law of the minimum)

เสนอ โดย Justus von Liebig (1803-1873) ผู้ให้กำเนิดสูตรปุ๋ยที่ใช้มาจนถึงปัจจุบัน

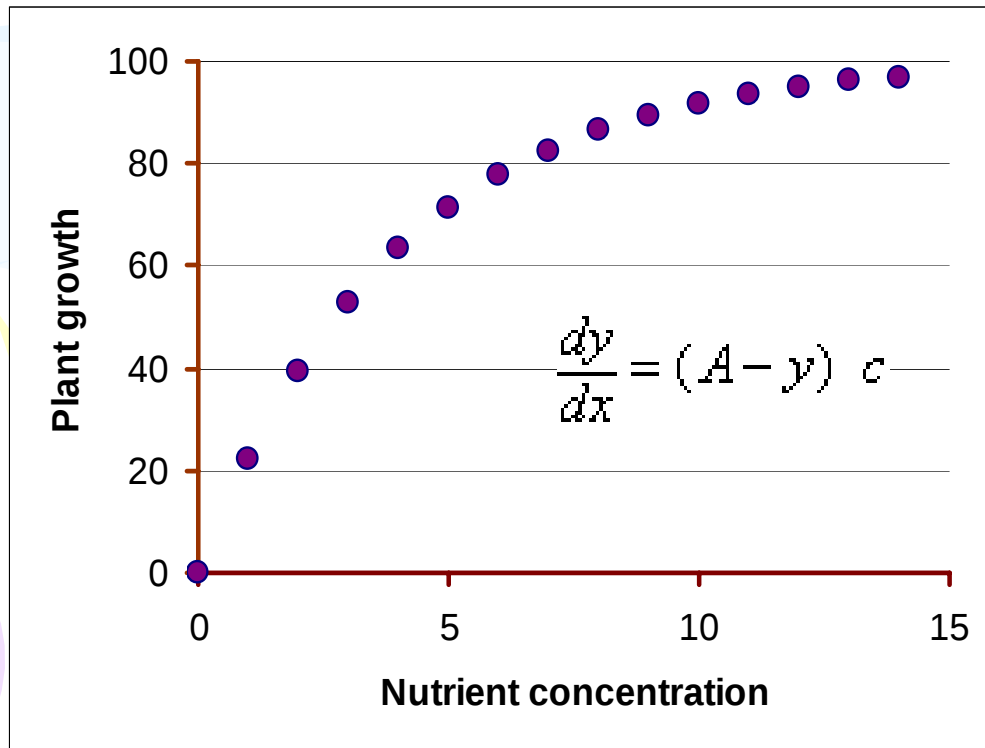


เพิ่มธาตุอาหาร (ปุ๋ย) ชนิดที่พืช
ต้องการมากที่สุดก่อน

แนวคิดในการจัดการธาตุอาหาร

ทฤษฎีการตอบสนองต่อธาตุอาหาร (Law of Diminishing returns)

ทฤษฎีนี้เสนอ โดย E.A. Mitscherlich ในปี ค.ศ. 1909



ยิ่งใช้ปุ๋ยมาก

ยิ่งขาดทุนกำไร

รู้ได้อย่างไรว่า พืชขาดธาตุอาหาร

🍊 สังเกตอาการ (อาศัยความชำนาญสูง)

🍊 ปลุกพืชทดลอง

🍊 วิเคราะห์ดิน

🍊 วิเคราะห์พืช



การสังเกตอาการขาดธาตุอาหารของพืช

พืชขาดไนโตรเจน (ตัวหน้า)

🍅 ทรงพุ่มมีความหนาแน่นน้อย

🍅 ใบร่วงเร็ว กิ่งตายมาก

🍅 ใบเหลืองทั้งต้น



การสังเกตอาการขาดธาตุอาหารของพืช

พืชขาดฟอสฟอรัส (ปุ๋ยตัวกลาง)

🍅 ใบล่างเขียวเข้ม ขอบใบสีส้มหรือม่วง

🍅 แคระแกร็น

🍅 ออกดอกน้อย



การสังเกตอาการขาดธาตุอาหารของพืช₄

พืชขาดโพแทสเซียม (ปุ๋ยตัวหลัง)

🍅 ขอบใบไหม้

🍅 เกิดจุดประบนใบ



ผลการสำรวจ : ความผิดปกติด้านธาตุอาหาร

ขาดสังกะสี



ผลการสำรวจ : ความผิดปกติด้านธาตุอาหาร



ขาดสังกะสี



ผลการสำรวจ : ความผิดปกติด้านธาตุอาหาร



อาการขาดทองแดงในมังคุด



ผลการสำรวจ : ความผิดปกติด้านธาตุอาหาร

อาการขาดโบรอนในปาล์มน้ำมัน



ผลการสำรวจ : ความผิดปกติด้านธาตุอาหาร

อาการขาดสังกะสีในส้มโอ



ผลการสำรวจ : ความผิดปกติด้านธาตุอาหาร



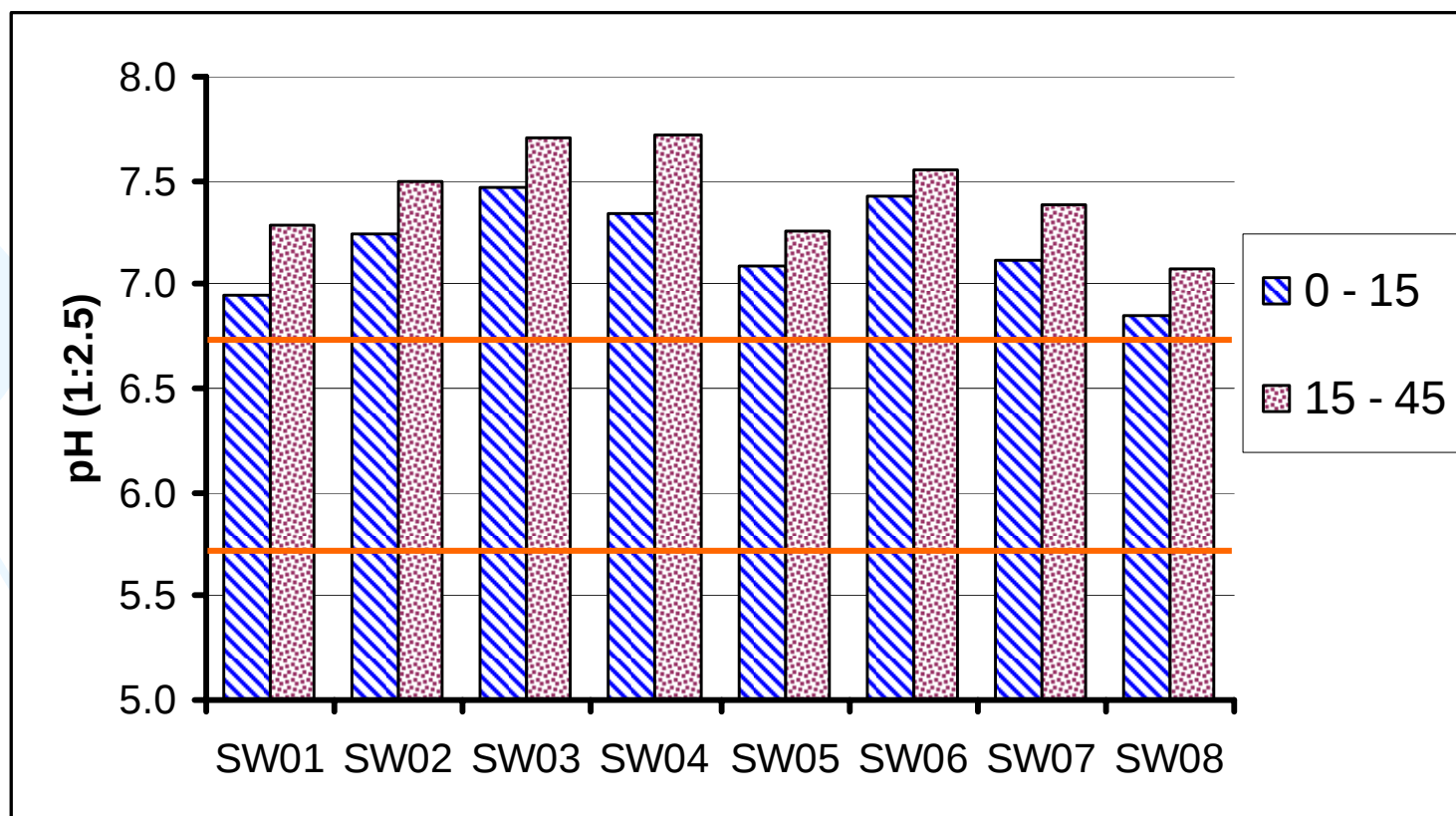
อาการขาดสังกะสีในส้มโอ



การวิเคราะห์ดินและพืช

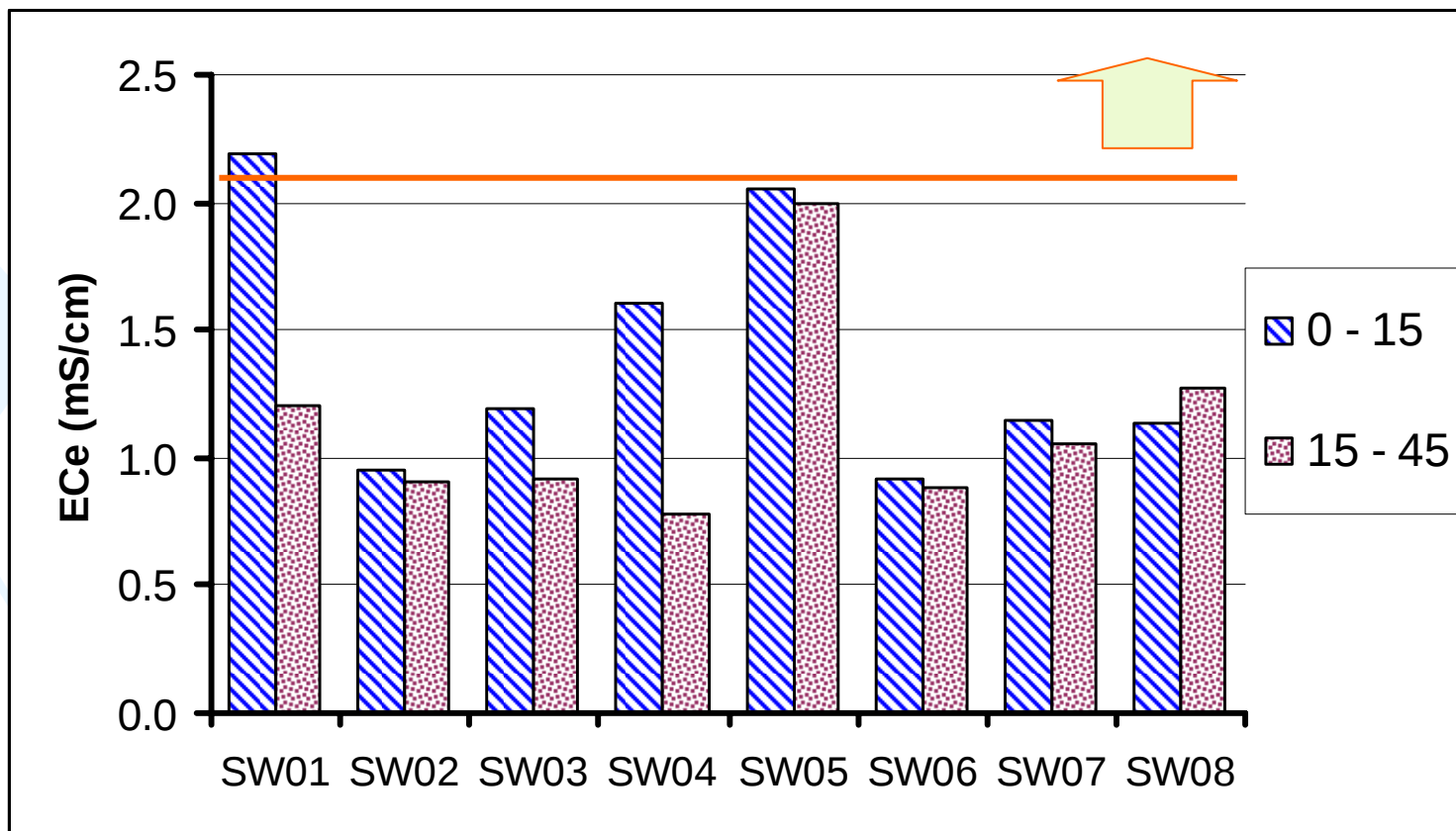


ผลการวิเคราะห์ดิน : ความเป็นกรดเป็นด่าง



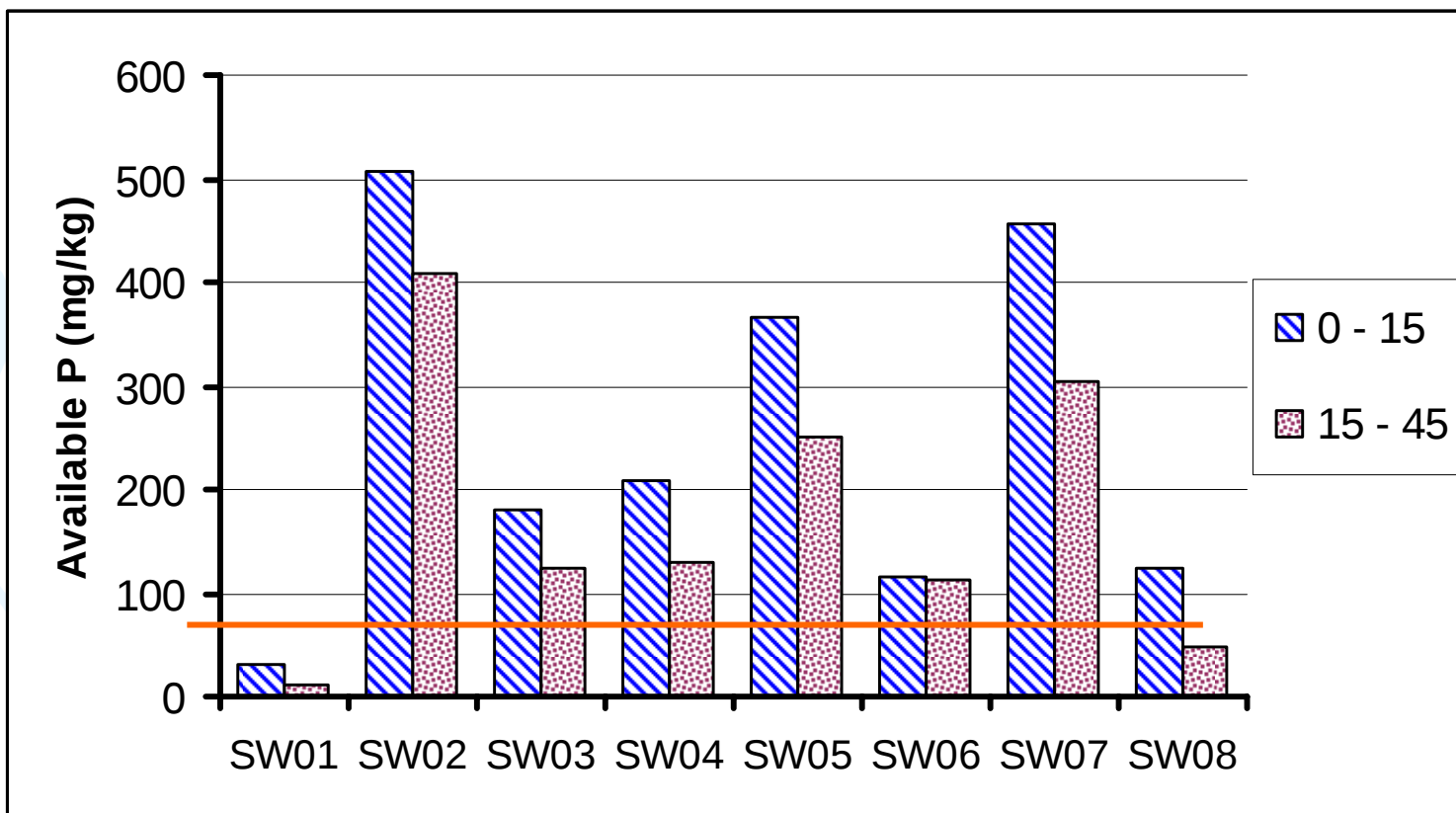
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 5.5 – 6.5

ผลการวิเคราะห์ดิน : ความเค็ม (ค่าการนำไฟฟ้า)



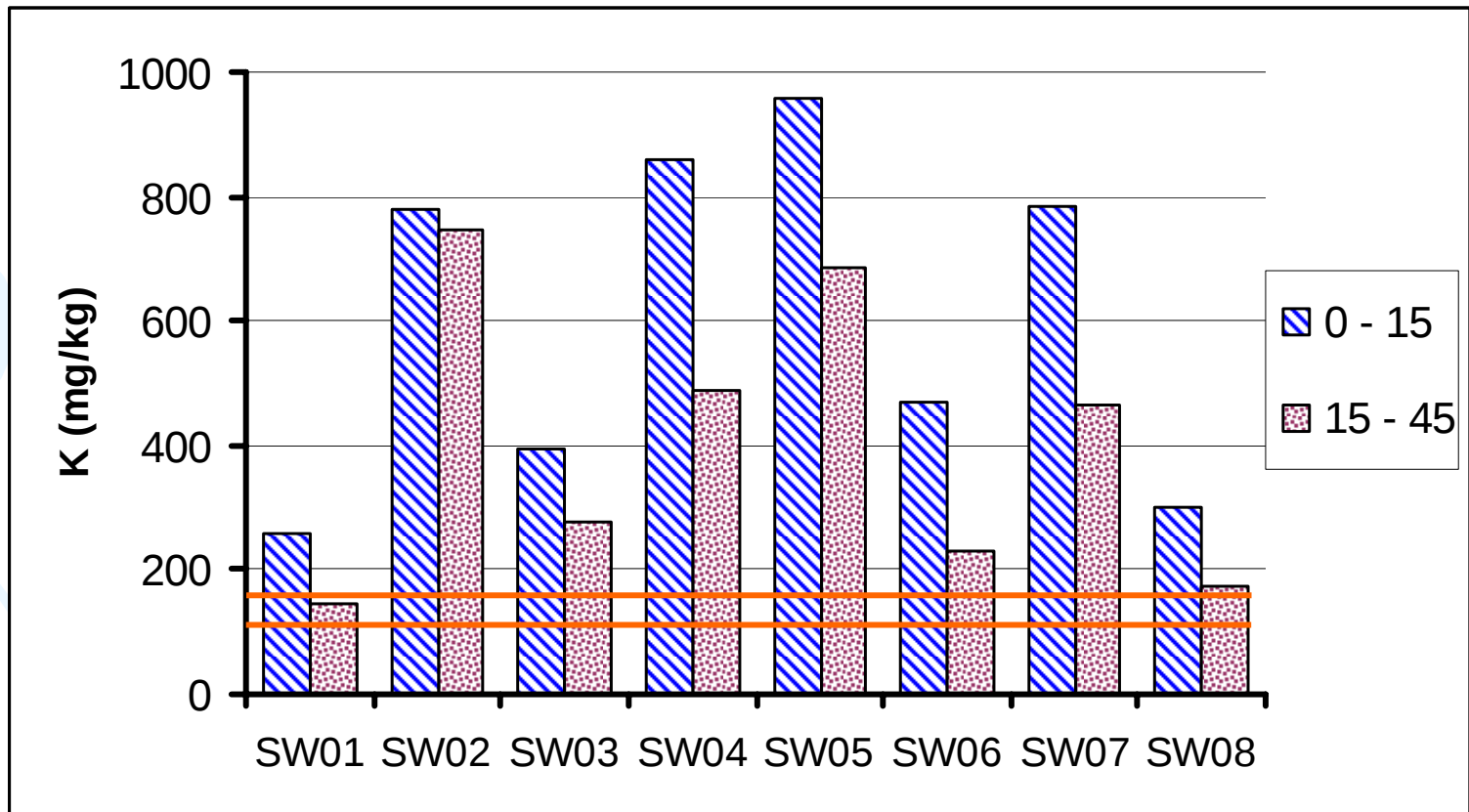
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 2.0 – 3.0 mS/cm

ผลการวิเคราะห์ดิน : ฟอสฟอรัส



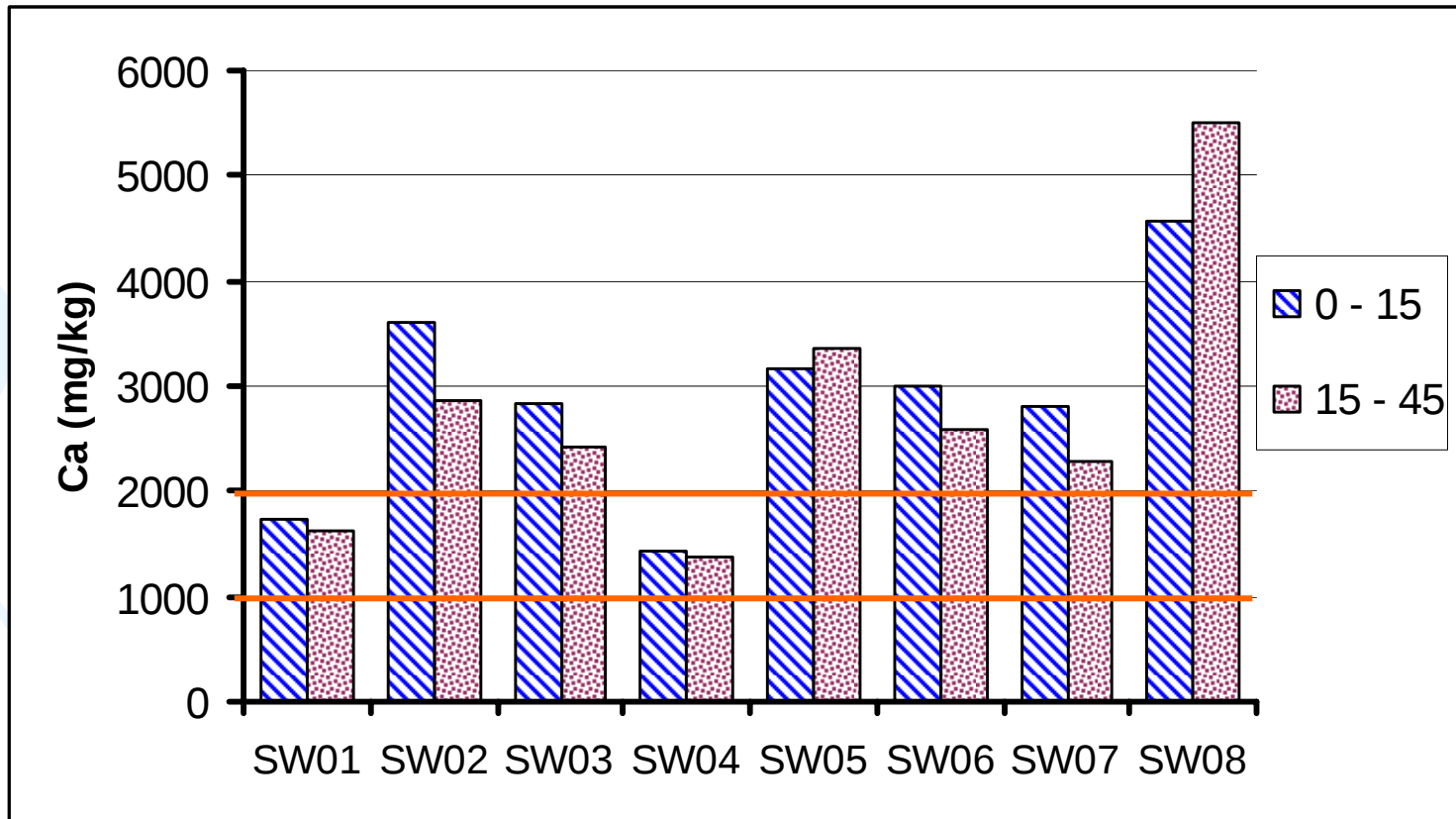
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 15 – 25 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ดิน : โปแทสเซียม



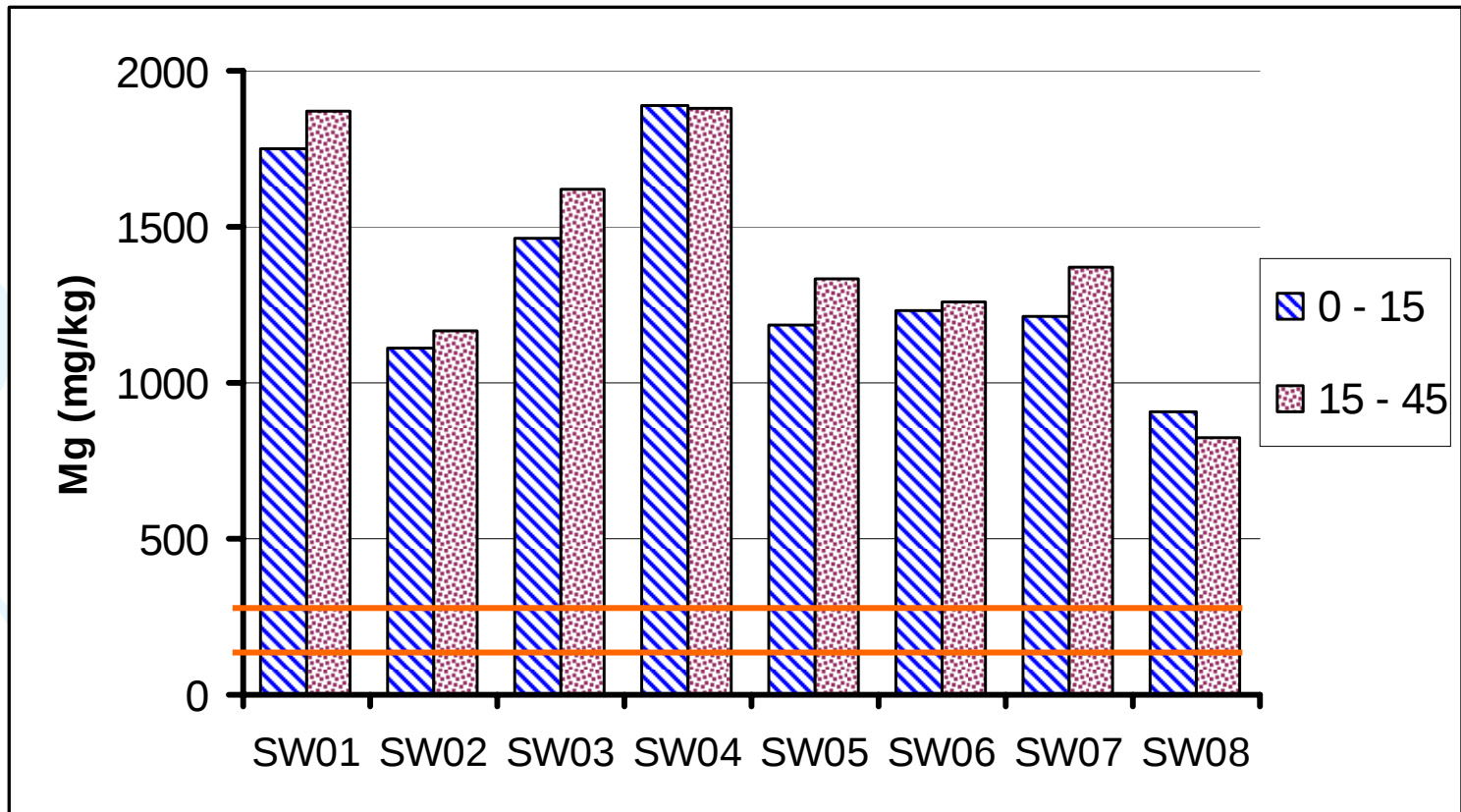
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 100 – 150 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ดิน : แคลเซียม



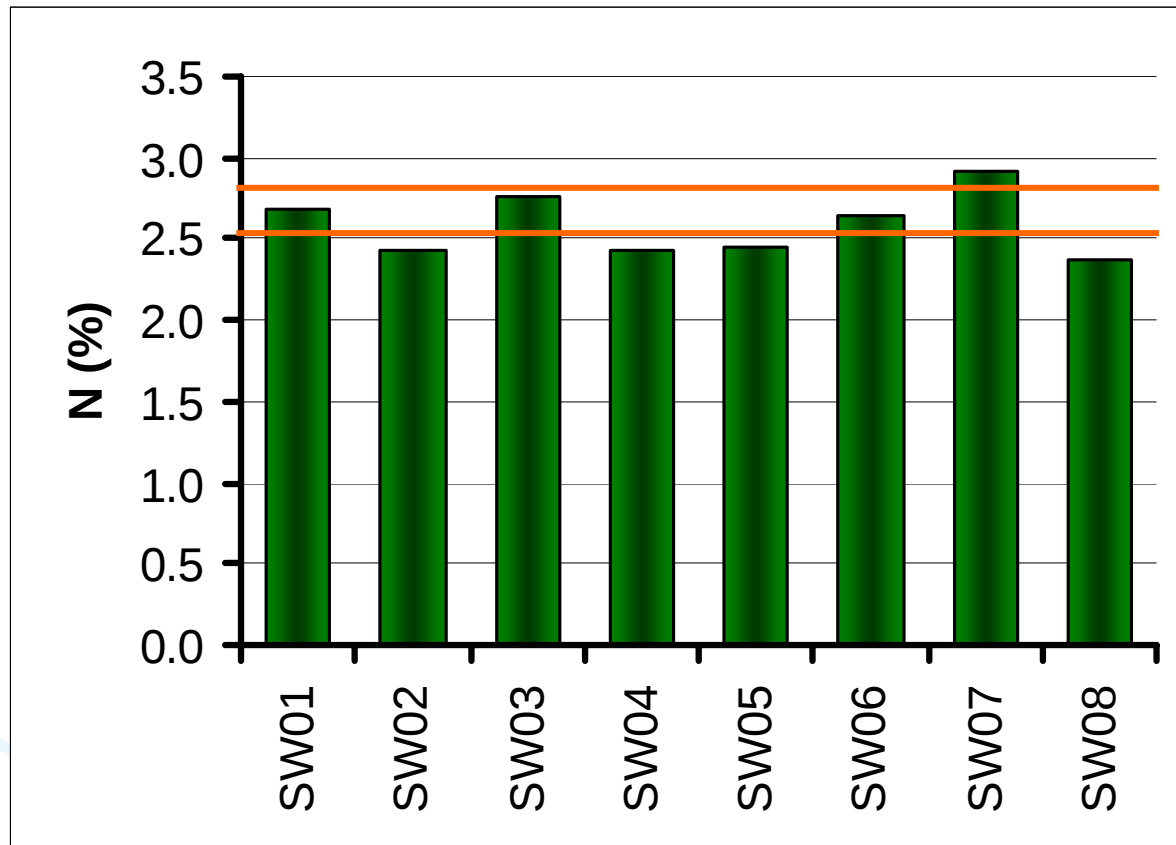
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 1000 – 2000 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ดิน : แมกนีเซียม



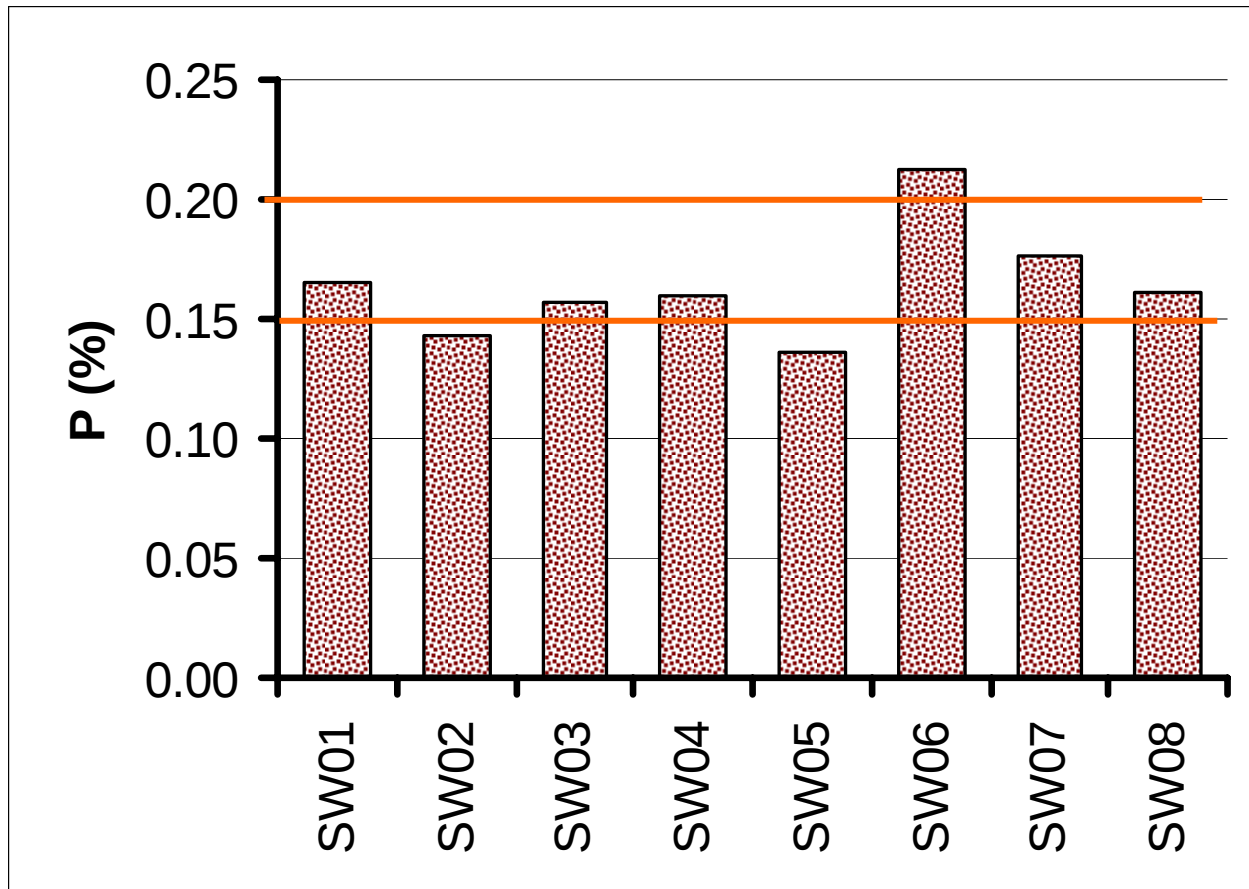
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 120 – 240 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ใบ : ไนโตรเจน



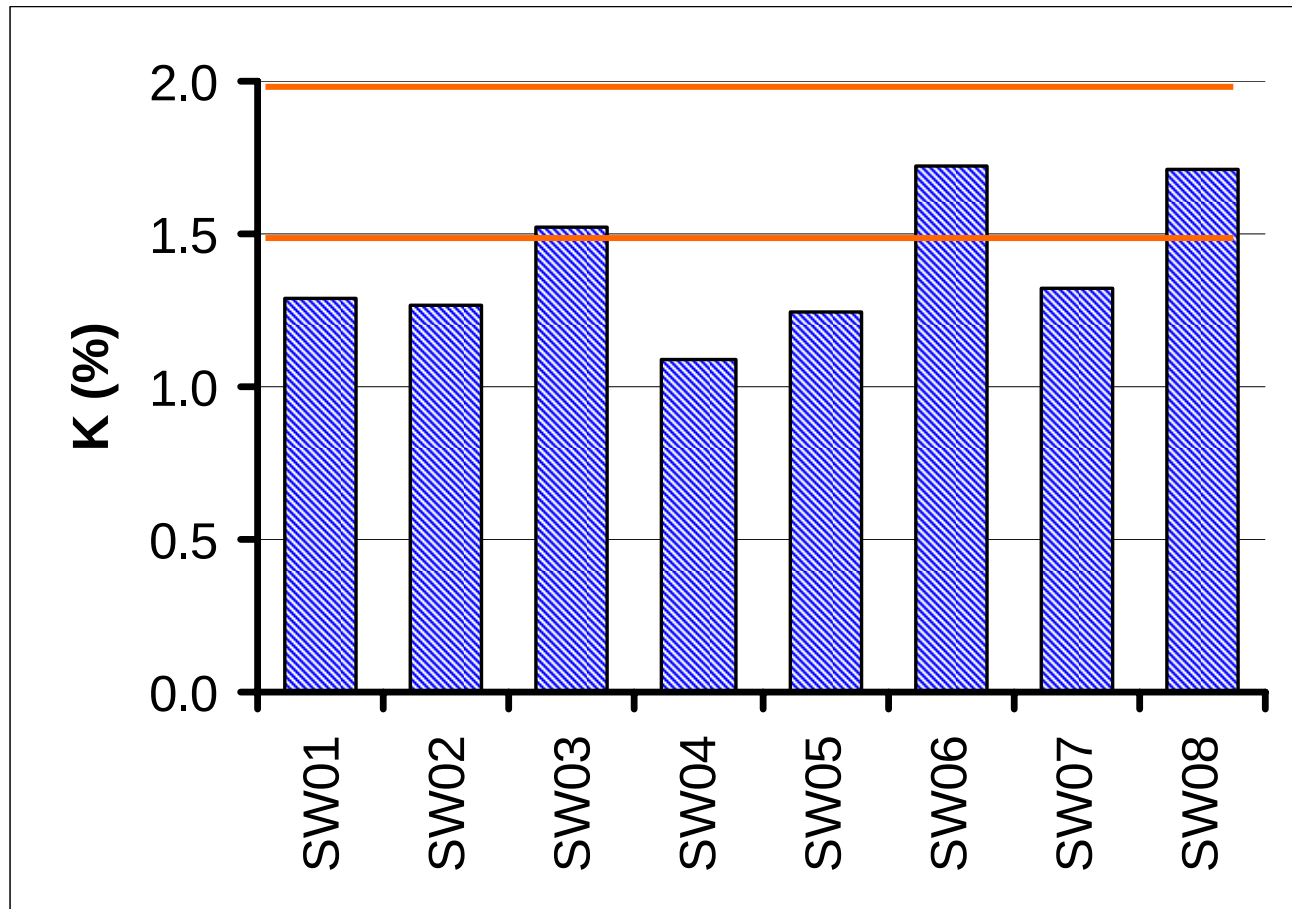
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 2.50 – 2.75 %

ผลการวิเคราะห์ใบ : ฟอสฟอรัส



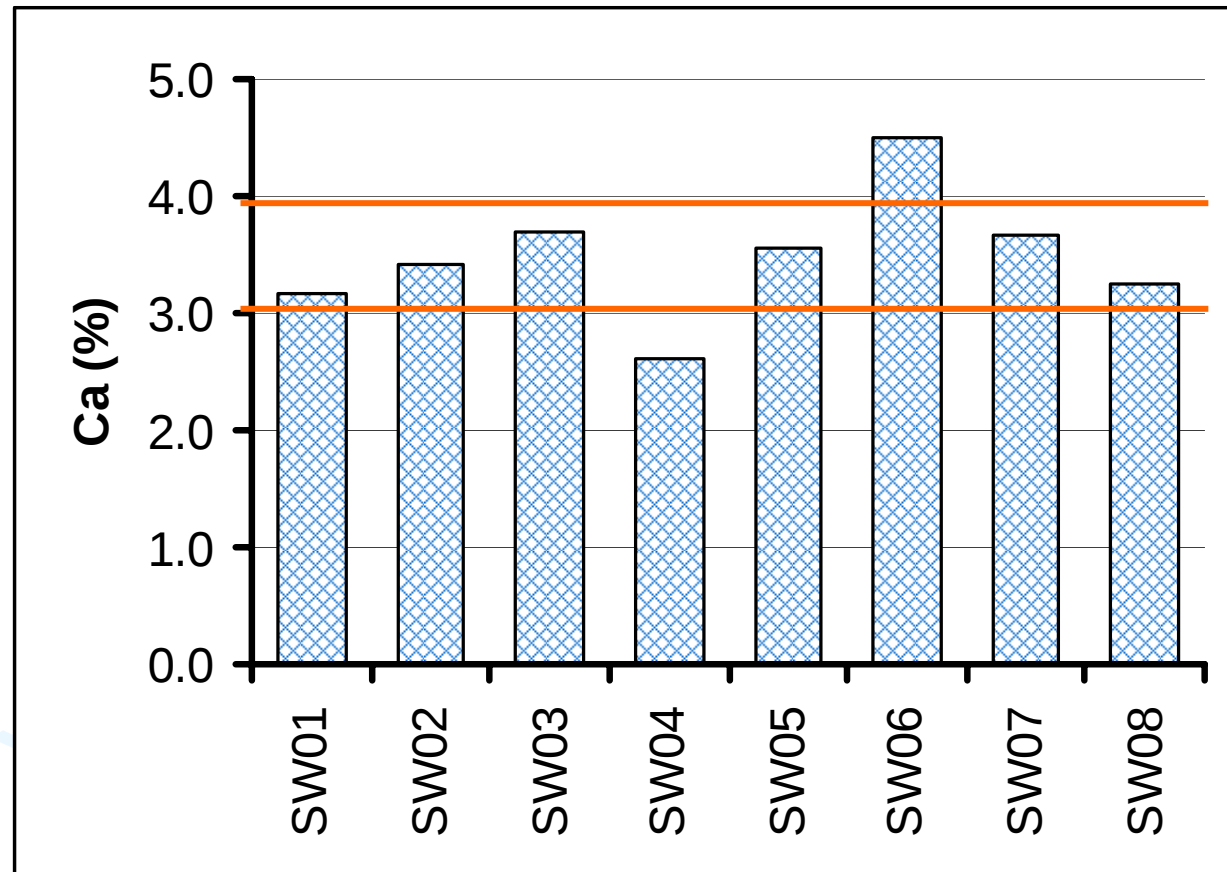
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 0.15 – 0.20 %

ผลการวิเคราะห์ใบ : โพนทะเลชัยม



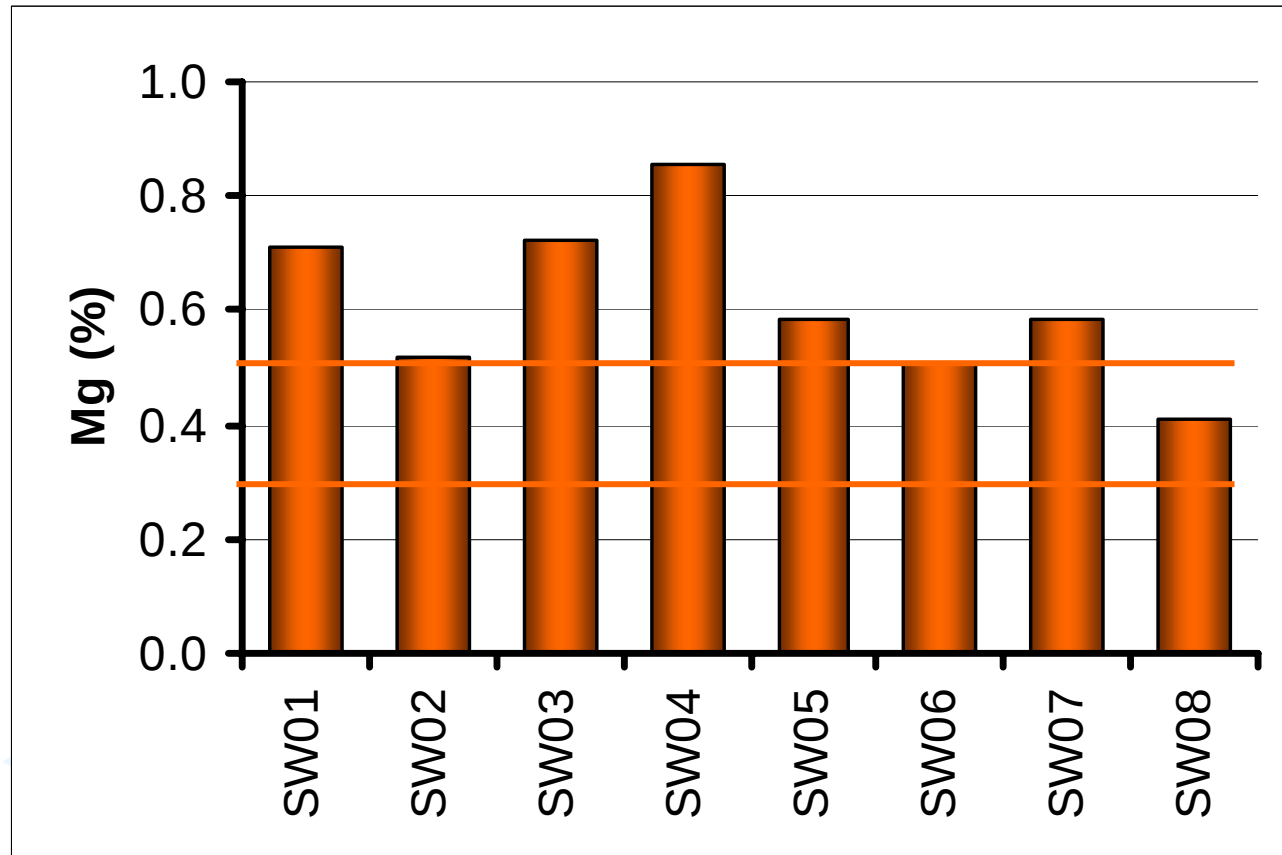
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 1.50 – 2.00 %

ผลการวิเคราะห์ใบ : แคลเซียม



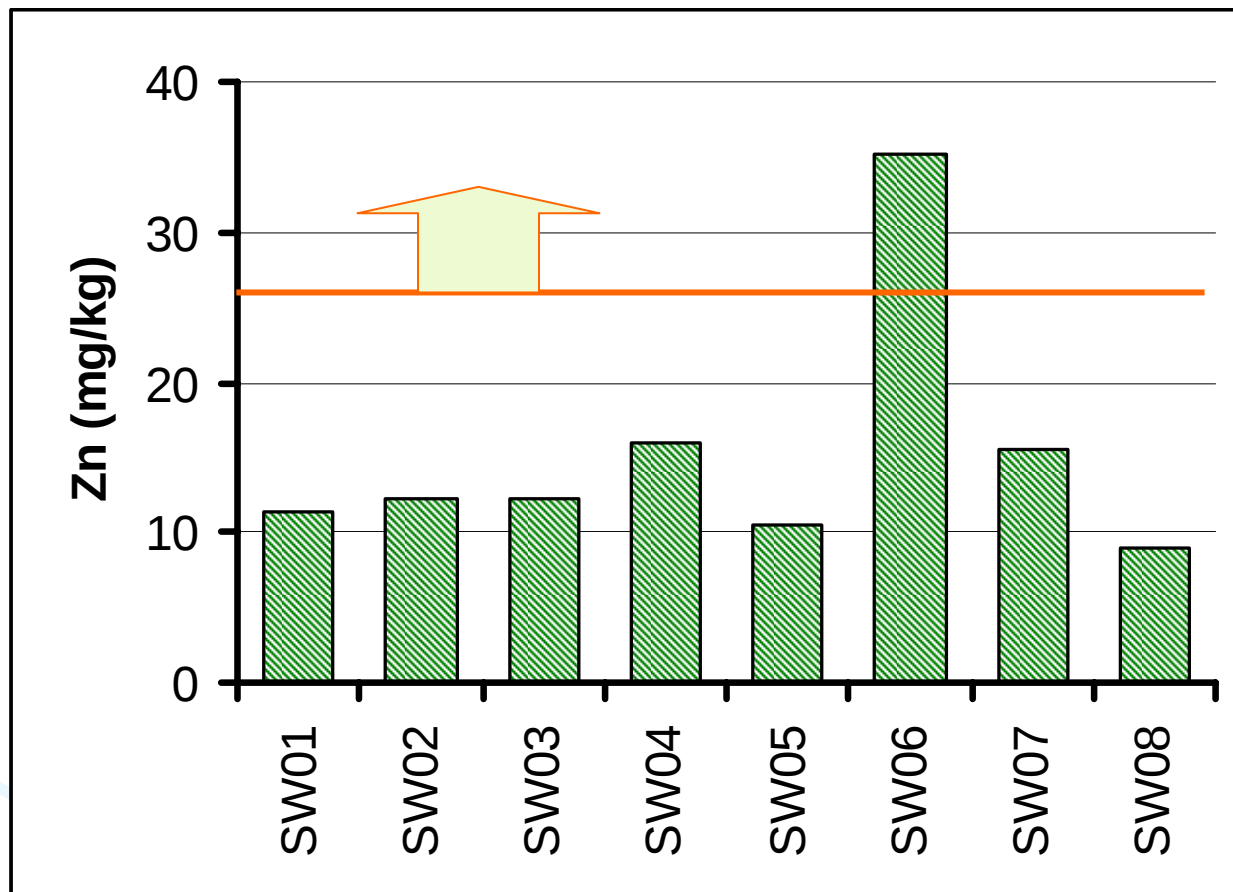
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 3.0 – 4.0 %

ผลการวิเคราะห์ใบ : แมกนีเซียม



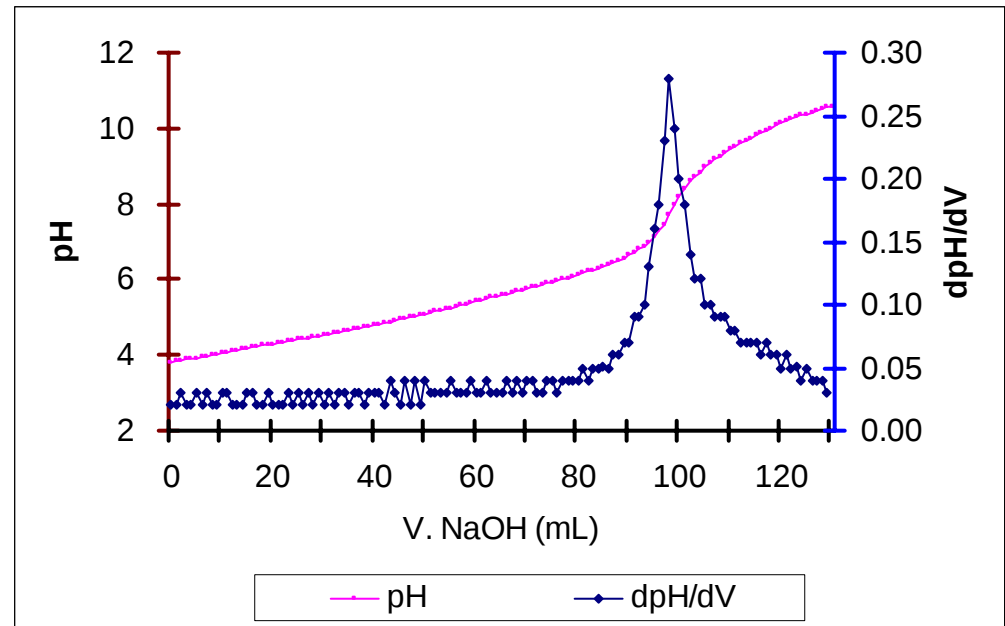
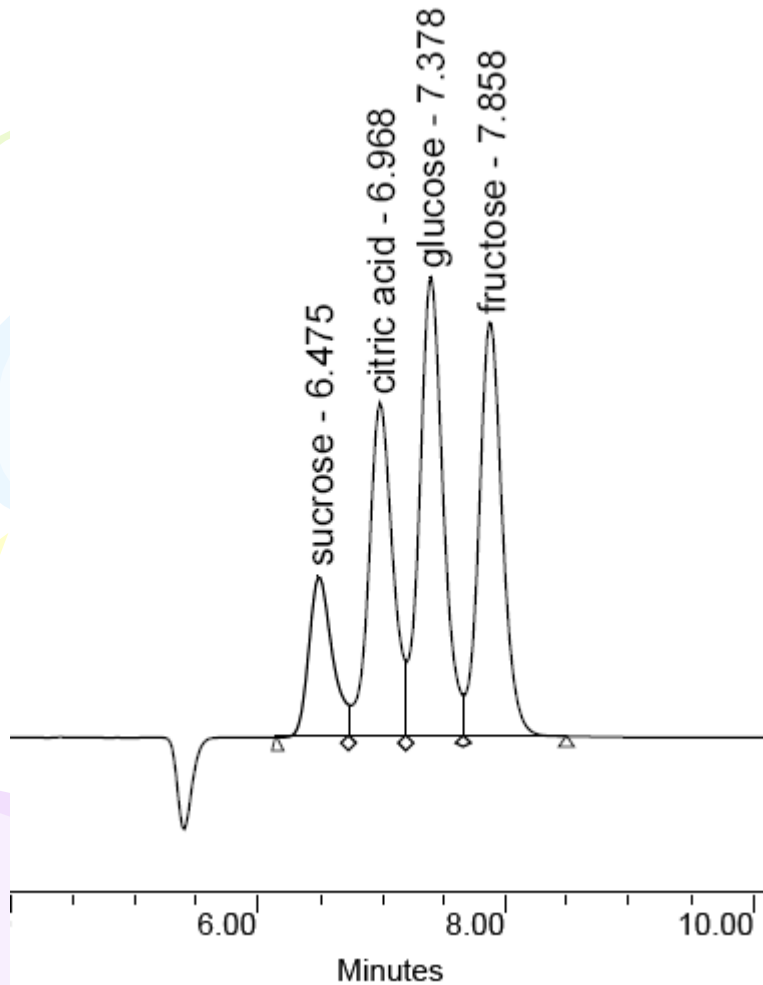
ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 0.30 – 0.50 %

ผลการวิเคราะห์หีป : สังกะสี



ค่าเหมาะสมควรอยู่ในช่วง 25 – 100 mg/kg

ผลการวิเคราะห์ : น้ำส้มโอ



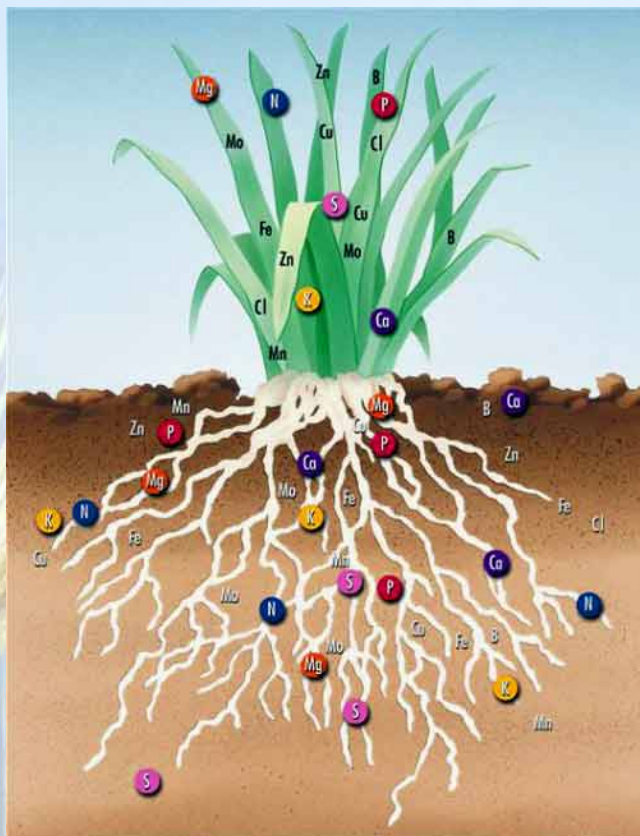
ผลการวิเคราะห์ : น้ำส้มโอ

	ความหวาน (Brix)	กรดซิตริก (g/L)	TSS/TA
SW01	9.8	4.5	21.7
SW04	12.9	2.9	44.4
SW06	9.1	3.8	24.1

ค่าเหมาะสม	ความหวาน	มากกว่า 10
	กรดซิตริก	น้อยกว่า 3.5 g/L
	ดัชนีรสชาติ	มากกว่า 30



ปุ๋ยอินทรีย์



โดย :

รศ.ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์

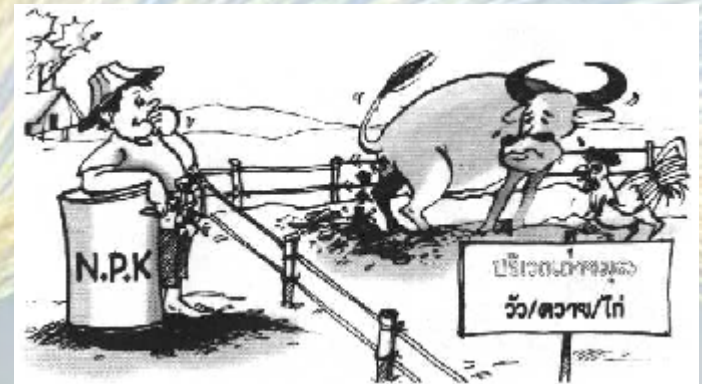
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

<http://agri.wu.ac.th/msomsak/>



ปุ๋ยคอก (farm manure)

ปุ๋ยคอก หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากสิ่ง
ขับถ่ายของสัตว์ เช่น อุจจาระ
ปัสสาวะ รวมทั้งเศษอาหาร ฟาง
หญ้าแห้ง หรือ แกลบ ที่ใช้คลุมพื้น
คอก ปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ย
คอกเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยหลาย
อย่าง เช่น



ธาตุอาหารในมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของสัตว์	N(%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)
ไก่	1.8-2.9	2.9-4.8	0.8-1.4
เป็ด	0.5-1.2	1.0-2.2	0.2-0.8
ม้า	0.5-1.0	0.3-0.7	0.2-0.7
วัว	0.3-0.8	0.3-0.5	0.2-0.5
หมู	0.6-1.0	0.5-0.8	0.2-0.8
ค่างคาว	1.0-6.0	5-10	0.5-1.2

ปุ๋ยหมัก (Compost)



ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากสิ่ง
ปฏิกูล หรือวัสดุเหลือใช้ทาง
การเกษตร นำมากองรวมกันเพื่อ
ปล่อยให้เน่าเปื่อยจนเป็นฮิวมัสแล้ว
จึงนำไปใช้

วิธีทำปุ๋ยหมัก⁴

-  นำเศษพืชหรือสิ่งปฏิกูลมากองเป็นชั้น ๆ อย่างสม่ำเสมอ
หนาชั้นละ 15-30 เซนติเมตร
-  ระหว่างชั้นโรยด้วยปุ๋ยคอกหนาประมาณ 10 เซนติเมตร
ถ้าปุ๋ยคอกมีจำกัดอาจใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์แทน โดยใช้ปุ๋ย
แอมโมเนียมซัลเฟต 2.5 กิโลกรัม ชูเปอร์ฟอสเฟต 1
กิโลกรัม และโพแทสเซียมคลอไรด์ 2.5 กิโลกรัม ต่อพื้นที่
กอง 10 ตารางเมตร

วิธีทำปุ๋ยหมัก

- 🍌 ชั้นบนสุดคลุมด้วยดินหนาประมาณ 2.5-5.0 เซนติเมตร รดน้ำกองปุ๋ยให้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา กลับกองปุ๋ยหมักทุกเดือน ภายในเวลา 3-4 เดือน ก็จะได้ปุ๋ยหมักพร้อมใช้
- 🍌 กรณีที่ต้องการย่นระยะเวลาในการหมักลงให้ใช้จุลินทรีย์ช่วยเร่งปฏิกิริยาการหมัก โดยผสมลงในกองปุ๋ยเป็นชั้น ๆ จุลินทรีย์ช่วยเร่งเหล่านี้ซื้อได้จากกรมพัฒนาที่ดิน หรือเอกชนที่ผลิตจำหน่าย

วิธีทำปุ๋ยหมักแบบบดขี้เดิม



วิธีทำปุ๋ยหมักแบบบดขี้เดิม



วิธีทำปุ๋ยหมักแบบบดขี้เดิม



กลับกองทุก 3-4 สัปดาห์



วิธีทำปุ๋ยหมักแบบพ่นอากาศ

4





วิธีทำปุ๋ยหมักระดับ

อุตสาหกรรม



ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หมายถึงปุ๋ยอินทรีย์ที่เกิดจากการหมักซากพืชซากสัตว์ในน้ำ บางครั้งอาจเรียกปุ๋ยชนิดนี้ว่า ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ซึ่งเป็นการเรียกที่ไม่ถูกต้องตามนิยามศัพท์ทางด้านปุ๋ย

ในปัจจุบันมีกรรมวิธีผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำหลายหลายวิธี ปุ๋ยอินทรีย์น้ำอาจแบ่งตามวัสดุที่ใช้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากพืช
2. ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากสัตว์

ตัวอย่างการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

ส่วนผสม

- | | | |
|--------------------------------------|----|----------|
| 1. เศษปลา | 60 | กิโลกรัม |
| 2. กากน้ำตาล | 45 | กิโลกรัม |
| 3. หัวเชื้อจุลินทรีย์ (พด1 หรือ พด2) | 1 | ถุง |

(หากต้องการให้กระดุกย่อยสลายเร็วขึ้น ทำได้โดยเติมน้ำส้มสายชู หรือกรดฟอรั่มิก ลงไป)

ตัวอย่างการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

วิธีหมัก

1. บดเศษปลาให้ละเอียดใส่ในถังหมักขนาด 200 ลิตร
2. เติมนำตาลลงไป
3. นำหัวเชื้อมาละลายน้ำ (1 ถุง/น้ำ 20 ลิตร) เติมลงไป
4. คลุกเคล้าวัสดุ แล้วพ่นอากาศทิ้งไว้จนเศษปลาย่อยสลายเกือบทั้งหมด (ประมาณ 20 วัน)

นำไปใช้โดยผสมน้ำอัตราส่วน 1:50

การตัดแปลงส่วนผสม

- ✿ ถ้าใช้ผลไม้สุกแทนเศษปลาจะทำให้มีฮอร์โมนพืชในปุ๋ยมากขึ้น
- ✿ ถ้าต้องการใช้เป็นสารป้องกันแมลง สามารถทำได้โดยผสมพืชที่มีสารออกฤทธิ์ไล่แมลงลงไป เช่น

จิงแก่

สะเดา

ตะไคร้หอม

เปลือกยาคูลิปัตส์

ใบยาสูบ

บอระเพ็ด

ปุ๋ยพืชสด (green manure)

ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการ
ไถกลบพืชสดลงไปในดิน



พืชที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสด

ถั่วที่ไถกลบแล้วเปลี่ยนเป็นปุ๋ยได้เร็ว
ขึ้นได้ในสภาพพื้นที่ต่าง ๆ กัน เช่น

- 🍅 ปอเทือง
- 🍅 โสนอินเดีย
- 🍅 โสนแอฟริกัน
- 🍅 โสนคางคก ฯลฯ



พืชที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสด

ถั่วที่ปลูกคลุมดิน เพื่อควบคุมวัชพืช ต้ม
และไปร่วงหล่นเป็นปุ๋ยบำรุงดิน เช่น

- ✿ ถั่วลาย
- ถั่วเสี้ยนป่า
- ไมยราบไร้หนาม
- คาโลโปโกเนียม
- ถั่วอัญชัน
- ถั่วพริ้ว ฯลฯ



พืชที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสด

ถั่วที่ให้เมล็ดและฝักเป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์
ไม่นิยมปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดโดยตรง แต่ถ้าจะใช้เป็นปุ๋ย
พืชสดก็จะให้น้ำหนักสดต่อไร่ต่ำ เช่น ถั่วเขียว ถั่ว
พุ่ม ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วแดง ถั่วพุด ถั่วแขก ฯลฯ



พืชที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสด

พืชตระกูลถั่วทรงพุ่มหรือยืนต้น นอกจากจะเป็นปุ๋ยพืชสดแล้วยังสามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นอีกด้วย เช่น กระถิน กระถินยักษ์ คราม ก้ามปู (จามจุรี) โสน ถั่วมะแฮะ จี๋เหล็กผี ฯลฯ





ຈະບໍ່ມີອາ

**CODEX STANDARD FOR GRAPEFRUITS
(CODEX STAN 219-1999)**

1. DEFINITION OF PRODUCE

This Standard applies to commercial varieties of grapefruits grown from *Citrus paradisi* Macfad., of the *Rutaceae* family, to be supplied fresh to the consumer, after preparation and packaging. Grapefruits for industrial processing are excluded.

2. PROVISIONS CONCERNING QUALITY

2.1 MINIMUM REQUIREMENTS

In all classes, subject to the special provisions for each class and the tolerances allowed, the grapefruits must be:

- whole;
- sound, produce affected by rotting or deterioration such as to make it unfit for consumption is excluded;
- clean, practically free of any visible foreign matter;
- practically free of pests affecting the general appearance of the produce;
- practically free of damage caused by pests;
- free of abnormal external moisture, excluding condensation following removal from cold storage;
- free of any foreign smell and/or taste;
- firm;
- free of damage caused by low and/or high temperatures or frost;
- practically free of bruising.

2.1.1 The grapefruits must have reached an appropriate degree of development and ripeness in accordance with criteria proper to the variety and/or commercial type and to the area in which they are grown.

The development and condition of the grapefruits must be such as to enable them:

- to withstand transport and handling; and
- to arrive in satisfactory condition at the place of destination.

2.1.2 Maturity Requirements

The minimum juice content is calculated in relation to the total weight of the fruit.

Minimum Juice Content: 35%.

2.1.3 Colouring¹

Colouring must be typical of the variety. However, fruits of a greenish colour are allowed, provided they comply with the minimum requirements. Red-pulp varieties may have reddish patches on the rind. Grapefruits meeting the minimum requirements as regards ripeness may be “degreened”, on condition that this treatment does not modify other organoleptic characteristics.

¹ Colour refers to the characteristic colour and not to discoloration caused by rust mite, melanose and other blemishes.

2.2 CLASSIFICATION

Grapefruits are classified in three classes defined below:

2.2.1 “Extra” Class

Grapefruits in this class must be of superior quality. They must be characteristic of the variety and/or commercial type. They must be free of defects, with the exception of very slight superficial defects, provided these do not affect the general appearance of the produce, the quality, the keeping quality and presentation in the package.

2.2.2 Class I

Grapefruits in this class must be of good quality. They must be characteristic of the variety and/or commercial type. The following slight defects, however, may be allowed, provided these do not affect the general appearance of the produce, the quality, the keeping quality and presentation in the package:

- slight defects in shape;
- slight defects in colouring;
- slight skin defects inherent in the formation of the fruit;
- slight healed skin defects due to mechanical causes, such as impact of hail, rubbing, damage from handling;
- slight skin discolouration due to rust mite, melanoses, and other blemishes not exceeding more than one-fifth of the surface of the fruit.

The defects must not, in any case, affect the pulp of the fruit.

2.2.3 Class II

This class includes grapefruits which do not qualify for inclusion in the higher classes, but satisfy the minimum requirements specified in Section 2.1 above. The following defects, however, may be allowed, provided the grapefruits retain their essential characteristics as regards the quality, the keeping quality and presentation:

- defects in shape;
- defects in colouring;
- defects skin from healed superficial wounds on the skin;
- healed defects due to mechanical causes, such as impact of hail, rubbing, damage from handling;
- slight skin discolouration due to rust mite, melanoses, and other blemishes not exceeding more than two-fifths of the surface of the fruit;
- rough skin.

The defects must not, in any case, affect the pulp of the fruit.

3. PROVISIONS CONCERNING SIZING

Size is determined by the maximum diameter of the equatorial section of the fruit, in accordance with the following table:

Size Code	Diameter (mm)
0	> 139
1	109 - 139
2	100 - 119
3	93 - 110
4	88 - 102
5	84 - 97
6	81 - 93
7	77 - 89
8	73 - 85
9	70 - 80

Grapefruit may be packed by count. In this case, provided the size uniformity required by the standard is retained, the size range in the package may fall outside a single size code, but within two adjacent codes.

Grapefruit of a diameter below 70 mm are excluded.

Uniformity in size is achieved by the above mentioned size scales, except in the case of fruit in bulk bins and fruit in individual non-rigid (nets, bags) packages for direct sale to the consumer, for which the maximum size difference between the smallest and the largest fruit in the same lot or package must not exceed the range obtained by grouping three consecutive sizes in the size scale.

4. PROVISIONS CONCERNING TOLERANCES

Tolerances in respect of quality and size shall be allowed in each package (or in each lot for produce presented in bulk) for produce not satisfying the requirements of the class indicated.

4.1 QUALITY TOLERANCES

4.1.1 “Extra” Class

Five percent by number or weight of grapefruits not satisfying the requirements of the class, but meeting those of Class I or, exceptionally, coming within the tolerances of that class.

4.1.2 Class I

Ten percent by number or weight of grapefruits not satisfying the requirements of the class, but meeting those of Class II or, exceptionally, coming within the tolerances of that class.

4.1.3 Class II

Ten percent by number or weight of grapefruits satisfying neither the requirements of the class nor the minimum requirements, with the exception of produce affected by rotting or any other deterioration rendering it unfit for consumption.

Within this tolerance, a maximum of 5% is allowed of fruit showing slight superficial unhealed damage, dry cuts or soft and shrivelled fruit.

4.2 SIZE TOLERANCES

For all classes, 10% by number or weight of grapefruits corresponding to the size immediately above or below that indicated on the package.

In the case of bulk consignment, the 10% tolerance only applies to fruit with a diameter of not less than 70 mm.

5. PROVISIONS CONCERNING PRESENTATION

5.1 UNIFORMITY

The contents of each package (or lot for produce presented in bulk) must be uniform and contain only grapefruits of the same origin, variety and/or commercial type, quality, size and colour. The visible part of the contents of the package (or lot for produce presented in bulk) must be representative of the entire contents.

5.2 PACKAGING

Grapefruits must be packed in such a way as to protect the produce properly. The materials used inside the package must be new², clean, and of a quality such as to avoid causing any external or internal damage to the produce. The use of materials, particularly of paper or stamps bearing trade specifications is allowed, provided the printing or labelling has been done with non-toxic ink or glue.

Grapefruits shall be packed in each container in compliance with the Recommended International Code of Practice for Packaging and Transport of Fresh Fruits and Vegetables (CAC/RCP 44-1995).

5.2.1 Description of Containers

The containers shall meet the quality, hygiene, ventilation and resistance characteristics to ensure suitable handling, shipping and preserving of the grapefruits. Packages must be free of all foreign matter and smell.

5.3 PRESENTATION

The grapefruits shall be presented under one of the following forms:

- (a) Aligned in regular layers, according to size ranges, in closed or open packaging. This form of presentation is mandatory for the “Extra” Class and optional for Classes I and II.
- (b) Non-aligned in closed or open packaging according to size ranges. In bulk in one means of transport or one transport compartment, with a maximum difference in size between the fruits of the sum of three consecutive sizes in the size ranges. These types of presentation are only allowed for Classes I and II.
- (c) In bulk, by one means of transport or in one transport compartment, without further requirement than that of minimum size. This form of presentation is only allowed for Class II.
- (d) In individual packages for direct consumer sale with a maximum weight of 5 kg.
 - 1) When these containers are made up by number of grapefruits, the size scales are mandatory for all classes;
 - 2) When these containers are made up by weight, the size scales are not compulsory but the maximum difference between the grapefruits must not exceed the sum of three consecutive sizes in the size scales.

6. MARKING OR LABELLING

6.1 CONSUMER PACKAGES

In addition to the requirements of the Codex General Standard for the Labelling of Prepackaged Foods (CODEX STAN 1-1985), the following specific provisions apply:

6.1.1 Nature of Produce

If the produce is not visible from the outside, each package should be labelled as to the name of the produce and may be labelled as to name of the variety and/or commercial type.

² For the purposes of this Standard, this includes recycled material of food-grade quality.

6.2 NON-RETAIL CONTAINERS

Each package must bear the following particulars, in letters grouped on the same side, legibly and indelibly marked, and visible from the outside, or in the documents accompanying the shipment. For produce transported in bulk these particulars must appear on a document accompanying the goods.

6.2.1 Identification

Name and address of exporter, packer and/or dispatcher. Identification code (optional)³.

6.2.2 Nature of Produce

Name of the produce if the contents are not visible from the outside. Name of the variety or commercial type (optional). The indication “pink” or “red” where appropriate.

6.2.3 Origin of Produce

Country of origin and, optionally, district where grown or national, regional or local place name.

6.2.4 Commercial Identification

- Class;
- Size (size code or minimum and maximum diameter in millimetres);
- Net weight (optional);
- Size code (or, when fruit packed by count fall under two adjacent codes, size codes or minimum and maximum diameter in mm) and number of fruit, in the case of fruit arranged in layers in the package.

6.2.5 Official Inspection Mark (optional)

7. CONTAMINANTS

7.1 The produce covered by this Standard shall comply with the maximum levels of the Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed (CODEX STAN 193-1995).

7.2 The produce covered by this Standard shall comply with the maximum residue limits for pesticides established by the Codex Alimentarius Commission.

8. HYGIENE

8.1 It is recommended that the produce covered by the provisions of this Standard be prepared and handled in accordance with the appropriate sections of the Recommended International Code of Practice – General Principles of Food Hygiene (CAC/RCP 1-1969), Code of Hygienic Practice for Fresh Fruits and Vegetables (CAC/RCP 53-2003), and other relevant Codex texts such as Codes of Hygienic Practice and Codes of Practice.

8.2 The produce should comply with any microbiological criteria established in accordance with the Principles for the Establishment and Application of Microbiological Criteria for Foods (CAC/GL 21-1997).

³ The national legislation of a number of countries requires the explicit declaration of the name and address. However, in the case where a code mark is used, the reference “packer and/or dispatcher (or equivalent abbreviations)” has to be indicated in close connection with the code mark.



THAI AGRICULTURAL STANDARD

TAS 13-2007

PUMMELO

**National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards
Ministry of Agriculture and Cooperatives**

ICS 67.080.10

ISBN 978-974-403-468-7

UNOFFICIAL TRANSLATION



THAI AGRICULTURAL STANDARD

TAS 13-2007

PUMMELO

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards

Ministry of Agriculture and Cooperatives

50 Phaholyothin Road, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Telephone (662) 561 2277 www.acfs.go.th

Published in the Royal Gazette Vol.124 Section 78D,

dated 29 June B.E.2550

1. Mr.Sookwat Chandraparnik
(Department of Agriculture) Chairman of the Committee
2. Representatives of the Department of Agriculture
(Mr.Wit Namruangsri)
3. Representatives of the Department of Agricultural Extension
(Mr.Prapon Thaivanich
Mr.Wissanu Uthayopas)
4. Representative of the National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards
(Ms.Oratai Silapanapaporn
Mr.Pisan Pongsapitch)
5. Representative of the Thai Fresh Fruit Traders and Exporters Association
(Mr.Paiboon Wongchotsathid)
6. Representative of the Horticultural Science Society of Thailand
(Mr.Suraphong Kosiyachinda)
7. Expert
(Assistant Professor Ravie Sethpakdee
Mr.Thavee Trakulthong
Mr.Tim Thaitawee)
8. Representative of the National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards
(Ms.Natsawan Choeysakul) Secretary of the Sub Committee
9. Representative of the National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards
(Ms.Namaporn Attaviroj Assistant Secretary of the Sub Committee
Ms.Chutiwan Tochai)

Thailand has been producing pummelos in great quantity and the export is potentially increasing. The establishment of a standard for pummolos is significant to assist promoting the development of quality production. Encouragement of high quality fruit production in accordance with the standard will have the outcome that Thai pummelos will be better accepted by both the domestic and international trade. It also provides consumers' safety and promotes the export. The Ministry of Agriculture and Cooperatives deems it proper to establish a standard for pummolos.

The provisions of this Thai Agricultural Standard are based upon illustrations from a project on study and illustration presentation indicating quality characteristics of the fruit added to the Thai Agricultural Standard for Pummelos of the National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. The operation was cooperated by the Faculty of Agriculture, Kasetsart University; and the following documents are used as guideline.

Remark:

The standard title has been revised from "Thai Agricultural Commodity and Food Standard (TACFS X-XXXX)" to "Thai Agricultural Standard (TAS X-XXXX)" in accordance with the application of the Agricultural Standards Act B.E. 2551 (2008).



**NOTIFICATION OF THE NATIONAL COMMITTEE ON
AGRICULTURAL COMMODITY AND FOOD STANDARDS
SUBJECT: THAI AGRICULTURAL COMMODITY AND FOOD STANDARD:
PUMMELO
B.E. 2550 (2007)**

The resolution of the 1/2550 session of the National Committee on Agricultural Commodity and Food Standards dated 2 May B.E. 2550 (2007) endorsed the Thai Agricultural Commodity and Food Standard entitled Pummelo for the benefit of development of agricultural commodity and food which is safe and in accordance with the standard.

By virtue of the Cabinet Resolution on Appointment and Authorization of the National Committee on Agricultural Commodity and Food Standards dated 3 April B.E. 2550 (2007), the Notification on Thai Agricultural Commodity and Food Standard entitled Pummelo is hereby issued as voluntary standard, the details of which are attached herewith.

Notified on 2 May B.E. 2550 (2007)

Mr. Theera Sutabutra

Minister of Agriculture and Cooperatives

Chairperson of the National Committee on Agricultural Commodity and Food Standards

THAI AGRICULTURAL STANDARD

PUMMELO

1 DEFINITION OF PRODUCE

This standard applies to commercial varieties of “Pummelos” grown from *Citrus maxima* Merr. [syn. *C. grandis* (L.) Osbeck] of the Rutaceae family, to be supplied fresh to the consumer.

2 PROVISIONS CONCERNING QUALITY

2.1 MINIMUM REQUIREMENTS

2.1.1 In all classes (2.2), subject to the special provisions for each class and the tolerances allowed, the pummelos must be:

- (1) whole;
- (2) firm flesh;
- (3) fresh appearance;
- (4) practically free of rotting and bruising or deterioration such as to make it unfit for consumption;
- (5) clean, practically free of any visible foreign matter;
- (6) free of abnormal external moisture, excluding condensation following removal from cold storage;
- (7) practically free of pests affecting the general appearance of the produce;
- (8) practically free of produce damage caused by pests affecting the general appearance of the produce and the acceptance of the consumer;
- (9) free of damage caused by low and/or high temperature affecting the general appearance of the produce and the acceptance of the consumer;
- (10) free of any foreign smell and /or abnormal taste.

2.1.2 The pummelos must be properly mature, appropriate to the variety and geographical location. They must be carefully harvested, postharvest handled and transported in order to obtain the produce in acceptable condition on arrival at the destination.

2.1.3 Determination on the proper maturity of pummelos may be carried out from any characteristics of the following:

- (1) Total soluble solid content or sweetness not less than 8.0 degrees Brix.
- (2) Skin color of the fruit is fading by at least two thirds of the total fruit skin which is normal of the variety or the area between oil glands at the stylar end is obviously expanding.

2.2 CLASSIFICATION

Pummelos is classified in 3 classes defined below:

2.2.1 Extra Class

Pummelos in this class must be of superior quality and characteristics of the variety. They must be properly mature. In the segment there are juice sacs which must be normal in physiology. They are not cloudy white, hard nor rather dry of which called granulation. The fruits must be free of defects, with the exception of very slight superficial defects, provided these do not affect the general appearance of the produce, the internal quality, the keeping quality and presentation in the package.

2.2.2 Class I

Pummelos in this class must be of good quality and characteristics of the variety. Slight defects may be allowed, provided these do not affect the general appearance of the produce, the internal quality, the keeping quality and presentation in the package. The total defects do not exceed 10% of the total surface area which does not at any rate affect the produce quality of the following categories:

- (1) defects in shape,
- (2) defects in skin coloring¹,
- (3) skin defect at the early stage of fruit formation,
- (4) scars from healed lesions.

2.2.3 Class II

This class includes pummelos which do not qualify for inclusion in the higher classes, but satisfy the minimum requirement specified in Section 2.1 above. Slight defects may be allowed that the produce still retain its quality, the keeping quality and presentation in the package. The total defects do not exceed 15% of the total surface area which does not at any rate affect the produce quality of the following categories:

- (1) defects in shape,
- (2) defects in skin coloring¹,
- (3) skin defect at the early stage of fruit formation,
- (4) scars from healed lesions.

3 PROVISIONS CONCERNING SIZING

Pummelo size² is either determined by weight (Table1) or diameter at the widest equatorial part of the fruit or by fruit's circumference (Table2) as the following:

¹ Faded color at the contact area of two fruits is not considered as defect.

² The objective of this standard: There is no relation between pummelo size and classification; hence size code in Table1 and 2 can be classified into Extra Class, Class I or Class II; if it is in accordance with the classification in Section 2

Table 1. Pummelo Size by Weight.

Size Code	Weight per Fruit (g)
1	>1900
2	>1700 to 1900
3	>1500 to 1700
4	>1300 to 1500
5	>1100 to 1300
6	> 900 to 1100
7	> 700 to 900
8	400 to 700

Table 2. Pummelo Size by Diameter in Cross Section or by Circumference.

Size Code	Diameter		Circumference	
	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
1	>7	>170	>21.10	>536
2	>6.20 to 7.00	>159 to 170	>19.4 to 21.10	>493 to 536
3	>5.90 to 6.20	>151 to 159	>18.5 to 19.4	>470 to 493
4	>5.60 to 5.90	>143 to 151	>17.5 to 18.5	>445 to 470
5	>5.30 to 5.60	>135 to 143	>16.6 to 17.5	>422 to 445
6	>4.90 to 5.30	>126 to 135	>15.0 to 16.6	>396 to 422
7	>4.60 to 4.90	>117 to 126	>14.5 to 15.0	>368 to 396
8	3.90 to 4.60	100 to 117	12.3 to 14.5	313 to 368

4 PROVISIONS CONCERNING TOLERANCES

Tolerances in respect of quality and size shall be allowed in each package for produce not satisfying the requirements of the class indicated.

4.1 QUALITY TOLERANCES

4.1.1 Extra Class

Five percent by number or weight of pummelos not satisfying the requirements of the class, but meeting those of Class I or, exceptionally, coming within the tolerances of Class I.

4.1.2 Class I

Ten percent by number or weight of pummelos not satisfying the requirements of the class, but meeting those of class II or, exceptionally, coming within the tolerances of Class II.

4.1.3 Class II

Ten percent by number or weight of pummelos satisfying neither the requirements of the class nor the minimum requirements, with the exception of produce affected by rotting, bruising or any other deterioration rendering it unfit for consumption.

4.2 SIZE TOLERANCES

For all classes and all size codes, 10% by number or weight of pummelos corresponding to the size immediately above or below that indicated on the package.

5 PROVISIONS CONCERNING PRESENTATION

5.1 UNIFORMITY

The pummelos of each package must be uniform by presented in the respect of quality, size and color. The visible part of the contents of the package must be representative of the entire contents.

5.2 PACKAGING

Pummelos must be packed in such a way to protect the produce properly. The material used inside the packages must be clean, and of a quality such as to avoid causing any external or internal damage to the produce. The use of materials, particularly of paper or stamps bearing trade specifications, is allowed, provided the printing or labeling has been done with non-toxic ink or glue.

5.3 DESCRIPTION OF CONTAINER

The containers must meet the quality, hygiene, ventilation and be free of smell and all foreign matter; and have resistance characteristics to ensure suitable shipping and preserving of the pummelos.

6 MARKING OR LABELLING

6.1 CONSUMER PACKAGES

Each package shall bear the following particulars, legibly marked, and without false or deceptive information.

(1) Nature of the Produce

If the produce is not visible from the outside, each package shall be labeled with the name of the produce “Pummelo” and “Variety”.

(2) Net weight in grams or kilograms

(3) Distributor information

Name and address of the producer or packer produced or distributor or head office of producer in the country. Name and address of importer for imported pummelos.

(4) Origin of produce

Country of origin, except it is produced for domestic distribution.

6.2.1 NON-RETAIL CONTAINERS

Each package must bear the following particulars, in the documents accompanying the shipment, in the label or on package, with legibly, indelibly marked and without false or deceptive information.

(1) Nature of Produce

If the produce is not visible from the outside, each package shall be labeled with the name of the produce “Pummelo” and “Variety”.

(2) Class;

(3) Size, if the produce is classified size or count by the number of fruits per container

(4) Net weight in grams or kilograms

(5) Distributor information

Name and address of the producer or packer produced or distributor or head office of producer in the country. Name and address of importer for imported pummelos.

(6) Origin of produce

Country of origin, except it is produced for domestic distribution.

(7) Language

Label of produce must be in Thai Language. Produce label for export can be in any language.

6.3 OFFICIAL INSPECTION MARK OR CERTIFICATION MARK

Comply with the provisions and condition of the inspection or certification agency recognized by Ministry of Agriculture and Cooperatives of Thailand.

7 CONTAMINANTS

Comply with the provisions of relevant regulations and the Thai Agricultural Standard on Contaminant.

8 PESTICIDE RESIDUES

Comply with the provisions of relevant regulations and the Thai Agricultural Standard on Pesticide Residues.

9 HYGIENE

Harvesting, various steps of the pummelo handling including storage and transportation must be hygienically carried out in order to prevent any contaminations which will create hazard to the consumer.

11 METHODS OF ANALYSIS AND SAMPLING

Comply with the provisions of relevant regulations and the Thai Agricultural Standard on Methods of Analysis and Sampling.

ANNEX A**PUMMELO FRUIT ILLUSTRATION**

Fig.1. Area between oil glands is clearly magnified.



Fig.2. Pummelo segment containing “juice sac”.

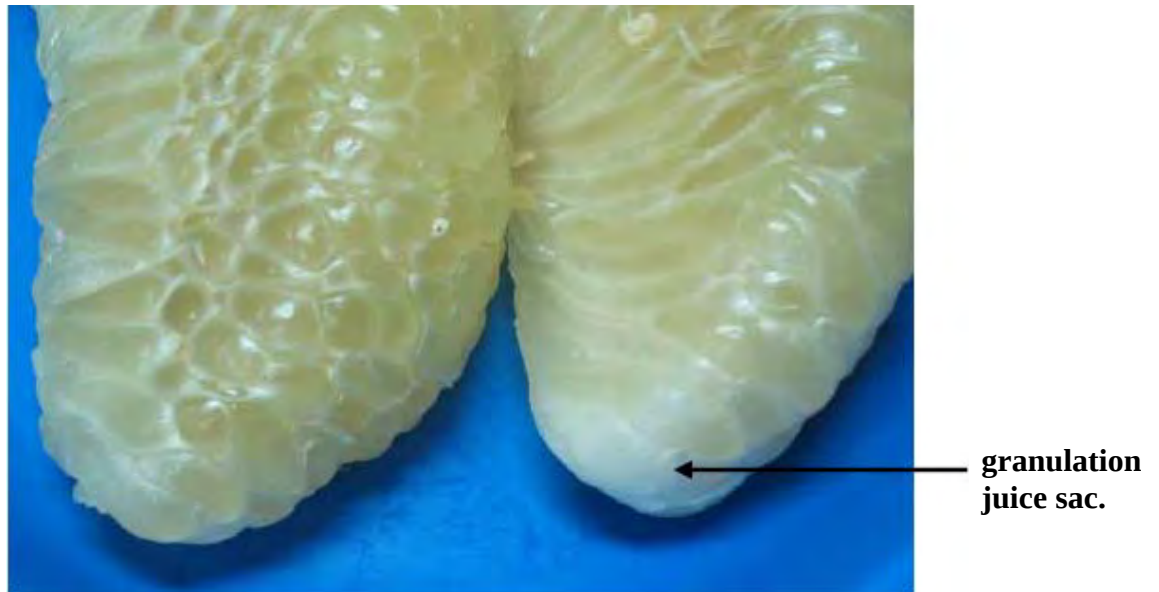


Fig.3. Characteristics of juice sac which is cloudy white, hard and rather dry called “granulation”.



Fig.4. Characteristics of granulation and normal juice sacs.



Fig.5. Color defect.



Fig.6. Various kinds of defect (not acceptable).



Fig.7. Fruit damage due to plant pest (soothy mold).

ANNEX B**UNIT**

The units and symbols used in this standard and the units recognized by the International System of Units (*le Système International d'Unités*) or SI are as follows:

Measurement	Unit	Symbols
Weight	gram	g
Length	millimeter	mm