

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ทดลองการขาดธาตุสังกะสีโดยปลูกส้มในสารละลายธาตุอาหาร (hydroponics)

การทดลองปลูกส้มพันธุ์โชกุนในสารละลายใช้ระยะเวลาการทดลองทั้งหมด 8 เดือน และสามารถบันทึกตัวแปรต่าง ๆ ได้ดังนี้

4.1.1 ความสูง

ความสูงของต้นส้มมีความแตกต่างกันแบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ ส้มโชกุนปลอดโรคและส้มโชกุนที่เป็นโรครินนึ่ง เพราะขนาดของต้นต่างกันตั้งแต่เริ่มการทดลอง โดยส้มปลอดโรคจะมีความสูงโดยเฉลี่ยมากกว่าส้มที่เป็นโรค จากการทดลองมีการเพิ่มและลดลงของความสูงของแต่ละกรรมวิธี เนื่องจากมีการร่วงและแตกยอดใหม่ของใบส้ม ทำให้ความสูงเปลี่ยนแปลงต่างกันในแต่ละเดือน การปลูกส้มในสารละลายที่มีและไม่มีธาตุสังกะสีไม่มีผลต่อการเจริญทางด้านความสูงของต้นส้ม เมื่อผ่านไป 8 เดือน ปรากฏว่าส้มทุกกรรมวิธีมีความสูงลดลง (ตารางที่ 3) เนื่องจากมีการร่วงของใบส้มเป็นจำนวนมาก ต้นส้มส่วนหนึ่งที่อาการรุนแรงมีใบร่วงและแห้งตายทั้งต้น (ภาพที่ 2) นอกจากนี้พบว่ารากส้มทุกกรรมวิธีที่ทดลองแทบจะไม่มีรากแตกใหม่เลย แต่มีอากรรากเน่าเป็นส่วนใหญ่ (ภาพที่ 3)

ตารางที่ 4 ความสูงของต้นส้มในแต่ละเดือน ระยะเวลาการทดลองทั้งหมด 8 เดือน

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)							
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1. ปลอดโรค + Zn	106.35 ¹ a ²	105.60 a	105.49 a	103.46 a	104.00 a	103.30 a	101.53 a	102.35 a
2. เป็นโรค + Zn	51.74 b	50.10 b	51.96 b	50.41 b	50.00 b	50.81 b	52.03 b	50.50 b
3. ปลอดโรค - Zn	106.32 a	104.50 a	103.50 a	105.21 a	105.21 a	102.08 a	102.34 a	102.23 a
4. เป็นโรค - Zn	53.22 b	51.49 b	50.45 b	50.44 b	45.18 b	50.01 b	50.17 b	49.95 b
LSD _(0.05)	8.42	8.58	8.46	8.43	10.37	7.71	7.55	8.03
CV (%)	11.69	12.12	11.98	12.01	15.12	11.11	10.88	11.61

¹ ค่าเฉลี่ยของความสูงจาก 10 ซ้ำ

² ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันใน column เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบ โดยวิธี least significant difference



ภาพที่ 2 สภาพของต้นส้มที่ใบร่วงเป็นจำนวนมาก และแห้งตายทั้งต้น

ก ต้นส้มโชกุนปลอดโรค

ข ต้นส้มโชกุนที่เป็นโรคกรีนนิง



ภาพที่ 3 รากส้มที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหาร ไม่แตกรากใหม่ และเน่า

ก รากส้มโชกุนปลอดโรค

ข, ค รากส้มโชกุนที่เป็นโรคกรีนนิง

4.1.2 ขนาดทรงพุ่ม

ระยะ 5 เดือนแรกของการทดลอง หรือตั้งแต่เดือนเมษายน – สิงหาคม ขนาดทรงพุ่มของส้มแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ชัดเจนเช่นเดียวกับที่พบในความสูง ซึ่งส้มปลอดโรคมิขนาดทรงพุ่มใหญ่กว่าส้มที่เป็นโรครินนึ่ง เดือนกันยายนพบว่าทรงพุ่มของกรรมวิธีที่ 2 ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีอื่น และเดือนต่อมากกรรมวิธีที่ 2 และ 3 มีขนาดทรงพุ่มไม่ต่างกัน โดยสังเกตได้ว่า 2 เดือนที่กล่าวมา ส้มปลอดโรคที่ปลูกในสารละลายที่มีสังกะสีมีขนาดทรงพุ่มมากที่สุด ต่างจากส้มเป็นโรครที่ปลูกในสารละลายที่ไม่มีสังกะสี ส่วนเดือนสุดท้ายของการทดลอง ส้มปลอดโรคในกรรมวิธีที่ 3 แสดงค่าของขนาดทรงพุ่มมากที่สุด (ตารางที่ 4) ทั้งนี้จากตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนจะเห็นได้ว่าทรงพุ่มมีอัตราการลดลงจากเดือนแรกจนถึงเดือนสุดท้ายเช่นเดียวกับความสูง ซึ่งเกิดจากสาเหตุเดียวกับการที่ส้มไม่มีความสูงเพิ่มขึ้น กล่าวคือใบส้มจะร่วงและส้มแตกใบใหม่น้อยมากหรือบางต้นไม่มีการแตกใบใหม่ ทำให้ขนาดทรงพุ่มของส้มลดลงอย่างต่อเนื่องไม่ขยายเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 ขนาดทรงพุ่มของต้นส้มในแต่ละเดือน ระยะเวลาการทดลองทั้งหมด 8 เดือน

กรรมวิธี	ขนาดทรงพุ่ม (ซม.)							
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1.ปลอดโรค + Zn	35.49 ¹ a ²	35.95 a	35.92 a	34.11 a	33.54 a	30.74 a	29.29 a	26.38 ab
2.เป็นโรค + Zn	21.29 b	25.20 b	26.15 b	25.68 b	25.46 b	27.75 ab	27.18 ab	20.05 b
3.ปลอดโรค - Zn	36.43 a	32.25 a	35.00 a	36.54 a	35.69 a	30.39 a	26.77 ab	27.95 a
4.เป็นโรค - Zn	20.82 b	20.95 b	22.39 b	22.90 b	22.78 b	22.18 b	20.10 b	20.18 b
LSD _(0.05)	5.32	6.63	7.81	6.84	6.30	6.64	7.10	7.31
CV (%)	21.13	24.92	28.85	25.30	23.66	26.36	30.06	34.09

¹ ค่าเฉลี่ยของทรงพุ่มจาก 10 ซ้ำ

² ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันใน column เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference

4.1.3 ค่าองศาสีของใบ

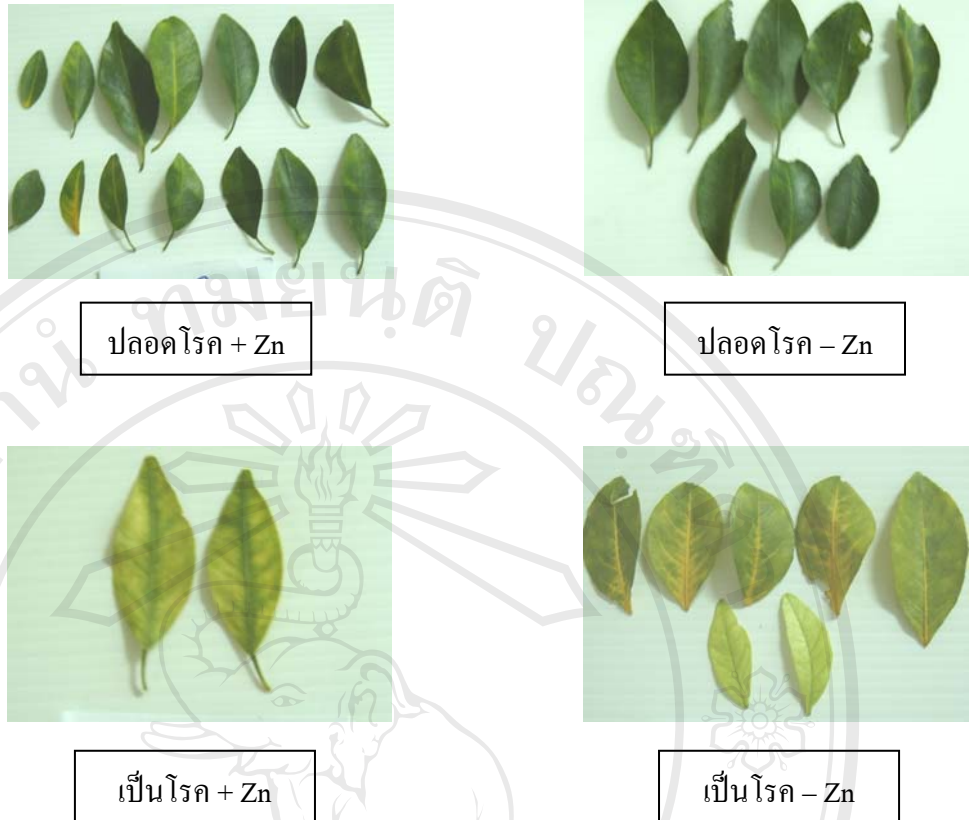
จากการวัดสีใบตำแหน่งที่ 3 นับจากยอดของสั้มแล้วนำมาคำนวณหาค่าองศาสี (hue) พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองสีใบของสั้มทุกกรรมวิธีมีค่า hue ลดลงจากเดือนแรก กรรมวิธีที่ 1 มีค่า hue มากที่สุดคือ 122.61 (ตารางที่ 6) แสดงถึงสีใบมีความใกล้เคียงสีเขียวเข้มมากที่สุด สั้มเป็นโรคที่ปลูกในสารละลายที่มีสังกะสีมีค่า hue น้อยที่สุด (115.38) แสดงว่าสีใบเบี่ยงเบนไปทางสีเหลือง สอดคล้องกับภาพใบที่แสดงไว้ในภาพที่ 4 สั้มปลอดโรคมีสีเขียวเข้มมากกว่าสั้มที่เป็นโรคกรีนนึ่ง นอกจากนี้ใบของสั้มเป็นโรคทั้ง 2 กรรมวิธียังมีขนาดเล็ก กรรมวิธีที่มีสังกะสีเส้นใบมีสีเขียวและมีอาการเหลืองระหว่างเส้นใบ ส่วนใบของสั้มเป็นโรคที่ปลูกในสารละลายที่ไม่มีสังกะสี เส้นใบแสดงอาการเหลือง พื้นที่ใบส่วนที่เหลืองมีสีเขียว รูปร่างไม่สมมาตร (asymetry) บางใบพบว่าพื้นใบมีสีเขียวอ่อนก่อนไปทางขาวขณะที่เส้นใบมีสีเขียว เมื่อพิจารณาใบของสั้มปลอดโรคจะเห็นได้ว่ามีขนาดและสีใบใกล้เคียงกันระหว่างกรรมวิธีที่มีและไม่มีสังกะสี แต่กรรมวิธีที่มีสังกะสีพบใบบางส่วนแสดงอาการเส้นใบเหลืองและมีขนาดเล็กลง

ตารางที่ 6 ค่าองศาสีของใบสั้มที่เป็นโรคและปลอดโรค ในเดือนที่ 1 และ 8 ของการทดลอง

กรรมวิธี	ค่าองศาสี (hue)	
	เม.ย.	พ.ย.
1. ปลอดโรค + Zn	123.79	122.61 ¹ a ²
2. เป็นโรค + Zn	124.65	115.38 b
3. ปลอดโรค - Zn	122.12	122.04 a
4. เป็นโรค - Zn	124.18	120.82 ab
LSD _(0.05)	-	6.18
CV (%)	2.42	4.27

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ

² ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันใน column เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference



ภาพที่ 4 ตัวอย่างลักษณะใบส้มแต่ละกรรมวิธีเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

4.1.4 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบส้ม

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำตัวอย่างใบส้มมาวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีพบว่า ส้มปลอดโรคที่ปลูกในสารละลายที่มีและไม่มีสังกะสี (กรรมวิธีที่ 1 และ 3) มีปริมาณสังกะสีเฉลี่ย 30.93 และ 27.14 ppm ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธีทั้งสอง ในทางกลับกันส้มที่เป็นโรครินนิ่ง มีปริมาณสังกะสีในใบเฉลี่ย 16.41 และ 15.61 ppm สำหรับการปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีและไม่มีสังกะสี ตามลำดับ และไม่แตกต่างระหว่างกรรมวิธีเช่นกัน แต่มีความแตกต่างของปริมาณสังกะสีระหว่างส้มปลอดโรคและส้มที่เป็นโรครินนิ่ง พบว่าส้มปลอดโรคที่ปลูกในสารละลายที่มีสังกะสีมีปริมาณสังกะสีในใบมากที่สุด ส่วนสังกะสีในใบของส้มที่ปลูกแบบไม่มีสังกะสีมีค่าน้อยที่สุด (ตารางที่ 7) นอกจากนี้ปริมาณสังกะสีของส้มปลอดโรคที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของธาตุสังกะสีในใบส้มสำหรับประเทศไทย ซึ่งมีความเข้มข้น 25 – 100 ppm ขณะที่ส้มเป็นโรคที่ปลูกในสารละลายทั้ง 2 ชนิด มีสังกะสีต่ำกว่ามาตรฐาน

ตารางที่ 7 ปริมาณสังกะสีในใบส้ม (ppm) วิเคราะห์เมื่อ 8 เดือนหลังปลูก

กรรมวิธี	ปริมาณสังกะสีในใบ (ppm)
1. ปลอดโรค + Zn	30.93 ¹ a ²
2. เป็นโรค + Zn	16.41 b
3. ปลอดโรค - Zn	27.14 a
4. เป็นโรค - Zn	15.61 b
LSD _(0.05)	9.62
CV (%)	38.73

¹ ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ

² ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันใน column เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference

4.2 ทดลองการขาดธาตุสังกะสีโดยปลูกส้มในทราย (sand culture)

การทดลองปลูกส้มในทรายสามารถบันทึกตัวแปรต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึง 6 เดือน ตลอดจนสังเกตลักษณะอาการผิดปกติบนใบจนถึง 8 เดือนหลังการปลูกในทราย ทั้งนี้ ตัวแปรที่ทำการบันทึกประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 ความสูง

จากการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p = 0.01$) ของความสูงระหว่างชนิดส้มที่ใช้ทดสอบ (ตารางที่ 8) กล่าวคือ ความสูงของส้มที่ติดตาปลอดโรคมากกว่าส้มที่ติดตาโรคกรีนนิ่ง ทั้งนี้ส้มที่ติดตาด้วยตาส้มปลอดโรค (D_0) และไม่เติมฟอสฟอรัสเพิ่ม (P) ที่ปลูกโดยได้รับธาตุสังกะสีมีความสูงไม่ต่างจากการปลูกแบบไม่ให้สังกะสี โดยมีความสูงเฉลี่ย 59.07 และ 58.23 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่ส้มที่ติดตากรีนนิ่ง ได้รับธาตุสังกะสี (+Zn) จากสารละลาย และไม่เติมฟอสฟอรัส (P) มีความสูงน้อยที่สุด คือ 41.71 เซนติเมตร (ตารางที่ 9) แสดงว่าส้มปลอดโรคมีการเจริญทางด้านความสูงดีกว่าส้มที่เป็นโรคกรีนนิ่ง และการปลูกในสภาพที่ขาดสังกะสีไม่มีผลทำให้ความสูงต่างจากส้มที่ได้รับธาตุสังกะสี

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูง ทรงพุ่ม สัดส่วนของขนาดลำต้นระหว่างตาชอดกับต้นตอ ค่าองศาสี (hue) ของใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ และปริมาณสังกะสีที่วิเคราะห์ได้จากใบ ในเดือนที่ 6 ของการทดลอง

Source of variation	Df	Mean square						
		Height	Canopy	Stem ratio	Hue	Leaf width	Leaf length	Zinc content
Rep (A)	6	59.48	90.79	0.00172	2.2031	0.17790	0.6110	10.564
Zinc (B)	1	34.20	0.11	0.00003	12.0007**	0.88048	2.1696	146.230**
Disease (C)	1	2050.30**	2994.07**	0.02643	10.6359**	4.57333**	16.3858**	1.632
Phosphorus (D)	2	35.13	22.38	0.00272	1.2944	0.07012	0.1071	0.940
B*C	1	16.30	42.86	0.01074	0.2011	0.76190	3.7296	32.178
B*D	2	43.24	155.79	0.00298	0.3778	0.31226	0.4757	23.254
C*D	2	175.66	8.90	0.00281	2.5963	0.13012	0.7562	14.891
B*C*D	2	81.39	143.22	0.04166**	0.5330	0.8940	0.4471	3.556
Error	66	115.32	163.61	0.00855	2.2190	0.23508	0.6552	12.011

** แสดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

Stem ratio = diameter of budwood stem divided by rootstock stem

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความสูง ทรงพุ่ม สัดส่วนของขนาดลำต้นระหว่างตายอดกับต้นต่อ ค่าองศาของสีใบ (hue) ความกว้างใบ ความยาวใบ และปริมาณสังกะสีที่วิเคราะห์ได้จากใบ ในเดือนที่ 6 ของการทดลอง

Zinc	Disease	Phosphorus	Height	Canopy	Stem ratio	Hue	Leaf width	Leaf length	Zinc content
- Zn	D ₀	P	59.07 a	44.04 ab	0.77 ab	124.41 ab	2.14 a-d	4.97 b-d	20.68 a
		P1	55.53 ab	42.39 ab	0.84 ab	124.63 ab	2.40 a-d	5.23 a-d	18.67 ab
		P2	52.50 ab	42.79 ab	0.80 ab	124.70 a	2.24 a-d	5.21 a-d	17.22 ab
	D ₁	P	41.71 b	27.07 b	0.81 ab	123.46 ab	1.87 cd	4.57 cd	17.04 ab
		P1	45.57 ab	34.29 ab	0.76 ab	124.35 ab	1.94 cd	5.21 a-d	18.39 ab
		P2	47.53 ab	36.32 ab	0.80 ab	124.09 ab	2.14 a-d	4.97 b-d	16.59 ab
+ Zn	D ₀	P	58.03 a	45.64 a	0.88 a	124.28 ab	2.64 ab	5.57 a-c	14.77 b
		P1	47.71 ab	42.64 ab	0.80 ab	123.70 ab	2.79 a	6.18 a	15.12 b
		P2	54.89 ab	45.00 ab	0.80 ab	123.79 ab	2.54 a-c	5.86 ab	15.05 b
	D ₁	P	44.21 ab	36.18 ab	0.72 b	122.56 b	2.18 a-d	4.87 b-d	14.61 b
		P1	45.27 ab	29.32 ab	0.83 ab	123.74 ab	2.00 b-d	4.51 cd	15.68 b
		P2	44.14 ab	27.69 ab	0.75 b	123.05 ab	1.81 d	4.34 d	17.52 ab

-Zn = สารละลายธาตุอาหารที่ไม่มีสังกะสี

D₀ = สัมผัสตาปลอดโรค

P = ไม่เติมฟอสฟอรัส

P2 = เติมฟอสฟอรัส 2000 ppm

+Zn = สารละลายธาตุอาหารที่มีสังกะสี

D₁ = สัมผัสตากรีนนิ่ง

P1 = เติมฟอสฟอรัส 1000 ppm

4.2.2 ขนาดทรงพุ่ม

ชนิดส้มหรือการติดตาปลอดโรคและตาที่เป็นกรีนนึ่ง มีผลทำให้ทรงพุ่มของส้มแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8) ส้มปลอดโรคมีทรงพุ่มเฉลี่ยใหญ่กว่าส้มที่ติดตากรีนนึ่ง เช่นเดียวกับที่พบในความสูง โดยมีขนาดทรงพุ่ม 45.64 และ 27.07 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาชนิดสารละลายธาตุอาหารพบว่า ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยของส้มติดตากรีนนึ่งน้อยกว่าส้มปลอดโรค ที่ปลูกแบบมีธาตุสังกะสี โดยทั้งสองกรรมวิธีต่างไม่ได้รับการเติมฟอสฟอรัสเพิ่ม ส่วนกรรมวิธีที่เหลือไม่พบความแตกต่างทางสถิติของทรงพุ่ม (ตารางที่ 9)

4.2.3 สัดส่วนของขนาดลำต้นระหว่างตายอดกับต้นตอ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ปัจจัยทั้ง 3 ที่เกี่ยวข้องในการทดลอง ไม่มีผลต่อสัดส่วนของขนาดลำต้นระหว่างตายอดกับต้นตอ (ตารางที่ 8) ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยส้มปลอดโรคมีสัดส่วนของขนาดลำต้นมากกว่าส้มที่ติดตากรีนนึ่ง ซึ่งมีค่า 0.88 และ 0.72 ตามลำดับ และแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยส้มทั้งสองต่างได้รับการละลายธาตุอาหารที่มีสังกะสี และไม่เติมฟอสฟอรัสเพิ่มเหมือนกัน (ตารางที่ 9) ทั้งนี้ตัวเลขของสัดส่วนดังกล่าวยิ่งเข้าใกล้ 1 มากเท่าใดแสดงถึงความเข้ากันหรือเชื่อมกันได้ดีระหว่างตายอดและต้นตอ ซึ่งจะเห็นได้ว่าส้มปลอดโรคมีความเข้ากันได้ของตายอดและต้นตอดีที่สุด

4.2.4 ค่าองศาสี (hue) ของใบ

ชนิดของสารละลายธาตุอาหารและชนิดส้ม เป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าองศาสีของใบส้มมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8) กล่าวคือ ส้มปลอดโรคที่ปลูกแบบไม่มีสังกะสีให้ค่าองศาสีของใบมากกว่าส้มที่ติดตากรีนนึ่งและปลูกแบบมีสังกะสี ถึงแม้ว่าส้มชนิดแรกจะมีการเติมฟอสฟอรัสลงไปในวัสดุปลูกถึง 2000 ppm (P2) ซึ่งมีค่าองศาของสีใบ 124.70 และ 122.56 ตามลำดับ (ตารางที่ 9) กรณีที่พิจารณาเฉพาะชนิดสารละลายธาตุอาหาร การปลูกโดยไม่ให้สังกะสี ค่าองศาสีของใบมากกว่ากรรมวิธีที่มีสังกะสี (ตารางที่ 10) แสดงถึงสีใบที่ใกล้เคียงสีเขียวมากกว่าส้มที่ปลูกแบบให้สังกะสี แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะชนิดส้มแสดงให้เห็นว่า ส้มที่ติดตาปลอดโรคมีค่าองศาสีใบมากกว่าส้มที่ติดตากรีนนึ่ง (ตารางที่ 11) แสดงถึงสีใบที่เบี่ยงเบนเข้าใกล้สีเขียวมากกว่า

ตารางที่ 10 ค่าองศาสี (hue) ของใบส้มที่ให้สารละลายธาตุอาหารต่างกัน

ชนิดสารละลายธาตุอาหาร	ค่าองศาสี (hue)
ไม่มีธาตุสังกะสี (-Zn)	124.27 a
มีธาตุสังกะสี (+Zn)	123.52 b
LSD _(p=0.05)	0.65
CV (%)	1.20

ตารางที่ 11 ค่าองศาสี (hue) ของใบส้มที่ติดด้วยตาต่างกัน 2 ชนิด

ชนิดส้ม	ค่าองศาสี (hue)
ติดตาปลอดโรค (D ₀)	124.25 a
ติดตากรีนนิ่ง (D ₁)	123.54 b
LSD _(p=0.01)	0.86
CV (%)	1.20

4.2.5 ขนาดความกว้างของใบส้ม

ความกว้างของใบส้มมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างส้มที่ติดด้วยตาต่างกัน 2 ชนิด (ตารางที่ 8) ส้มที่ติดด้วยตากรีนนิ่งมีขนาดความกว้างของใบน้อยกว่าส้มที่ติดตาปลอดโรค คือ 1.99 และ 2.46 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 12) เมื่อพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่นปรากฏว่าส้มที่ติดตากรีนนิ่ง (D₁) ให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) และเติมฟอสฟอรัสเพิ่ม 2000 ppm (P2) มีความกว้างใบน้อยที่สุด 1.81 เซนติเมตร ส่วนส้มที่มีใบกว้างมากที่สุดได้แก่ ส้มติดตาปลอดโรค (D₀) ที่ปลูกโดยให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) แต่เติมฟอสฟอรัสเพิ่ม 1000 ppm (P1) ซึ่งมีความกว้างของใบเฉลี่ย 2.79 เซนติเมตร (ตารางที่ 9) โดยส้มทั้งสองกรรมวิธีต่างได้รับสารละลายที่มีธาตุสังกะสีเช่นเดียวกัน สามารถสังเกตความแตกต่างได้จากขนาดใบในภาพที่ 5 ส้มติดตาปลอดโรคมีความกว้างของใบมากกว่าส้มที่ติดตากรีนนิ่งซึ่งมีใบแคบกว่า

ตารางที่ 12 ขนาดความกว้างของใบส้มที่ติดตาต่างกัน 2 ชนิด

ชนิดส้ม	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)
ติดตาปลอดโรค (D ₀)	2.46 a
ติดตากรีนนิ่ง (D ₁)	1.99 b
LSD _(p=0.01)	0.28
CV (%)	21.78



ภาพที่ 5 ขนาดใบส้มเปรียบเทียบระหว่างใบของส้มที่ติดตากรีนนิ่งและส้มที่ติดตาปลอดโรค

- ก ใบส้มที่ติดด้วยตากรีนนิ่ง
- ข ใบส้มที่ติดด้วยตาปลอดโรค
- ค ใบส้มเปรียบเทียบระหว่างส้มที่ติดตากรีนนิ่งและส้มที่ติดตาปลอดโรค

4.2.6 ขนาดความยาวของใบ

จากข้อมูลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความยาวใบส้มให้ผลเช่นเดียวกับที่พบในความกว้าง คือ ชนิดส้มยังคงมีอิทธิพลทำให้ความยาวของใบแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8) และส้มติดตาปลอดโรคมีความยาวของใบมากกว่าส้มที่ติดตากรีนนิ่ง โดยส้มชนิดแรกมีความยาวใบเฉลี่ย 5.51 เซนติเมตร ส่วนส้มเป็นโรคมีใบยาวเฉลี่ย 4.63 เซนติเมตร (ตารางที่ 13) และจากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่าความยาวของใบส้มที่ติดตากรีนนิ่งน้อยกว่าใบส้มจากต้นที่ติดด้วยตาปลอดโรคอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 13 ขนาดความยาวของใบส้มที่ติดตาต่างกัน 2 ชนิด

ชนิดส้ม	ความยาวใบ (เซนติเมตร)
ติดตาปลอดโรค (D_0)	5.51 a
ติดตากรีนนิ่ง (D_1)	4.63 b
LSD _(p=0.01)	0.47
CV (%)	15.97

4.2.7 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีในใบส้ม

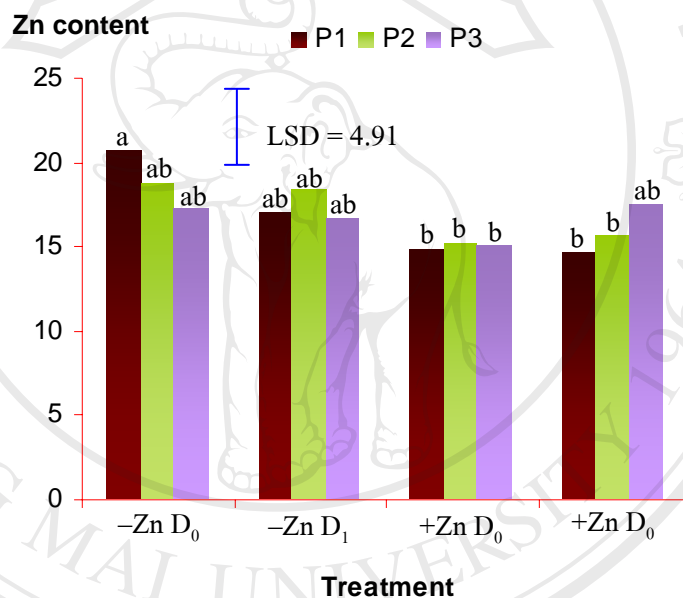
หลังจากสิ้นสุดการทดลองเก็บตัวอย่างใบส้มตำแหน่งที่ 3 – 4 มาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุสังกะสีในใบ พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสังกะสีเนื่องจากปัจจัยของชนิดสารละลายธาตุอาหารที่ให้กับพืช (ตารางที่ 8) และมีความแปรปรวนระหว่างกรรมวิธี ซึ่งมีส่วนใหญ่ที่ปลูกโดยไม่ได้รับธาตุสังกะสีมีปริมาณสังกะสีมากที่สุดตั้งแต่ 16.59 – 20.68 ppm (ตารางที่ 9 ภาพที่ 6) เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยของชนิดธาตุอาหารที่ให้กับพืช ปริมาณสังกะสีของใบส้มที่ได้รับสารอาหารแบบไม่มีสังกะสีมีปริมาณสังกะสีในใบเฉลี่ย 18.10 ppm ส่วนการให้สารละลายแบบมีสังกะสีวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในใบเฉลี่ยได้ 15.46 ppm ซึ่งน้อยกว่าส้มที่ปลูกแบบไม่มีให้สังกะสี (ตารางที่ 14) กรณีพิจารณาร่วมระหว่างชนิดสารละลายธาตุอาหารและชนิดส้ม พบว่าส้มปลอดโรคที่ปลูกโดยไม่ให้ธาตุสังกะสีมีสังกะสีในใบมากที่สุด 18.86 ppm (ตารางที่ 15) แต่ส้มชนิดเดียวกันที่ปลูกโดยไม่ให้สังกะสีกลับมีสังกะสีในใบน้อยที่สุด 14.98 ppm ขณะที่การเติมและไม่เติมธาตุสังกะสีในสารละลายธาตุอาหาร ไม่มีผลทำให้ปริมาณสังกะสีที่วิเคราะห์ได้จากใบของส้มที่ติดตากรีนนิ่งต่างกัน (ตารางที่ 15) อย่างไรก็ตามปริมาณสังกะสีที่วิเคราะห์ได้จากใบทุกกรรมวิธีมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานปริมาณสังกะสีของใบส้มที่อยู่ในช่วง 25 – 100 ppm โดยส้มปลอดโรคที่ปลูกแบบไม่มีสังกะสีจัดว่ามีสังกะสีต่ำ ส่วนส้มที่ปลูกโดยไม่ให้สารละลายที่มีสังกะสีจัดว่าขาดธาตุสังกะสีเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานการวิเคราะห์ใบ ซึ่งหากมีปริมาณสังกะสีอยู่ในช่วง 18 – 24 ppm แสดงว่ามีสังกะสีต่ำ กรณีสังกะสีในใบได้น้อยกว่า 17 ppm ส้มดังกล่าวขาดธาตุสังกะสี (Tucker *et al.*, 1995) นอกจากนี้พบว่า การเติมฟอสฟอรัสไม่มีผลทำให้ปริมาณสังกะสีในใบส้มต่างกัน

ตารางที่ 14 ปริมาณสังกะสี (ppm) ในใบส้มที่ให้สารละลายธาตุอาหารต่างกัน

ชนิดสารละลายธาตุอาหาร	ปริมาณสังกะสี (ppm) ในใบ
ไม่มีธาตุสังกะสี (-Zn)	18.10 a
มีธาตุสังกะสี (+Zn)	15.46 b
LSD _(p=0.01)	2.00
CV (%)	20.66

ตารางที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดสั้มและชนิดสารละลายธาตุอาหารต่อปริมาณสังกะสี (ppm)

ชนิดสารละลายธาตุอาหาร	ชนิดสั้ม	ปริมาณสังกะสี (ppm) ในใบ
ไม่มีธาตุสังกะสี (-Zn)	ติดตาปลอดโรค (D ₀)	18.86 a
	ติดตากรีนนิง (D ₁)	17.34 ab
มีธาตุสังกะสี (+Zn)	ติดตาปลอดโรค (D ₀)	14.98 b
	ติดตากรีนนิง (D ₁)	15.94 b
LSD _(0.01)		2.84
CV (%)		20.66



-Zn = สารละลายธาตุอาหารที่มีสังกะสี

+Zn = สารละลายธาตุอาหารที่มีสังกะสี

D₀ = สั้มติดตาปลอดโรค

D₁ = สั้มติดตากรีนนิง

P = ไม่เติมฟอสฟอรัส

P1 = เติมฟอสฟอรัส 1000 ppm

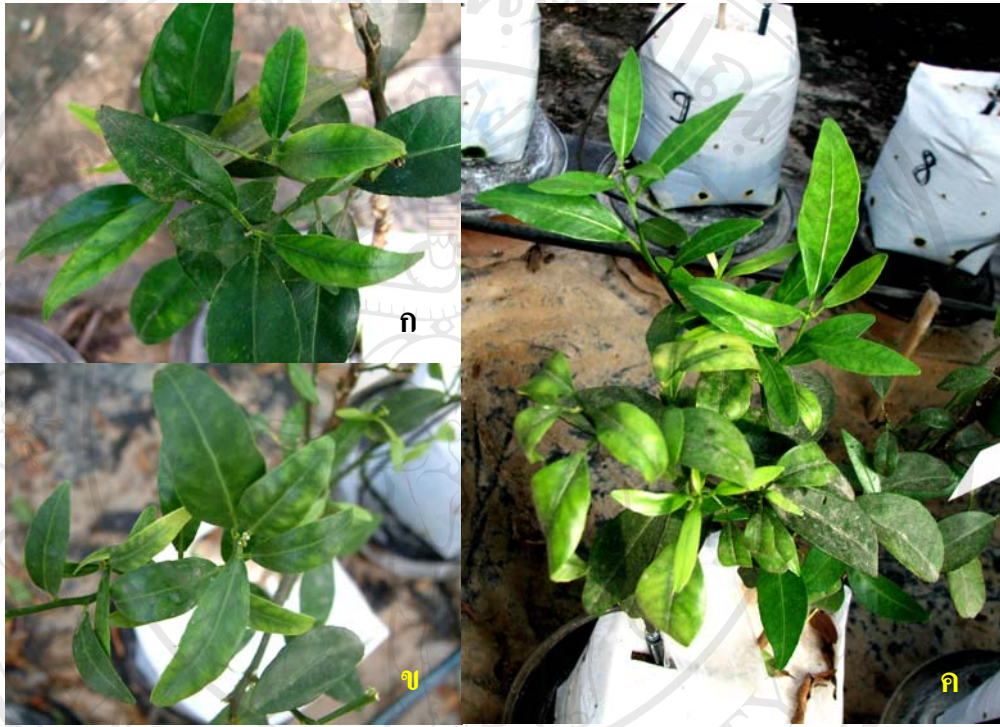
P2 = เติมฟอสฟอรัส 2000 ppm

ภาพที่ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุสังกะสีในใบ วิเคราะห์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

นอกจากการบันทึกข้อมูลตัวเลขต่าง ๆ แล้ว ยังได้สังเกตอาการผิดปกติภายนอกที่เกิดขึ้นกับต้นส้มในงานทดลอง พบว่ามีส้มแสดงอาการผิดปกติทั้งหมด 54 ต้น หรือ 64.29 เปอร์เซ็นต์ของส้มทั้งหมด 84 ต้น แบ่งเป็นส้มที่ติดตาปรกติ 20 ต้น ส้มที่ติดตากรีนนิ่ง 34 ต้น ส่วนส้มที่เหลือแสดงอาการปรกติ (ตารางที่ 16) อาการผิดปกติที่สังเกตพบคือ ส้มที่ติดตากรีนนิ่งที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่มีและไม่มีสังกะสี ใบแตกใหม่มีขนาดเล็ก และเหลืองระหว่างเส้นใบ ขณะที่เส้นใบยังมีสีเขียว โดยเริ่มแสดงอาการครั้งแรกเมื่อทดลองได้ 2 เดือน หรือ 3 เดือนหลังการติดตา เนื่องจากต้องทิ้งระยะนาน 1 เดือนเพื่อรอให้ตาส้มผสมกับลำต้นจึงนำมาปลูกในทราย นอกจากนี้ต้นส้มยังแคระแกร็น ใบใหม่มีน้อย และการเจริญเติบโตไม่ดี (ภาพที่ 7) ส่วนส้มที่ติดตาปลอดโรค (D_0) ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่มีและไม่มีสังกะสี เริ่มแสดงอาการผิดปกติ เมื่อเวลาผ่านไป 8 เดือน กล่าวคือ ใบใหม่มีขนาดเล็ก ข้อสั้น เป็นพุ่ม (bushy) แต่ไม่แสดงอาการเหลืองระหว่างเส้นใบ พื้นผิวใบมีสีเขียวอ่อนกว่าเส้นใบ ซึ่งมีสีเขียวเข้ม นอกจากนี้ยังพบอาการใบบางร่วมด้วย อีกทั้งการเจริญเติบโตทางลำต้นยังปรกติ ไม่แคระแกร็น (ภาพที่ 8) ทั้งนี้ส้มทุกกรรมวิธีต่างมีปริมาณสังกะสีในใบต่ำกว่ามาตรฐานแต่สามารถแสดงอาการผิดปกติได้เช่นกัน โดยมีส้มส่วนหนึ่งไม่แสดงอาการ นอกจากนี้ยังได้สุ่มเก็บตัวอย่างใบจากต้นส้มที่ติดตากรีนนิ่งมาตรวจหาเชื้อสาเหตุโรคกรีนนิ่งด้วยเทคนิค PCR จำนวน 22 ต้น สามารถตรวจพบเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคกรีนนิ่ง ทั้งหมด 14 ตัวอย่าง หรือ 63.64 เปอร์เซ็นต์ ของต้นที่นำมาตรวจ ตัวอย่างส้มที่มีเชื้อแบคทีเรียอยู่ในใบ ปรากฏแถบ DNA บน agarose gel ตำแหน่งเดียวกับ positive control หรือมีขนาด DNA ประมาณ 1,160 คู่เบส เทียบกับ DNA marker ส่วนตัวอย่างที่ไม่ปรากฏแถบของ DNA แสดงว่าไม่มีเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคกรีนนิ่ง (ภาพที่ 9)

ตารางที่ 16 จำนวนต้นส้มที่แสดงอาการผิดปกติ หลังจากทดลองปลูกในสารละลายที่มีและไม่มีสังกะสี เป็นเวลา 8 เดือนจากส้มทั้งหมด 7 ซ้ำในแต่ละกรรมวิธี

Zinc	Disease	Phosphorus	จำนวนส้มที่แสดงอาการผิดปกติ (ต้น)
- Zn	D_0	P	4
		P1	3
		P2	4
	D_1	P	5
		P1	5
		P2	6
+ Zn	D_0	P	3
		P1	3
		P2	3
	D_1	P	6
		P1	6
		P2	6
รวม			54



ภาพที่ 7 ต้นส้มที่ติดตากรีนนิ่งแสดงอาการผิดปกติ ใบใหม่ขนาดเล็ก เหลืองระหว่างเส้นใบที่ยังเขียวอยู่ ลำต้นแคระแกร็น เจริญเติบโตช้า

- ก ส้มโชกุนติดตากรีนนิ่ง ให้สารละลายธาตุอาหารที่ไม่มีสังกะสี และไม่เติมฟอสฟอรัส
- ข ส้มโชกุนติดตากรีนนิ่ง ให้สารละลายธาตุอาหารที่มีสังกะสี และเติมฟอสฟอรัส 1000 ppm
- ค ส้มโชกุนติดตากรีนนิ่ง ให้สารละลายธาตุอาหารที่มีสังกะสี และไม่เติมฟอสฟอรัส

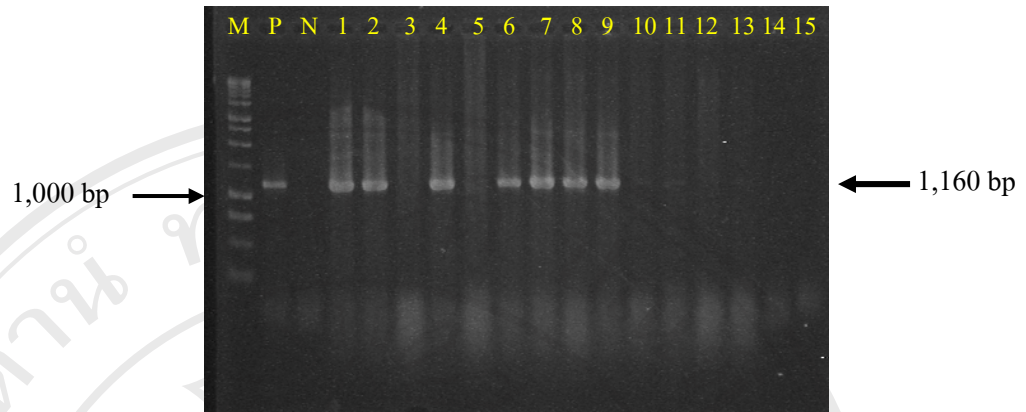


ภาพที่ 8 ต้นส้มที่ติดตาปลอดโรคแสดงอาการใบไหม้ขนาดเล็ก ข้อย่นและแตกพุ่ม
พื้นใบสีเขียวอ่อน เส้นใบสีเขียวเข้ม บางครั้งพบว่าใบมีลักษณะบาง

ก, ข ส้มโซกุนติดตาปลอดโรค ให้สารละลายธาตุอาหารที่ไม่มีสังกะสี
และเติมฟอสฟอรัส 2000 ppm

ค ส้มโซกุนติดตาปลอดโรค ให้สารละลายธาตุอาหารที่ไม่มีสังกะสี
และเติมฟอสฟอรัส 1000 ppm

ง ส้มโซกุนติดตาปลอดโรค ให้สารละลายธาตุอาหารที่มีสังกะสี
และไม่เติมฟอสฟอรัส



ภาพที่ 9 แถบดีเอ็นเอของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคกรีนนิ่งบน agarose gel

M = DNA marker

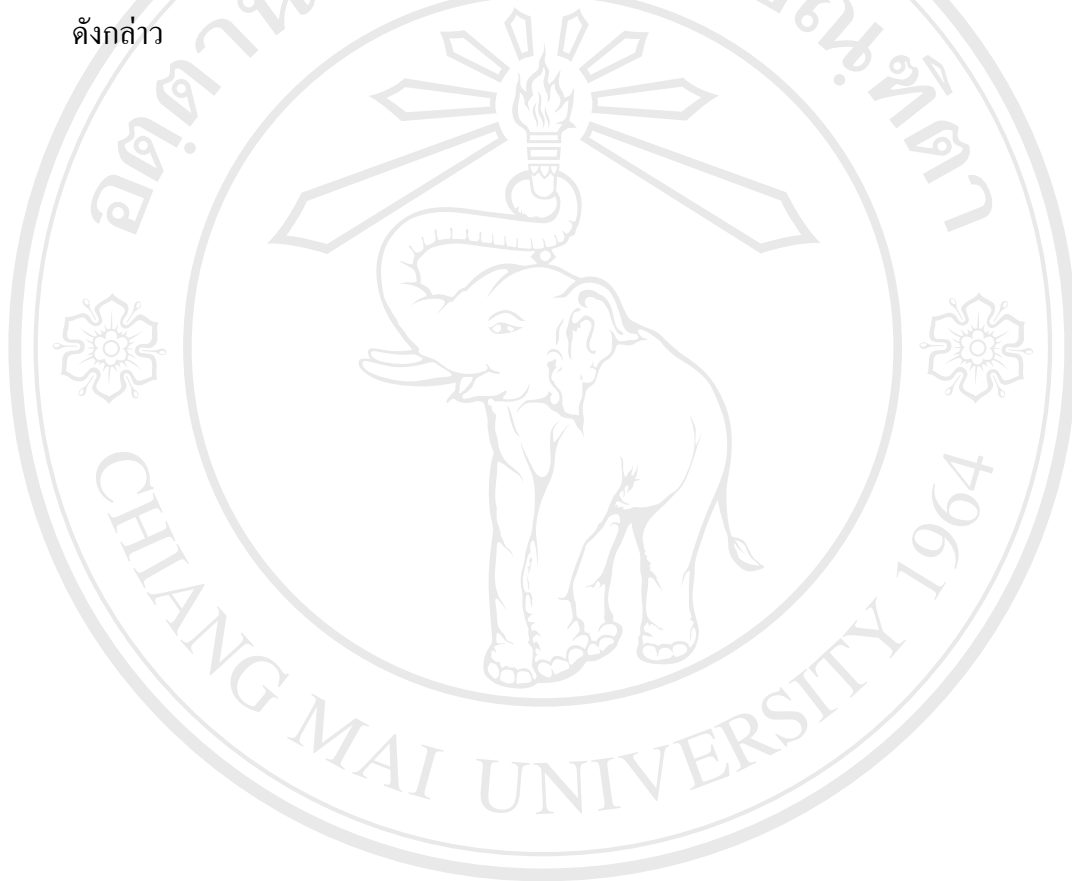
P = positive control

N = negative control

- 1 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) ไม่เติมฟอสฟอรัสเพิ่ม (P0)
- 2 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) เติมฟอสฟอรัส 2000 ppm (P2)
- 3 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) เติมฟอสฟอรัส 1000 ppm (P1)
- 4 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) เติมฟอสฟอรัส 2000 ppm (P2)
- 5 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) เติมฟอสฟอรัส 1000 ppm (P1)
- 6 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) เติมฟอสฟอรัส 2000 ppm (P2)
- 7 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) เติมฟอสฟอรัส 1000 ppm (P1)
- 8 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) ไม่เติมฟอสฟอรัสเพิ่ม (P0)
- 9 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่มีสังกะสี (+Zn) ไม่เติมฟอสฟอรัสเพิ่ม (P0)
- 10 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่ไม่มีสังกะสี (-Zn) ไม่เติมฟอสฟอรัสเพิ่ม (P0)
- 11 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่ไม่มีสังกะสี (-Zn) เติมฟอสฟอรัส 2000 ppm (P2)
- 12 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่ไม่มีสังกะสี (-Zn) เติมฟอสฟอรัส 1000 ppm (P1)
- 13 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่ไม่มีสังกะสี (-Zn) เติมฟอสฟอรัส 2000 ppm (P2)
- 14 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่ไม่มีสังกะสี (-Zn) เติมฟอสฟอรัส 1000 ppm (P1)
- 15 = สัมติดตากรินนิง (D₁) ให้สารละลายที่ไม่มีสังกะสี (-Zn) ไม่เติมฟอสฟอรัสเพิ่ม (P0)

เมื่อเปรียบเทียบการปลูกส้มแบบไม่ใช้ดินต่างกัน 2 วิธี คือ การปลูกในสารละลาย และการปลูกโดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก เป็นที่สังเกตได้ว่าการปลูกวิธีแรกสภาพของส้มที่ปลูกมีการเจริญเติบโตไม่ดี ใบร่วงเป็นจำนวนมาก แตกรากใหม่น้อยมาก สภาพโดยรวมของต้นส้มส่วนใหญ่จะแสดงอาการเฉา และพบว่ารากแสดงอาการเน่า หลุดร่วงอยู่ก้นถังพลาสติกที่ใช้ปลูก สังเกตได้ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนสารละลายใหม่ทุกเดือน เมื่อทดลองเป็นเวลานานรากหลุดร่วงยิ่งขึ้นจนเหลือแต่รากแก้ว และไม่มีการแตกรากใหม่ พบในส้มทุกกรรมวิธีแม้ในตอนแรกจะใช้ดินส้มปลอดโรคที่มี

ขนาดและความสมบูรณ์มากกว่าส้มเป็นโรคที่มีลำต้นแคระแกร็น สภาพไม่สมบูรณ์ แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองปรากฏว่าส้มปลอดโรคต่างแสดงอาการดังกล่าวข้างต้นทุกต้น โดยมีส้มบางส่วนใบร่วงหมดและแห้งตายทั้งต้น ขณะที่การปลูกในทรายและให้ธาตุอาหารผ่านสารละลายในรูปของน้ำหยด ผลปรากฏว่าส้มมีการเจริญเติบโตโดยรวมดีกว่าการปลูกในสารละลายอย่างเห็นได้ชัด มีการแตกใบใหม่เป็นจำนวนมาก และมีการร่วงของใบบ้างแต่ไม่มากจนผิดปกติ สภาพต้นอยู่ในเกณฑ์ดี ไม่แสดงอาการเฉาให้พบเหมือนปลูกในสารละลาย แต่จากการที่มีการแตกใบอ่อนจำนวนมากทำให้มีปัญหาเรื่องแมลงรบกวนมากกว่า ส่วนใหญ่เป็นเพลี้ยอ่อนส้ม ส่วนเพลี้ยไก่แจ้ส้มพบเพียงเล็กน้อย ทำให้ต้องใช้สารเคมีกำจัดแมลงเฉลี่ยประมาณอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ในช่วงที่มีการระบาดของแมลงศัตรูดังกล่าว



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved