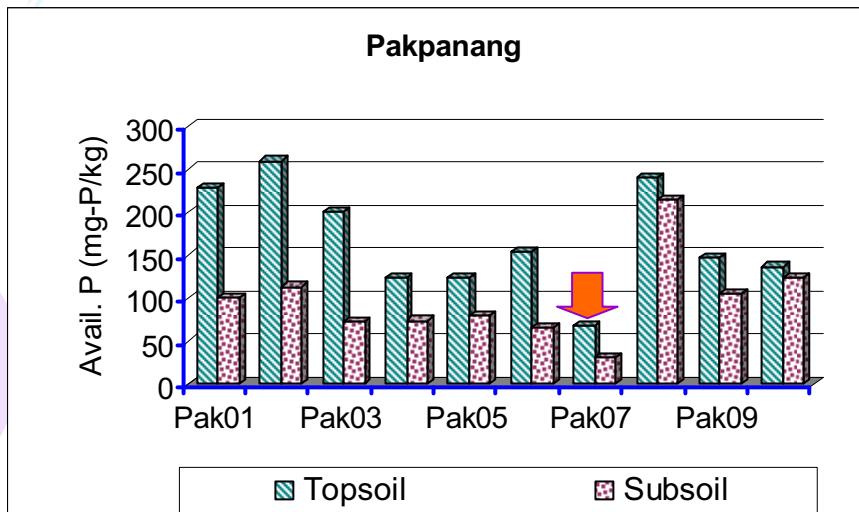
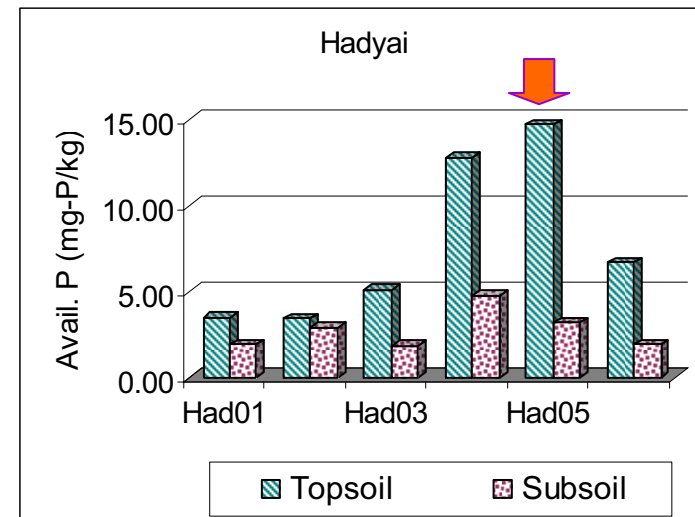
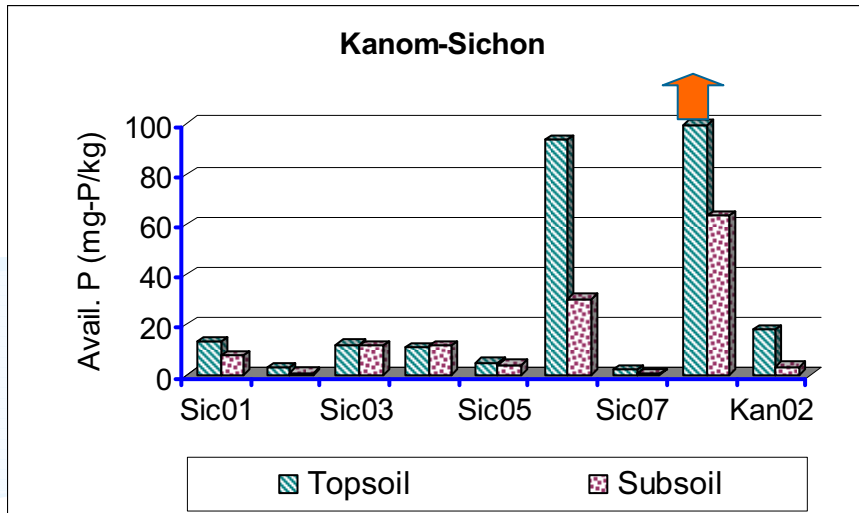


ผลการสำรวจ : ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II P)



สีชล/ขนอม : ส่วนใหญ่ต่ำ – ต่ำมาก

ปากพนัง : ทุกสวน สูงมาก

หาดใหญ่ : ต่ำ - ต่ำมาก

การติดตามการจัดการธาตุอาหาร



← แปลงสีชล

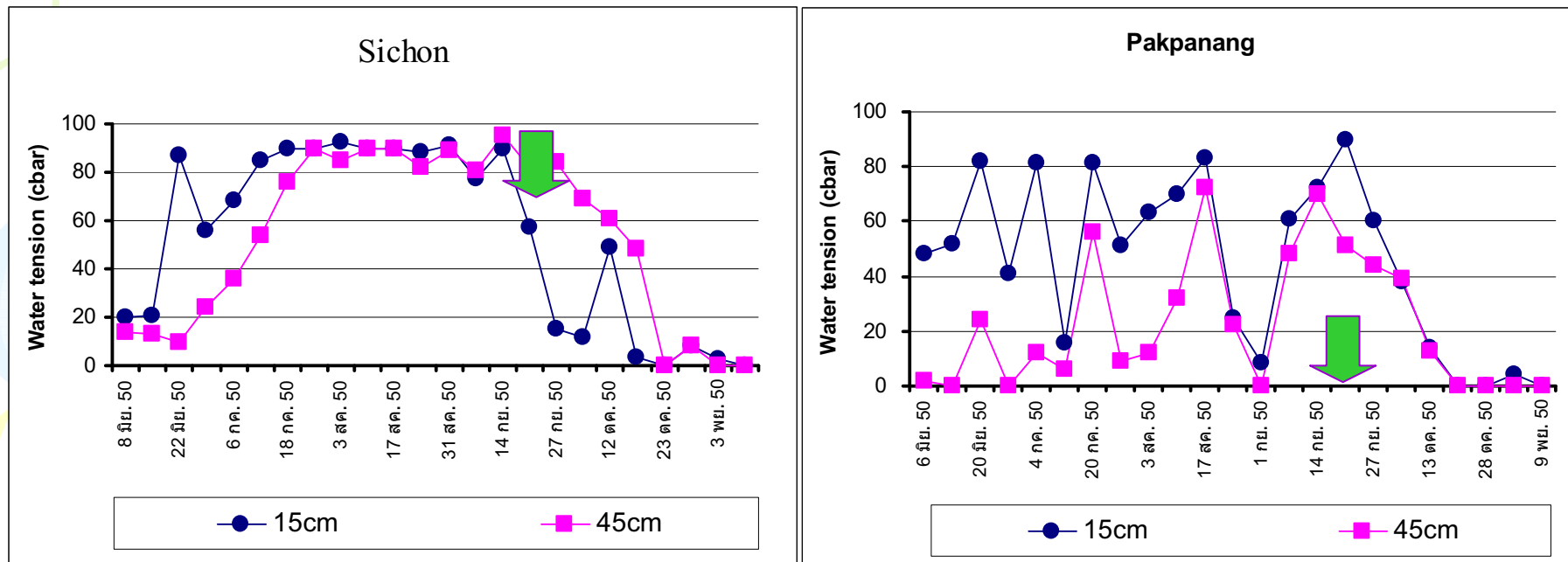


← แปลงปากพ่น

ดำเนินการทดลอง

ดำรับที่ 1	ดำรับที่ 2
แปลงสีชล ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา ปีละ 6 กิโลกรัม/ต้น แบ่งใส่ 1 กิโลกรัม/ต้น ทุกๆ 2 เดือน	ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 เหมือน T1 ปูนโดโลไมท์ปีละ 2 กิโลกรัม/ต้น ดีเกลือ ปีละ 500 กรัม/ต้น $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ปีละ 600 กรัม/ต้น (แบ่งใส่ 2 ครั้ง/ปี) H_3BO_3 ปีละ 30 กรัม/ต้น
แปลงปากพนัง ปฏิบัติเช่นเดียวกับเกษตรกร	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ปีละ 600 กรัม/ต้น (แบ่งใส่ 2 ครั้ง/ปี)

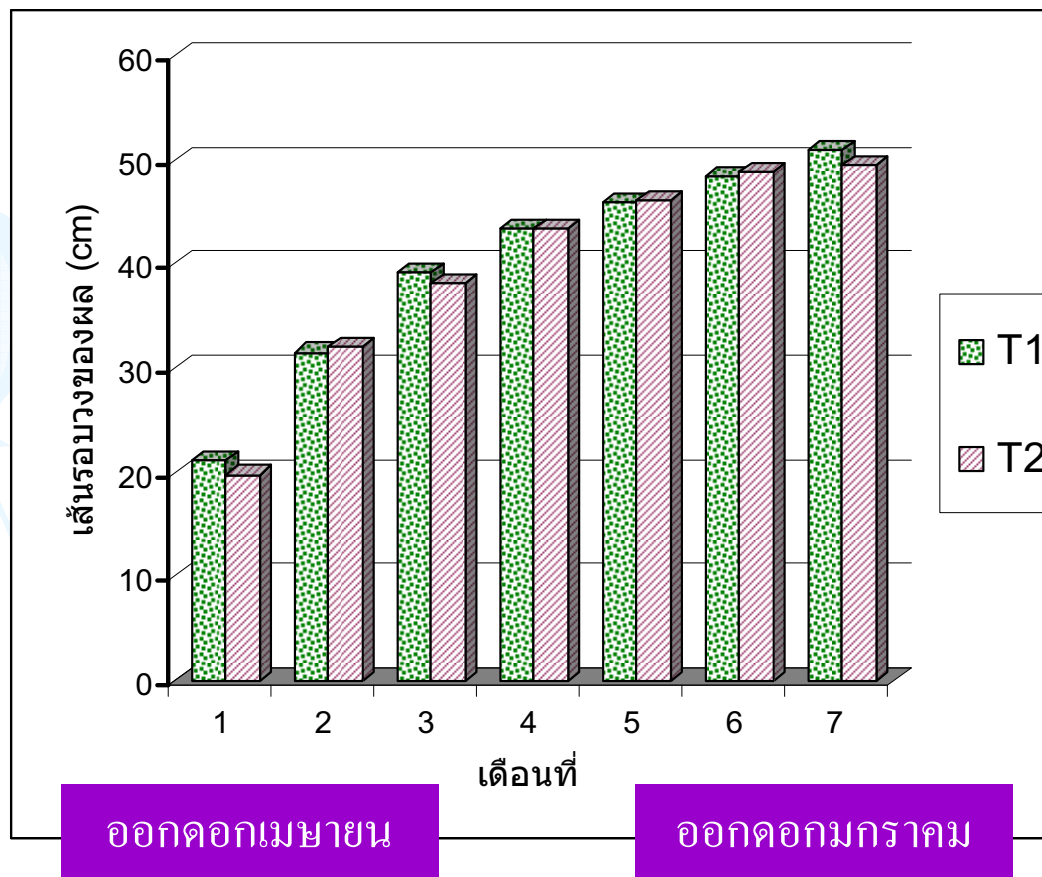
ความชื้นดิน (water tension)



🍊 แปลงสีชลออาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว พืชไม่แสดงอาการขาดน้ำ

🍊 แปลงปากพนังรดน้ำด้วยเรือลากเป็นช่วงๆ พืชแสดงอาการขาดน้ำ

พัฒนาการของผล : ปากพ่น



ไม่พบความแตกต่าง
ระหว่างตำรับทดลอง



ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

- ทางโครงการต้องการขยายพื้นที่ศึกษาไปยังภาคกลางและภาคเหนือ เพื่อให้มีตัวอย่างที่ความแปรปรวนของธาตุอาหารในช่วงกว้าง และสามารถนำผลไปใช้ได้ทั่วประเทศ
- ขาดแคลนงบประมาณในช่วงรอยต่อของงวดที่ 1 และ 2 ทำให้ต้องชะลอโครงการฯ



ภาคผนวก 2

รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 29 พฤษภาคม 2551
ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน จังหวัดพิษณุโลก

รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ ๒

การศึกษาลักษณะพันธุ์ของธาตุอาหารและการจัดการ
เพื่อการผลิตส้มโอคุณภาพในเขตลุ่มน้ำปากพนัง



โดย :

ผศ. ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

27 พฤษภาคม 2551 ณ โรงแรมอมรินทร์ลาгуน จ.พิษณุโลก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

🍊 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหาร
ในดิน ในใบ ลักษณะการเจริญเติบโต และผลผลิต

🍊 เพื่อศึกษาอิทธิพลของสมดุลธาตุอาหารในดินและในใบของ
ส้มโอต่อองค์ประกอบของผล (yield component) และ
คุณภาพผลของส้มโอ





วิธีการวิจัย

วิธีการสำรวจธาตุอาหาร (Nutrient survey)

สำรวจและเก็บตัวอย่างดินและใบส้มโอจากสวนเกษตรกร 31 สวน
จาก 4 เขตพื้นที่ คือ

- 🍊 เขตพื้นที่ อ.สีชล และ อ.ขนอม จ.นครศรีฯ 9 สวน
- 🍊 เขตพื้นที่ อ.ปากพนัง จ.นครศรีฯ 10 สวน
- 🍊 เขตพื้นที่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 6 สวน
- 🍊 เขตพื้นที่ อ.เวียงแก่น จ.เชียงราย 6 สวน

จัดทำคำแนะนำมาตรฐานสำหรับการแปลผล และแนวทางการ
จัดการธาตุอาหาร



วิธีการวิจัย

วิธีการสำรวจธาตุอาหาร (Nutrient survey)

นำข้อมูลผลผลิตมาจัดระดับเป็น 4 ระดับ คือ

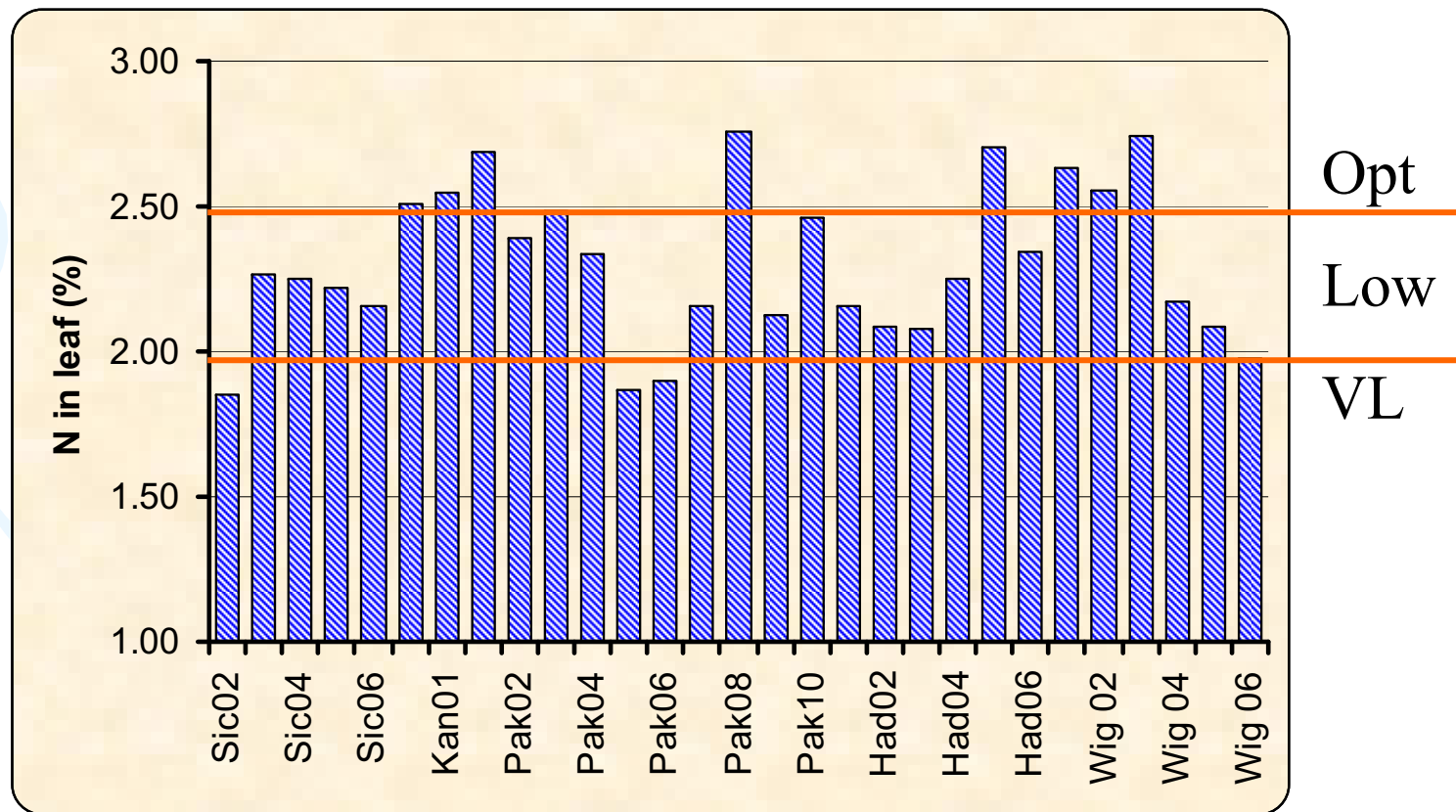
- 🍅 สวนที่ให้ผลผลิตต่ำมาก (ผลผลิตต่อปีต่ำกว่า 80 ผล/ต้น)
- 🍅 สวนที่ให้ผลผลิตต่ำ (ผลผลิตต่อปี 80-120 ผล/ต้น)
- 🍅 สวนที่ให้ผลผลิตปานกลาง (ผลผลิตต่อปี 120-160 ผล/ต้น)
- 🍅 สวนที่ให้ผลผลิตสูง (ผลผลิตต่อปีมากกว่า 160 ผล/ต้น)

นำข้อมูลความผิดปกติทางสรีรวิทยาด้านธาตุอาหารมาหาระดับ
ที่พืชเริ่มแสดงอาการ



ผลการวิจัย

วิธีการสำรวจธาตุอาหาร (Nutrient survey)

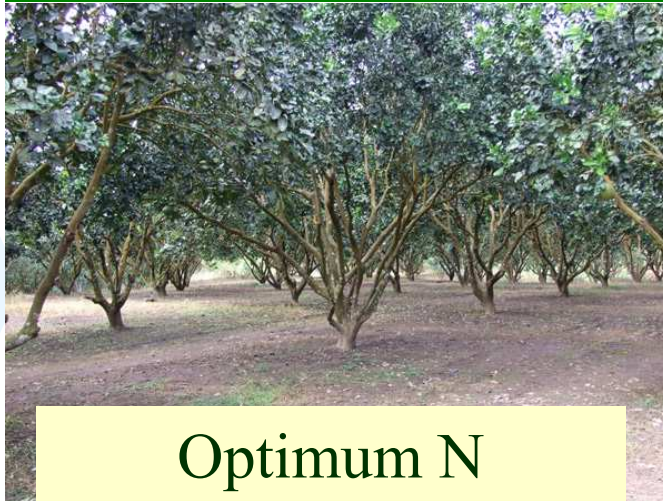


Nitrogen



ผลการวิจัย

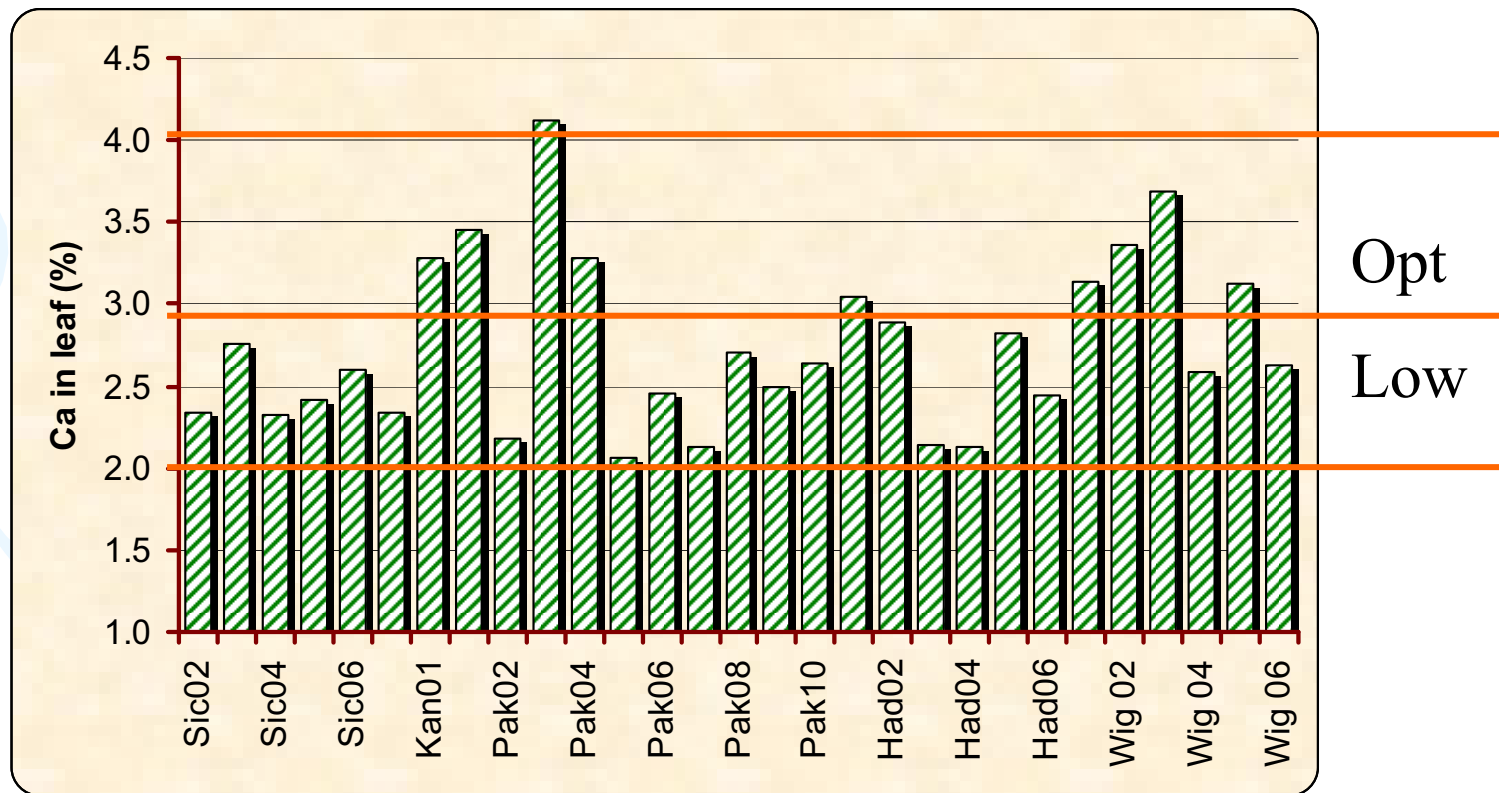
วิธีการสำรวจธาตุอาหาร (Nutrient survey)





ผลการวิจัย

วิธีการสำรวจธาตุอาหาร (Nutrient survey)



Calcium

ผลการวิจัย

คำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดิน

Item (method)	Unit	Very low	Low	Optimum	High	Very high
pH (1:2.5 in water)		< 4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-8.5	> 8.5
EC (saturation)	mS/cm	< 1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	> 4.0
OM (Walkley&Black)	g/kg	< 5	5-15	15-25	25-45	> 45
P (Bray II)	mg/kg	< 5	5-15	15-25	25-75	> 75
K (1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 50	50-100	100-150	150-200	> 200
Ca(1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 400	400-1000	1000-2000	2000-3000	> 3000
Mg(1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 48	48-120	120-240	240-360	> 360
Fe (DTPA extractable)	mg/kg	< 5	5-10	11-16	17-25	> 25
Mn (DTPA extractable)	mg/kg	< 4	4-8	9-12	13-30	> 30
Cu (DTPA extractable)	mg/kg	< 0.3	0.3-0.8	0.9-1.2	1.3-2.5	> 2.5
Zn (DTPA extractable)	mg/kg	< 0.5	0.5-1.0	1.1-3.0	3.1-6.0	> 6.0



ผลการวิจัย

คำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์พืช

Nutrient	Unit	Pummelo (this study)	Citrus (California)
N	%	<2.0 / 2.0-2.5 / >2.5	2.50-2.70
P	%	0.15-0.20	0.12-0.16
K	%	1.5-2.0	1.20-1.70
Ca	%	3.0-4.0	3.00-4.90
Mg	%	0.30-0.50	0.30-0.49
Fe	mg/kg	40-80	60-120
Mn	mg/kg	5-15	25-100
Cu	mg/kg	>4	5-16
Zn	mg/kg	>20	25-100



ผลการวิจัย

จำนวนสวนที่อยู่ในระดับเหมาะสมหรือสูงกว่า

Nutrient	ใบ	ดินบน
N	8	-
P	24	16
K	27	12
Ca	9	14
Mg	25	18
Fe	27	29
Mn	26	29
Zn	4	16

จำนวนสวนทั้งหมด 29 สวน



วิธีการวิจัย

วิธีติดตามการจัดการธาตุอาหาร (Nutrient monitoring)

คัดเลือกสวนส้มโอของเกษตรกรในเขตพื้นที่ อ.สีชล 1 สวน
และ อ.ปากพั่น 1 สวน เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง และการ
ตอบสนองต่อการจัดการธาตุอาหาร



ตำรับการทดลอง

ตำรับที่ 1 (T1)

แปลงสีชล

ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา
ปีละ 6 กิโลกรัม/ต้น แบ่งใส่ 1
กิโลกรัม/ต้น ทุกๆ 2 เดือน

แปลงปากพนัง

ปฏิบัติเช่นเดียวกับเกษตรกร

ตำรับที่ 2 (T2)

ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 เหมือน T1
ปูนโดโลไมท์ปีละ 2 กิโลกรัม/ต้น
ดีเกลือ ปีละ 500 กรัม/ต้น
 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ปีละ 600 กรัม/ต้น
(แบ่งใส่ 2 ครั้ง/ปี)
 H_3BO_3 ปีละ 30 กรัม/ต้น

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ปีละ 600 กรัม/ต้น
(แบ่งใส่ 2 ครั้ง/ปี)





วิธีการวิจัย

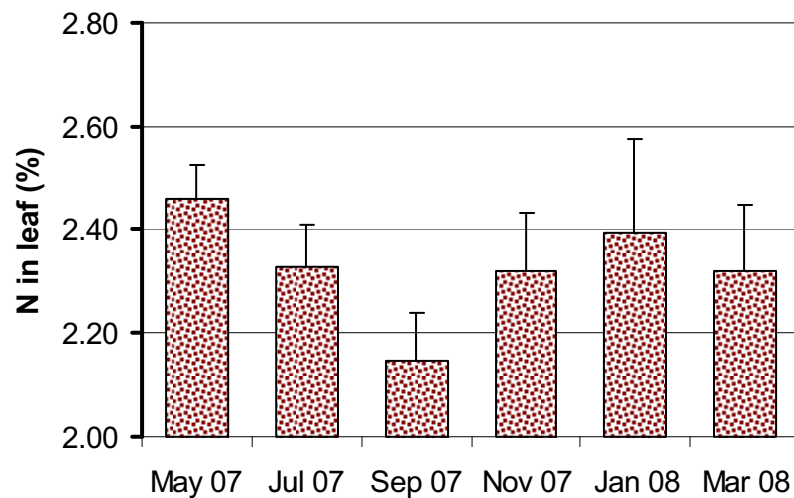
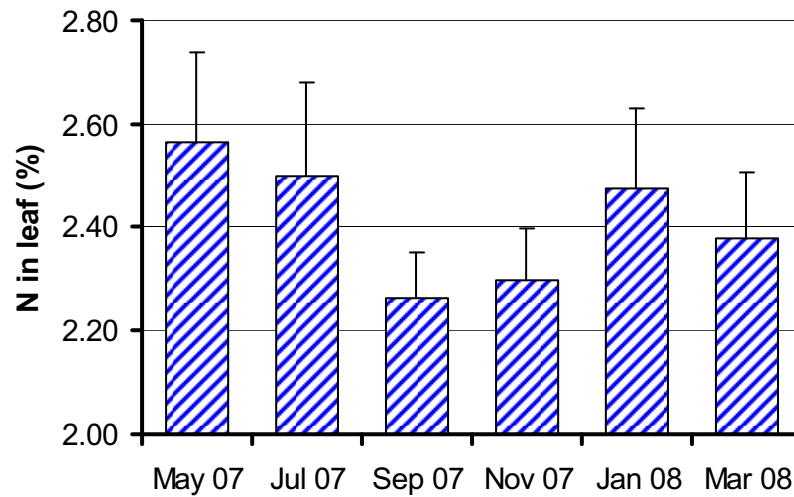
การติดตามการจัดการธาตุอาหาร (Nutrient monitoring)

- 🍋 เก็บตัวอย่างใบส้มโอทุก ๒ เดือน นำมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในใบ
- 🍋 บันทึกค่าความชื้นดิน (water potential) ทุกสัปดาห์ และสังเกตการแตกใบอ่อนและแตกช่อดอก
- 🍋 บันทึกการเปลี่ยนแปลงขนาดผล และเก็บตัวอย่างผลมาวิเคราะห์



ผลการวิจัย

Nutrient monitoring : การเปลี่ยนแปลง N ในใบ



สวนติดตามอำเภอสีชล

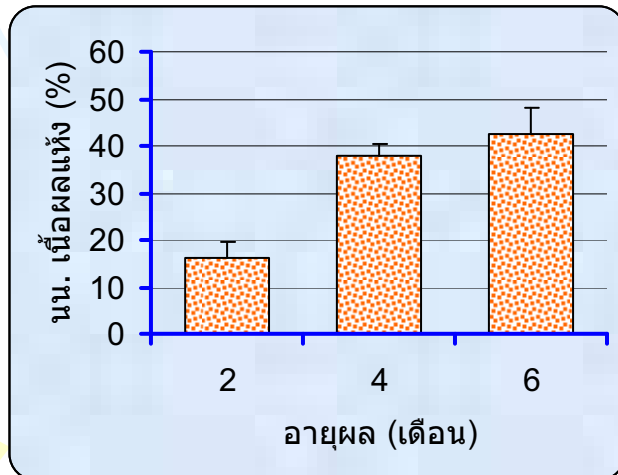
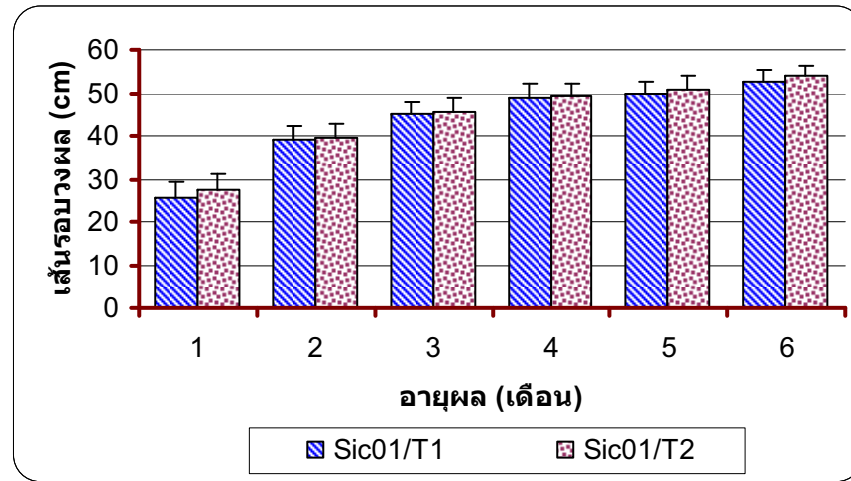
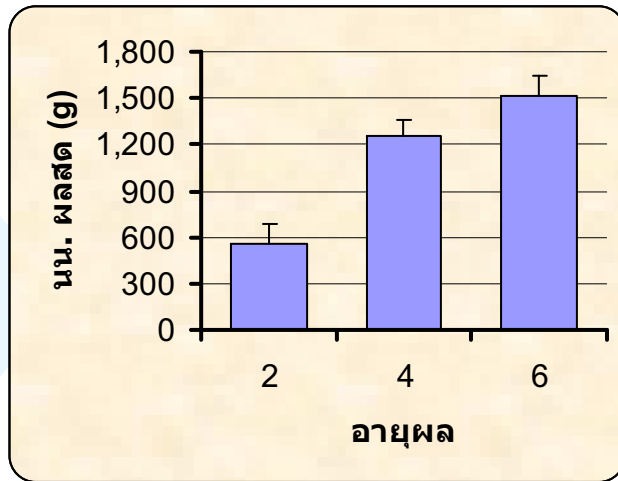
🍊 ไม่พบความแตกต่าง
ระหว่างตำรับการ
ทดลอง

🍊 พบการเปลี่ยนแปลงใน
รอบปีที่สัมพันธ์กับการ
ออกดอก



ผลการวิจัย

Nutrient monitoring : พัฒนาการของผล



🍊 ขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรก

🍊 สัดส่วนของเนื้อสูงขึ้นตามอายุผล

ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตำรับ



ผลการวิจัย

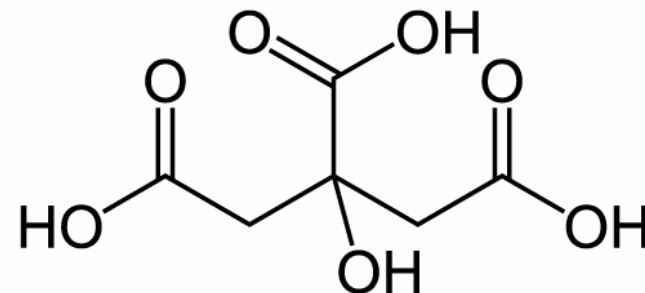
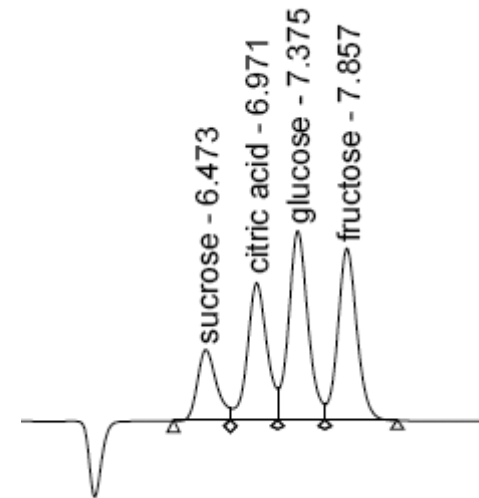
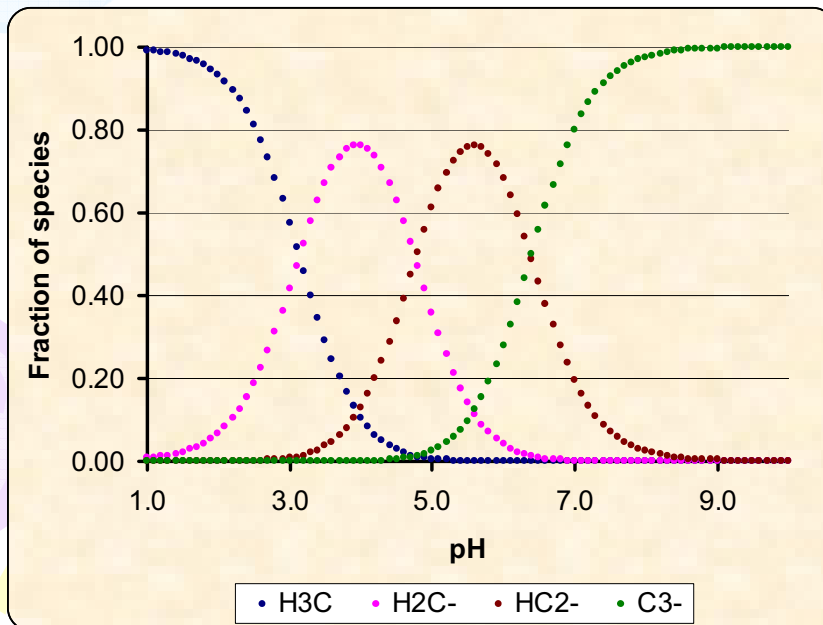
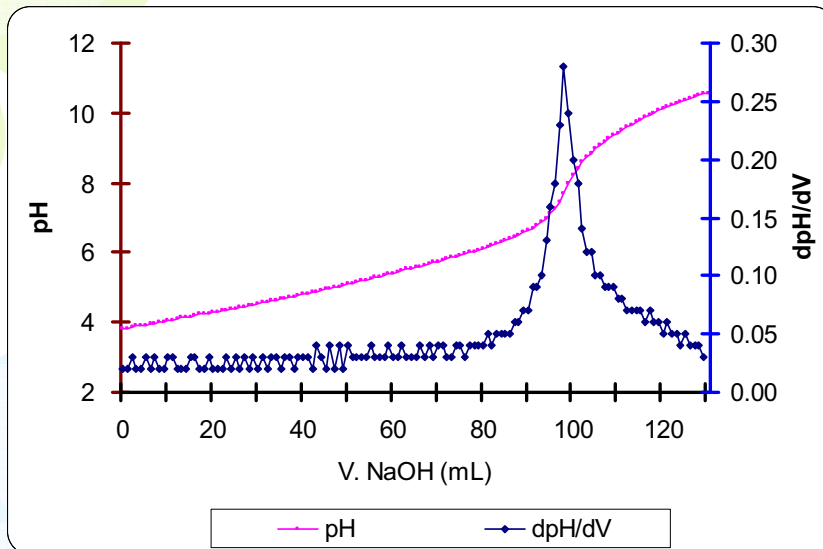
Nutrient monitoring : ลักษณะทางกายภาพของผลระยะเก็บเกี่ยว

	สวนสีชล	สวนปากพนัง
เส้นรอบวง (cm)	54	51
น้ำหนักผลสด (g)	1,624	1,523
ปริมาตรผลสด (L)	2,288	1,897
ความหนาแน่นผลสด (kg/L)	710	805
ความหนาเปลือก (cm)	2.0	1.4

ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตำรับ แต่มีความแตกต่างระหว่างสวน

ผลการวิจัย

Nutrient monitoring : สัดส่วนของ
กรดและน้ำตาล





ผลการวิจัย

Nutrient monitoring : สัดส่วนของกรดและน้ำตาล

	สีชล	ปากพั่น	เวียงแก่น
Total soluble solid (Brix)	9.8	10.4	9.5
Titratable acidity (g-citric/L)	6.6	4.3	13.1
TSS/TA	14.8	24.4	7.4
Sucrose (g/L)	75	74	
Glucose (g/L)	22	20	
Fructose (g/L)	14	12	
Citric acid (g/L)	23	21	

ไม่แตกต่างกันมากนักสำคัญระหว่างตำรับ แต่มีความแตกต่างระหว่างสวน

แผนการดำเนินงานในงวดต่อไป

- 🍊 วิเคราะห์ตัวอย่างผลและใบจากสวนติดตามการ
จัดการธาตุอาหาร
- 🍊 เก็บตัวอย่างเพื่อสำรวจธาตุอาหารเพิ่มเติม โดยเน้น
สวนที่ให้ผลผลิตสูง และผลิตเพื่อการส่งออก



ภาคผนวก 3

รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2552
ณ โรงแรมรามากาเดนทร์ กรุงเทพฯ

รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3

การศึกษาลักษณะพันธุ์ของธาตุอาหารและการจัดการ
เพื่อการผลิตส้มโอคุณภาพในเขตลุ่มน้ำปากพนัง



โดย :

ผศ. ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

10 มกราคม 2552 ณ โรงแรมรามาร์คเดन्ส์ กรุงเทพฯ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

🍊 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหาร
ในดิน ในใบ ลักษณะการเจริญเติบโต และผลผลิต

🍊 เพื่อศึกษาอิทธิพลของสมดุลธาตุอาหารในดินและในใบของ
ส้มโอต่อองค์ประกอบของผล (yield component) และ
คุณภาพผลของส้มโอ





วิธีการวิจัย

วิธีการสำรวจธาตุอาหาร (Nutrient survey)

สำรวจและเก็บตัวอย่างดินและใบส้มโอจากสวนเกษตรกร 41
สวน จาก 4 เขตพื้นที่ คือ

- 🍊 เขตพื้นที่ อ.สีชล และ อ.ขนอม จ.นครศรีฯ 15 สวน
- 🍊 เขตพื้นที่ อ.ปากพนัง จ.นครศรีฯ 14 สวน
- 🍊 เขตพื้นที่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 6 สวน
- 🍊 เขตพื้นที่ อ.เวียงแก่น จ.เชียงราย 6 สวน

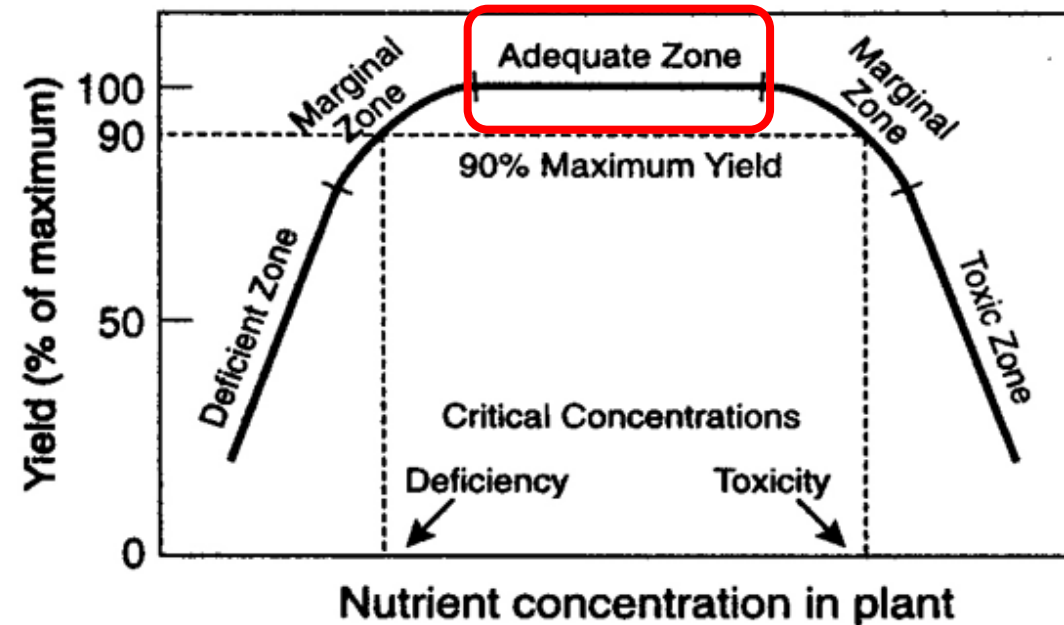
จัดทำคำแนะนำมาตรฐานสำหรับการแปลผล และแนวทางการ
จัดการธาตุอาหาร



วิธีการวิจัย

จัดทำมาตรฐานสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์

Sufficient range approach (SRA)



ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบกับผลผลิต



วิธีการวิจัย

วิธีการสำรวจธาตุอาหาร (Nutrient survey)

นำข้อมูลผลผลิตมาจัดระดับเป็น 4 ระดับ คือ

- 🍊 สวนที่ให้ผลผลิตต่ำมาก (ผลผลิตต่อปีต่ำกว่า 80 ผล/ต้น)
- 🍊 สวนที่ให้ผลผลิตต่ำ (ผลผลิตต่อปี 80-120 ผล/ต้น)
- 🍊 สวนที่ให้ผลผลิตปานกลาง (ผลผลิตต่อปี 120-160 ผล/ต้น)
- 🍊 สวนที่ให้ผลผลิตสูง (ผลผลิตต่อปีมากกว่า 160 ผล/ต้น)

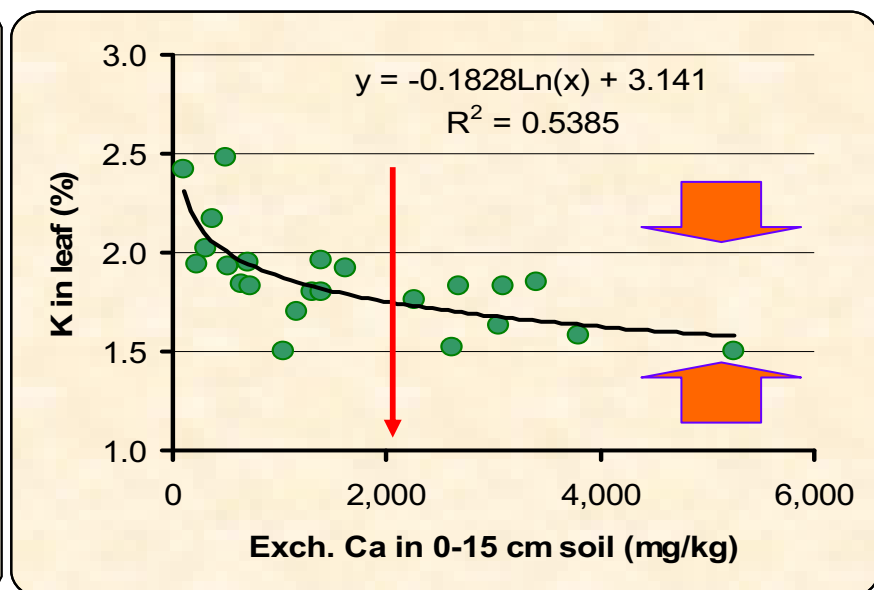
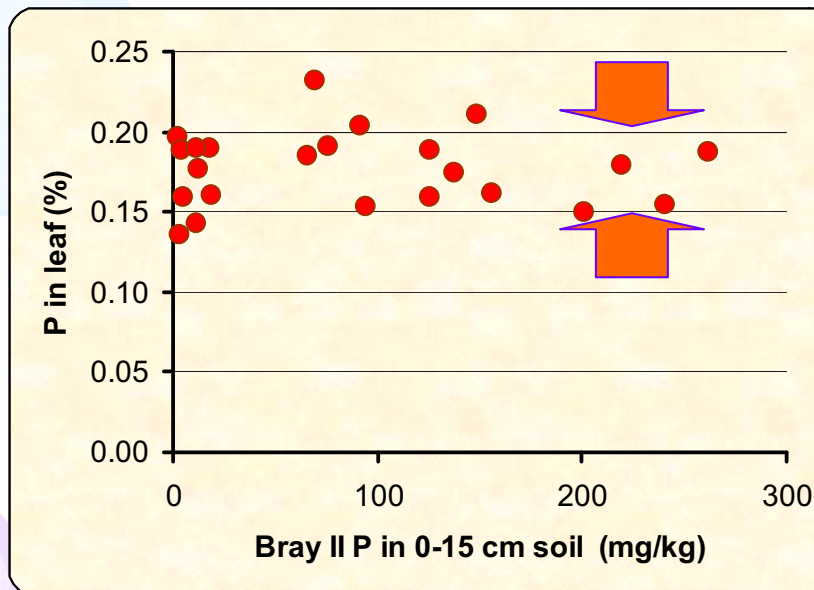
นำข้อมูลความผิดปกติทางสรีรวิทยาด้านธาตุอาหารมาหาระดับ
ที่พืชเริ่มแสดงอาการ



วิธีการวิจัย

จัดทำค่ามาตรฐานสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์

Sufficient range approach (SRA)



ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบกับในดิน

ผลการวิจัย

คำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดิน

Item (method)	Unit	Very low	Low	Optimum	High	Very high
pH (1:2.5 in water)		< 4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-8.5	> 8.5
EC (saturation)	mS/cm	< 1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	> 4.0
OM (Walkley&Black)	g/kg	< 5	5-15	15-25	25-45	> 45
P (Bray II)	mg/kg	< 5	5-15	15-25	25-75	> 75
K (1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 50	50-100	100-150	150-200	> 200
Ca(1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 400	400-1000	1000-2000	2000-3000	> 3000
Mg(1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 48	48-120	120-240	240-360	> 360
Fe (DTPA extractable)	mg/kg	< 5	5-10	11-16	17-25	> 25
Mn (DTPA extractable)	mg/kg	< 4	4-8	9-12	13-30	> 30
Cu (DTPA extractable)	mg/kg	< 0.3	0.3-0.8	0.9-1.2	1.3-2.5	> 2.5
Zn (DTPA extractable)	mg/kg	< 0.5	0.5-1.0	1.1-3.0	3.1-6.0	> 6.0



ผลการวิจัย

คำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์พืช

Nutrient	Unit	Pummelo (this study)	Citrus (California)
N	%	<2.0 / 2.0-2.5 / >2.5	2.50-2.70
P	%	0.15-0.20	0.12-0.16
K	%	1.5-2.0	1.20-1.70
Ca	%	3.0-4.0	3.00-4.90
Mg	%	0.30-0.50	0.30-0.49
Fe	mg/kg	40-80	60-120
Mn	mg/kg	5-15	25-100
Cu	mg/kg	>4	5-16
Zn	mg/kg	>20	25-100



ผลการวิจัย

คำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์พืช

Sufficient range approach (SRA)

ปมค้อย

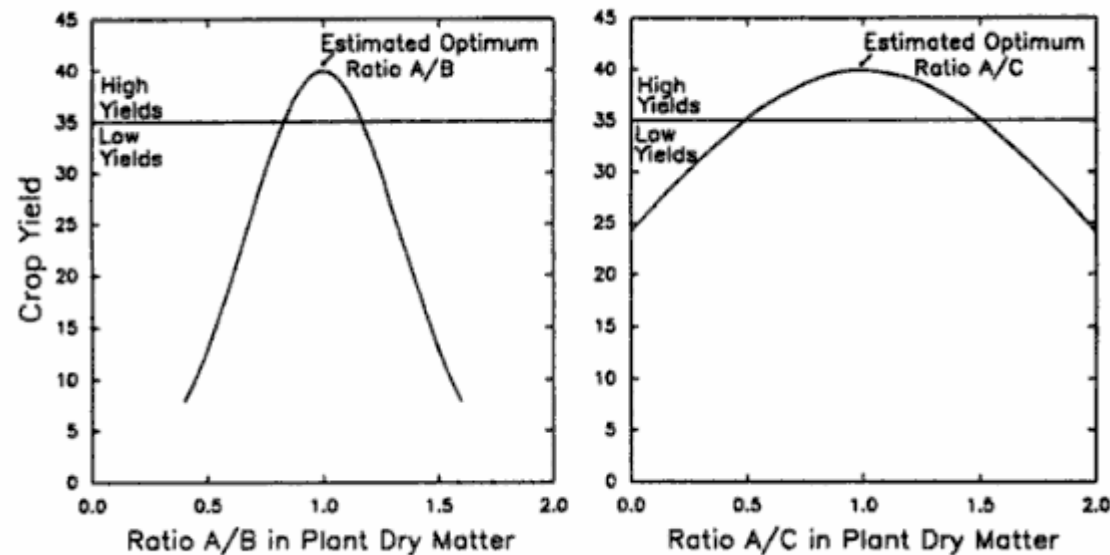
- 🍊 ความเข้มข้นของธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งและอายุใบ ทำให้การแปลผลขาดความแม่นยำ
- 🍊 ผู้เก็บตัวอย่างต้องมีความชำนาญ และต้องรอถึงช่วงอายุใบที่เหมาะสมจึงสามารถเก็บตัวอย่างได้
- 🍊 ช่วงความเข้มข้นเหมาะสมของธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่ง ไม่ได้เป็นอิสระจากกัน



วิธีการวิจัย

จัดทำมาตรฐานสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์

Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)



ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนธาตุอาหารกับผลผลิต
กระจายอยู่ภายใต้ Gaussian distribution curve



วิธีการวิจัย

จัดทำมาตรฐานสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์

Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)

*Nutrient-ratio
function*

$$f\left(\frac{A}{B}\right) = \left[\frac{(A/B) - 1}{(a/b)} \right] \frac{100k}{CV} \quad \text{where } A/B > a/b$$

$$f\left(\frac{A}{B}\right) = \left[1 - \frac{(a/b)}{(A/B)} \right] \frac{100k}{CV} \quad \text{where } A/B < a/b$$

*Nutrient-balance
index*

$$A \text{ index} = \frac{f\left(\frac{A}{B}\right) + f\left(\frac{A}{C}\right) + f\left(\frac{A}{D}\right) + \dots + f\left(\frac{A}{N}\right)}{Z}$$

$$B \text{ index} = \frac{-f\left(\frac{A}{B}\right) + f\left(\frac{B}{C}\right) + f\left(\frac{B}{D}\right) + \dots + f\left(\frac{B}{N}\right)}{Z}$$



ผลการวิจัย

ข้อมูลทางสถิติของ reference population (high yield)

Nutrients	mean	CV(%)	SRA
N (%)	2.51	6.5	2.5 - 3.0
P (%)	0.17	12.6	0.15 - 0.20
K (%)	2.00	17.3	1.5 - 2.0
Ca (%)	3.09	15.8	3.0 - 4.0
Mg (%)	0.40	26.9	0.30 - 0.50
Fe (mg/kg)	71	19.5	40 - 80
Mn (mg/kg)	42	140	5 - 15
Zn (mg/kg)	21	58	> 20



ผลการวิจัย

DRIS Norm and CV

Nutrient ratio	Norm	CV(%)
N/P	15.3	14.6
N/K	1.29	16.9
100P/N	6.66	13.9
100P/K	8.64	23.4
K/N	0.80	18.4
K/P	12.3	26.0

reference population = 14 (34%)



ผลการวิจัย

DRIS Norm and CV

Nutrient ratio	Norm	CV(%)
K/Ca	0.67	27.2
K/Mg	5.33	32.6
Ca/Mg	8.26	30.8
Fe/Mn	4.24	68.3
Fe/Zn	4.23	48.7
Mn/Zn	2.20	119.6

reference population = 14 (34%)



ผลการวิจัย

ตัวอย่างการแปลผลด้วย DRIS

Sample Code	DRIS index					Diagnosis
	index N	index P	index K	index Ca	index Mg	
Sic01	1	-6	5	6	-11	Mg>Ca>P
Sic07	-13	6	11	-11	-8	N>K>Ca
Kan06	-8	-5	12	-19	8	Ca>K>N
Kan08	-3	-11	12	-10	1	K>P>Ca
Pak02	-1	15	-14	-22	35	Mg>Ca>P
Pak05	-16	12	2	-22	25	Mg>Ca>N
Had02	-12	-10	17	-6	0	K>N>P
Had05	1	-12	11	-4	-7	P>K>Mg
Wig 05	-17	18	-2	4	-1	P>N>Ca
Wig 06	-15	26	-9	3	2	P>N>K

ดัชนีเป็น **ลบ** หมายถึง พืชดูดใช้ได้น้อยกว่า reference population



ผลการวิจัย

คำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์พืช

Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)

ปมด้อย

- 🍊 จะต้องวิเคราะห์ธาตุอาหารทั้งหมด ห้องปฏิบัติการจึงต้องมีความพร้อม
- 🍊 การคำนวณมีความซับซ้อนผิดพลาดได้ง่าย ควรสร้างโปรแกรมช่วยคำนวณ
- 🍊 ระบุไม่ได้ว่าธาตุที่มีสัดส่วนที่เหมาะสม อยู่ในระดับเพียงพอหรือยัง



วิธีการวิจัย

วิธีติดตามการจัดการธาตุอาหาร (Nutrient monitoring)

คัดเลือกสวนส้มโอของเกษตรกรในเขตพื้นที่ อ.สีชล 1 สวน
และ อ.ปากพั่น 1 สวน เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง และการ
ตอบสนองต่อการจัดการธาตุอาหาร



ตำรับการทดลอง

ตำรับที่ 1 (T1)

แปลงสีชล

ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา
ปีละ 6 กิโลกรัม/ต้น แบ่งใส่ 1
กิโลกรัม/ต้น ทุกๆ 2 เดือน

แปลงปากพนัง

ปฏิบัติเช่นเดียวกับเกษตรกร

ตำรับที่ 2 (T2)

ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 เหมือน T1
ปูนโดโลไมท์ปีละ 2 กิโลกรัม/ต้น
ดีเกลือ ปีละ 500 กรัม/ต้น
 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ปีละ 600 กรัม/ต้น
(แบ่งใส่ 2 ครั้ง/ปี)
 H_3BO_3 ปีละ 30 กรัม/ต้น

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ปีละ 600 กรัม/ต้น
(แบ่งใส่ 2 ครั้ง/ปี)





วิธีการวิจัย

การติดตามการจัดการธาตุอาหาร (Nutrient monitoring)

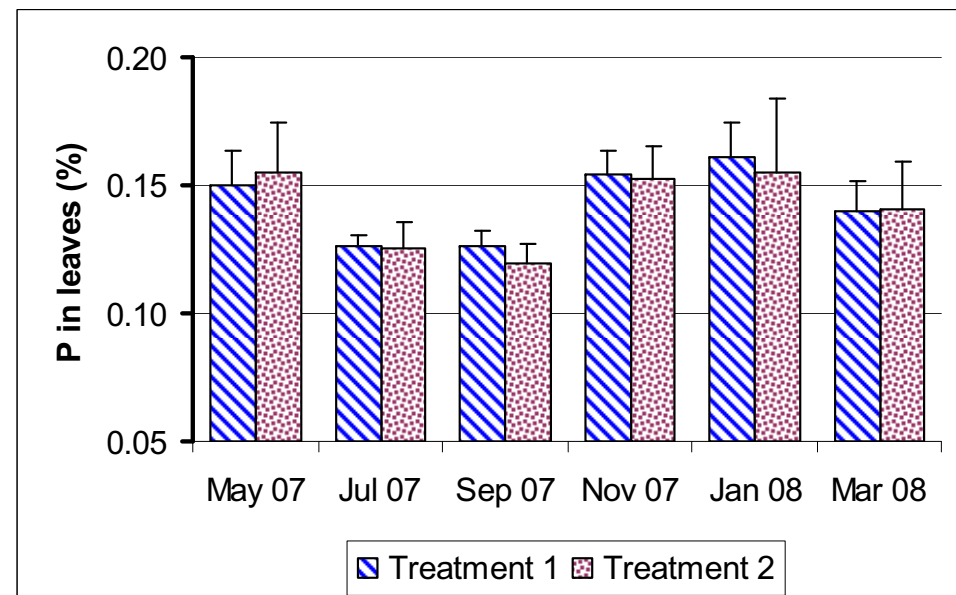
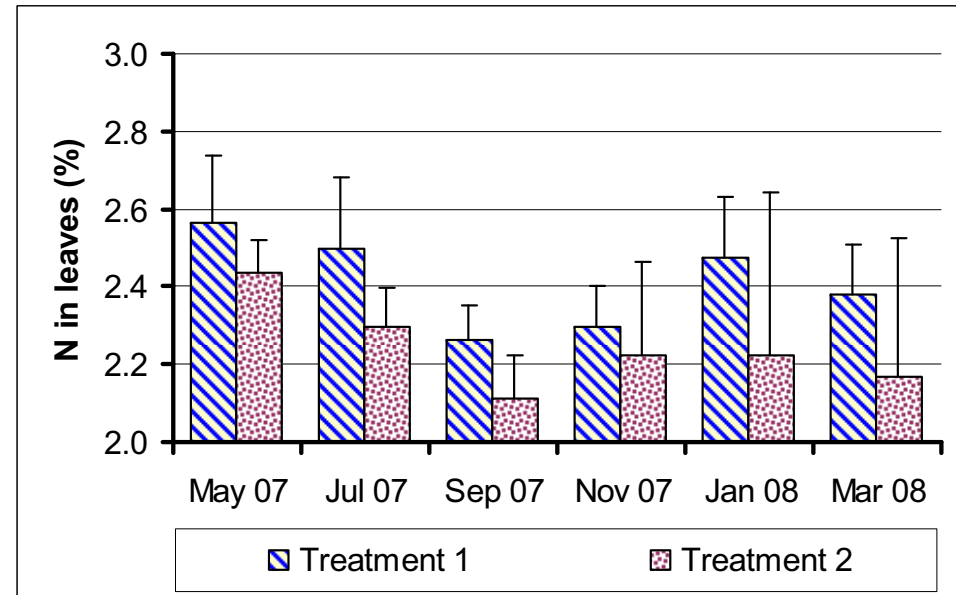
- 🍋 เก็บตัวอย่างใบส้มโอทุก ๒ เดือน นำมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในใบ
- 🍋 บันทึกค่าความชื้นดิน (water potential) ทุกสัปดาห์ และสังเกตการแตกใบอ่อนและแตกช่อดอก
- 🍋 บันทึกการเปลี่ยนแปลงขนาดผล และเก็บตัวอย่างผลมาวิเคราะห์



ผลการวิจัย

Nutrient monitoring :
การเปลี่ยนแปลง N ในใบ

Nutrient monitoring :
การเปลี่ยนแปลง P ในใบ

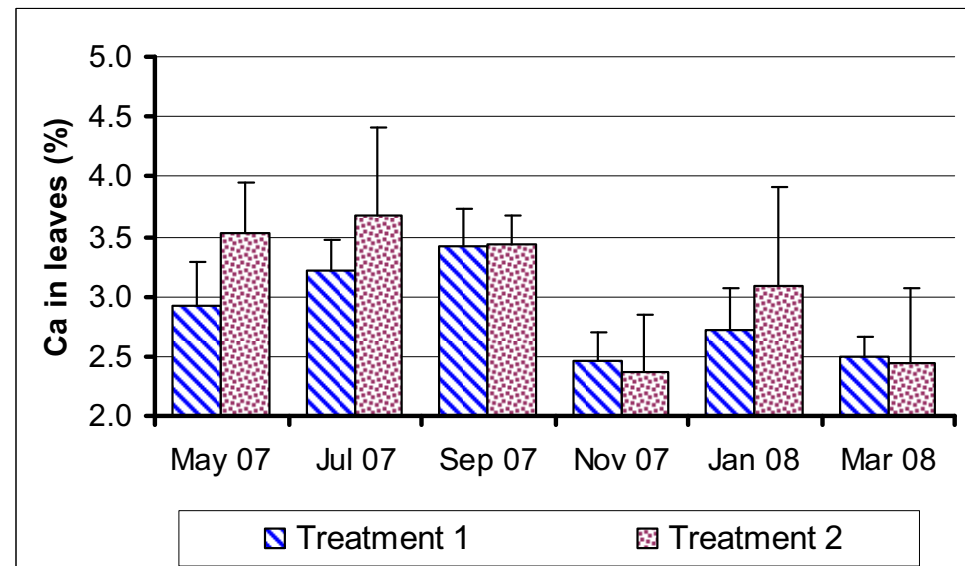
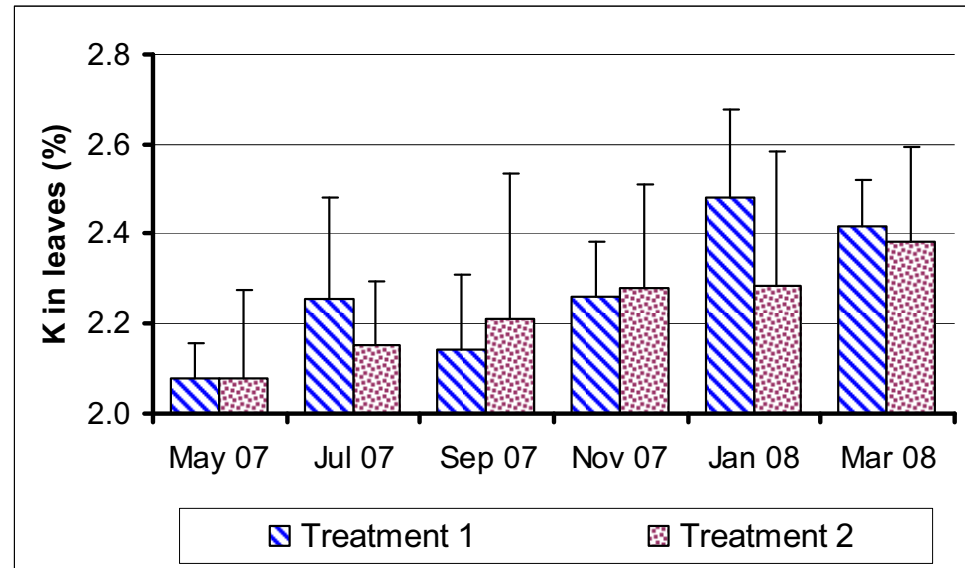




ผลการวิจัย

Nutrient monitoring :
การเปลี่ยนแปลง K ในใบ

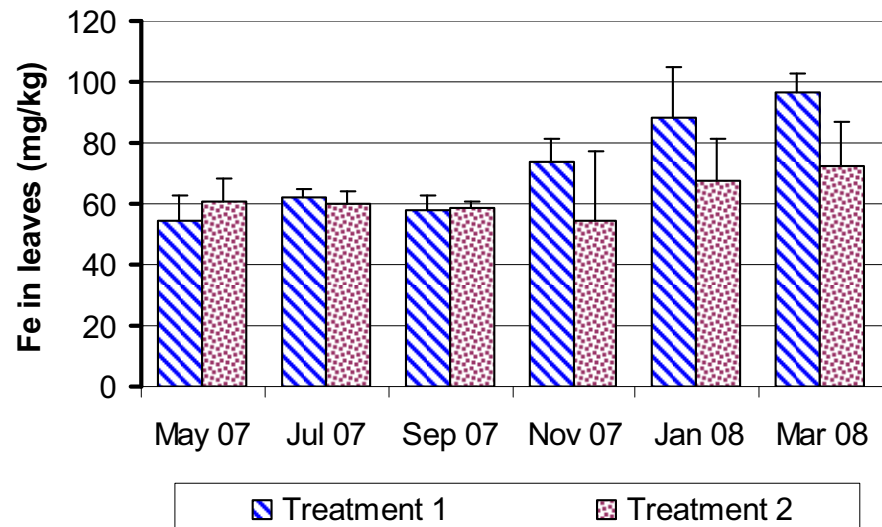
Nutrient monitoring :
การเปลี่ยนแปลง Ca ในใบ



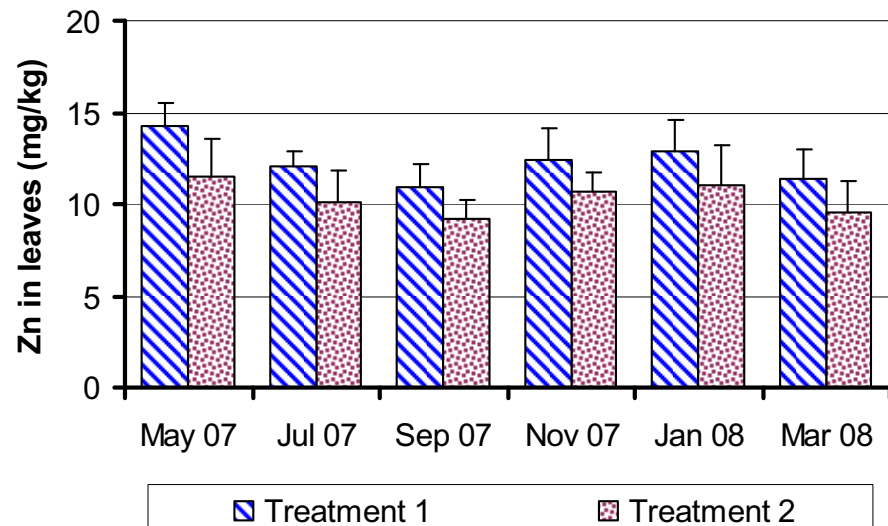


ผลการวิจัย

Nutrient monitoring :
การเปลี่ยนแปลง Fe ในใบ



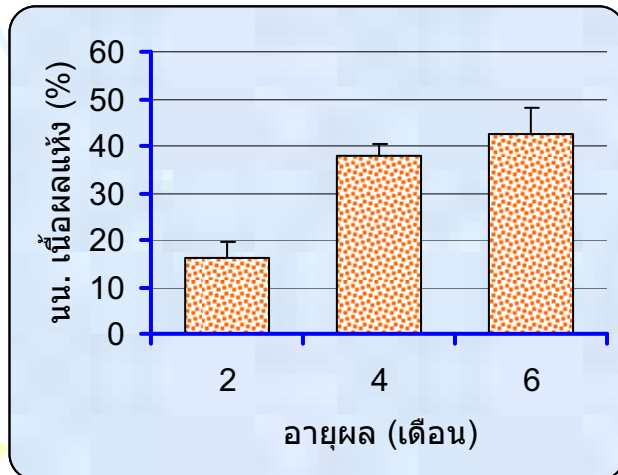
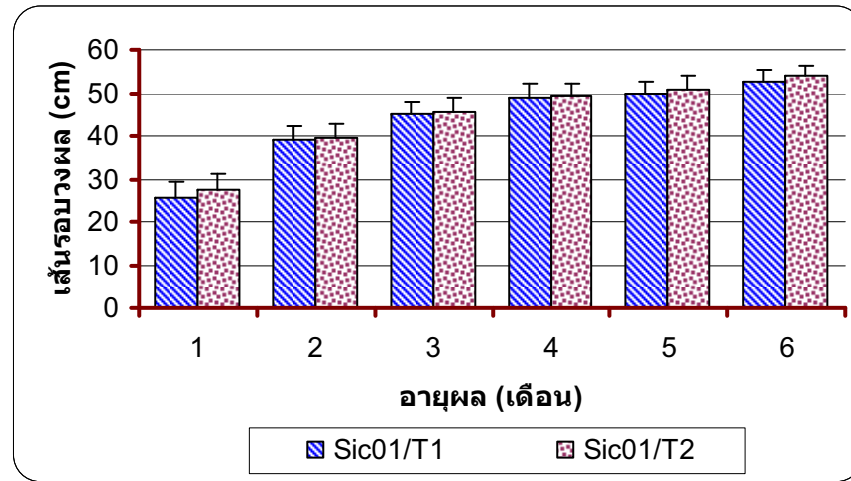
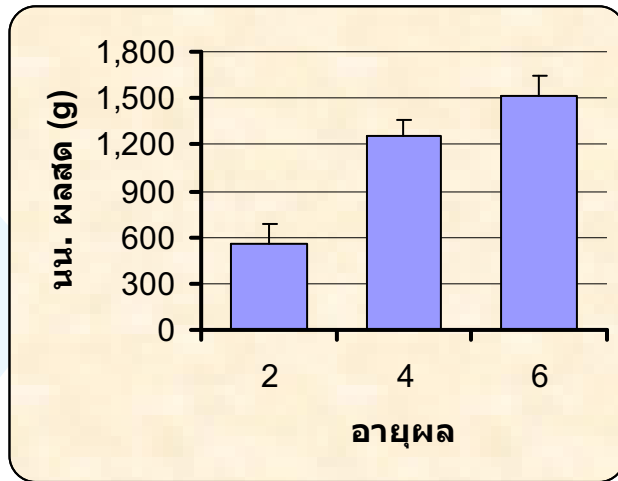
Nutrient monitoring :
การเปลี่ยนแปลง Zn ในใบ





ผลการวิจัย

Nutrient monitoring : พัฒนาการของผล



🍊 ขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรก

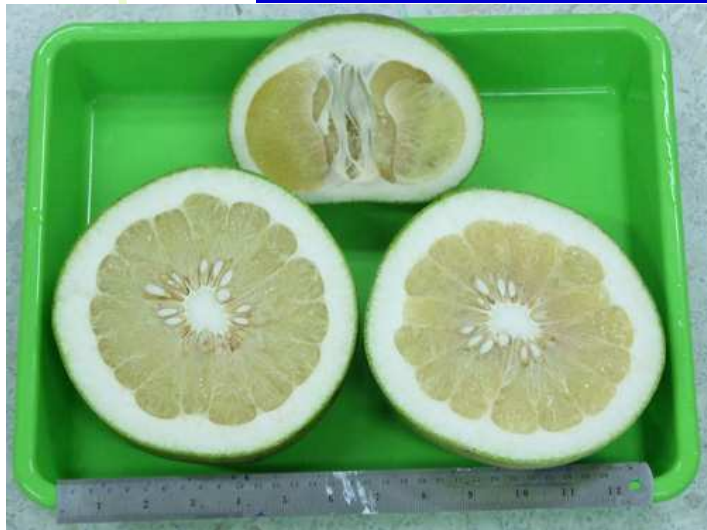
🍊 สัดส่วนของเนื้อสูงขึ้นตามอายุผล

ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตำรับ



ผลการวิจัย

Nutrient monitoring : ปริมาณธาตุอาหารที่ส้มโอต้องใช้สร้างผล

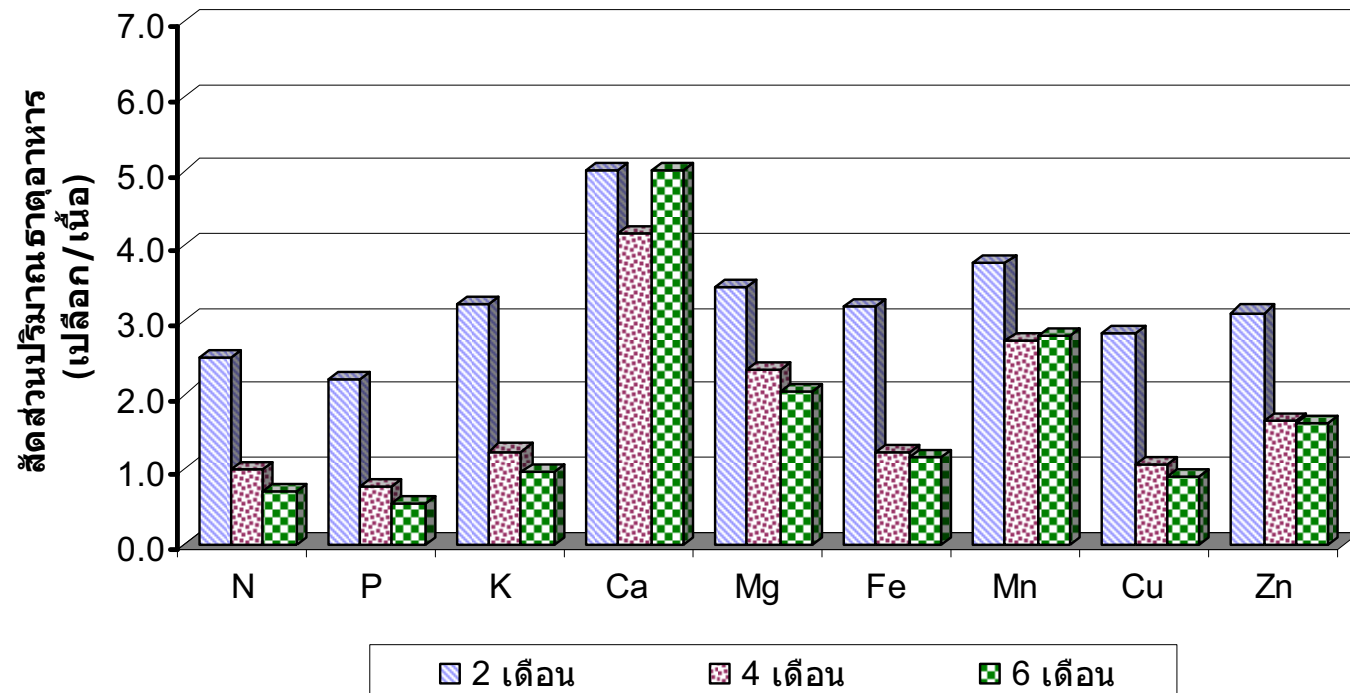


Nutrients	ความต้องการธาตุอาหาร (mg/ผล)		
	เปลือก	เนื้อ	รวม
N	840	1,064	1,903
P	102	173	275
K	1,649	1,560	3,209
Ca	1,406	261	1,668
Mg	145	76	220
Fe	1.82	1.56	3.38
Mn	0.53	0.20	0.73
Cu	0.24	0.25	0.49
Zn	0.82	0.54	1.36



ผลการวิจัย

Nutrient monitoring : สัดส่วนธาตุอาหารในเปลือก/เนื้อผล





การจัดกิจกรรมร่วมกับเกษตรกร



การจัดทำระบบชลประทานสาธิต
เพื่อแก้ปัญหการให้น้ำในแปลงส้ม
โอ อ.ปากพั่น จ.นครศรีฯ

- 🍋 น้ำซึมลงที่ดินช้า ส่วนใหญ่ไหล
กลับลงไปในคู
- 🍋 น้ำพัดพาปุ๋ยและหน้าดินลงในคู
- 🍋 สิ้นเปลืองแรงงานและน้ำมันสูง



การจัดกิจกรรมร่วมกับเกษตรกร



แจกผลการวิเคราะห์ดินและใบ
พร้อมคำแนะนำการจัดการดินตาม
ผลการวิเคราะห์ให้เกษตรกรที่เข้า
ร่วมโครงการฯ





การจัดกิจกรรมร่วมกับเกษตรกร



ร่วมกับโครงการสร้างเครือข่ายฯ
(รศ.ดร. สมพร) จัดอบรม
เกษตรกร เรื่องการจัดการดิน
และปุ๋ยเพื่อการผลิตส้มโอ





การจัดกิจกรรมร่วมกับเกษตรกร

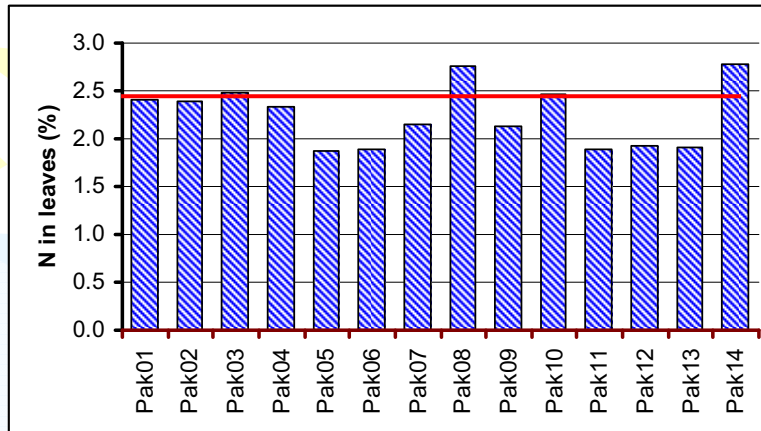


จัดอบรมเกษตรกรและจัดทำแปลง
สาธิตการ เรื่องการใช้เชื้อไตรโคล
เดอร์มา และปูนขาวผสมจุลินทรีย์
โคนต้นเพื่อควบคุมโรครากเน่า
โคนเน่า





ประเด็นวิจัยที่ควรดำเนินการต่อเนื่อง



แก้ไขปัญหการสูญเสีย N ใน
สวนส้มโอในพื้นที่ อ.ปากพอง
จ.นครศรีฯ ซึ่งส่งผลให้ส้มโอ
เว้นช่วงการออกดอกนาน



ปรับปรุงรสชาติของส้มโอใน
พื้นที่ อ.เวียงแก่น



... ขอบคุณครับ

ภาคผนวก 4

สไลด์บทความวิจัยและบทความเต็ม (proceeding) นำเสนอในการประชุมวิชาการ
พืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 26 – 30 พฤษภาคม 2551
ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน จังหวัดพิษณุโลก

การสำรวจธาตุอาหารเพื่อจัดทำคำแนะนำมาตรฐาน สำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับส้มโอ

(A Nutrient Survey for Establishment of Standard
Recommendation of Soil and Plant Analysis for Pummelo)

โดย

ผศ. ดร. สมศักดิ์ มณีพงศ์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

การประชุมพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 7 26-30 พฤษภาคม 2551

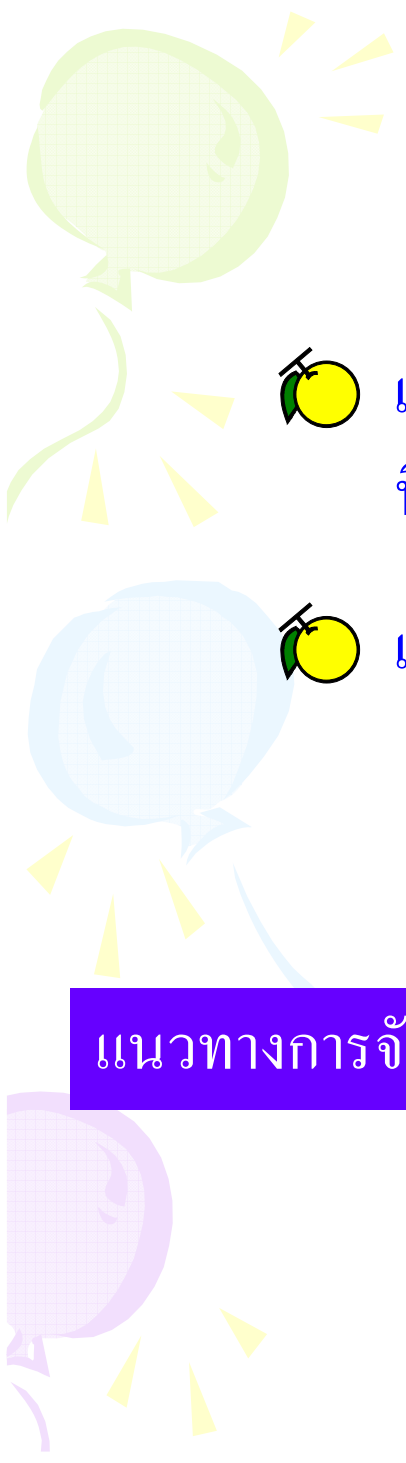
ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน จังหวัดพิษณุโลก

เหตุผลในการวิจัย

- ส้มโอเป็นพืชที่มีศักยภาพพัฒนาเป็นพืชอุตสาหกรรมได้
- ผลผลิตส้มโอของไทยเฉลี่ยเพียง 1,533 kg/ไร่ ในขณะที่พืชตระกูลส้มมีศักยภาพที่จะให้ผลผลิตได้สูงกว่า 5,000 kg/ไร่
- ส้มโอพันธุ์เดียวกันมีรสชาติ และลักษณะของผลแปรปรวนไปตามพื้นที่ปลูก

สมมุติฐาน

การจัดการธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสมส่งผลต่อทั้งปริมาณและคุณภาพผลผลิต



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

🍊 เพื่อจัดทำคำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชที่เหมาะสมสำหรับส้มโอ

🍊 เพื่อให้ทราบแนวทางในการจัดการธาตุอาหารสำหรับส้มโอ

แนวทางการจัดการ

🍊 ได้ผลิตที่คุ้มค่าต่อการลงทุน

🍊 ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาด

🍊 ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านธาตุอาหาร

วิธีการวิจัย

สำรวจธาตุอาหาร (Nutrient survey)

- 🍊 พื้นที่ อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช 9 สวน
- 🍊 พื้นที่ อ.สิชล และอ.ขนอม จ.นครศรีธรรมราช 8 สวน
- 🍊 พื้นที่ อ.เวียงแก่น จ.เชียงราย 6 สวน

เลือกเก็บตัวอย่างเฉพาะพันธุ์ขาวทองดี อายุ 8-16 ปี

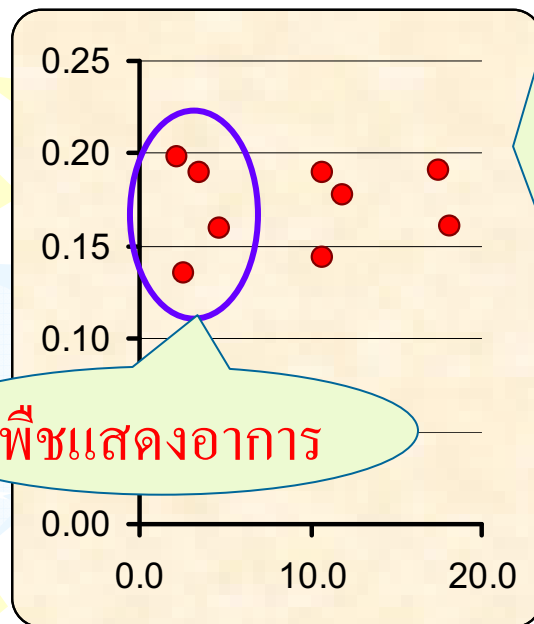


วิธีการวิจัย

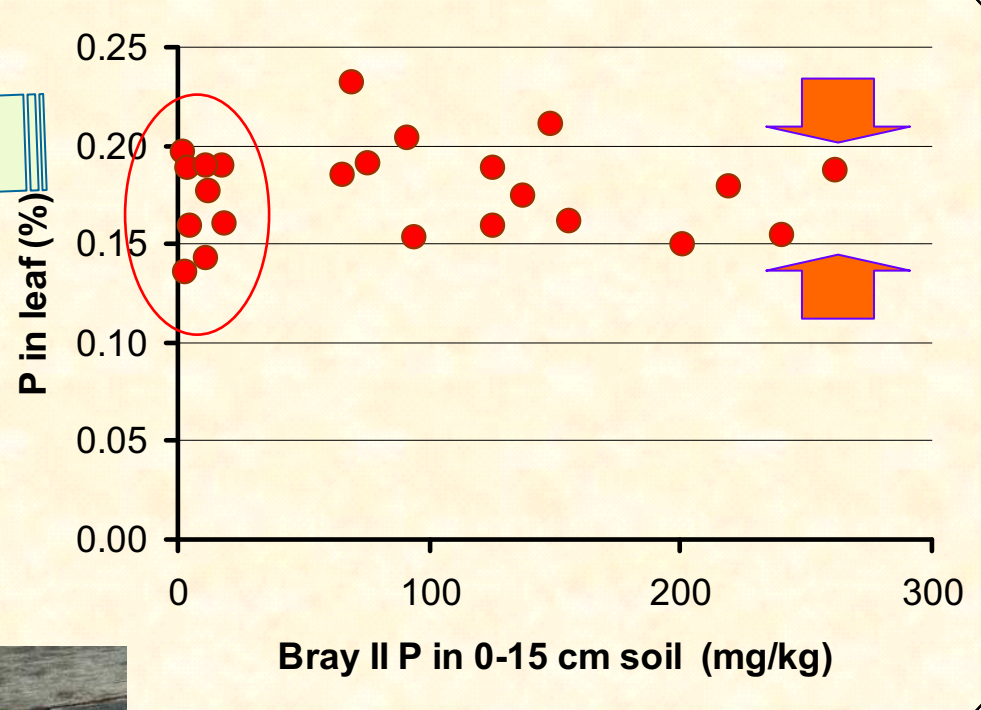
การสำรวจธาตุอาหาร (Nutrient survey)

- 🍊 เก็บตัวอย่างดิน 7-9 จุด/สวน ที่ความลึก 0-15 และ 15-45 cm บริเวณชายพุ่ม แล้วนำตัวอย่างมาสร้างตัวอย่างเชิงประกอบ (composite sample)
- 🍊 เก็บตัวอย่างพืช 4 ใบ/ต้น อายุใบ 3-5 เดือน จากช่อใบที่แตกล่าสุด อยู่ในตำแหน่งที่ได้รับแสงเต็มที่ และเป็นกิ่งที่ไม่ติดผล
- 🍊 เก็บข้อมูลผลผลิตจากการนับจำนวนผล หรือสอบถามเกษตรกร
- 🍊 เก็บข้อมูลความผิดปกติด้านธาตุอาหารจากการสังเกตอาการของพืช ทั้งสวนที่เก็บตัวอย่างและพื้นที่ใกล้เคียง

ฟอสฟอรัส



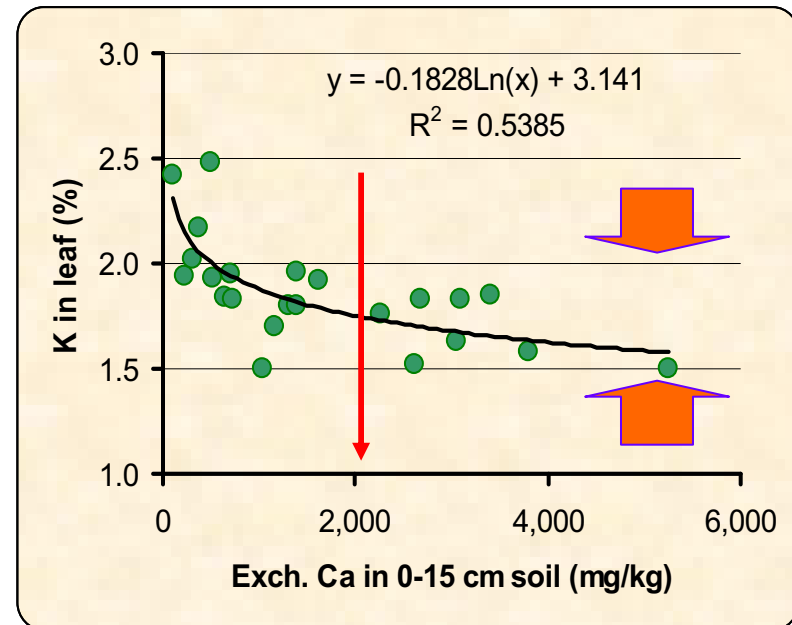
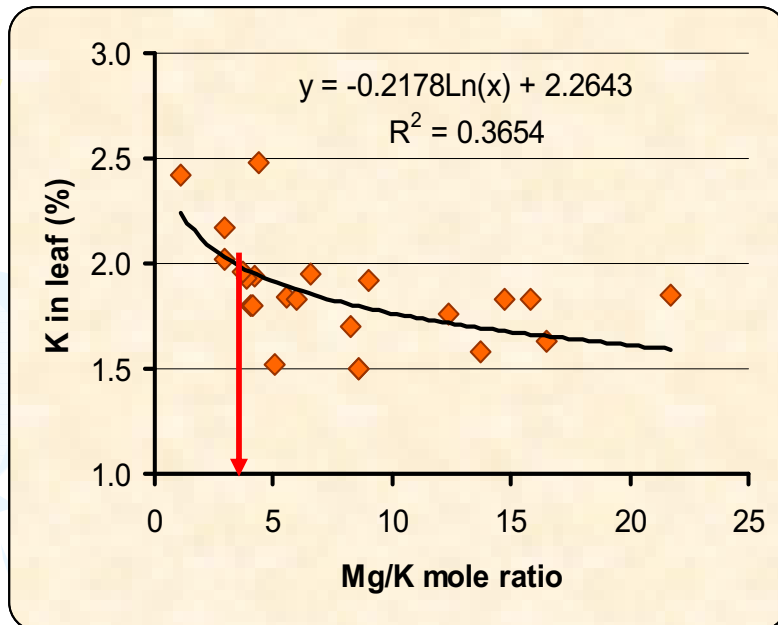
พืชแสดงอาการ



ฟอสฟอรัสในใบ 0.15 – 0.20 %

ฟอสฟอรัสในดิน 15 – 25 mg/kg

โพแทสเซียม

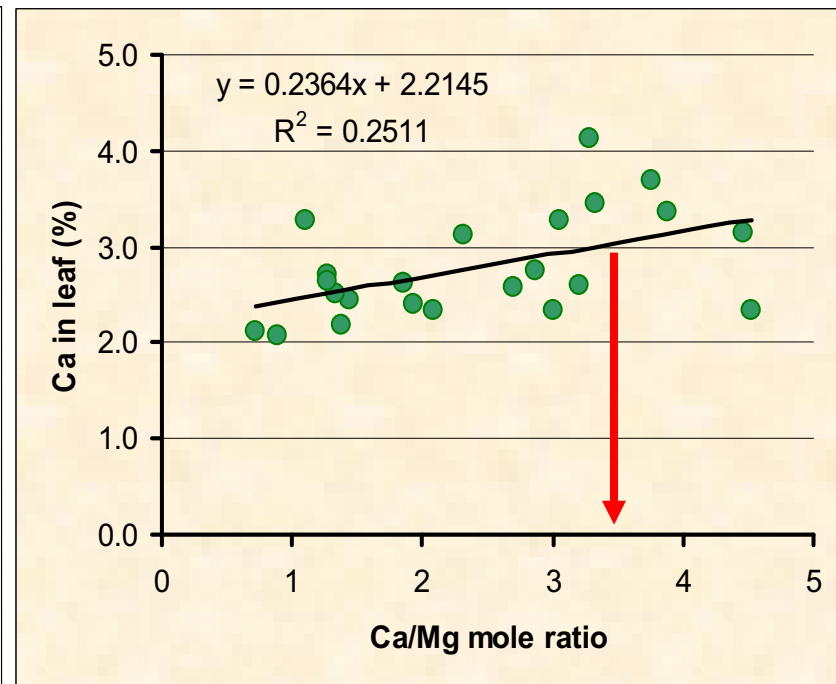
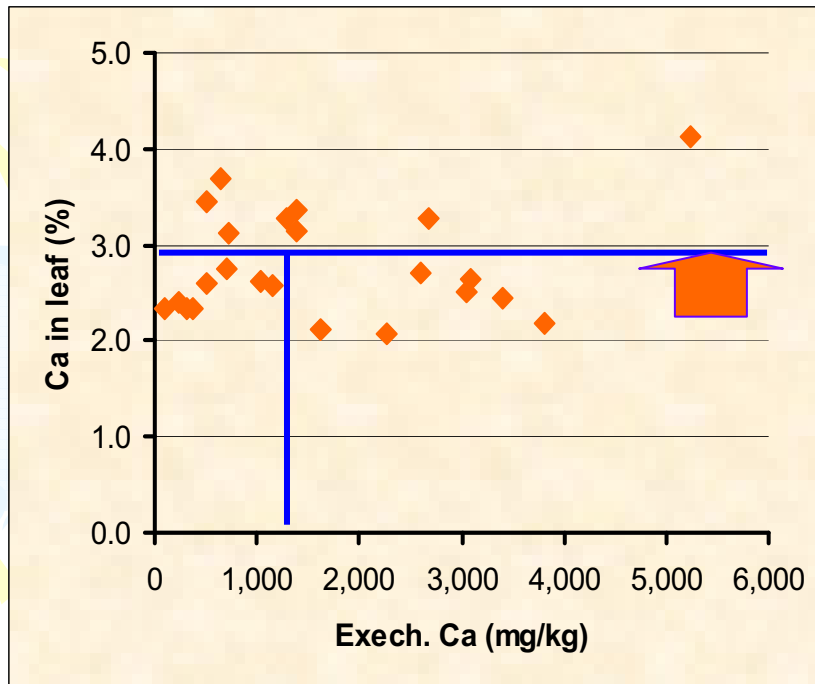


คำแนะนำของโพแทสเซียมในใบ 1.5 – 2.0 %

Mg/K หรือ Ca ต่ำ ชักนำให้พืชใช้ K ฟุ่มเฟือย

Mg/K หรือ Ca สูง ยับยั้งการดูดใช้ K

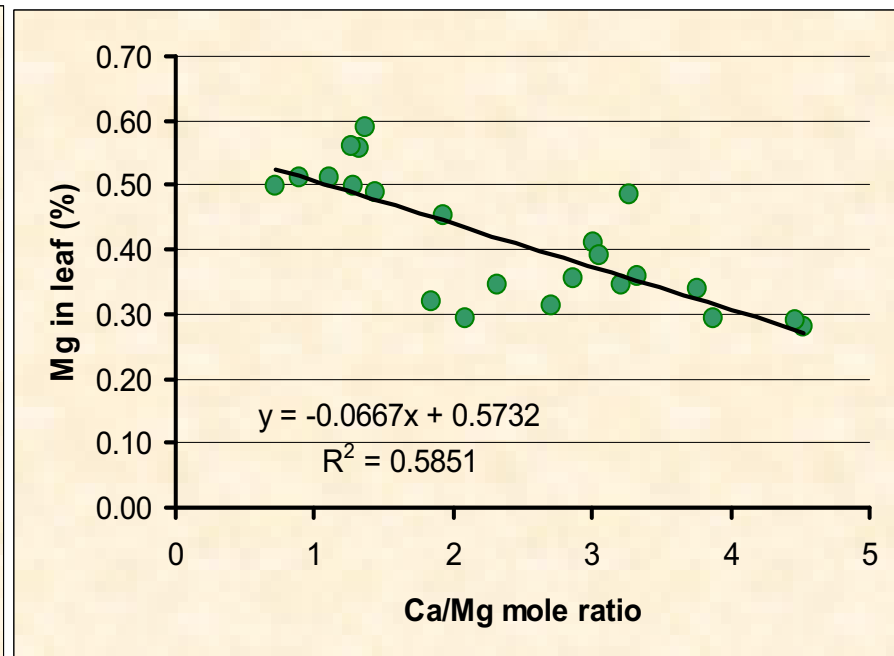
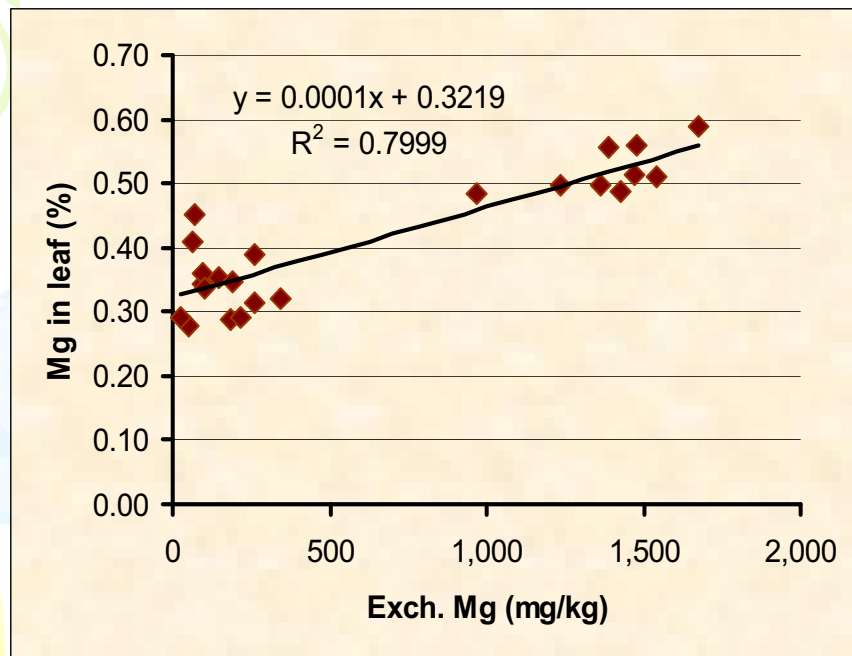
แคลเซียม



คำแนะนำของแคลเซียมในใบ 3.0 – 4.0 %

Ca/Mg ต่ำ ชักนำให้พืชดูดใช้ Ca ได้น้อยลง

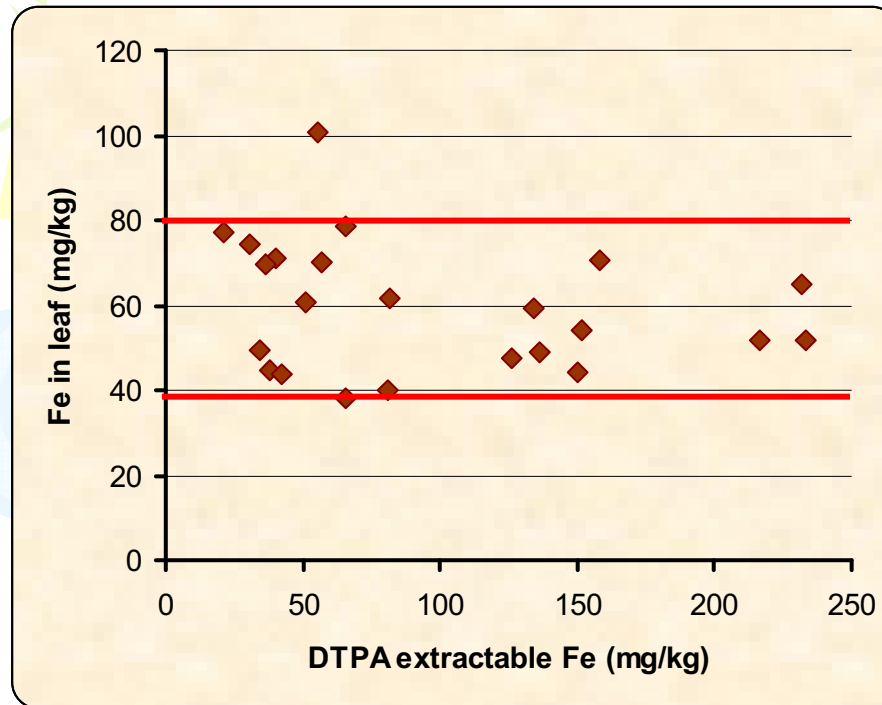
แมกนีเซียม



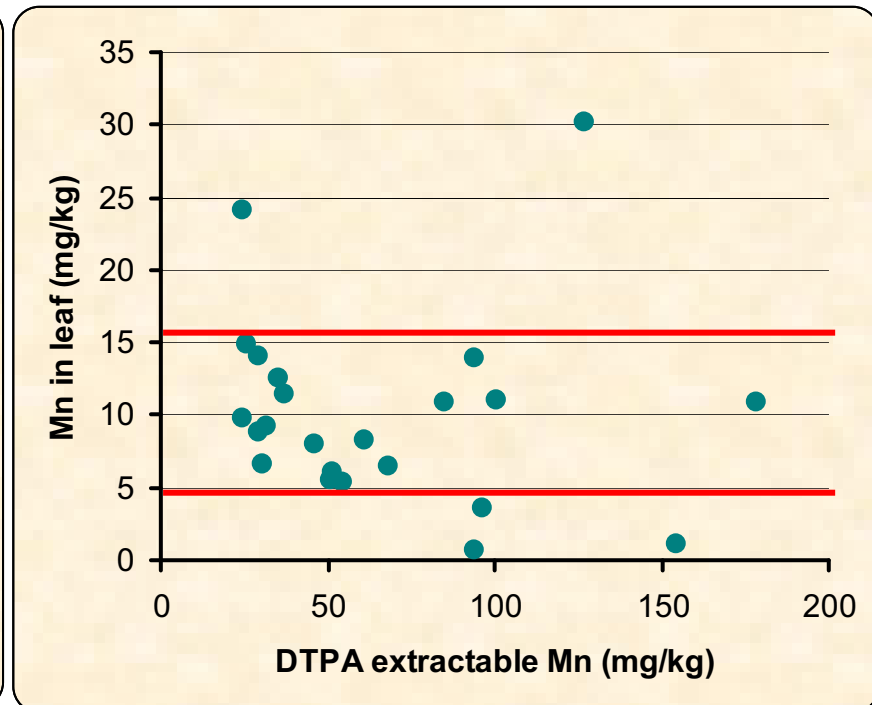
ค่าแนะนำของแมกนีเซียมในใบ 0.30 – 0.50 %

Ca/Mg ต่ำ ชักนำให้พืชใช้ Mg ฟุ่มเฟือย

เหล็ก



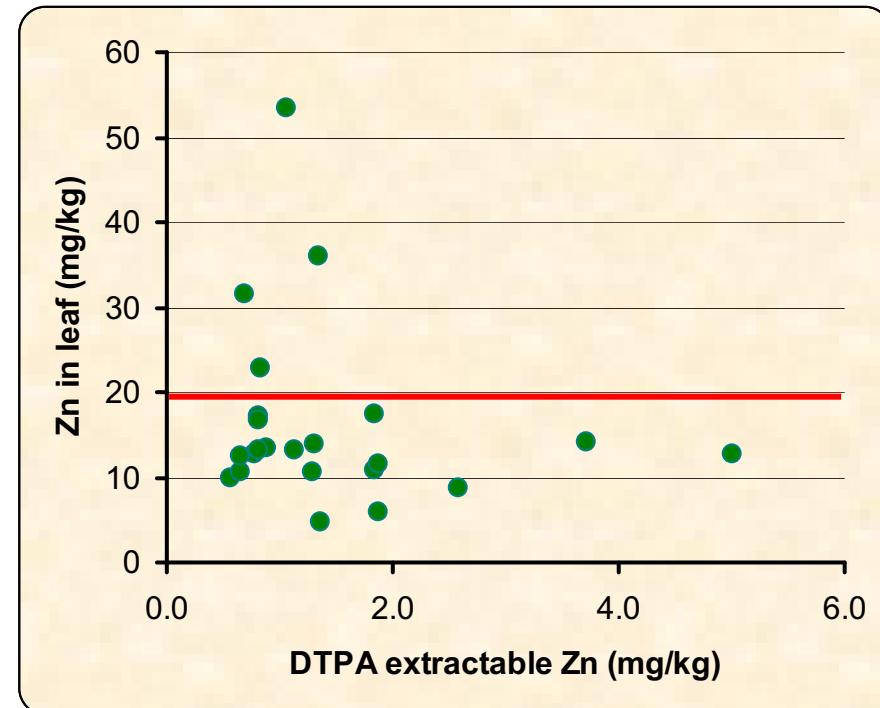
แมงกานีส



คำแนะนำของเหล็กในใบ 40-80 mg/kg

คำแนะนำของแมงกานีสในใบ 5-15 mg/kg

สังกะสี



พืชแสดงอาการขาด Zn เมื่อความ
เข้มข้นในใบต่ำกว่า 20 mg/kg

สรุป

คำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดิน

Item (method)	Unit	Very low	Low	Optimum	High	Very high
pH (1:2.5 in water)		< 4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-8.5	> 8.5
EC (saturation)	mS/cm	< 1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	> 4.0
OM (Walkley&Black)	g/kg	< 5	5-15	15-25	25-45	> 45
P (Bray II)	mg/kg	< 5	5-15	15-25	25-75	> 75
K (1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 50	50-100	100-150	150-200	> 200
Ca(1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 400	400-1000	1000-2000	2000-3000	> 3000
Mg(1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 48	48-120	120-240	240-360	> 360
Fe (DTPA extractable)	mg/kg	< 5	5-10	11-16	17-25	> 25
Mn (DTPA extractable)	mg/kg	< 4	4-8	9-12	13-30	> 30
Cu (DTPA extractable)	mg/kg	< 0.3	0.3-0.8	0.9-1.2	1.3-2.5	> 2.5
Zn (DTPA extractable)	mg/kg	< 0.5	0.5-1.0	1.1-3.0	3.1-6.0	> 6.0

สรุป

คำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์พืช

Nutrient	Unit	Pummelo	Citrus
		(this study)	(Koo, 2008)
P	%	0.15-0.20	0.12-0.16
K	%	1.5-2.0	1.20-1.70
Ca	%	3.0-4.0	3.00-4.90
Mg	%	0.30-0.50	0.30-0.49
Fe	mg/kg	40-80	60-120
Mn	mg/kg	5-15	25-100
Cu	mg/kg	>4	5-16
Zn	mg/kg	>15	25-100

กิตติกรรมประกาศ



สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
The Thailand Research Fund

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการ
วิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัยของ
โครงการนี้



การสำรวจธาตุอาหารเพื่อจัดทำคำแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับส้มโอ
A Nutrient Survey for Establishment of Standard Recommendation of Soil and Plant Analysis for
Pummelo

สมศักดิ์ มณีพงศ์¹
Somsak Maneepong¹

Abstract

Pummelo (*Citrus maxima*) is a Thai economic crop, which continuously increase in export quantity. Pummelo is a high yield plant, which also consume high amounts of nutrients. Therefore, precise management is required for effective nutrient supply. This research was carried out due to standard recommendation of soil and plant analysis for pummelo is not available. A nutrient survey of 9 orchards in Pakpanang, Nakhon Si Thammarat; 8 orchards in Kanom and Sichon, Nakhon Si Thammarat; and 6 orchards in Waingkan, Chaingrai was performed. The results showed that an optimum P concentration in leaves was in a range of 0.15-0.20 %. The P in leaves did not correspond to the soil concentration. Available P in soil (Bray II 15-25 mg/kg) is more suitable for P evaluation than the leaf values. Pummelo tends to uptake more K in acid soil, which has low Ca, than in alkali soil. An optimum K in leaves was found 1.5-2.0 %, Exchangeable soil K should be in a range of 80-120 mg/kg (1 M NH_4OAc pH 7), while the Ca/K mole ratio should be 10-13 for reducing luxury consumption of K. High DTPA extractable Fe and Mn were found in all soil samples. The optimum ranges of Fe and Mn in leaves should be in ranges of 40-80 and 5-15 mg/kg, respectively. Zn concentrations in leaves and in those in soils did not correspond to each another. Zn deficiency symptom is normally found where the Zn in leaves is lower than 20 mg/kg, and the Zn in soil is lower than 1.5 mg/kg. The symptom was found in almost all orchards in Nakhon Si Thammarat, while only one orchard in Chaingrai was found.

Keywords : Pummelo, nutrient, soil and plant analysis

บทคัดย่อ

ส้มโอ (*Citrus maxima*) เป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่ได้รับความนิยมจากตลาดต่างประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง พืชชนิดนี้ให้ผลผลิตสูงใช้ธาตุอาหารมาก การจัดการธาตุอาหารให้เกิดประสิทธิภาพจึงต้องมีความแม่นยำตามไปด้วย ปัจจุบันยังไม่มีคำแนะนำสำหรับการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ดินและพืชของส้มโอ ผู้วิจัยจึงได้เริ่มงานวิจัยนี้ขึ้น โดยใช้วิธีสำรวจธาตุอาหารในแปลงปลูกของเกษตรกรใน 3 พื้นที่ คือ อ.ปากพะยูน จ.นครศรีธรรมราช 9 สวน, อ.ลิซล และ อ.ขนอม จ.นครศรีธรรมราช 8 สวน, และ อ.เวียงแก่น จ.เชียงราย 6 สวน ผลการสำรวจพบว่า ความเข้มข้นของ P ในใบที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 0.15-0.20 % โดยไม่สัมพันธ์กับความเข้มข้นในดิน โดยความเข้มข้นในดิน (Bray II 15-25 mg/kg) สามารถบ่งชี้ระดับที่เหมาะสมได้ดีกว่า ส้มโอดูดใช้ K ในดินกรดซึ่งมี Ca ต่ำได้ดีกว่าดินด่าง ความเข้มข้นในใบที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 1.5-2.0 % ส่วนในดินควรอยู่ในช่วง 80-120 mg/kg (1 M NH_4OAc pH 7) เมื่อสัดส่วนโดยจำนวนโมล Ca/K ควรมีค่า 10-13 เพื่อลดการดูดใช้ K เกินความต้องการ ความเข้มข้นของ Fe และ Mn ที่สกัดได้ด้วย DTPA พบสูงในทุกตัวอย่างดิน ความเข้มข้นของ Fe และ Mn ในใบที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 40-80 และ 5-15 mg/kg สำหรับความเข้มข้นของ Zn พบว่า มีความไม่สอดคล้องกันระหว่างค่าความเข้มข้นในดินและในใบ สวนที่พบส้มโอแสดงอาการขาดสังกะสีอย่างชัดเจนมักมี Zn ในใบต่ำกว่า 20 mg/kg และในดินต่ำกว่า 1.5 mg/kg ส้มโอในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชเกือบทุกสวนแสดงอาการขาดสังกะสี ในขณะที่พบอาการเด่นชัดในจังหวัดเชียงรายเพียงสวนเดียว

คำสำคัญ : ส้มโอ, ธาตุอาหารพืช, การวิเคราะห์ดินและพืช

¹ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160

¹ School of Agricultural Technology, Walailak University, Tha Sala, Nakhon Si Thammarat 80160, Thailand

คำนำ

ส้มโอ (*Citrus maxima*) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส้มชนิดนี้มีผลโตเปลือกหนา ทำให้เก็บรักษาได้นานและทนทานต่อการขนส่ง นอกจากนี้ยังสามารถจำหน่ายได้ทั้งรูปผลสด ตัดแต่ง และแปรรูป ส้มโอจึงเป็นพืชที่มีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นพืชอุตสาหกรรมได้ไม่ยาก ในปี พ.ศ. 2555 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกส้มโอทั่วประเทศ 200,965 ไร่ กระจายอยู่ทั่วทุกภาค โดยมีผลผลิตเฉลี่ยเพียง 1,533 กิโลกรัม/ไร่ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2550) ในขณะที่พืชตระกูลส้มมีศักยภาพที่จะให้ผลผลิตได้สูงกว่า 5,000 กิโลกรัม/ไร่ (Koo, 2008) การจัดการธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสมเป็นปัญหาหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตของพืชต่ำ และเกษตรกรได้รับประโยชน์ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ค่าแนะนำมาตรฐานสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ดินและพืช เป็นเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการจัดการธาตุอาหาร เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินชนิดของธาตุอาหารและคำนวณปริมาณที่เหมาะสมที่ต้องให้แก่พืช ปัจจุบันยังไม่มีคำแนะนำมาตรฐานสำหรับส้มโอ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิจัยนี้ โดยเลือกใช้วิธีสำรวจธาตุอาหาร (nutrient survey) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลเร็วในกรณีของไม้ผล (สุมิตรา และคณะ, 2546; Diczbalis, 2002; Reuter and Robinson, 1997)

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินและใบส้มโอจากสวนของเกษตรกรที่ปลูกส้มโอพันธุ์ขาวทองดี มีอายุการปลูก 8-16 ปี ใน 3 พื้นที่ ซึ่งมีดินลักษณะแตกต่างกัน คือ พื้นที่อำเภอปากพะนิง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 9 สวน พื้นที่อำเภอลิขลและอำเภอหนองมะโมง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 8 สวน และพื้นที่อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย จำนวน 6 สวน ตัวอย่างดินเก็บโดยใช้ส่วนสำรวจดิน กำหนดจุดเก็บแบบสุ่ม เจาะเก็บบริเวณชายพุ่มของต้นส้มสวนละ 7-9 จุด แต่ละจุดแยกตัวอย่างเป็นดินบน (0-15 cm) และดินล่าง (15-45 cm) นำตัวอย่างจากความลึกเดียวกันมาผสมกันและผสมซ้ำเพื่อสร้างตัวอย่างรวม (composite sample) ของแต่ละสวน ผึ่งตัวอย่างในที่ร่มจนแห้ง แล้วตำและร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่อง 2 มิลลิเมตร วัดค่าความเป็นกรดด่างในน้ำโดยใช้อัตราส่วน 1:2.5 (ดิน : น้ำ) วัดค่าการนำไฟฟ้าในสารแขวนลอยโดยใช้อัตราส่วน 1:5 (ดิน : น้ำ) วิเคราะห์อินทรียวัตถุด้วยวิธี Walkley & Black วิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยสกัดด้วยสารละลาย Bray No.2 และวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารสกัดด้วยวิธี Molybdenum blue วิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยสกัดด้วยสารละลาย 1 M NH_4OAc pH 7.0 และวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารสกัดด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry วิเคราะห์เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี โดยสกัดด้วยสารละลาย DTPA และวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารสกัดด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (Jones, 2001)

ตัวอย่างใบส้มโอเก็บจากต้นที่เก็บตัวอย่างดิน ต้นละ 4 ใบ โดยเก็บใบตำแหน่งที่ 3 หรือ 4 ของข้อใบที่แตกล่าสุด จากกิ่งที่ไม่ติดผล และมีอายุใบประมาณ 3-5 เดือน เก็บตัวอย่างใส่ถุงกระดาษและนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 °C ภายใน 24 ชั่วโมง บดตัวอย่างใบที่แห้งแล้วและร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่อง 0.5 มิลลิเมตร วิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำไปย่อยด้วยกรดผสม $\text{HNO}_3 : \text{HClO}_4$ (2:1) แล้ววิเคราะห์ฟอสฟอรัสด้วยวิธี Vanadomolybdate และวิเคราะห์ธาตุที่เป็นโลหะด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (Jones, 2001)

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์ดินจากการสำรวจครั้งนี้ ได้นำมาจัดระดับเป็น 5 ระดับ คือ ต่ำมาก ต่ำ เหมาะสม สูง และสูงมาก โดยนำข้อมูลที่มีการศึกษาไว้ก่อนมาพิจารณาร่วมด้วยเพื่อให้ผลการจัดระดับมีความสมบูรณ์มากขึ้น ผลการศึกษาส่วนใหญ่สอดคล้องกับคำแนะนำที่มีการรายงานไว้แล้ว และไม่พบความแตกต่างระหว่างคำแนะนำสำหรับส้มโอกับคำแนะนำสำหรับพืชชนิดอื่น (Chen *et al.*, 2007; Jones, 2001) (Table 1) แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินไม่มีความจำเพาะต่อชนิดพืช นอกจากนี้ยังพบว่า ผลการวิเคราะห์ดินบ่งชี้ระดับความพอเพียงของ P, K, Ca, และ Mg ได้ดีกว่าผลการวิเคราะห์พืช

ความเข้มข้นของ P ในใบส้มโออยู่ในช่วง 0.15-0.20 % เป็นส่วนใหญ่ไม่ว่าความเข้มข้นในดินจะสูงหรือต่ำ ความเข้มข้นในดินจึงใช้เป็นดัชนีชี้วัดความต้องการ P ได้ดีกว่าในใบ เมื่อความเข้มข้น K ในดินสูงกว่า 100 mg/kg พบว่าความเข้มข้นของ K ในใบส้มโออยู่ในช่วง 1.5-2.0 % ส้มโอมีแนวโน้มดูดใช้ K สูงเกินความต้องการ (luxury consumption) เมื่อสัดส่วนจำนวนโมล ของ Mg/K ต่ำ หรือความเข้มข้นของ Ca สูง ดังนั้น การจัดการธาตุอาหารทั้งสามนี้ควรดำเนินการร่วมกัน เพื่อให้มีสัดส่วนที่เหมาะสม และป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ K โดยไม่จำเป็น ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของ P และ K สูงกว่าคำแนะนำทั่วไปของพืชตระกูลส้ม (Table 2) ความเข้มข้นของ Ca ในใบพบว่า อยู่ในช่วง 2.0-4.0 % โดยความเข้มข้นต่ำกว่า 3.0

% พบในดินที่มี Ca ต่ำกว่า 1000 mg/kg หรือสัดส่วนจำนวนโมลของ Ca/Mg ต่ำกว่า 4 เมื่อสัดส่วนจำนวนโมลของ Ca/Mg สูงขึ้น พบว่าส้มโอสามารถดูดใช้ Ca ได้สูงขึ้นด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นสมบัติปฏิปักษ์ (antagonism) ของธาตุอาหารทั้งสองนี้ สมบัติปฏิปักษ์ของ Ca และ Mg นอกจากพบในส้มโอแล้ว ยังมีรายงานว่าพบในมังคุดและทุเรียนด้วยเช่นกัน (สุมิตรา และ คณะ, 2546) ดังนั้น การจัดการธาตุอาหารทั้งสองนี้จำเป็นต้องจัดการควบคู่กัน พืชจึงจะดูดใช้ธาตุทั้งสองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความเข้มข้น Ca ที่เหมาะสมในใบควรอยู่ในช่วง 3.0-4.0 % ผลการสำรวจพบว่า Mg ในใบส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.30-0.60 % และมีแนวโน้มลดลงเมื่อสัดส่วนจำนวนโมลของ Ca/Mg สูงขึ้น เนื่องจากสมบัติปฏิปักษ์ของธาตุทั้งสองดังกล่าว ความเข้มข้นสูงกว่า 0.50 % พบเฉพาะส้มโอที่ปลูกในดินต่าง ซึ่งมี Ca/Mg ต่ำ ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากพืชดูดใช้ Mg สูงเกินความจำเป็น ดังนั้น ค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 0.30-0.50 % ความเข้มข้นของ Fe ในใบพบว่าอยู่ในช่วง 40-80 mg/kg ในขณะที่ความเข้มข้นในดินอยู่ในระดับสูงมาก (สูงกว่า 25 mg/kg) และไม่พบพืชแสดงอาการขาด Fe ในพื้นที่ใดเลย ความเข้มข้นของ Mn ในใบ พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5-15 mg/kg ในขณะที่ความเข้มข้นในดินอยู่ในระดับสูงมาก (สูงกว่า 30 mg/kg) และไม่พบพืชแสดงอาการขาด Mn เลยเช่นเดียวกับ Fe ความเข้มข้นของ Cu ในใบพบว่า อยู่ในช่วง 4-54 mg/kg ความเข้มข้นที่สูงผิดปกติ (สูงกว่า 20 mg/kg)) น่าจะเกิดจากการปนสารประกอบทองแดงเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช การสำรวจไม่พบพืชแสดงอาการขาดทองแดง ดังนั้นค่าที่เหมาะสมน่าจะมากกว่า 4 mg/kg ความเข้มข้นของ Zn ในใบพบว่า อยู่ในช่วง 5-53 mg/kg และพืชมีแนวโน้มแสดงอาการขาด Zn เมื่อความเข้มข้นในใบต่ำกว่า 15 mg/kg ผลการศึกษาค้นนี้ยังพบว่า ส้มโอส่วนใหญ่ในจังหวัดนครศรีธรรมราชขาดสังกะสี (Table 1 และ Table 2)

Table 1 Recommended values for top-soil (0-15 cm) of pummelo orchard. The soil sample should be taken from beneath the outer canopy.

Item (method)	Unit	Very low	Low	Optimum	High	Very high
pH (1:2.5 in water)		< 4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-8.5	> 8.5
EC (saturation)	mS/cm	< 1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	> 4.0
OM (Walkley&Black)	g/kg	< 5	5-15	15-25	25-45	> 45
P (Bray II)	mg/kg	< 5	5-15	15-25	25-75	> 75
K (1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 50	50-100	100-150	150-200	> 200
Ca (1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 400	400-1000	1000-2000	2000-3000	> 3000
Mg (1 M NH ₄ OAc pH 7)	mg/kg	< 48	48-120	120-240	240-360	> 360
Fe (DTPA extractable)	mg/kg	< 5	5-10	11-16	17-25	> 25
Mn (DTPA extractable)	mg/kg	< 4	4-8	9-12	13-30	> 30
Cu (DTPA extractable)	mg/kg	< 0.3	0.3-0.8	0.9-1.2	1.3-2.5	> 2.5
Zn (DTPA extractable)	mg/kg	< 0.5	0.5-1.0	1.1-3.0	3.1-6.0	> 6.0

Table 2 Recommended values (optimum ranges) for leaf analysis of pummelo. The leaf sample should be 3-5 months old, and taken from non-fruiting terminals.

Nutrient element	Unit	Pummelo (this study)	Citrus (Koo, 2008)
P	%	0.15-0.20	0.12-0.16
K	%	1.5-2.0	1.20-1.70
Ca	%	3.0-4.0	3.00-4.90
Mg	%	0.30-0.50	0.30-0.49
Fe	mg/kg	40-80	60-120
Mn	mg/kg	5-15	25-100
Cu	mg/kg	> 4	5-16
Zn	mg/kg	> 15	25-100

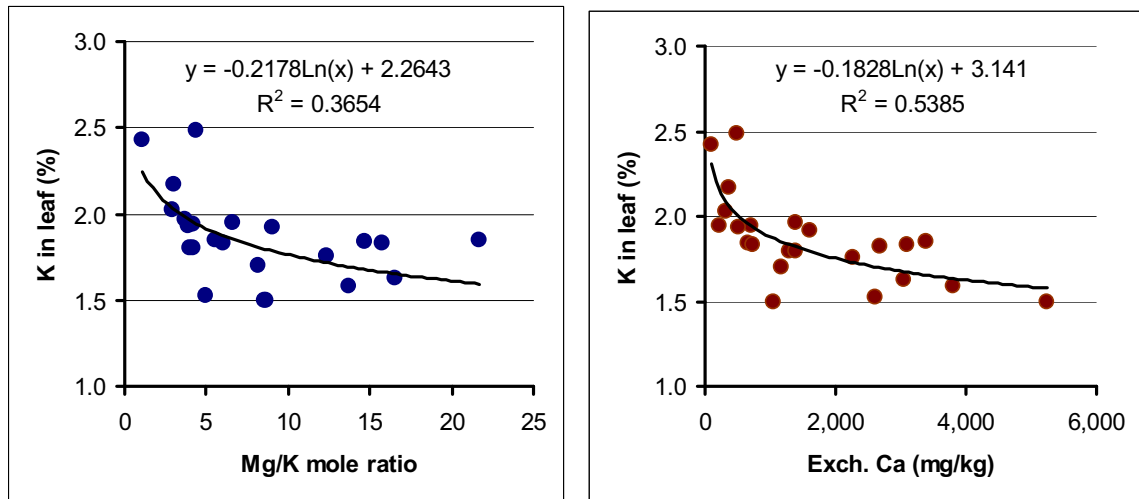


Fig. 1 Correlation between K concentrations in pummelo leaf and Mg/K mole ratio in soil (left), and its correlation with exchangeable Ca in soil (right).

สรุป

คำแนะนำสำหรับการวิเคราะห์ดินสำหรับสวนส้มโอพบว่า ใกล้เคียงกับคำแนะนำสำหรับพืชทั่วไป ในขณะที่คำแนะนำสำหรับการวิเคราะห์ใบมีความจำเพาะต่อส้มโอกมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับพืชตระกูลส้มชนิดอื่นพบว่า ส้มโอต้องการ P และ K สูงกว่า ต้องการ Ca และ Mg ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ต้องการ Fe และ Mn ต่ำกว่า การศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถระบุคำแนะนำที่แน่นอนสำหรับ Cu และ Zn ได้ เนื่องจากมีข้อมูลไม่ครอบคลุมช่วงที่ต้องการศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2550. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2550. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. หน้า 59.
- สุมิตรา ภูวโรดม, พรทิศา กัญยวงศ์หา, นุจรี บุญแปลง, และปัญญพร เลิศรัตน์. 2546. การกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารในใบสำหรับมังคุด. การประชุมพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 3, 22-25 เมษายน 2546 โรงแรมมิราเคิลแกรนด์. กรุงเทพฯ.
- Chen, F., J. Lu and D. Liu. 2007. Investigation of soil fertility in citrus orchards of southern China. Better Crops with Plant Food. 91(3):24-25.
- Diczbalis, Y. 2002. Longan: Improving Yield and Quality. RIRDC Publication No 02/135. Kingston, Australia. 5p.
- Jones, J.B. 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis. CRC Press. Washington, USA.
- Koo, R.C.J. visited 3 April 2008. Citrus. In: World Fertilizer Use Manual. Available at : <http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/pubman/manual.htm>.
- Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1997. Plant Analysis: An Interpretation Manual, 2nd ed. CSIRO Publishing. Collingwood, Australia. 16p.

ภาคผนวก 5

บทคัดย่อของบทความวิจัยเพื่อนำเสนอในการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8
ระหว่างวันที่ 6 - 9 พฤษภาคม 2552 ณ ศูนย์การประชุมนานาชาติ โรงแรมดิเอ็มเพรส
จังหวัดเชียงใหม่

การวินิจฉัยธาตุอาหารของส้มโอ (*Citrus maxima* Merr.) ด้วยเทคนิค DRIS

Nutritional Diagnosis of Pummelo (*Citrus maxima* Merr.) by DRIS Technique

สมศักดิ์ มณีพงศ์¹
Somsak Maneepong¹

Abstract

Precise and accurate nutritional diagnosis of plants is usually required for improvement of yield and quality of the products. Moreover, it provides a useful tool for reduction of luxury fertilizer consumption. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) was successfully used for various crops. This study was conducted to test the technique on pummelo. Recent mature leaves of pummelo were collected from 41 orchards in Chiang Rai, Nakhon Si Thammarat, and Songkhla Provinces, Thailand. The samples were analysed for nutrient concentrations. Data of high yields and no symptoms of nutrient disorder from 14 orchards were selected as reference population. DRIS norms were calculated for N/P, N/K, 100P/N, 100P/K, K/N, K/P, K/Ca, K/Mg and Ca/Mg. The results were 15.3, 1.3, 6.7, 8.6, 0.8, 12.3, 0.7, 5.3 and 8.3, respectively. The norms were tested for diagnosis of the lower yield orchards, and the results were compared to those obtained from the sufficiency range approach technique. The DRIS was able to indicate more precise on nutrient balance, better identified the nutrient status, and able to rank the nutrient problems. However, the DRIS failed to point-out sufficiency concentrations in pummelo leaves and soils.

Keywords : pummelo, plant nutrient, DRIS

บทคัดย่อ

การจัดการธาตุอาหารที่ถูกต้องแม่นยำทำให้พืชให้ผลผลิตสูง มีคุณภาพดี และลดการสิ้นเปลืองปุ๋ย Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) เป็นเทคนิคการวินิจฉัยธาตุอาหารพืชที่ให้ผลสอดคล้องกับความต้องการดังกล่าว ปัจจุบันมีผู้นำเทคนิคนี้ไปใช้กับพืชหลายชนิด แต่ยังไม่มีข้อมูลของส้มโอ ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างใบส้มโอที่อยู่ในระยะพัฒนาเต็มที่จาก 41 สวน ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย นครศรีธรรมราช และสงขลา มาทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหาร คัดเลือกสวนที่ให้ผลผลิตสูงและพืชไม่แสดงอาการผิดปกติด้านธาตุอาหารจำนวน 14 สวน ใช้เป็นสวนอ้างอิง และใช้ผลการวิเคราะห์ของสวนกลุ่มดังกล่าวมาคำนวณค่า DRIS norm พบว่า N/P N/K 100P/N 100P/K K/N K/P K/Ca K/Mg และ Ca/Mg เท่ากับ 15.3 1.3 6.7 8.6 0.8 12.3 0.7 5.3 และ 8.3 ตามลำดับ เมื่อทดลองนำค่าเหล่านี้ไปวินิจฉัยธาตุอาหารของสวนที่ให้ผลผลิตต่ำกว่าเปรียบเทียบกับผลการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิค Sufficiency range approach (SRA) พบว่า DRIS สามารถบ่งชี้ความผิดปกติด้านสมดุลของธาตุอาหารได้แม่นยำกว่า จำแนกความเข้มข้นของธาตุอาหารได้ดีกว่า และสามารถลำดับความสำคัญของปัญหาได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม DRIS ไม่สามารถระบุได้ว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบและในดินอยู่ในระดับเพียงพอต่อความต้องการของส้มโอหรือไม่

คำสำคัญ : ส้มโอ, ธาตุอาหารพืช, DRIS

¹ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160

¹ School of Agricultural Technology, Walailak University, Tha Sala, Nakhon Si Thammarat 80160, Thailand

ความต้องการธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของผลส้มโอ

Nutrient Requirement and Fruit Growth of Pummelo

สมศักดิ์ มณีพงศ์¹
Somsak Maneepong¹

Abstract

Pummelo (*Citrus maxima* Merr.) is one of the Thai economic fruit crops. Pummelo requires relatively large amounts of nutrients, due to its high yield and fast growing. Information of nutrient requirement during fruit growth is importance for nutrient management, which help to improve yield and quality. The aims of this study were to investigate dynamic of nutrients during fruit growth and their requirement. Five pummelo trees (cv. Thongdee) were selected. All trees were planted for 7 years, and had similar canopy volume ($115 \pm 10 \text{ m}^3$) The trees were pruning and applied 1 kg/tree of 13-13-21 compound fertilizer every 2 months, started from June 2007. Flowering occurred on September 2007, and fruits were sampled on November 2007, January 2008 and March 2008. Peel and pulp were separated, dried weight of each was measured, and both of them were analyzed for N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn. The results showed that the dried weight of the peel slightly increased with age of the fruits, from 126 g/fruit at 2 months old to 141 g/fruit at 6 months old. Dried weight of pulp had a large increased from 29 g/fruit at 2 months to 110 g/fruit at 6 months. Quantities of N, P and K in the peel decreased with the age, whereas the other elements tended to increase. All elements in the pulp increased with increasing of its dried weight. Ratios of Ca, Mg and Mn (peel/pulp) at harvesting stage (6 months old) were still high, whereas the others were lower to nearly equal. Quantities of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn which required for fruit growth were 1716, 252, 3005, 1506, 228, 3.17, 0.84, 0.48 and 1.43 g/fruit, respectively.

Keywords : pummelo, plant nutrient, fruit growth

บทคัดย่อ

ส้มโอ (*Citrus maxima* Merr.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย พืชชนิดนี้ต้องการธาตุอาหารมาก เนื่องจากให้ผลผลิตสูงและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ข้อมูลความต้องการธาตุอาหารในระหว่างการเจริญเติบโตของผลเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการจัดการธาตุอาหารเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในผลระหว่างการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดที่ส้มโอต้องการใช้ในการสร้างผลผลิต การวิจัยได้เลือกส้มโอพันธุ์ทองดีจำนวน 5 ต้น อายุ 7 ปี และมีปริมาตรทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ($115 \pm 10 \text{ m}^3$) ตัดแต่งกิ่งและผลที่ติดอยู่บนต้นออก ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 ครั้งละ 1 กิโลกรัม/ต้น ทุก 2 เดือน เริ่มต้นใส่เดือนมิถุนายน 2550 ส้มโอออกดอกในเดือนกันยายน 2550 เก็บตัวอย่างผลในเดือนพฤศจิกายน 2550 มกราคม 2551 และ มีนาคม 2551 นำมาแยกเปลือกและเนื้อ แล้วนำไปอบและชั่งน้ำหนักแห้ง และวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุ N P K Ca Mg Fe Mn Cu และ Zn ในแต่ละส่วน ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักแห้งของเปลือกเพิ่มขึ้นตามอายุผลเพียงเล็กน้อยจาก 126 กรัม/ผล ที่อายุ 2 เดือน เป็น 141 กรัม/ผล ที่อายุ 6 เดือน ในขณะที่น้ำหนักแห้งของเนื้อเพิ่มขึ้นจาก 29 กรัม/ผล ที่อายุ 2 เดือน เป็น 110 กรัม/ผล ที่อายุ 6 เดือน ปริมาณ N P และ K ในเปลือกลดลงตามอายุผล ในขณะที่ธาตุอื่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปริมาณธาตุอาหารทุกธาตุที่ศึกษาในเนื้อผลเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของเนื้อผลที่เพิ่มขึ้น เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว Ca Mg และ Mn ยังคงมีสัดส่วนในเปลือกสูงกว่าในเนื้อ ในขณะที่ธาตุอื่นๆ มีสัดส่วนลดลงจนต่ำกว่าหรือใกล้เคียงกัน ปริมาณธาตุ N P K Ca Mg Fe Mn Cu และ Zn ทั้งหมดที่ส้มโอต้องการในการสร้างผลพบว่ามีค่าเท่ากับ 1,716 252 3,005 1,506 228 3.17 0.84 0.48 และ 1.43 กรัม/ผล ตามลำดับ

คำสำคัญ : ส้มโอ, ธาตุอาหารพืช, การเจริญเติบโตของผล

¹ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160

¹ School of Agricultural Technology, Walailak University, Tha Sala, Nakhon Si Thammarat 80160, Thailand