ผลการทดลองและวิจารณ์

การให้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอัตราต่างๆ ร่วมกับการพ่นจุลธาตุทางใบให้แก่ต้นส้มเขียวหวาน ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย มีผลกระทบต่อสภาพดิน ผลผลิตและคุณภาพ ตลอดจนปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างใบและองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวานดังต่อไปนี้

1. สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแปลงทดลอง

1.1 ตัวอย่างดินนอกทรงพุ่มต้นส้มเขียวหวาน

จากการเก็บตัวอย่างดินนอกทรงพุ่มต้นส้มในบริเวณแปลงทดลอง ซึ่งเป็นชุดดินบ้านจ้อง ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าดินบริเวณนี้มีสภาพเป็นกรดปานกลาง pH ของดินบนและล่างคือ 5.01 และ 4.90 ปริมาณอินทรียวัตถุดินบนอยู่ในระดับปานกลาง 2.52% ขณะที่ดินล่างอยู่ในระดับต่ำเพียง 1.60% สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในเกณฑ์ปานกลางดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัส 19 ppm ขณะที่ดินล่างมีเพียง 7 ppm โพแทสเซียมมีปริมาณต่ำมากโดยมีปริมาณ 45 และ 33 ppm ในดินบนและล่างตามลำดับ ขณะที่ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมมีปริมาณต่ำ คือ 420 และ 120 ppm ในดินบน ส่วนดินล่างมีปริมาณ 348 และ 84 ppm ตามลำดับ

ในส่วนของจุลธาตุได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง (สกัดด้วย DTPA) พบว่าสังกะสีและทองแดง มีปริมาณต่ำมาก เพียง 3.0 และ 0.1 ppm ในดินบน ส่วนดินล่างมีปริมาณ 1.4 และ 0.8 ppm ตามลำดับ แต่สำหรับเหล็กและแมงกานีสแล้วมีปริมาณค่อนข้างมาก โดยดินบนมีปริมาณ 81 และ 30 ppm ตามลำดับ ขณะที่ดินล่างมีปริมาณ 14 และ 47 ppm ตามลำดับ ซึ่งปกติสำหรับแมงกานีสในตัวอย่างดินที่วิเคราะห์โดยการสกัดด้วย 1 N Ammonium acetate pH 7 หากมีปริมาณเพียง 5 ppm ก็จัดว่ามากเกินพอจนอาจเกิดเป็นพิษต่อพืชได้ (ภิญโญ, 2539)

1.2 ตัวอย่างดินใต้ทรงพุ่มต้นส้มเขียวหวาน

1.2.1 ก่อนเริ่มการทดลอง

ตัวอย่างดินใต้ทรงพุ่มซึ่งเป็นดินที่มีการจัดการธาตุอาหารมาก่อนทั้งโดยการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ จากตารางที่ 3 พบว่า ดินมีสภาพเป็นกรดปานกลาง มีค่า pH 4.87-5.15 ในดินบนและ 4.81-4.93ในดินล่าง ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุดินบนอยู่ในระดับสูงปานกลาง 2.50-3.26% ส่วนดินล่างอยู่ในระดับปานกลาง มีค่า 1.68-2.73% ซึ่งเป็นผลมาจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละปีนั่นเอง ในส่วนของธาตุอาหารหลัก พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีปริมาณสูงมากทั้งดินบนและ

ดินล่างโดยฟอสฟอรัสวิเคราะห์ได้ 160-366 ppm และ 65-286 ppm ตามลำดับ ขณะที่โพแทสเซียมวิเคราะห์ได้ 179-406 ppm และ 142-341 ppm ตามลำดับ

สำหรับธาตุอาหารรองนั้น พบว่า แคลเซียมในดินบนมีค่าระหว่าง 1070-1301 ppm ขณะที่ดินล่างอยู่ระหว่าง 913-1173 ppm ซึ่งจัดว่าน่าจะเพียงพอดังรายงานของภิญโญ (2539) ในดินชุดเชียงคาน ขณะที่แมกนีเซียมมีปริมาณ 77-125 ppm ในดินบนและ 47-105 ppm ในดินล่าง ส่วนจุลธาตุนั้นปริมาณสังกะสีทั้งดินบนและล่างมีปริมาณต่ำไม่เพียงพอ (นิวัตน์ และคณะ, 2541) วิเคราะห์ได้เพียง 1.5-2.3 และ 0.7-2.1 ppm ตามลำดับ ขณะที่ทองแดงมีปริมาณไม่สูงนักคือ 2.0-3.5 ppm ในดินบน และ 1.2-2.1 ppm ในดินล่าง สำหรับแมงกานีสและเหล็กทั้งดินบนและล่าง พบว่า มีปริมาณสูงมากเช่นเดียวกับตัวอย่างดินนอกทรงพุ่ม นั่นคือ แมงกานีสของดินบนวัดได้ 21-31 ppm ขณะที่เหล็กวัดได้ 116-185 ppm ส่วนดินล่างแมงกานีสวัดได้ 13-27 ppm ส่วนเหล็กวัดได้ 105-174 ppm

1.2.2 หลังการทดลอง

สภาพความเป็นกรดของดินเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แม้จะมีการใส่ปูนโดโลไมท์ให้แก่ต้นส้มเขียวหวานทุกกรรมวิธี โดย pH ของดินบนวัดได้ 4.7-5.1 และดินล่างเป็น 4.4-4.9 ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.77-3.50% ในดินบนและ 2.40-3.37 % ในดินล่างซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้แก่ต้นส้มเขียวหวาน จึงทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสพบว่า มีปริมาณเพิ่มขึ้น คือ 338-587 และ 264-425 ppm ทั้งดินบนและล่าง ตามลำดับ เช่นเดียวกับแมกนีเซียมที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นกัน คือ 94-159 และ 87-163 ppm ขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมกลับลดลงเป็น 140-241 และ 991-1228 ppm ในดินบน ส่วนดินล่างมีปริมาณ 114-200 และ 840-1070 ppm ตามลำดับ แสดงว่าสำหรับในดินที่มีการใส่โดโลไมท์จะมีผลทำให้เกิดการรบกวนดินและมีการแทนที่โพแทสเซียมและแคลเซียมออกไปจากชั้นดินบ้างด้วยอิทธิพลของแมกนีเซียม สำหรับจุลธาตุพบว่า ปริมาณเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยเหล็กและแมงกานีสมีค่าเพิ่มขึ้น คือ 131-211 และ 20-35 ppm ในดินบนส่วนดินล่างเป็น 97-210 และ17-32 ppm ตามลำดับ ขณะที่สังกะสีและทองแดงมีปริมาณลดลง คือ 0.8-2.2 และ 1.7-2.9 ในดิน บน ส่วนดินล่าง 0.7-1.8 และ 0.9-1.8 ppm ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าบริเวณดินใต้ทรงพุ่มต้นส้มจะมีระดับความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารสูงกว่าดินนอกทรงพุ่ม ในส่วนของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และปริมาณอินทรียวัตถุ ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการจัดการปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ให้แก่ส้มทุกปี อย่างไรก็ตามในส่วนของจุลธาตุได้แก่ สังกะสี และทองแดงมีปริมาณไม่แตกต่างกันมากนัก ขณะที่ปริมาณเหล็กและแมงกานีสพบว่ามีปริมาณมากจนอาจเกิดเป็นพิษต่อพืชได้ นอกจากนี้สภาพของดินใต้ทรงพุ่มหลังการทดลอง

มีการสะสมของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นมากอย่างเด่นชัดทั้งในดินบนและดินล่าง เช่นเดียวกันกับแมกนีเซียม ขณะที่โพแทสเซียมและแคลเซียม มีปริมาณลดลง โดย pH ปริมาณอินทรียวัตถุ รวมทั้งจุลชาตุมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีบางประการของดินบริเวณนอกทรงพุ่มและใต้ทรงพุ่มต้นส้มเขียวหวานก่อนและหลังดำนินการทดลอง

ธาตุอาหาร (หน่วย)	นอกทรงพุ่ม		ใต้ทรงพุ่ม			
	ดินบน	ดินล่าง	ดินบน		ดินล่าง	
			ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
pH	5.01	4.90	4.87-5.15	4.70-5.10	4.81-4.93	4.44-4.90
OM (%)	2.52	1.60	2.50-3.26	2.77-3.50	1.68-2.73	2.40-3.37
P (ppm)	19	7	160-366	338-587	65-286	264-425
K (ppm)	45	33	179-406	140-241	142-341	114-200
Ca (ppm)	420	348	1070-1301	991-1228	913-1173	840-1070
Mg (ppm)	120	84	77-125	94-159	47-105	87-163
Fe (ppm)	81	47	116-185	131-211	105-174	97-210
Mn (ppm)	30	14	21-31	20-35	13-27	17-32
Zn (ppm)	3.0	1.4	1.5-2.3	0.8-2.2	0.7-2.1	0.7-1.8
Cu (ppm)	1.1	0.8	2.0-3.5	1.7-2.9	1.2-2.1	0.9-1.8

2. ผลผลิตและคุณภาพ

2.1 ผลผลิต จากปริมาณผลผลิตเฉลี่ยของกรรมวิธีต่างๆ ที่แสดงในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าการให้ปุ๋ย N P K อัตราต่างๆ ร่วมกับการฉีดพ่นจุลธาตุทางใบให้แก่ส้มเขียวหวานไม่ทำให้ส้มเขียวหวานมีผลผลิตเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างใด โดยมีผลผลิตต่อต้นเฉลี่ยเพียง 18.25 กก. เท่านั้น ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำมาก และเมื่อพิจารณาค่า CV. พบว่า มีค่าสูงมากถึง 59.4% ทั้งนี้น่าจะเกิดจากปัญหาการร่วงของผลส้มเขียวหวานในช่วงปลายเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงก่อนเก็บเกี่ยวโดยเกิดการระบาดของเชื้อราที่บริเวณขั้วผลส้มเขียวหวาน ทำให้ผลส้มเขียวหวานร่วงประมาณ 70% ต่อต้น นอกจากนี้ต้นส้มบางส่วนเริ่มมีอาการโทรมลงอันน่าจะมาจากผลของเอลนินโยจึงมีผลทำให้ตัวเลขผลผลิตมีความแปรปรวนกว่าปกติมาก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลผลิตของส้มเขียวหวานในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่ากรรมวิธีที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจน 1.20 กก. N/ต้น/ปี มีแนวโน้ม ทำให้ส้มเขียวหวานมีผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่ำ

2.2 คุณภาพผลผลิต

2.2.1 ขนาดและน้ำหนักผล จากตารางที่ 4 พบว่า ทุกกรรมวิธีการให้ปุ๋ย NPK ร่วมกับการฉีดพ่นจุลธาตุ ไม่ทำให้ส้มเขียวหวานมีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในเรื่องของน้ำหนักผลและขนาดผลโดยส้มเขียวหวานจะมีน้ำหนักผลระหว่าง 79.15-100.78 กรัม และมีขนาดผลระหว่าง 5.28x4.99 ซม. ถึง 5.72x5.50 ซม. อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงคือ 1.20 กก. N/ต้น/ปี จะมีผลทำให้ผลส้มเขียวหวานมีน้ำหนักสดดี และขนาดใหญ่กว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราอื่นๆ ขณะที่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่มีผลชัดเจนมากนัก

2.2.2 ความหนาเปลือก เช่นเดียวกับขนาดและน้ำหนักสดของผลนั้นคือไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติของความหนาเปลือก จากการใช้ปุ๋ย N P K และจุลธาตุแต่ละกรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่มี แนวโน้มทำให้ส้มเขียวหวานมีความหนาเปลือกหนาที่สุดคือกรรมวิธี $N_3 P_2 K_3$ +T มีความหนา 0.20 ซม. ส่วนกรรมวิธีการให้ปุ๋ยตามปกติของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย (check) เมื่อวัดความหนาของเปลือกส้มเขียวหวานจะพบว่าบางที่สุดโดยวัดได้ 0.15 ซม. ซึ่งแม้จะไม่แตกต่างทางสถิติ แต่ก็แตกต่างอย่างเด่นชัดจากกรรมวิธีการให้ปุ๋ยอื่นๆ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากปริมาณการให้ปุ๋ยของกรรมวิธี check ในอัตรา 0.99 - 0.99 - 1.23 กก. N-P_2O_5-K_2O/ต้น/ปี จะเห็นได้ว่ามีการให้ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในอัตราที่สูง ซึ่งน่าจะมีผลให้บทบาทของไนโตรเจนในต้นส้มเขียวหวานลดลงหรือส้มเขียวหวานใช้ธาตุอาหารไนโตรเจนได้ไม่เต็มที่ ส้มจึงมีเปลือกที่บางลง (Jones and Embleton, 1959)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่อต้นและคุณภาพของผลผลิตด้านต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักผล ขนาดผล ความหนาเปลือกและสัดส่วนองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวาน ของกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยต่างๆ

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก.)	น้ำหนักผล (ก.)	ขนาดผล กว้างxสูง (ซม.)	ความหนาเปลือก (ซม.)	สัดส่วนองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวาน (%)		
					เปลือก	กาก	น้ำคั้น
$N_1 P_1 K_1$ +T	19.73	94.68	5.67x5.21	0.18	19.09 $^{a-d}$	32.75	48.16
$N_1 P_1 K_2$ +T	12.98	88.43	5.46x5.22	0.17	19.09 $^{a-d}$	33.83	47.09
$N_2 P_1 K_2$ +T	15.08	79.15	5.28x4.99	0.18	18.59 ^{bcd}	35.66	45.76
$N_2 P_2 K_2$ +T	18.95	87.93	5.54x5.27	0.19	19.99 ^{abc}	35.35	44.66
$N_2 P_2 K_1$ +T	9.78	82.01	5.37x5.13	0.18	21.17 ^{a}	34.01	44.83
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	21.18	80.36	5.33x4.98	0.19	20.85 ^{ab}	34.18	44.98
$N_3 P_2 K_2$ +T	26.63	100.78	5.72x5.50	0.19	21.55 ^{a}	33.88	44.58
$N_3 P_2 K_3$ +T	27.75	97.95	5.65x5.40	0.20	19.89 ^{abc}	33.45	46.67
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	19.58	92.31	5.62x5.44	0.19	20.71 ^{ab}	36.18	43.11
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	20.15	93.96	5.59x5.39	0.18	19.63 ^{abc}	35.71	44.66
$N_2 P_2 K_2$	14.80	95.13	5.55x5.48	0.17	18.09 ^{cd}	37.77	44.15
Check	12.43	91.45	5.47x5.16	0.15	17.09 ^{d}	33.90	49.01
F-test	ns	ns	ns ns	ns	**	ns	ns
CV. (%)	59.4	18.4	7.4x5.8	12.5	7.7	8.5	8.0

โดยที่ N_1 = 0.60 กก. N/ต้น/ปี N_2 = 0.90 กก.N/ต้น/ปี N_3 = 1.20 กก.N/ต้น/ปี

P_1 = 0.24 กก.P_2O_5/ต้น/ปี P_2 = 0.48 กก. P_2O_5/ต้น/ปี

K_1 = 0.45 กก.K_2O/ต้น/ปี K_2 = 0.90 กก.K_2O/ต้น/ปี K_3 = 1.35 กก.K_2O/ต้น/ปี

T = พ่นปุ๋ยจุลธาตุทางใบประกอบด้วย B Zn Cu Fe และ Mo

T (-Fe) = พ่นปุ๋ยจุลธาตุทางใบประกอบด้วย B Zn Cu และ Mo

T (-Mo) = พ่นปุ๋ยจุลธาตุทางใบประกอบด้วย B Zn Cu และ Fe

Sa.B = การให้ B ทางดินในรูปของ Borax อัตรา 100 กรัม/ต้น/ปี

กรรมวิธี Check เป็นวิธีการจัดการธาตุอาหารตามปกติที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย โดยใส่ปุ๋ยอัตรา 0.99-0.99-1.23 กก. N-P_2O_5-K_2O/ต้น/ปี

2.2.3 สัดส่วนองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวาน โดยแยกองค์ประกอบของผลส้มสดเป็น 3 ส่วนดังนี้

2.2.3.1 เปลือก จากตารางที่ 4 พบว่า กรรมวิธีการให้ปุ๋ย N_3 P_2 K_2+T ทำให้ส้มเขียวหวาน มีสัดส่วนของเปลือกสูงสุด 21.55% ซึ่งใกล้เคียงกับกรรมวิธี N_2 P_2 K_1+T ที่ทำให้ผลส้มมีส่วนของ เปลือก 21.17% ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกรรมวิธี N_2 P_1 K_2+T, N_2 P_2 K_2 และ Check ซึ่งทำให้ผลส้มเขียวหวานมีสัดส่วนของเปลือก 18.59, 18.09 และ 17.09% ตามลำดับ โดยที่กรรมวิธี Check เป็นกรรมวิธีที่มีสัดส่วนของเปลือกของผลสดน้อยที่สุดด้วย ซึ่งน่าจะเนื่องมาจากเปลือกบางที่สุดนั่นเอง ผลดังกล่าวยังแสดงให้เห็นว่าการใส่ไนโตรเจนสูงถึง 1.20 กก.N/ต้น/ปี ทำให้เปลือกหนา และจะแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มเติมโพแทสเซียมอัตราที่เหมาะสมเช่น 1.35 กก. K_2O/ต้น/ปี

2.2.3.2 กาก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของสัดส่วนของกากในผลส้มเขียวหวานสด จากการใส่ปุ๋ย NPK ร่วมกับจุลธาตุแต่ละกรรมวิธี โดยกรรมวิธี N_2 P_2 K_2 จะทำให้ส้มเขียวหวานมีแนวโน้มสัดส่วนของกากในผลส้มสดสูงสุด 37.77% รองลงมาได้แก่กรรมวิธี N_2 P_2 K_2+T (-Fe) ทำให้ส้มมีกาก 36.18%ขณะที่กรรมวิธีที่มีแนวโน้มทำให้ผลส้มมีสัดส่วนกากน้อย ที่สุด คือกรรมวิธี N_1 P_1 K_1+T โดยมีสัดส่วนกากเพียง 32.75% เมื่อพิจารณากรรมวิธีที่ทำให้ส้มเขียวหวานมีสัดส่วนของกากมากสุดทั้ง 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธี N_2 P_2 K_2 และ N_2 P_2 K_2+T (-Fe) จะเห็นได้ว่าทั้ง 2 กรรมวิธีไม่มีการให้เหล็กแก่ส้มเขียวหวาน นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในตัวอย่างใบและผลส้มเขียวหวานของทั้งสองกรรมวิธีที่จะกล่าวถึงต่อไป ก็พบว่ามีปริมาณเหล็กสะสมอยู่มากเกินพอ จึงไม่สามารถอธิบายได้กระจ่างชัดขณะนี้ อย่างไรก็ดีการไม่ฉีดพ่นเหล็กทำให้ปริมาณไนโตรเจนของใบส้มและองค์ประกอบอื่นๆ ของผลส้มมีความเข้มข้นสูง

2.2.3.3 น้ำคั้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในสัดส่วนของน้ำคั้นจากการให้ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุในกรรมวิธีต่างๆ โดยที่กรรมวิธี Check จะมีแนวโน้มทำให้ส้มเขียวหวานมีสัดส่วนของน้ำคั้นสูงสุด 49.01% ซึ่งเป็นผลมาจากมีเปลือกบางนั่นเอง ขณะที่กรรมวิธีการให้ปุ๋ย N_2 P_2 K_2+T (-Fe) มีแนวโน้มส้มเขียวหวานมีสัดส่วนน้ำคั้นในผลส้มต่ำสุดคือ 43.11% ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากส้มใช้ประโยชน์สังคะสีได้ไม่ดีนั่นเอง

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาสัดส่วนองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวาน จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราการให้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงขึ้นจะมีแนวโน้มทำให้ส้มมีสัดส่วนของเปลือกและกากสูงขึ้น ขณะที่สัดส่วนของน้ำคั้นจะลดลง ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสให้ผลไม่ชัดเจนนัก และจากการทดลองครั้งนี้พอจะกำหนดได้ว่าสัดส่วนของผลส้มเขียวหวานที่เหมาะสมของเปลือก กาก และน้ำคั้น คือ 20-34-45 ซึ่ง

จะทำให้ได้ผลส้มที่มีเปลือกไม่หนาหรือบางมากจนเกะเปลือกยาก เนื้อส้มไม่หลวมมากและปริมาณน้ำคั้นพอดีไม่น้อยเกินไป

2.2.4 ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) การให้ปุ๋ย N P K กรรมวิธี N_2 P_2 K_2 จะมีผลทำให้ส้มเขียวหวานมีค่า TSS ของน้ำคั้นในผลส้มสูงสุด 13.55°Brix ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นๆ ยกเว้นกรรมวิธี N_2 P_2 K_1+T, N_1 P_1 K_1+T, N_2 P_2 K_2+T และ N_3 P_2 K_2+T+Sa.B ที่ผลส้มมีค่า TSS ของน้ำคั้นเท่ากับ 12.05, 11.85, 11.65 และ 11.60°Brix ตามลำดับ สำหรับกรรมวิธีที่มีค่า TSS น้อยที่สุดได้แก่กรรมวิธี N_2 P_2 K_2+T (-Fe) ที่วัดค่า TSS ได้เพียง 9.65°Brix ตามด้วยกรรมวิธี Check ที่วัดค่า TSS ได้ 10.60°Brix (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะกรรมวิธี N_1 P_1 K_1+T กับ N_1 P_1 K_2+T N_2 P_2 K_1+T กับ N_2 P_2 K_2+T และ N_3 P_2 K_2+T กับ N_3 P_2 K_3+T จะเห็นได้ว่าการเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมให้แก่ส้มเขียวหวานแม้จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มว่าจะมีผลทำให้ค่า TSS ของน้ำคั้นในผลส้มลดลง ซึ่งให้ผลในทางตรงข้ามกับรายงานของภิญโญ (2539) ที่ว่าเมื่อเพิ่มโพแทสเซียมให้แก่ส้มเขียวหวาน TSS ในน้ำคั้นจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบริเวณใต้ทรงพุ่มมีปริมาณโพแทสเซียมในดินสูงเมื่อมีการใส่โพแทสเซียมเพิ่มเติมจึงทำให้ส้มเขียวหวานได้รับมากเกินไป ส่งผลให้ปริมาณ TSS ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับข้อคิดของ Anderson (1966) อย่างไรก็ดีแนวความคิดที่ว่าการให้โพแทสเซียมมากในดินที่มี Fe และ Mn สูงอาจทำให้ Fe และ Mn ละลายออกมาเป็นพิษมากขึ้นก็อาจเป็นได้

2.2.5 ปริมาณ Total Titratable Acidity (TTA) ในรูปของ citric acid จากตารางที่ 5 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของปริมาณ TTA ในน้ำคั้นของผลส้มเขียวหวานจากการให้ปุ๋ย N P K ที่กรรมวิธีต่างๆ อย่างไรก็ตามพบว่า การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน (กรรมวิธี N_2 P_1 K_2+T กับ N_2 P_2 K_2+T) จะทำให้ปริมาณ TTA ในน้ำคั้นผลส้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่อเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนในสภาพที่ให้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราสูง (กรรมวิธี N_3 P_2 K_3+T) กลับทำให้ปริมาณ TTA ในน้ำคั้นของผลส้มลดลงอย่างเด่นชัด นอกจากนี้การไม่พ่นจุลธาตุทางใบให้แก่ส้มเขียวหวานจะส่งผลให้ปริมาณ TTA ในน้ำคั้นส้มเขียวหวานเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกับการใส่โบรอนทางดินมากเกินไปค่า TTA อยู่ระหว่าง 1.123-1.213%

2.2.6 คุณภาพด้านรสชาติ จากข้อมูลคุณภาพด้านต่างๆ ในข้อ 2.2.1 จนถึง 2.2.5 จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่ไม่แตกต่างทางสถิติ นอกจากนี้ข้อมูลส่วนของ TSS และ TTA เป็นเพียงตัวแทนของรสหวานและเปรี้ยวเท่านั้น ขณะที่ในผลส้มเขียวหวานยังมีรสชาติอื่นๆ ที่ต้องพิจารณาได้แก่ รสขื่นและกลิ่นหอมเฉพาะของผลส้ม ซึ่งต้องใช้วิธีการชิมจึงจะสามารถบ่งบอกได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ระบบการให้คะแนนระดับ 1-5 โดยระดับคะแนนที่ 5 ดีที่สุด หมายถึงส้มมีรสชาติดีเยี่ยม หอม

หวาน แหลม เข้มข้นปริมาณกาคพอเหมาะ ส่วนระดับคะแนนต่ำลงมา หมายถึงรสชาติที่ดีลดลงมาตามลำดับจนถึงรสชาติไม่ดีในที่สุดคือที่ระดับ 1 คะแนน นั่นคือมีรสชาติไม่ดี เปรี้ยว ขื่นมาก กาคสูง และฝาม

ผลการทดลองโดยการชิมดังแสดงในตารางที่ 5 จากคะแนนรสชาติของแต่ละกรรมวิธีการให้ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งของแต่ละกรรมวิธี โดยกรรมวิธีการให้ปุ๋ย N P K ที่ทำให้ส้มเขียวหวานมีรสชาติดีที่สุดคือกรรมวิธี $N_2 P_2 K_2$+T ได้คะแนน 3.98 รองลงมาได้แก่กรรมวิธี $N_3 P_2 K_3$ + T ได้คะแนน 3.88 โดยทั้ง 2 กรรมวิธีมีรสชาติหอม หวานแหลม อมเปรี้ยว ความขื่นเกือบไม่พบและเมื่อพิจารณาอัตราของปุ๋ย N:K ของทั้ง 2 กรรมวิธีจะมีอัตราส่วน 1:1 ทั้ง 2 กรรมวิธี เมื่อพิจารณากรรมวิธี $N_2 P_2 K_2$+T กับ $N_2 P_1 K_2$+T จะเห็นได้ว่าการเพิ่มปุ๋ยฟอสฟอรัสให้แก่ส้มเขียวหวานจะทำให้ส้มเขียวหวานมีคุณภาพด้านรสชาติดีขึ้นอย่างเด่นชัด สำหรับกรรมวิธีที่มีรสชาติไม่อร่อยที่สุดได้แก่ กรรมวิธี Check ได้คะแนนเพียง 2.58 คะแนน มีรสชาติออกเปรี้ยว ขื่นมาก หวานเล็กน้อย เปลือกติดเนื้อแกะยาก นอกจากนี้เมื่อพิจารณากรรมวิธี Check และ $N_2 P_2 K_2$ จะเห็นได้ว่ามีคะแนนรสชาติต่ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพ่นจุลธาตุทางใบครบทุกตัวให้แก่ส้มเขียวหวานจะมีผลต่อคุณภาพด้านรสชาติของผลส้มอย่างมาก โดยเฉพาะรสขื่นลดน้อยลงมากซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของภิญโญ (2539) ในส้มเขียวหวานที่ปลูกบนดินชุดเชียงคาน จังหวัดน่าน ในส่วนของกรรมวิธี $N_2 P_2 K_1$+T ซึ่งได้รับคะแนนต่ำเช่นกัน เนื่องจากแม้จะมีการพ่นจุลธาตุให้แต่ก็ยังมีรสขื่นพอควรรวมทั้งรสเปรี้ยวและหวานไม่เข้มข้นพอ ซึ่งแสดงว่าถ้ามีการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสขึ้นแล้วปริมาณโพแทสเซียมอัตรา 0.45 กก. K_2O/ต้น/ปี ไม่เพียงพอสำหรับส้มเขียวหวานที่จะมีคุณภาพที่ดีได้ สำหรับกรรมวิธี $N_2 P_1 K_2$+T, $N_2 P_2 K_2$+T (-Mo) และ $N_2 P_2 K_2$+T (-Fe) ซึ่งมีคะแนนรสชาติต่ำเช่นกัน จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปพบว่า มีปริมาณเหล็กสูงขณะที่สังกะสีต่ำ จึงเป็นเหตุให้ส้มมีคุณภาพต่ำด้วย สำหรับกรรมวิธี $N_3 P_2 K_2$+T+Sa.B ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่มีการให้โบรอนทางดินเพิ่มขึ้นจำนวน 100 กรัม/ต้น/ปีนอกเหนือจากการให้ทางใบปริมาณโบรอนมากจนเกิดผลเสียหาย ส้มมีรสชาติขื่น แม้จะมีรสหวานอมเปรี้ยวพอสมควร แต่รสขื่นที่มากทำให้คะแนนลดน้อยลง ปัญหารสขื่นในน้ำคั้นของส้มเขียวหวานจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คะแนนรสชาติของการศึกษาครั้งนี้ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ที่เป็นผลมาจากสภาพต้นส้มเขียวหวานที่ใช้ทดลองมีอาการทรุดโทรมเนื่องจากสภาพดินที่มีปัญหาของการสะสมของธาตุเหล็กและแมงกานีสในระดับสูง (ตารางที่ 3) และจากการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชที่จะกล่าวต่อไปแสดงให้เห็นว่ามีการสะสมของเหล็กในเนื้อเยื่อของส้มมากเป็นผลให้การนำสังกะสีไปใช้ของส้มทำได้ไม่ดี จึงอาจเป็น

สาเหตุของการเพิ่มขึ้นของรสขื่นในน้ำคั้นของผลส้มเขียวหวานก็เป็นได้ (มนตรี, 2538) นอกจากนี้ปริมาณสังกะสีระดับต่ำในเนื้อเยื่อพืชทั้งในส่วนของใบและผล ก็น่าจะเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพด้านรสชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรรมวิธีที่ไม่มีการพ่นจุลธาตุให้ทางใบ

ผลการทดลองคุณภาพด้านต่างๆ ทั้งขนาดผล ส่วนของกากและน้ำคั้นและที่สำคัญคือรสชาติตลอดจนจำนวนผลผลิตของการศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองบนพื้นที่ที่มีปัญหาการสะสมของเหล็กสูง อย่างไรก็ดีพอจะสรุปได้ว่ากรรมวิธีการให้ปุ๋ยที่ดีและน่าสนใจที่สุดได้แก่กรรมวิธี $N_2 P_2 K_2$+T ตามด้วยกรรมวิธี $N_3 P_2 K_3$+T และ $N_3 P_2 K_2$+T ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีการให้ปุ๋ยแบบอื่นๆ จะมีข้อด้อยมากกว่าทั้งในส่วนของคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อ รวมทั้งปริมาณผลผลิตที่แตกต่างกันไป กรรมวิธีที่ให้คุณภาพรสชาติต่ำสุดคือ กรรมวิธี Check เป็นผลจากการใส่ปุ๋ยเคมี N, P_2O_5 และ K_2O อัตรา 0.99-0.99-1.23 กก./ต้น/ปี โดยปราศจากการฉีดพ่นจุลธาตุโดยเฉพาะ Zn สำหรับ $N_1 P_1 K_1$+T แม้ว่ามีคุณภาพดี แต่ก็น่าจะมาจากการศึกษาครั้งนี้ส้มมีผลผลิตต่ำสาเหตุจากการร่วงของผลส้มตามปรากฏการแอลนินโยจึงทำให้อัตราปุ๋ยที่ให้เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะไนโตรเจนอัตรา 0.60 กก.N/ต้น/ปี ซึ่งหากส้มเขียวหวานมีผลผลิตมากกว่านี้ปริมาณปุ๋ยที่ให้น่าจะไม่เพียงพอ (ภิญโญ, 2539)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณ Total soluble solids (TSS) ปริมาณ Total titratable acidity (TTA) และคะแนนความพอใจด้านรสชาติของกรรมวิธีการให้ปุ๋ยต่างๆ

กรรมวิธี	TSS (° Brix)	TTA (%)	รสชาติ 1/ (คะแนน)
$N_1 P_1 K_1$ +T	11.85 ^{ab}	0.913	3.70 $^{a-d}$
$N_1 P_1 K_2$ +T	11.05 ^{bc}	0.923	3.38 $^{b-e}$
$N_2 P_1 K_2$ +T	11.45 ^{bc}	0.955	3.25 ^{cde}
$N_2 P_2 K_2$ +T	11.65 ^{abc}	1.045	3.98 ^{a}
$N_2 P_2 K_1$ +T	12.05 ^{ab}	0.990	3.05 ^{ef}
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	11.60 ^{abc}	1.213	3.24 ^{cde}
$N_3 P_2 K_2$ +T	11.25 ^{bc}	0.958	3.75 ^{abc}
$N_3 P_2 K_3$ +T	10.65 ^{bc}	0.763	3.88 ^{ab}
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	9.65 ^{c}	0.825	3.16 ^{de}
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	10.70 ^{bc}	0.780	3.27 ^{cde}
$N_2 P_2 K_2$	13.55 ^{a}	1.123	3.25 ^{cde}
check	10.60 ^{bc}	0.913	2.58 ^{f}
F - test	*	ns	**
CV. (%)	11.0	20.8	10.1

1/ ใช้ระบบคะแนน

5 = รสอร่อยมาก กลิ่นหอม หวานมหลม กากน้อย สีเนื้อส้มสวยมาก

4 = รสอร่อย กลิ่นหอม หวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย กากน้อย สีเนื้อส้มสวย

3 = กลิ่นหอม หวานอมเปรี้ยว มีรสขื่นบ้าง สีเนื้อส้มสวยพอควร

2 = กลิ่นหอมน้อย รสเปรี้ยว และขื่นมากกว่า 3

1 = รสชาติไม่ดี เปรี้ยว และขื่น ปริมาณกากสูง เนื้อฟ่าม

3. ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในตัวอย่างพืช

จากการให้ธาตุอาหารหลัก N P K แก่ส้มเขียวหวานในเดือนมกราคม พฤษภาคม และครั้งสุดท้ายเดือนสิงหาคม ในการเก็บตัวอย่างพืชเพื่อให้ตัวอย่างใบส้มบ่งบอกถึงสภาวะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร การเก็บตัวอย่างในเดือนกรกฎาคมจึงเป็นแนวทางในการกำหนดปริมาณปุ๋ยหลักครั้งสุดท้ายในเดือนสิงหาคม เพื่อการควบคุมธาตุอาหารตัวอื่นๆ สำหรับตัวอย่างที่เก็บในเดือนกันยายนก็เพื่อให้ทราบถึงผลจากการใส่ปุ๋ยครั้งสุดท้ายในเดือนสิงหาคม เพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ไขความเสียหายจากการจัดการปุ๋ยและธาตุอาหารในกรณีมากหรือน้อยเกินไป ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีการเก็บตัวอย่างใบส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาก่อนทดลองคือเดือนมกราคม เดือนกรกฎาคม เดือนกันยายน และเดือนธันวาคมหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว นอกจากนี้ได้มีการเก็บตัวอย่างผลส้มเขียวหวานในเดือนสิงหาคม กันยายน และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วย เพื่อทำการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในการนำไปประกอบการพิจารณาการจัดการปุ๋ยให้แก่ส้มเขียวหวาน โดยผลการวิเคราะห์ของธาตุอาหารต่างๆในตัวอย่างใบและองค์ประกอบของผลส้มได้แก่ เปลือก กาก และ น้ำคั้น มีดังนี้

3.1 ไนโตรเจน

3.1.1 ตัวอย่างใบ จากผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและนับจากยอดของกิ่งไม่ติดผลที่ระยะเวลาต่างๆ ของแต่ละกรรมวิธี ดังแสดงในตารางที่ 6 พบว่าตัวอย่างใบชุดเดือนมกราคม 2539 ซึ่งเป็นตัวอย่างใบที่เก็บก่อนเริ่มทดลองและเป็นใบจากกิ่งไม่ติดผลที่แตกยอดในช่วงเดือนสิงหาคมปี 2538 ส้มขียวหวานมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในใบระหว่าง 2.86-3.20% สำหรับตัวอย่างใบชุดกรกฎาคม (เป็นตัวอย่างใบที่แตกยอดในเดือนกุมภาพันธ์) พบว่าส้มเขียวหวานมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยระหว่าง 2.97-3.58 และ 2.88-3.50% สำหรับใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลตามลำดับ ในส่วนของตัวอย่างใบชุดกันยายน (เป็นตัวอย่างใบที่แตกยอดเดือนกุมภาพันธ์) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลมีค่าระหว่าง 3.05-3.51 และ 2.91-3.40% ตามลำดับ ขณะที่ตัวอย่างใบเดือนธันวาคมเป็นตัวอย่างใบจากกิ่งไม่ติดผลที่แตกยอดในช่วงเดือนสิงหาคม 2539 พบว่า ส้มเขียวหวานมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในใบระหว่าง 2.64-3.04% ดังนั้นเมื่อพิจารณาระดับปริมาณไนโตรเจนในใบส้มเขียวหวานทุกระยะการเก็บตัวอย่างจากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าระดับปริมาณไนโตรเจนในใบของกรรมวิธีการให้ปุ๋ย N P K และจุลธาตุต่างๆ ทั้งจากใบเหนือผลและกิ่งไม่ติดผลทุกกรรมวิธีอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพที่ดีได้ โดยภิญโญ (2539) กำหนดปริมาณไนโตรเจนในใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและมีอายุ 4-7 เดือนควรอยู่ที่ระดับมากกว่า 2.40% ขณะที่กัญญาภรณ์และคณะ (2541)

กำหนดว่าในใบของส้มโชกุนจากยอดของกิ่งไม่ติดผลควรมีระดับไนโตรเจน 3.39-3.50% อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าตัวอย่างใบในช่วงเดือนกรกฎาคมที่ไนโตรเจนสูงถึง 3.40-3.50% และยังคงใส่ปุ๋ยไนโตรเจนโดยไม่ควบคุมในเดือนสิงหาคมจะทำให้ไนโตรเจนในใบเดือนกันยายนสูงและมีผลต่อคุณภาพด้านรสชาติของส้ม สำหรับกรรมวิธี $N_2P_2K_1$+T คุณภาพไม่ดีเพราะผลผลิตหลุดร่วงมาก ทำให้ไนโตรเจนเหลือในใบมากสังเกตได้จากตัวอย่างเดือนธันวาคม นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลในเดือนกรกฎาคมและเดือนกันยายนมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งต่างจากรายงานของ Chiu (1976) อ้างโดย Chang et al. (1994) ที่ศึกษาในส้มพันธุ์ Ponkan กล่าวว่าปริมาณไนโตรเจนในใบส้มจากกิ่งำไม่ติดผลจะมากกว่าใบเหนือผล 20%

3.1.2 ตัวอย่างผลส้ม จากตัวอย่างผลส้มที่เก็บระยะเดือนสิงหาคมและกันยายนนำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจนในส่วนของเปลือกเท่านั้น ส่วนระยะเก็บเกี่ยวจะวิเคราะห์ทั้งในส่วนของเปลือก กาก และน้ำคั้น ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่า ในตัวอย่างเปลือกเดือนสิงหาคมจะมีปริมาณไนโตรเจนระหว่าง 1.41-1.85% ขณะที่ในตัวอย่างเปลือกเดือนกันยายน เฉลี่ยระหว่าง 1.13-1.65% ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงกรรมวิธีการให้ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุที่ทำให้ส้มเขียวหวานมีผลผลิตและคุณภาพดี (ตารางที่ 4 และ 5) แล้วพอจะกล่าวได้ว่าระดับปริมาณไนโตรเจนในเปลือกเดือนกันยายนสามารถเป็นตัวชี้หรือทำนายว่าส้มจะมีผลผลิตและคุณภาพดีมากน้อยแค่ไหนเมื่อเก็บเกี่ยว โดยระดับปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมของเปลือกชุดเดือนกันยายนควรมีใกล้เคียง 1.4% นอกจากนี้เมื่อพิจารณากรรมวิธี $N_2P_2K_2$+T กับ $N_2P_2K_1$+T จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มโพแทสเซียม ส้มเขียวหวาน จะมีปริมาณไนโตรเจนในเปลือกเดือนกันยายนเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ขณะที่กรรมวิธี $N_1P_1K_1$ + T กับ $N_1P_1K_2$+T และกรรมวิธี $N_3P_2K_2$+T กับ $N_3P_2K_3$+T ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Wutscher and Smith (1993) ที่ว่าโพแทสเซียมจะช่วยส่งเสริมการลำเลียง NO_3^- จากรากไปสู่ใบและผลได้ดีขึ้นนั่นเอง สำหรับผลที่ระยะเก็บเกี่ยวพบว่า ปริมาณไนโตรเจนในเปลือก กาก และน้ำคั้นจะมีค่าระหว่าง 1.15-1.49, 1.16-1.51 และ 0.07-0.09% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณไนโตรเจนในส่วนของเปลือกและกากมีปริมาณใกล้เคียงกันและมากกว่าในส่วนของน้ำคั้นประมาณ 16 เท่า และเมื่อดูถึงกรรมวิธีที่ส้มมีรสชาติดี พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในส่วนของเปลือก กาก และน้ำคั้น เป็นสัดส่วน 37:30:2 สำหรับปริมาณไนโตรเจนในเปลือกจะมีแนวโน้มลดน้อยลงเมื่อผลส้มมีอายุมากขึ้น (รูปที่ 1) อย่างไรก็ดีปริมาณไนโตรเจนในส่วนต่างๆ ของผลส้มจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า มีค่าน้อยกว่ารายงานของอารีย์และพรรณทิพย์ (2515) และรายงานของจุฬาลักษณ์ (2530) ซึ่งศึกษาในส้มเขียวหวานที่ปลูกในเขตภาคกลาง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของภิญโญ (2539) ซึ่งศึกษาในส้มเขียวหวานที่ จ.น่านพบว่ามีค่ามากกว่า เป็นข้อน่าสังเกตว่าการสะสมของปริมาณไนโตรเจนในส่วนต่างๆ ของผลส้มเขียวหวานที่ปลูกในภาคกลางจะ

มีปริมาณมากกว่าส้มเขียวหวานที่ปลูกทางภาคเหนือ และปริมาณไนโตรเจนของกากสูงกว่า 1.42% ที่ระยะเก็บเกี่ยวอาจจะบอกกล่าวถึงคุณภาพส้มเขียวหวานที่ไม่ดี

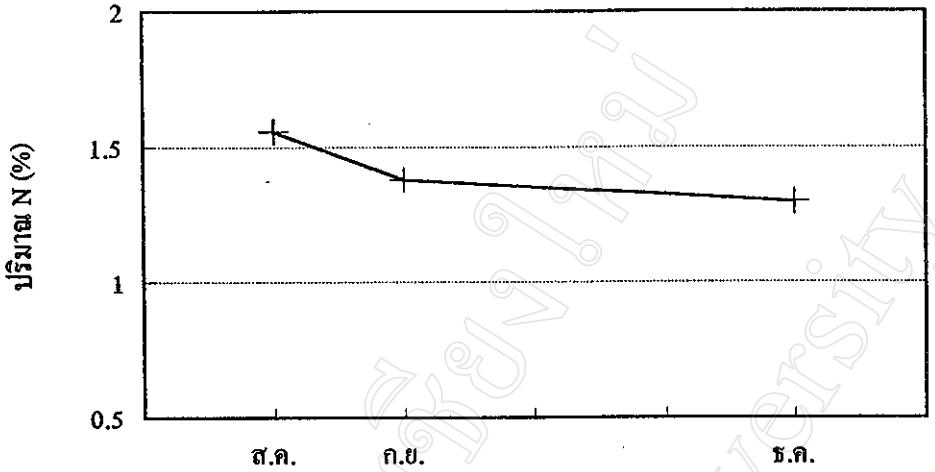
จากผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างใบและผลส้มเขียวหวาน (ตารางที่ 6 และ7) จะเห็นได้ว่าในสภาพที่ดินมีปัญหาการสะสมของเหล็กและแมงกานีสสูง ผลวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างใบไม่สามารถบ่งบอกถึงความพอเพียงของไนโตรเจนในส้มเขียวหวานได้ การใช้ตัวอย่างเปลือกโดยเฉพาะในเดือนกันยายนน่าจะเป็นตัวชี้ถึงสภาพปัญหาของปริมาณไนโตรเจนในส้มเขียวหวานได้ดีกว่า

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลของส้มเขียวหวานชุดเดือนมกราคม กรกฎาคม กันยายน และธันวาคมของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบส้มเขียวหวาน (%)					
	มกราคม	กรกฎาคม		กันยายน		ธันวาคม
	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	ไม่ติดผล
$N_1 P_1 K_1$ +T	3.00	3.27	2.88	3.05	2.91	2.83
$N_1 P_1 K_2$ +T	3.20	3.52	3.40	3.21	3.32	2.97
$N_2 P_1 K_2$ +T	2.97	3.12	2.99	3.55	3.17	2.99
$N_2 P_2 K_2$ +T	3.14	3.17	3.11	3.18	3.35	2.85
$N_2 P_2 K_1$ +T	3.14	2.97	3.06	3.14	3.04	3.02
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	3.08	3.15	2.96	3.29	3.20	2.93
$N_3 P_2 K_2$ +T	3.10	3.49	3.22	3.43	3.03	2.87
$N_3 P_2 K_3$ +T	2.99	3.45	3.27	3.56	3.27	2.87
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	3.18	3.58	3.50	3.51	3.40	3.04
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	2.86	3.34	3.10	3.34	3.27	2.84
$N_2 P_2 K_2$	3.04	2.99	3.00	3.43	2.96	2.64
check	3.14	3.13	3.20	3.41	2.92	2.72
เฉลี่ย	3.07	3.27	3.14	3.34	3.15	2.88

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนในองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาสิงหาคม กันยายน และระยะเก็บเกี่ยว ของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย NPK ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณไนโตรเจน (%) ในตัวอย่างผลส้มเขียวหวาน				
	เปลือก			กาก	น้ำคั้น
	สิงหาคม	กันยายน	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว
$N_1 P_1 K_1$ +T	1.46	1.28	1.23	1.27	0.07
$N_1 P_1 K_2$ +T	1.59	1.35	1.28	1.39	0.07
$N_2 P_1 K_2$ +T	1.49	1.26	1.21	1.38	0.07
$N_2 P_2 K_2$ +T	1.42	1.42	1.29	1.20	0.07
$N_2 P_2 K_1$ +T	1.41	1.13	1.31	1.31	0.09
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	1.47	1.30	1.16	1.32	0.07
$N_3 P_2 K_2$ +T	1.63	1.42	1.27	1.30	0.07
$N_3 P_2 K_3$ +T	1.67	1.65	1.49	1.42	0.07
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	1.85	1.65	1.46	1.51	0.08
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	1.59	1.50	1.39	1.51	0.08
$N_2 P_2 K_2$	1.57	1.31	1.15	1.16	0.08
check	1.47	1.23	1.28	1.24	0.07
เฉลี่ย	1.55	1.37	1.29	1.33	0.08



รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนในเปลือกส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆ

3.2 ฟอสฟอรัส

3.2.1 ตัวอย่างใบ จากตารางที่ 8 แสดงค่าวิเคราะห์ปริมาณเฉลี่ยฟอสฟอรัสในตัวอย่างใบส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆพบว่า ตัวอย่างใบชุดเดือนมกราคม 2539 ซึ่งเป็นใบจากยอดไม่มีผลปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในใบส้มเขียวหวานของกรรมวิธีการให้ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.13 - 0.16% ขณะที่ในตัวอย่างใบชุดกรกฎาคมและกันยายนมีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในใบไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าระหว่าง 0.11-0.13 และ 0.12-0.13% ในกรณีของใบเหนือผลและใบจากกิ่งไม่ติดผลตามลำดับ ส่วนเดือนกันยายนมีปริมาณระหว่าง 0.12-0.14 และ0.12-0.13% สำหรับตัวอย่างใบชุดธันวาคมซึ่งเป็นใบจากกิ่งไม่ติดผลพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในใบส้มเขียวหวานมีค่าระหว่าง 0.13-0.16% ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณฟอสฟอรัสในใบส้มเขียวหวานทุกระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในใบส้มเขียวหวานกรรมวิธีต่างๆ อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันและเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นส้มเขียวหวานตามรายงานของภิญโญ (2539) และกัญญาภรณ์ และคณะ (2541) ซึ่งได้กำหนดค่าความเหมาะสมของฟอสฟอรัสในใบส้มที่ระดับ 0.14-0.15 และ 0.17-0.20% ตามลำดับ หรืออาจกล่าวได้ว่าต้นส้มเขียวหวานไม่ตอบสนองต่อระดับปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่กำหนดในกรรมวิธีที่ให้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากระดับปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีมากเกินพอต่อความต้องการของส้มเขียวหวานอยู่แล้ว (ตารางที่ 3)

สำหรับความแตกต่างของปริมาณฟอสฟอรัสระหว่างใบเหนือผลและใบจากกิ่งไม่ติดผลจะเห็นได้ว่าการศึกษาครั้งนี้ปริมาณฟอสฟอรัสในใบค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของจุฬาลักษณ์ (2530) ที่พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในใบส้มเขียวหวานที่ศึกษาในภาคกลางจากใบเหนือผลและใบจากกิ่งไม่ติดผลมีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยแตกต่างเพียง 0.02%

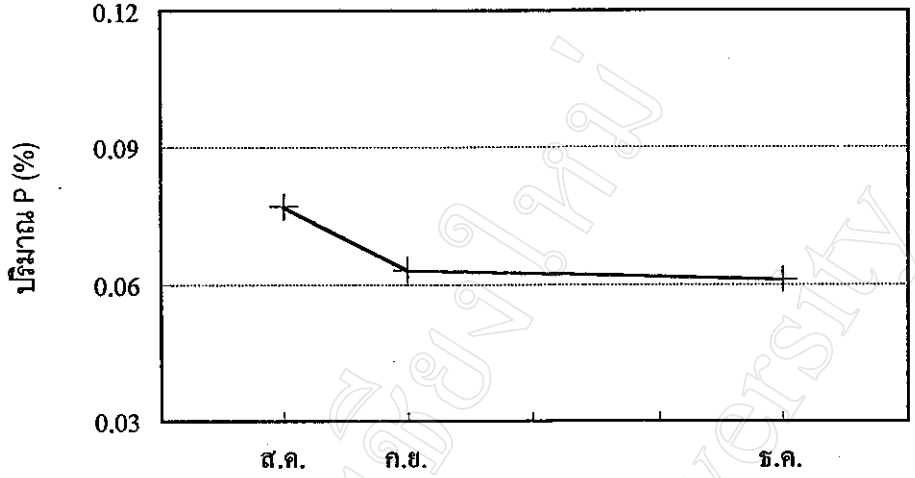
3.2.2 ตัวอย่างผลส้ม ตัวอย่างผลส้มเขียวหวานที่เก็บเดือนสิงหาคม กันยายนและระยะ เก็บเกี่ยวนำมาวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนของเปลือก กาก และน้ำคั้น ดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่า เปลือกส้มเขียวหวานเดือนสิงหาคมมีปริมาณฟอสฟอรัสระหว่าง 0.07-0.08% ขณะที่ตัวอย่างเปลือกเดือนกันยายนมีปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือกลดลงคือ 0.05-0.07% ในส่วนของตัวอย่างผลชุดเก็บเกี่ยว ปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือก กาก และน้ำคั้น คือ 0.05-0.06 0.14-0.17 และ 0.008-0.011% ตามลำดับ โดยในส่วนของน้ำคั้นนั้นจะเห็นได้ว่ากรรมวิธี N_2 P_2 K_2 + T มีแนวโน้มทำให้ส้มมีปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำคั้นสูงสุด 0.011% ส่วนกรรมวิธีที่มีแนวโน้มต่ำสุด 0.008% ได้แก่กรรมวิธี N_2 P_1 K_2+T ซึ่งแสดงว่าการเพิ่มปุ๋ยฟอสฟอรัสจะทำให้ส้มเขียวหวานมีแนวโน้มการสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำคั้น นอกจากนี้เมื่อพิจารณาปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนของเปลือกเดือนสิงหาคมและกันยายนจะเห็นได้ว่ากรรมวิธีที่ไม่พ่นเหล็กให้ส้มเขียวหวานทางใบจะมีแนวโน้มว่าส้มเขียวหวานจะมีการสะสมฟอสฟอรัสในเปลือกได้มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และเมื่อพิจารณาปริมาณ TTA จากตารางที่ 5 พอกล่าวได้ว่าหากปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือก โดยเฉพาะในเดือนกันยายนและระยะเก็บเกี่ยวมีค่าน้อย ปริมาณ TTA ในน้ำคั้นผลส้มเขียวหวานจะมีค่ามากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hass (1936) และยังพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือกส้มเขียวหวานมีแนวโน้มลดน้อยลงเมื่อผลส้มเขียวหวานมีอายุมากขึ้น (รูปที่2) โดยสรุปปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือก กาก และน้ำคั้นโดยทั่วไปมีสัดส่วน 6:16:1 ขณะที่กรรมวิธีที่รสชาติดีจะมีสัดส่วนฟอสฟอรัสในเปลือก กาก และน้ำคั้น ประมาณ 5:13:1 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลของส้มเขียวหวานชุดเดือนมกราคม กรกฎาคม กันยายน และธันวาคม ของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P) ในใบชุดต่างๆ (%)					
	มกราคม	กรกฎาคม		กันยายน		ธันวาคม
	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	ไม่ติดผล
$N_1 P_1 K_1$ +T	0.14	0.13	0.12	0.13	0.12	0.14
$N_1 P_1 K_2$ +T	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.15
$N_2 P_1 K_2$ +T	0.13	0.12	0.12	0.13	0.12	0.15
$N_2 P_2 K_2$ +T	0.16	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13
$N_2 P_2 K_1$ +T	0.16	0.12	0.12	0.13	0.12	0.15
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	0.14	0.12	0.12	0.12	0.12	0.15
$N_3 P_2 K_2$ +T	0.15	0.13	0.12	0.14	0.12	0.14
$N_3 P_2 K_3$ +T	0.14	0.13	0.12	0.13	0.12	0.14
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	0.16	0.13	0.13	0.13	0.13	0.16
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	0.15	0.12	0.12	0.14	0.13	0.14
$N_2 P_2 K_2$	0.15	0.11	0.12	0.13	0.12	0.15
check	0.15	0.13	0.12	0.14	0.13	0.14
เฉลี่ย	0.15	0.12	0.12	0.13	0.13	0.15

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสในองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวานชุดสิงหาคม กันยายนและระยะเก็บเกี่ยวของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุ กรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (%) ในตัวอย่างผลส้มเขียวหวาน				
	เปลือก			กาก	น้ำคั้น
	สิงหาคม	กันยายน	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว
$N_1 P_1 K_1$ +T	0.07	0.06	0.06	0.15	0.009
$N_1 P_1 K_2$ +T	0.07	0.06	0.06	0.17	0.010
$N_2 P_1 K_2$ +T	0.07	0.06	0.05	0.15	0.008
$N_2 P_2 K_2$ +T	0.08	0.06	0.06	0.14	0.011
$N_2 P_2 K_1$ +T	0.07	0.06	0.06	0.16	0.010
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	0.07	0.05	0.05	0.16	0.009
$N_3 P_2 K_2$ +T	0.08	0.06	0.06	0.16	0.010
$N_3 P_2 K_3$ +T	0.08	0.06	0.06	0.16	0.009
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	0.08	0.07	0.06	0.17	0.010
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	0.08	0.06	0.06	0.17	0.010
$N_2 P_2 K_2$	0.07	0.06	0.06	0.14	0.010
check	0.07	0.06	0.06	0.16	0.010
เฉลี่ย	0.07	0.06	0.06	0.16	0.010



รูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือกส้มเขียวหวาน ที่ระยะเวลาต่างๆ

3.3 โพแทสเซียม

3.3.1 ตัวอย่างใบ ผลวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างใบส้มเขียวหวานที่ระยะต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 10 โดยในตัวอย่างใบชุดเดือนมกราคม (ใบจากกิ่งไม่ติดผล) ปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.77-1.18% สำหรับตัวอย่างใบชุดเดือนกรกฎาคมมีปริมาณโพแทสเซียมในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผล 1.07-1.53 และ 0.90-1.36% ตามลำดับ ขณะที่ตัวอย่างใบชุดเดือนกันยายน ปริมาณโพแทสเซียมในใบเหนือผล 0.99-1.19% และกิ่งไม่ติดผล 0.74-1.05% ส่วนตัวอย่างใบชุดธันวาคม (ใบจากกิ่งไม่ติดผล) มีปริมาณโพแทสเซียมระหว่าง 0.91-1.16% ทั้งนี้มีข้อน่าสังเกตว่าตัวอย่างใบชุดธันวาคมนี้กรรมวิธีที่คะแนนรสชาติสูงในตารางที่ 5 ได้แก่ $N_2P_2K_2$+T $N_3P_2K_2$+T $N_3P_2K_3$+T จะมีปริมาณโพแทสเซียมในใบส้มเพียง 0.95 0.91 และ 0.93% ตามลำดับซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ทุกกรรมวิธี เป็นไปได้ว่าโพแทสเซียมเคลื่อนย้ายไปอยู่ในเปลือก กาก และน้ำคั้น

เมื่อพิจารณาปริมาณโพแทสเซียมในใบทุกชุดตัวอย่าง จากตารางที่ 10 พบว่า กรรมวิธี $N_1P_1K_2$+T เป็นกรรมวิธีที่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในใบส้มเขียวหวานสูงสุดเกือบทุกตัวอย่างใบทั้งจากใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลซึ่งก็คงสืบเนื่องจากปริมาณไนโตรเจนที่ใส่ให้น้อยนั่นเอง นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี $N_1P_1K_1$+T กับ $N_1P_1K_2$+T $N_2P_2K_1$+T กับ $N_2P_2K_2$+T และ $N_3P_2K_2$+T กับ $N_3P_2K_3$+T จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราการให้โพแทสเซียมแก่

ส้มเขียวหวานจะมีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในใบส้มเพิ่มขึ้นทุกชุดตัวอย่างใบแสดงว่าส้มเขียวหวานยังคงตอบสนองต่อการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางดินได้ อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าระดับปริมาณโพแทสเซียมในใบชุดต่างๆมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมตามรายงานของภิญโญ (2539) และกัญญาภรณ์และคณะ (2541) ได้กำหนดไว้ที่ 1.2-3.0 และมากกว่า1.5% ทั้งนี้อาจเกิดจากความสามารถในการดึงดูดธาตุโพแทสเซียมจากดินของต้นส้มเขียวหวานมีปัญหาแม้จะมีปริมาณในดินอยู่มากก็ตาม ซึ่งน่าจะเป็นเพราะส้มมีปัญหาการทรุดโทรมของระบบรากอันเนื่องมาจากการเป็นพิษของเหล็กและแมงกานีสที่มีปริมาณสูงในดิน (ตารางที่ 3) จึงส่งผลต่อการดูดธาตุโพแทสเซียม

สำหรับความแตกต่างของปริมาณโพแทสเซียมในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลนั้น พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยในใบเหนือผลสูงกว่าใบจากกิ่งไม่ติดผล 14.8 และ 18.5% ของตัวอย่างในเดือนกรกฎาคมและกันยายน ตามลำดับ ซึ่งเป็นแนวโน้มที่ตรงข้ามกับรายงานของ Chiu (1976) อ้างโดย Chang et. al.(1994) ซึ่งศึกษาในส้ม Ponkan ที่ว่าปริมาณโพแทสเซียมในใบจากกิ่งไม่ติดผลจะมากกว่าในใบเหนือผล 20% เรื่องนี้น่าจะเป็นปัญหาความเป็นพิษของเหล็กและแมงกานีสดังที่กล่าวมา

3.3.2 ตัวอย่างผลส้ม ตัวอย่างผลส้มที่สุ่มเก็บในเดือนสิงหาคม กันยายน (วิเคราะห์เฉพาะส่วนเปลือก) และช่วงเก็บเกี่ยว (วิเคราะห์ส่วนเปลือก กาก และน้ำคั้น) นำมาวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียม ดังแสดงในตารางที่ 11 พบว่า เปลือกเดือนสิงหาคมและกันยายนมีปริมาณโพแทสเซียม 0.98-1.19% และ 1.02-1.28% ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างผลที่ระยะเก็บเกี่ยวมีปริมาณโพแทสเซียมในเปลือก กากและ น้ำคั้น 0.84-1.07, 0.78-0.95 และ 0.17-0.20% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมในเปลือกส้มเขียวหวานเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อผลส้มมีอายุมากขึ้น (รูปที่ 3) นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มแก่ส้มเขียวหวานไม่มีผลทำให้ส้มเขียวหวานมีปริมาณโพแทสเซียมในผลเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดนักเหมือนในตัวอย่างใบถ้าหากมีการเพิ่มเติมไนโตรเจนระดับสูง และเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของภิญโญ (2539) ที่ศึกษาในส้มเขียวหวานเขตจังหวัดน่าน พบว่า ผลส้มเขียวหวานมีปริมาณโพแทสเซียมในเปลือกและกากเฉลี่ยที่ระดับ 1.64 และ 1.45% สูงกว่าการศึกษาในครั้งนี้ประมาณ 70%ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากข้อจำกัดของคุณสมบัติของดินในแปลงทดลองนี้ทำให้การนำโพแทสเซียมจากดินมาใช้ของส้มเขียวหวานทำได้ไม่ดีตลอดจนการส่งผ่านของปริมาณโพแทสเซียมจากใบมายังผลคงจะมีปัญหาด้วยเช่นกัน

สำหรับปริมาณโพแทสเซียมในเปลือก กาก และน้ำคั้น พบว่า มีสัดส่วนเฉลี่ยเป็น 10:9:2 ขณะที่กรรมวิธีที่มีรสชาติดีจะมีปริมาณโพแทสเซียมในเปลือก กาก และน้ำคั้นเป็นสัดส่วน 9:8:2

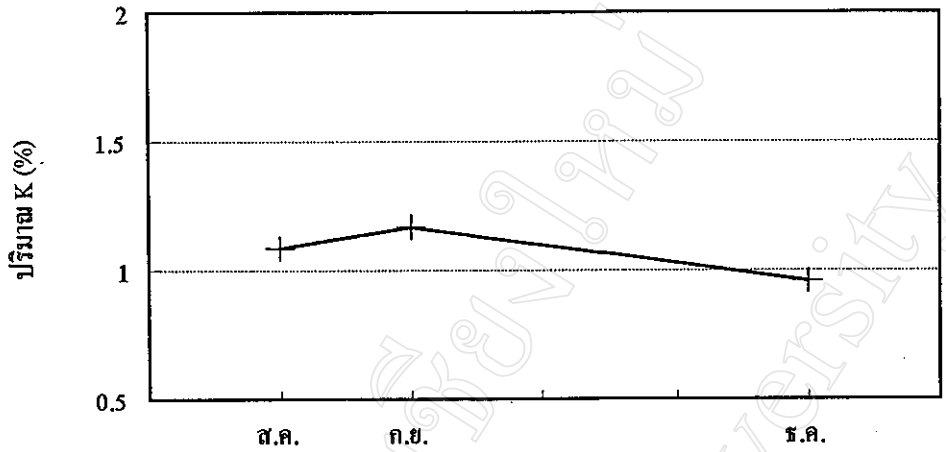
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลของส้มเขียวหวาน เดือนมกราคม กรกฎาคม กันยายน และธันวาคมของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุโพแทสเซียม (K) ในใบชุดต่างๆ					
	มกราคม	กรกฎาคม		กันยายน		ธันวาคม
	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	ไม่ติดผล
$N_1 P_1 K_1$ +T	1.05	1.25	1.09	1.08	1.01	1.03
$N_1 P_1 K_2$ +T	0.81	1.53	1.36	1.19	1.05	1.16
$N_2 P_1 K_2$ +T	0.98	1.22	1.09	0.99	0.78	1.02
$N_2 P_2 K_2$ +T	0.87	1.30	1.20	1.14	0.94	0.95
$N_2 P_2 K_1$ +T	0.82	1.13	0.95	1.00	0.74	0.99
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	0.82	1.24	1.01	1.07	0.87	1.01
$N_3 P_2 K_2$ +T	0.87	1.31	1.25	0.99	0.83	0.91
$N_3 P_2 K_3$ +T	0.99	1.32	1.18	1.11	0.93	0.93
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	1.08	1.44	1.22	1.16	1.03	1.14
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	0.77	1.48	1.21	1.09	0.96	1.04
$N_2 P_2 K_2$	1.13	1.07	0.90	1.05	0.87	0.99
check	1.18	1.24	1.08	1.15	0.94	1.06
เฉลี่ย	0.95	1.30	1.13	1.08	0.91	1.02

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมในองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวาน ชุด สิงหาคม กันยายนและระยะเก็บเกี่ยวของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุ กรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุโพแทสเซียม (%) ในตัวอย่างผลส้มเขียวหวาน				
	เปลือก			กาก	น้ำคั้น
	สิงหาคม	กันยายน	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว
$N_1 P_1 K_1$ +T	0.98	1.18	0.98	0.78	0.18
$N_1 P_1 K_2$ +T	1.16	1.18	1.03	0.86	0.19
$N_2 P_1 K_2$ +T	1.08	1.04	0.92	0.81	0.17
$N_2 P_2 K_2$ +T	1.09	1.20	0.88	0.74	0.19
$N_2 P_2 K_1$ +T	1.01	1.02	0.96	0.78	0.21
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	0.99	1.12	0.85	0.81	0.18
$N_3 P_2 K_2$ +T	1.03	1.09	0.94	0.82	0.19
$N_3 P_2 K_3$ +T	1.10	1.28	0.94	0.86	0.18
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	1.19	1.18	0.98	0.90	0.18
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	1.18	1.23	1.06	0.91	0.19
$N_2 P_2 K_2$	1.10	1.27	0.84	0.75	0.20
check	1.09	1.16	1.07	0.95	0.19
เฉลี่ย	1.08	1.16	0.95	0.83	0.19

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูปที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณโพแทสเซียมในเปลือกส้มเขียวหวาน ที่ระยะเวลาต่างๆ

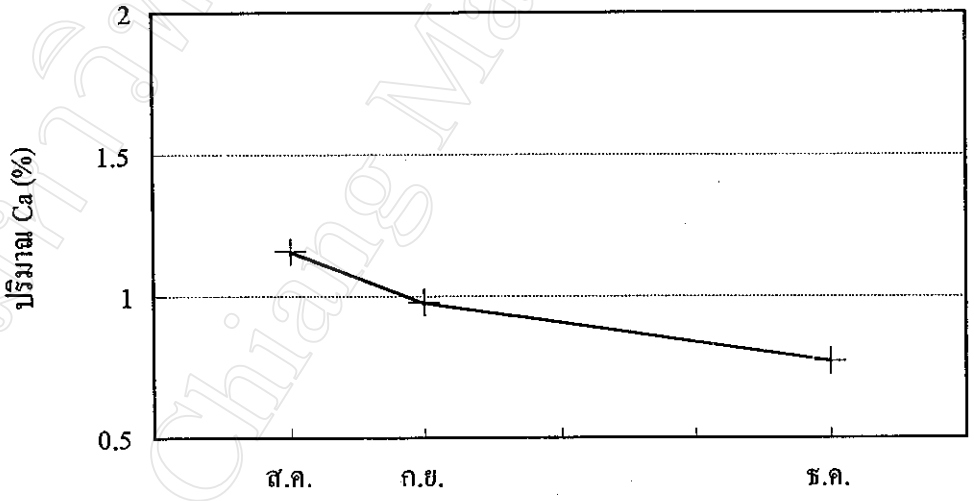
3.4 แคลเซียม จากการวิเคราะตัวอย่างดินก่อนทดลอง พบว่า ดินมีปริมาณแคลเซียมพอสมควร ซึ่งไม่น่าจะมีปัญหาการขาดแคลเซียม (ตารางที่ 3) จึงได้กำหนดการใส่ปูนโดโลไมท์ให้แก่ต้นส้มต้นละ 3 กก. ทุกกรรมวิธี ดังนั้นในกรรมวิธีที่กำหนดจึงไม่มีอัตราที่แตกต่างกันของแคลเซียม ข้อมูลที่รายงานนี้จึงเพียงรายงานถึงสภาพความเพียงพอของแคลเซียมเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 13 (ตัวอย่างใบ) และตารางที่ 14 (ตัวอย่างผล)

3.4.1 ตัวอย่างใบ จากตารางที่ 13 จะเห็นได้ว่าทุกชุดตัวอย่างใบมีปริมาณแคลเซียมใกล้เคียงกัน โดยตัวอย่างใบชุดเดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมในใบ 4.02% ขณะที่ชุดเดือนกรกฎาคม ทั้งจากใบเหนือผลและใบจากกิ่งไม่ติดผลมีค่า 3.03 และ 3.38% ส่วนชุดเดือนกันยายนคือ 3.32 และ 3.81% ตามลำดับ และในตัวอย่างใบชุดเดือนธันวาคมซึ่งเป็นใบจากกิ่งไม่ติดผลมีปริมาณแคลเซียม 3.74% ปริมาณดังกล่าวน่าจะเพียงพอตามรายงานของ Chiu (1976) อ้างโดย Chang et.al. (1994) ได้กำหนดค่าเหมาะสมของแคลเซียมในใบส้ม Ponkan ไว้ 2.5-4.5% ข้อน่าสังเกตคือกรรมวิธีที่มีรสชาติดีส่วนใหญ่จะมีปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในใบที่ 3 และ 4 จากยอดของกิ่งไม่ติดผลโดยเฉพาะใบเดือนกันยายนค่อนข้างสูง เฉลี่ยระหว่าง 4.28-4.78%

สำหรับความแตกต่างของปริมาณแคลเซียมในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลนั้นพบว่าปริมาณแคลเซียมของใบเหนือผลชุดกรกฎาคม และกันยายนจะมากกว่า 12 และ 17% ตามลำดับ

3.4.2 ตัวอย่างผลส้ม จากตารางที่ 14 พบว่า ปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยในเปลือกชุดเดือนสิงหาคมและเดือนกันยายน คือ 1.16 และ 0.98% ตามลำดับ ส่วนในตัวอย่างผลชุดเก็บเกี่ยว พบว่าปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยของเปลือก กาก และน้ำคั้น คือ 0.77, 0.44 และ 0.008% ตามลำดับ โดยในส่วนของน้ำคั้นนั้นมีปริมาณใกล้เคียงกับรายงานของภิญโญ (2539) ที่ศึกษาในส้มเขียวหวานที่ จ.น่าน ซึ่งพบว่าส้มมีปริมาณน้ำคั้นในผลส้ม 0.006-0.012% ส่วนในเปลือกชุดเก็บเกี่ยวก็ใกล้เคียงกับรายงานของอารี และพรรณทิพย์ (2515) ที่รายงานว่าปริมาณแคลเซียมในเปลือกส้มเขียวหวานระยะเก็บเกี่ยวที่ปลูกในภาคกลางมีค่า 0.79% นอกจากนี้พบว่าเมื่อผลส้มมีอายุมากขึ้นจะมีปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยในเปลือกลดต่ำลง (รูปที่ 4)

สำหรับสัดส่วนของแคลเซียมในเปลือก กาก และน้ำคั้น มีสัดส่วนโดยประมาณคือ 96:55:1 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่มีรสชาติดีจะมีสัดส่วนเป็น 89:36:1



รูปที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณแคลเซียมในเปลือกส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างใบที่ 3 และ4 เหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลของส้มเขียวหวานชุดเดือนมกราคม กรกฎาคม กันยายน และธันวาคมของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุแคลเซียม (Ca) ในใบชุดต่างๆ					
	มกราคม	กรกฎาคม		กันยายน		ธันวาคม
	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	ไม่ติดผล
$N_1 P_1 K_1$ +T	3.65	2.52	2.88	2.95	3.06	3.45
$N_1 P_1 K_2$ +T	3.25	3.00	3.36	2.97	3.19	3.25
$N_2 P_1 K_2$ +T	3.18	3.18	3.28	3.44	3.62	3.60
$N_2 P_2 K_2$ +T	4.68	3.30	3.91	3.60	4.60	3.85
$N_2 P_2 K_1$ +T	3.75	2.79	3.04	3.10	3.80	3.42
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	4.13	2.49	3.12	2.80	3.53	3.65
$N_3 P_2 K_2$ +T	4.98	3.21	3.90	3.35	4.28	3.99
$N_3 P_2 K_3$ +T	5.05	3.75	4.02	3.92	4.78	4.56
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	3.47	3.33	3.36	3.67	3.80	3.49
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	3.85	2.88	3.09	3.63	3.80	4.03
$N_2 P_2 K_2$	4.37	3.18	3.21	3.15	4.05	4.11
check	4.15	2.82	3.33	3.32	4.18	3.48
เฉลี่ย	4.02	3.03	3.38	3.32	3.89	3.74

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมในองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวานชุดสิงหาคม กันยายน และระยะเก็บเกี่ยวของแต่ละกรรมวิธี การใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุ กรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุแคลเซียม (%) ในตัวอย่างผลส้มเขียวหวาน				
	เปลือก			กาก	น้ำคั้น
	สิงหาคม	กันยายน	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว
$N_1 P_1 K_1$ +T	1.25	1.11	0.74	0.43	0.008
$N_1 P_1 K_2$ +T	0.98	1.01	0.62	0.35	0.007
$N_2 P_1 K_2$ +T	1.17	0.77	0.72	0.46	0.008
$N_2 P_2 K_2$ +T	1.17	1.03	0.80	0.40	0.009
$N_2 P_2 K_1$ +T	1.09	0.86	0.75	0.49	0.007
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	0.99	0.94	0.77	0.47	0.008
$N_3 P_2 K_2$ +T	1.29	1.11	0.74	0.44	0.009
$N_3 P_2 K_3$ +T	1.27	0.87	0.82	0.51	0.009
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	1.20	1.15	0.89	0.47	0.009
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	1.31	1.02	0.77	0.43	0.008
$N_2 P_2 K_2$	1.24	0.99	0.75	0.41	0.007
check	0.94	0.86	0.82	0.52	0.009
เฉลี่ย	1.16	0.98	0.77	0.44	0.008

3.5 แมกนีเซียม เช่นเดียวกับกรณีของแคลเซียม เนื่องจากไม่ได้กำหนดเป็นตัวแปรในกรรมวิธี การรายงานข้อมูลของแมกนีเซียมเป็นเพียงเพื่อบอกถึงสภาพความเพียงพอหรือไม่ของแมกนีเซียมในส้มเขียวหวานเท่านั้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 14 (ตัวอย่างใบ) และตารางที่ 15 (ตัวอย่างผลส้ม)

3.5.1 ตัวอย่างใบ จากตารางที่ 14 พบว่า การให้ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุ กรรมวิธีต่างๆ จะทำให้ส้มเขียวหวานมีปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยในตัวอย่างใบชุดเดือนมกราคม (ใบจากกิ่งไม่ติดผล) 0.52% ขณะที่ตัวอย่างใบชุดเดือนกรกฎาคมมีปริมาณแมกนีเซียมของใบเหนือผลและใบจากกิ่งไม่ติดผลเฉลี่ย 0.40 และ 0.51% ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างใบชุดเดือนกันยายน พบว่า มีค่าเฉลี่ย 0.46 และ 0.51% และในตัวอย่างใบจากกิ่งไม่ติดผลชุดเดือนธันวาคมมีปริมาณเฉลี่ย 0.51% ปริมาณดัง

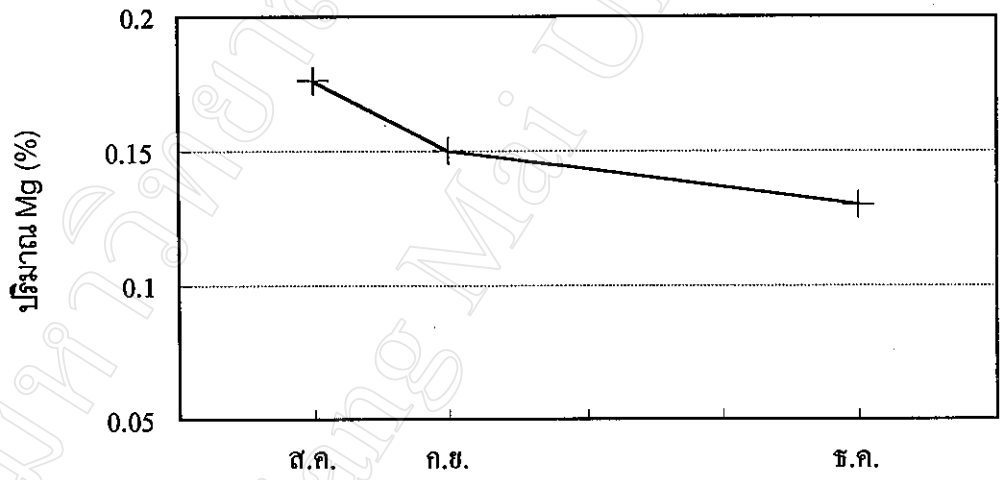
กล่าวน่าจะเพียงพอต่อความต้องการของส้ม โดย Chang et.al. (1994) กำหนดช่วงเหมาะสมของปริมาณ แมกนีเซียมในใบส้ม Pongkan ที่ 0.25-0.5%

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยปริมาณแมกนีเซียมในตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลของส้มเขียวหวานชุดเดือนมกราคม กรกฎาคม กันยายน และธันวาคมของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในใบชุดต่างๆ					
	มกราคม	กรกฎาคม		กันยายน		ธันวาคม
	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	ไม่ติดผล
$N_1 P_1 K_1$ +T	0.57	0.47	0.64	0.53	0.56	0.48
$N_1 P_1 K_2$ +T	0.52	0.36	0.53	0.42	0.46	0.49
$N_2 P_1 K_2$ +T	0.59	0.42	0.47	0.46	0.52	0.45
$N_2 P_2 K_2$ +T	0.41	0.42	0.47	0.46	0.49	0.66
$N_2 P_2 K_1$ +T	0.53	0.42	0.50	0.49	0.57	0.49
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	0.48	0.40	0.52	0.39	0.52	0.57
$N_3 P_2 K_2$ +T	0.44	0.38	0.54	0.49	0.60	0.53
$N_3 P_2 K_3$ +T	0.44	0.31	0.42	0.36	0.41	0.47
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	0.58	0.35	0.47	0.49	0.46	0.42
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	0.58	0.43	0.59	0.60	0.63	0.57
$N_2 P_2 K_2$	0.54	0.41	0.54	0.45	0.49	0.50
check	0.49	0.39	0.45	0.41	0.43	0.52
เฉลี่ย	0.52	0.40	0.51	0.46	0.51	0.51

3.5.2 ตัวอย่างผลส้ม พบว่า ในตัวอย่างเปลือกเดือนสิงหาคมและกันยายน จะมีปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ย 0.18 และ 0.15% ตามลำดับ ในตัวอย่างผลของส้มเขียวหวานที่ระยะเก็บเกี่ยวมีปริมาณเฉลี่ยของเปลือก กาก และน้ำคั้นเป็น 0.13, 0.14 และ 0.011% ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรายงานของภิญโญ (2539) ที่ศึกษาในส้มเขียวหวานที่ จ.น่าน ที่กล่าวไว้ว่าส้มมีค่าเฉลี่ย

แมกนีเซียมในส่วนของเปลือก กาก และน้ำคั้น 0.07 0.06 และ 0.047% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าส่วนของเปลือกและกากจากการศึกษาครั้งนี้จะมีค่ามากกว่า ขณะที่ในน้ำคั้นจะพบปริมาณแมกนีเซียมน้อยกว่า แต่เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของอารี และพรทิพย์ (2515) ที่วิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในเปลือกและในกากของผลส้มเขียวหวานในภาคกลาง คือ 0.14 และ 0.08% พบว่า มีปริมาณใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ในส่วนของเปลือกส้มจะมีปริมาณแมกนีเซียมลดลง เมื่อผลส้มมีอายุเพิ่มขึ้น (รูปที่ 5) และสัดส่วนของแมกนีเซียมในเปลือก กาก และน้ำคั้นส้มมีสัดส่วนโดยประมาณเท่ากับ 12:13:1 ตามลำดับขณะที่กรรมวิธีที่มีรสชาติดีจะมีปริมาณแมกนีเซียมในเปลือก กาก และน้ำคั้นเป็นสัดส่วนเท่ากับ 14:12:1



รูปที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณแมกนีเซียมในเปลือกส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยปริมาณแมกนีเซียมในองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวานชุดสิงหาคม กันยายน และระยะเก็บเกี่ยวของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุ กรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุแมกนีเซียม (%) ในตัวอย่างผลส้มเขียวหวาน				
	เปลือก			กาก	น้ำคั้น
	สิงหาคม	กันยายน	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว
$N_1 P_1 K_1$ +T	0.25	0.15	0.12	0.13	0.011
$N_1 P_1 K_2$ +T	0.14	0.12	0.14	0.14	0.012
$N_2 P_1 K_2$ +T	0.21	0.13	0.12	0.13	0.012
$N_2 P_2 K_2$ +T	0.16	0.17	0.15	0.13	0.011
$N_2 P_2 K_1$ +T	0.20	0.15	0.15	0.15	0.010
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	0.15	0.15	0.15	0.15	0.012
$N_3 P_2 K_2$ +T	0.20	0.15	0.12	0.14	0.013
$N_3 P_2 K_3$ +T	0.16	0.13	0.11	0.15	0.010
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	0.15	0.16	0.14	0.15	0.010
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	0.21	0.16	0.13	0.15	0.010
$N_2 P_2 K_2$	0.20	0.14	0.12	0.11	0.012
check	0.10	0.16	0.15	0.16	0.013
เฉลี่ย	0.18	0.15	0.13	0.14	0.011

3.6 สังกะสี

3.6.1 ตัวอย่างใบ จากการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในตัวอย่างใบชุดต่างๆ ของกรรมวิธีการให้ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 16 ในตัวอย่างใบชุดเดือนมกราคม (ใบจากกิ่งไม่ติดผล) จะมีปริมาณสังกะสีระหว่าง 10.6-19.0 ppm สำหรับตัวอย่างใบชุดเดือนกรกฎาคมส้มเขียวหวานมีปริมาณสังกะสีในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลระหว่าง 10.3-70.2 และ 15.9-68.7 ppm ขณะที่ในตัวอย่างใบชุดเดือนกันยายนมีปริมาณสังกะสีในใบระหว่าง 12.3-99.5 และ 11.4-78.6 ppm ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างใบชุดเดือนธันวาคม (ใบจากกิ่งไม่ติดผล) มีปริมาณสังกะสีระหว่าง 11.0-41.9 ppm

เมื่อพิจารณาปริมาณของสังกะสีในตัวอย่างใบชุดต่างๆ จากตารางที่ 16 โดยเฉพาะตัวอย่างใบชุดกรกฎาคม และกันยายนจะเห็นได้ว่ากรรมวิธี $N_2 P_2 K_2$ และ check ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ไม่มีการพ่นสังกะสีให้ทางใบจะมีปริมาณสังกะสีในใบต่ำมาก โดยภิญโญ (2539) และกัญญาภรณ์และคณะ (2541) กำหนดปริมาณสังกะสีในใบส้มเขียวหวานและส้มโชกุนไว้ว่าไม่ควรมีปริมาณต่ำกว่าชนิดละ 25 ppm ซึ่งในกรรมวิธี check เป็นกรรมวิธีที่มีการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูงจึงมีผลทำให้ส้มนำสังกะสีขึ้นมาใช้ได้น้อยลง จึงทำให้ผลผลิตและคุณภาพของส้มเขียวหวานต่ำมากในที่สุด ขณะที่กรรมวิธีอื่นๆที่มีการพ่นสังกะสีทางใบจะมีปริมาณสังกะสีในใบในระดับที่น่าจะเพียงพอโดยเฉพาะกรรมวิธี $N_2 P_2 K_1$+T มีปริมาณสังกะสีในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลที่เก็บตัวอย่างในเดือนกรกฎาคมจำนวน 36.5 และ 38.1 ppm ส่วนตัวอย่างใบที่เก็บในเดือนกันยายนมีค่าถึง 57.8 และ 49.0 ppm ตามลำดับ หากพิจารณาจากค่ากำหนดที่เหมาะสมแล้วกรรมวิธี $N_2 P_2 K_1$+T น่าจะมีปริมาณสังกะสีที่เพียงพอและสามารถให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ แต่จากการตรวจวัดคุณภาพดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 และ 3 กลับพบว่า กรรมวิธี $N_2 P_2 K_1$+T ซึ่งให้ผลผลิตที่มีคะแนนรสชาติไม่ดีคือ 3.05 คะแนน ขณะที่กรรมวิธี $N_2 P_2 K_2$ +T , $N_3 P_2 K_3$+T และ $N_3 P_2 K_2$ + T ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่มีคะแนนรสชาติดีคือ 3.98 3.88 และ 3.75 คะแนนก็มีปริมาณสังกะสีในใบไม่แตกต่างจากกรรมวิธี $N_2 P_2 K_1$+T เลยแสดงว่าปริมาณสังกะสีที่วัดได้ในใบของส้มเขียวหวานไม่อาจนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดอาการขาดธาตุสังกะสีได้ ซึ่งสอดคล้องกับข้อคิดและรายงานของภิญโญ (2539) ที่ศึกษาในส้มเขียวหวานเขตพื้นที่จังหวัดน่านโดย พบว่า แม้การวิเคราะห์ตัวอย่างใบจะมีปริมาณสังกะสีถึง 68 ppm แต่ต้นส้มเขียวหวานก็ยังแสดงอาการขาดธาตุสังกะสี อย่างไรก็ดีตำรับ $N_2P_2K_1$+T เคยกล่าวไว้แล้วว่า ผลของสภาพแวดล้อมแอลนินโญทำให้ผลส้มร่วงมาก ธาตุไนโตรเจนจึงตกค้างเกินความต้องการมีผลต่อคุณภาพด้วยเช่นกัน

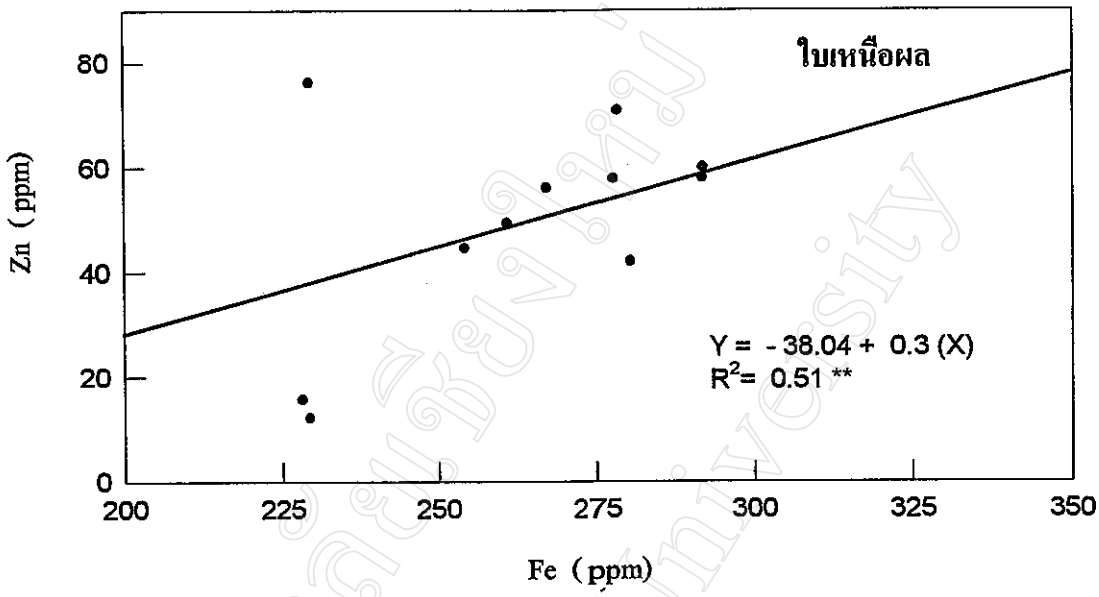
นอกจากนั้นเมื่อนำปริมาณสังกะสีมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณเหล็กในตัวอย่างใบชุดที่เก็บตัวอย่างในเดือนกันยายนพบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเป็นความสัมพันธ์เชิงบวกนั่นคือถ้าปริมาณเหล็กในใบเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ปริมาณสังกะสีในใบเพิ่มขึ้นด้วย (กราฟรูปที่ 6) และจากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบพบว่ามีปริมาณเหล็กสูงมาก (ดังจะกล่าวต่อไปในโอกาสหน้า) ดังนั้นปริมาณเหล็กที่มีมาก จึงน่าจะเป็นสาเหตุของการมีปริมาณสังกะสีในใบมาก แต่อาจอยู่ในรูปที่ส้มเขียวหวานนำมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ ทำให้ส้มเขียวหวานแสดงอาการขาดสังกะสีให้เห็น ทั้งนี้ยังไม่เคยมีการรายงานและอธิบายผลจากการศึกษาที่ได้ในลักษณะเช่นนี้จากที่อื่นมาก่อนซึ่งเป็นจุดที่น่าศึกษาต่อไป

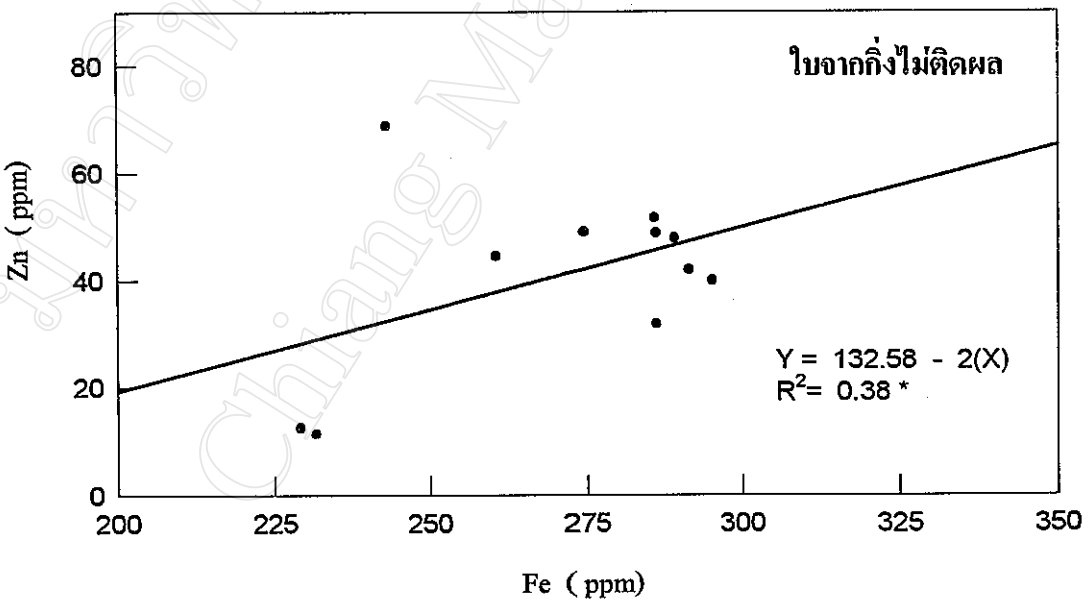
นอกจากนี้ในตารางที่ 16 ยังแสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการพ่นโมลิบดินัมแต่พ่นจุลธาตุตัวอื่นๆ ให้แก่ส้มเขียวหวานจะมีผลทำให้ส้มเขียวหวานมีปริมาณสังกะสีในใบสูงขึ้น โดยโมลิบดินัมอาจเกี่ยวข้องกับการสะสมของเหล็ก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสังกะสีแบบแปรตามกันก็เป็นได้จึงทำให้มีการสะสมเหล็กและสังกะสีสูงขึ้นซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

3.6.2 ตัวอย่างผล จากการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในตัวอย่างผลที่สุ่มเก็บในเดือนสิงหาคม กันยายน และระยะเก็บเกี่ยว แสดงไว้ในตารางที่ 17 พบว่าตัวอย่างเปลือกเดือนสิงหาคมมีปริมาณสังกะสีระหว่าง 8.4-27.0 ppm โดยมีค่าเฉลี่ยทุกกรรมวิธี 17.9 ppm ขณะที่ในตัวอย่างเปลือกเดือนกันยายนส้มเขียวหวานมีปริมาณสังกะสีในเปลือกระหว่าง 8.5-26.5 ppm และมีค่าเฉลี่ยทุกกรรมวิธี 18.2 ppm ในส่วนของตัวอย่างผลส้มระยะเก็บเกี่ยว พบว่า มีปริมาณสังกะสีในส่วนของเปลือก กาก และน้ำคั้นระหว่าง 7.3-26.1 4.2-10.3 และ 0.26-0.39 ppm ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในตารางที่ 17 จะเห็นได้ว่ากรรมวิธี $N_2P_2K_2$+T (-Fe) และ$N_2P_2K_2$ +T (-Mo) จะทำให้ส้มมีปริมาณสังกะสีในผลส้มไม่ว่าจะเป็นส่วนของเปลือก กาก และน้ำคั้นสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างเด่นชัดเช่นเดียวกับในใบ นอกจากนี้การไม่พ่นสังกะสีให้แก่ส้มทางใบได้แก่กรรมวิธี $N_2P_2K_2$ และ check จะมีผลทำให้ส้มเขียวหวานมีปริมาณสังกะสีในเปลือกต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่มีการพ่นสังกะสีทางใบอย่างเด่นชัด แสดงว่าวิธีการให้สังกะสีแก่ส้มเขียวหวานทางใบยังเป็นวิธีที่สามารถเพิ่มปริมาณสังกะสีให้แก่ส้มเขียวหวานได้อย่างดี เพียงแต่ในการศึกษาครั้งนี้อาจกำหนดปริมาณที่พ่นน้อยเกินไปหรืออาจมีบางสาเหตุที่ทำให้ส้มเขียวหวานไม่อาจนำสังกะสีไปใช้ได้อย่างเต็มที่ และจากผลการทดลองในครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของอารีและพรรณทิพย์ (2515) ที่รายงานปริมาณสังกะสีในตัวอย่างผลส้มเขียวหวานที่ปลูกในภาคกลางว่ามีปริมาณสังกะสีในเปลือก กาก และน้ำคั้นเป็น 28.6 29.5 และ 0.37 ppm ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในการศึกษาครั้งนี้ส้มเขียวหวานมีปริมาณสังกะสีในผลอยู่ในระดับต่ำ ขณะที่ปริมาณสังกะสีในใบอยู่ในระดับที่น่าจะเพียงพอ (ตารางที่ 16) แสดงว่าน่าจะมีปัญหาในการนำสังกะสีจากใบมาสู่ผลเพราะปริมาณสังกะสีในผลต่ำ

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยปริมาณสังกะสีในตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลของส้มเขียวหวานชุดเดือนมกราคม กรกฎาคม กันยายน และธันวาคมของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุสังกะสี (Zn) ในใบชุดต่างๆ (ppm)					
	มกราคม	กรกฎาคม		กันยายน		ธันวาคม
	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	ไม่ติดผล
$N_1 P_1 K_1$ +T	12.8	40.5	38.5	49.4	51.5	32.5
$N_1 P_1 K_2$ +T	12.3	35.6	36.5	56.2	44.5	37.0
$N_2 P_1 K_2$ +T	12.2	28.6	29.1	42.0	31.9	41.9
$N_2 P_2 K_2$ +T	13.8	40.0	45.2	59.9	48.7	40.3
$N_2 P_2 K_1$ +T	10.6	36.5	38.1	57.8	49.0	38.3
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	13.0	39.7	38.7	58.0	39.9	32.1
$N_3 P_2 K_2$ +T	14.1	43.2	48.2	70.8	41.9	32.5
$N_3 P_2 K_3$ +T	13.3	44.2	38.1	44.8	47.8	33.8
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	12.0	65.4	64.0	76.3	68.9	26.0
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	12.3	70.2	68.7	99.5	78.6	34.6
$N_2 P_2 K_2$	10.6	12.8	12.9	15.8	11.4	14.6
check	19.0	15.9	17.2	12.3	12.6	11.0
เฉลี่ย	13.0	34.9	39.6	53.6	43.9	31.2





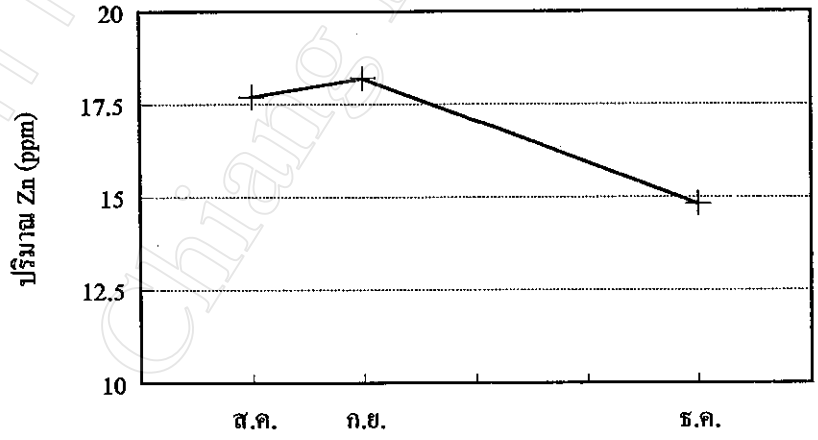
รูปที่6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสังกะสีกับปริมาณเหล็กในใบเดือนกันยายน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

จึงมีผลต่อคุณภาพด้านต่างๆ ด้วย ทั้งนี้น่าจะเกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของเหล็กในต้นส้มเขียวหวานด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสังกะสีในผลส้มเขียวหวานนี้เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของภิญโญ (2539) ที่ศึกษาในส้มที่ จ.น่านยังมีค่าต่ำอย่างเห็นได้ชัด โดยภิญโญรายงานว่า ปริมาณสังกะสีในผลส้มส่วนของเปลือก กาก และน้ำคั้น คือ 14.7-19.2 10.5-13.6 และ 0.36-0.48 ppm ตามลำดับ ซึ่งดีกว่ากรรมวิธีที่ให้รสชาติที่ดีในการทดลองนี้วิเคราะห์ได้ 13.8-15.6, 6.1-6.3 และ 0.31-0.35 ppm

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าสำหรับสภาพของดินชุดบ้านจ้องที่มีปริมาณเหล็กและแมงกานีสสูง และมีความเป็นกรดไม่สามารถใช้ตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีสำหรับใช้เป็นดัชนีในการบ่งชี้ถึงความเพียงพอของสังกะสีได้อย่างสมบูรณ์นัก ควรใช้ตัวอย่างเปลือกชุดเดือนกันยายนจะแสดงสถานะของสังกะสีในส้มเขียวหวานได้ดีกว่า

สำหรับปริมาณสังกะสีในเปลือกที่อายุต่างๆ พบว่า เมื่ออายุมากขึ้นปริมาณสังกะสีจะลดลงน้อยลง แต่ไม่มากนัก (รูปที่ 7) ส่วนสัดส่วนของสังกะสีในเปลือกกากและน้ำคั้นนั้น มีสัดส่วนโดยประมาณ คือ 46:22:1 ขณะที่กรรมวิธีที่มีรสชาติดีจะมีปริมาณสังกะสีในเปลือก กาก และน้ำคั้นเป็นสัดส่วน 45:19:1



รูปที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณสังกะสีในเปลือกส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยปริมาณสังกะสีในองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวาน ชุด สิงหาคม คันยายน และระยะเก็บเกี่ยวของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุ กรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุสังกะสี (ppm) ในตัวอย่างผลส้มเขียวหวาน				
	เปลือก			กาก	น้ำคั้น
	สิงหาคม	คันยายน	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว
$N_1 P_1 K_1$ +T	15.5	18.5	13.1	8.7	0.31
$N_1 P_1 K_2$ +T	16.8	18.8	13.5	10.3	0.30
$N_2 P_1 K_2$ +T	17.4	17.8	15.0	8.7	0.36
$N_2 P_2 K_2$ +T	18.8	20.8	14.7	6.3	0.33
$N_2 P_2 K_1$ +T	16.8	19.4	15.3	7.2	0.29
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	14.7	17.6	14.8	6.8	0.32
$N_3 P_2 K_2$ +T	21.5	16.4	13.8	6.1	0.31
$N_3 P_2 K_3$ +T	18.1	17.8	15.6	6.1	0.35
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	27.0	24.8	26.1	8.0	0.36
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	26.2	26.5	19.7	8.3	0.39
$N_2 P_2 K_2$	13.5	11.0	8.1	4.2	0.26
check	8.4	8.5	7.3	4.7	0.27
เฉลี่ย	17.9	18.2	14.8	7.1	0.32

3.7 เหล็ก

3.7.1 ตัวอย่างใบ จากผลวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในตัวอย่างใบชุดต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 18 พบว่า ในตัวอย่างใบชุดเดือนมกราคม (ใบจากกิ่งไม่ติดผล) มีค่าเฉลี่ยปริมาณเหล็กในใบของกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย NPK ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ ระหว่าง 185-218 ppm สำหรับตัวอย่างใบชุดเดือนกรกฎาคมมีปริมาณเหล็กในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลเฉลี่ยระหว่าง 206-391 และ 201-312 ppm ตามลำดับ ขณะที่ในตัวอย่างใบชุดเดือนกันยายนมีปริมาณเหล็กในใบเฉลี่ย 213-423 และ 186-379 ppm ในส่วนของตัวอย่างใบชุดเดือนธันวาคม ซึ่งเป็นใบจากยอดของกิ่งไม่ติดผล ปริมาณเหล็กในใบส้มเขียวหวานของกรรมวิธีต่างๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 155-205 ppm

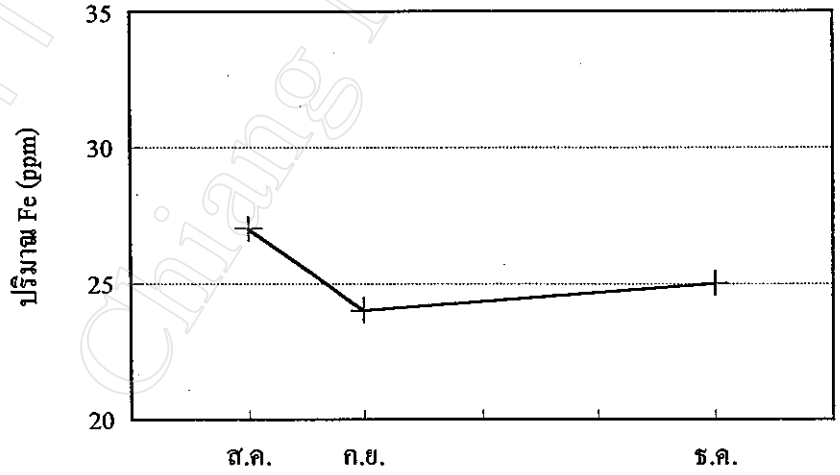
จะเห็นได้ว่าปริมาณเหล็กในใบชุดต่างๆ ทุกกรรมวิธีมีปริมาณค่อนข้างสูงจนถึงระดับอาจเป็นพิษต่อส้มเขียวหวานได้ แม้ในกรรมวิธีที่ไม่มีการพ่นเหล็กให้ทางใบซึ่งได้แก่กรรมวิธี N_2 P_2 K_2 และ check ซึ่งมีปริมาณเหล็กต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ก็ยังมีค่าสูงระหว่าง 201-231 ppm ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานต่างๆ ที่กำหนดค่าที่เหมาะสมของเหล็กในส้ม (ตารางที่ 1) จะเห็นได้ว่าปริมาณเหล็กในใบที่มากที่สุดที่เหมาะสมก็มีค่าเพียงไม่เกิน 150 ppm เท่านั้น จากรายงานการศึกษาในส้มที่ จ.น่าน ของภิญโญ (2539) พบว่า ปริมาณเหล็กในตัวอย่างใบส้มทั้งจากใบเหนือผลและใบของกิ่งไม่ติดผลมีค่าระหว่าง 84-154 ppm และจากข้อมูลการศึกษาของนิวัตน์และคณะ (2541) พบว่า ปริมาณเหล็กในใบจากยอดของกิ่งไม่ติดผลอายุ 4-7 เดือนของส้มที่ปลูกในแปลง อ.วังชิ้น จ. แพร่ มีประมาณ 70 ppm เท่านั้น ทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจากปริมาณเหล็กในดินที่มีอยู่ค่อนข้างสูง นั่นเอง (ตารางที่ 3) จึงส่งผลให้ส้มเขียวหวานดูดซึมขึ้นมาสะสมมาก และเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตของส้มจากการศึกษานี้ต่ำลงอย่างมาก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณากรรมวิธี N_3 P_2 K_3+T, N_3 P_2 K_2+T และ N_2 P_2 K_2+T ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ส้มมีผลผลิตและคุณภาพดีจะเห็นได้ว่ามีปริมาณเหล็กในใบจากยอดของกิ่งไม่ติดผลที่เก็บตัวอย่างชุดเดือนกรกฎาคมและกันยายนสูงมากเช่นกัน โดยมีปริมาณอยู่ในระหว่าง 230-291 ppm แสดงว่าในตัวของต้นส้มเองก็พยายามที่จะปรับสมดุลภายในเพื่อป้องกันความเป็นพิษของเหล็กได้ระดับหนึ่งเช่นกัน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีขบวนการในการเปลี่ยนรูปของเหล็กที่ดูดซึมขึ้นมาให้อยู่ในรูปที่ไม่ทำอันตรายต่อตัวเซลพืช อย่างไรก็ตามปริมาณเหล็กที่มากนี้จะทำให้ความเป็นประโยชน์ของสังกะสีลดน้อยลงด้วย โดยอาจไปรบกวนการใช้หรือทำให้สังกะสีอยู่ในรูปที่ส้มเขียวหวานนำไปใช้ไม่ได้ ซึ่งมีผลทำให้ส้มมีอาการขาดธาตุสังกะสีและมีรสชาติไม่ดี (มนตรี , 2538) สำหรับกรรมวิธี $N_2P_2K_2$+T (-Mo) ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ ไม่มีการพ่นโมลิบดินัมให้แก่ส้มทางใบกลับพบว่า ทำให้ส้มมีปริมาณเหล็กสะสมในใบสูงมากขึ้นอย่างชัดเจนจนอยู่ในระดับเป็นพิษอย่างมากซึ่งมีลักษณะคล้ายกันกับในสังกะสีทั้งนี้ยังไม่อาจอธิบายขบวนการที่เกิดขึ้นนี้ได้ แต่ก็แสดงให้เห็นว่าในสภาพของดินที่มีปริมาณเหล็กสูงๆ การเพิ่มโมลิบดินัมให้แก่ส้มเป็นสิ่งจำเป็น

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยปริมาณเหล็กในตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลของส้มเขียวหวานชุดเดือนมกราคมกรกฎาคม กันยายน และธันวาคม ของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุเหล็ก (ppm) ในใบชุดต่างๆ					
	มกราคม	กรกฎาคม		กันยายน		ธันวาคม
	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	ไม่ติดผล
$N_1 P_1 K_1$ +T	205	274	236	261	278	193
$N_1 P_1 K_2$ +T	211	271	238	267	245	196
$N_2 P_1 K_2$ +T	214	269	247	280	319	192
$N_2 P_2 K_2$ +T	197	259	247	291	258	205
$N_2 P_2 K_1$ +T	202	247	231	277	256	201
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	193	287	258	291	264	195
$N_3 P_2 K_2$ +T	191	282	250	278	260	193
$N_3 P_2 K_3$ +T	191	261	230	254	262	188
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	185	262	229	229	216	155
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	206	391	312	423	379	188
$N_2 P_2 K_2$	194	224	207	228	206	193
check	218	206	201	213	186	169
เฉลี่ย	201	269	241	275	261	189

สำหรับกรรมวิธี check ซึ่งมีปริมาณเหล็กในใบต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ทุกกรรมวิธีพอจะอธิบายได้ว่ามาจากปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ให้ในอัตราสูงคือ 0.99 กก. P_2O_5/ต้น/ปี ซึ่งฟอสฟอรัสที่สูงนี้จะลดการสะสมของเหล็กในส้มลงได้ (Wutscher and Smith, 1993) รวมทั้งเป็นกรรมวิธีที่ไม่มีการพ่นเหล็กทางใบจึงทำให้การสะสมเหล็กในใบน้อยกว่า กรรมวิธีอื่นๆ

3.7.2 ตัวอย่างผลส้ม ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในส่วนต่างๆ ของผลส้มเขียวหวานที่ระยะต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 19 พบว่า กรรมวิธีต่างๆ ของการให้ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุจะทำให้ส้มเขียวหวานมีปริมาณเหล็กเฉลี่ยในส่วนของเปลือกเดือนสิงหาคม กันยายน และระยะเก็บเกี่ยวระหว่าง 22-33 21-29 และ 20-30 ppm ตามลำดับ นั่นคือส้มเขียวหวานมีการเปลี่ยนแปลงของเหล็กในเปลือกน้อยมากเมื่ออายุของผลเพิ่มขึ้น (รูปที่ 8) สำหรับในส่วนของกากนั้น พบว่า มีปริมาณเหล็กใกล้เคียงกับในเปลือกคือ 18-27 ppm ขณะที่ส่วนของน้ำคั้นมีปริมาณเหล็กเฉลี่ยระหว่าง 1.08-3.29 ppm ซึ่งส่วนใหญ่สูงกว่าที่พบในแหล่งอื่นๆ (นิวัตน์และคณะ, 2541) เมื่อคิดเป็นสัดส่วนของปริมาณเหล็กในส่วนของเปลือก:กาก:น้ำคั้นคือ 14:12:1 ขณะที่กรรมวิธีที่มีรสชาติดีจะมีสัดส่วนของปริมาณเหล็กเป็น 14:12:1 เช่นเดียวกัน



รูปที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณเหล็กในเปลือกส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆ

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยปริมาณเหล็กในองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวาน ชุดสิงหาคม กันยายน และระยะเก็บเกี่ยวของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุเหล็ก(ppm)ในตัวอย่างผลส้มเขียวหวาน				
	เปลือก			กาก	น้ำคั้น
	สิงหาคม	กันยายน	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว
$N_1 P_1 K_1$ +T	24	22	24	22	1.48
$N_1 P_1 K_2$ +T	29	25	23	21	1.64
$N_2 P_1 K_2$ +T	33	22	26	18	1.74
$N_2 P_2 K_2$ +T	29	29	24	20	1.70
$N_2 P_2 K_1$ +T	25	28	28	22	1.08
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	22	23	25	21	1.60
$N_3 P_2 K_2$ +T	28	21	25	20	1.73
$N_3 P_2 K_3$ +T	26	24	30	20	1.33
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	25	24	26	22	1.60
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	29	28	26	19	1.62
$N_2 P_2 K_2$	27	24	20	24	3.29
check	27	26	23	27	2.52
เฉลี่ย	27	24	25	21	1.78

เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของภิญโญ (2539) ที่ศึกษาในส้มเขียวหวานที่ จ.น่าน พบว่าปริมาณเหล็กของผลส้มในส่วนของเปลือก กาก และน้ำคั้น คือ 32.2 21.75 และ 1.47 ppm ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลจากการศึกษาครั้งนี้ ในขณะที่ตัวอย่างใบส้มพบเหล็กสะสมอยู่มากกว่ารายงานของภิญโญ แสดงว่าในต้นส้มน่าจะมีขบวนการที่จะพยายามป้องกันไม่ให้มีการนำเหล็กมาสะสมในส่วนของผลมากเกินไป โดยอาจมีบางขบวนการที่ตรึงให้อยู่เพียงที่ส่วนของใบและอีกบริเวณหนึ่ง ที่ส้มน่าจะตรึงไว้ได้ด้วยคือส่วนของราก และเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นส้มมีระบบรากทรุดโทรม

นอกจากนี้ในตารางที่ 19 กรรมวิธีที่ไม่มีการพ่นจุลธาตุทางใบ ได้แก่กรรมวิธี $N_2 P_2 K_2$ และ check ซึ่งจะมีปริมาณเหล็กในส่วนของกากและน้ำคั้นมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างเด่นชัด ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากเมื่อไม่มีการพ่นจุลธาตุให้ จึงทำให้ปริมาณจุลธาตุโดยเฉพาะอย่างยิ่งโบรอนและสังกะสีในส้มมีปริมาณต่ำ ส่งผลให้ความสามารถในการสะสมของเหล็กในผลลดลงโดยเฉพาะส่วนของกากและน้ำคั้นมีประสิทธิภาพน้อยลง เหล็กจากดินจึงถูกดูดซึมเข้ามาที่ใบและส่วนของผลได้มากขึ้นส่งผลให้ส้มมีคุณภาพไม่ดีอย่างมากในที่สุด

3.8 โบรอน

3.8.1 ตัวอย่างใบ ผลการวิเคราะห์ปริมาณโบรอนในตัวอย่างใบชุดต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 20 ตัวอย่างใบชุดเดือนมกราคม (ใบจากยอดของกิ่งไม่ติดผล) มีปริมาณโบรอนเฉลี่ยในใบส้มเขียวหวานระหว่าง 25-36 ppm สำหรับตัวอย่างใบชุดเดือนกรกฎาคม พบว่า กรรมวิธี $N_3 P_2 K_2$+T+Sa.B ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่มีการให้โบรอนทางดินจำนวน 100 กรัม/ต้น/ปี จะทำให้ส้มเขียวหวานมีปริมาณโบรอนในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผล 157 และ 127 ppm ตามลำดับเป็นปริมาณสูงสุดและถึงขั้นเป็นพิษ คุณภาพของผลผลิตลดลง กรรมวิธีอื่นๆ มีปริมาณโบรอนในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลอยู่ระหว่าง 23-80 และ 21-66 ppm ตามลำดับ และเช่นเดียวกับตัวอย่างใบชุดเดือนกรกฎาคม ในตัวอย่างใบชุดเดือนกันยายน พบว่า กรรมวิธี $N_3 P_2 K_2$+T+Sa.B ยังคงมีปริมาณโบรอนในใบส้มเขียวหวานมีค่าสูงสุดเท่ากับ 153 และ 163 ppm ขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีปริมาณโบรอนในใบทั้ง 2 ประเภทระหว่าง 23-82 และ 24-74 ppm ตามลำดับ ในส่วนของตัวอย่างใบชุดเดือนธันวาคม (ตัวอย่างใบจากยอดของกิ่งไม่ติดผล) พบว่า กรรมวิธี $N_3 P_2 K_2$+T+Sa.B ยังคงมีผลทำให้ส้มเขียวหวานมีปริมาณโบรอนในใบสูงสุด 90 ppm โดยกรรมวิธีอื่นๆ มีโบรอนในใบส้มเขียวหวานระหว่าง 36-72 ppm ผลวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความเป็นพิษของโบรอนจะลดลงตามเวลาที่ผ่านไป นอกจากนั้นยังเห็นได้ว่าส้มเขียวหวานสามารถตอบสนองต่อการให้โบรอนทางดินได้ดีมาก กรรมวิธีที่มีการใส่โบรอนทางดิน คือ $N_3 P_2 K_2$+T+Sa.B จะมีปริมาณโบรอนในใบ

สูงสุดในทุกตัวอย่างใบ ขณะที่การให้โบรอนทางใบก็สามารถทำให้ส้มเขียวหวานมีปริมาณโบรอนเพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่พ่นทางใบซึ่งได้แก่กรรมวิธี N_2 P_2 K_2 และ check อย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อพิจารณาถึงความสะดวกในการปฏิบัติแล้วการให้โบรอนทางดินนับว่าเป็นวิธีการที่น่าสนใจเพียงแต่ต้องมีการศึกษาถึงอัตราและระยะเวลาการใช้ที่เหมาะสมต่อไป

จากการศึกษาปริมาณโบรอนในใบครั้งนี้ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการศึกษาของภิญโญ (2539) ที่ จ.น่าน พบว่า ปริมาณโบรอนในใบส้มมีปริมาณมากกว่าถึง 2-3 เท่า ซึ่งภิญโญรายงานว่าปริมาณโบรอนในใบส้มมีเพียง 11.8-25.1 ppm เท่านั้น ขณะที่ Chang et. al.(1994) และ Embleton (1973) กำหนดค่าเหมาะสมของโบรอนในส้ม ponkan และ valencia ไว้ที่ระดับ 10-50 และ 25-150 ppm ตามลำดับ แสดงว่าในสภาพของดินที่มีปัญหาการสะสมของเหล็กสูง ส้มเขียวหวานจำเป็นต้องมีโบรอนในใบสูงขึ้น 2-3 เท่าของความต้องการปกติ

3.8.2 ตัวอย่างผลส้ม ผลการวิเคราะห์ปริมาณโบรอนในส่วนต่างๆ ของผลส้มเขียวหวานที่แสดงไว้ในตารางที่ 21 ปริมาณโบรอนในเปลือกเดือนสิงหาคมมีค่าระหว่าง 14.1-21.9 ppm ส่วนตัวอย่างเปลือกเดือนกันยายนมีปริมาณโบรอนในเปลือก 13.6-24.5 ppm ขณะที่ตัวอย่างผลระยะเก็บเกี่ยวจะมีปริมาณโบรอนในส่วนของเปลือก กาก และน้ำคั้นระหว่าง 13.0-18.7 7.6-12.6 และ 0.36-0.66 ppm ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลวิเคราะห์โบรอนในส่วนต่างๆ ของผลส้มเขียวหวานที่แสดงไว้ตารางที่ 21 แล้วพบว่ากรรมวิธีการให้โบรอนทางดินแม้จะทำให้ปริมาณโบรอนในองค์ประกอบของผลส้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่ความแตกต่างกลับไม่เด่นชัดมากนักเหมือนในตัวอย่างใบเช่นเดียวกับกรรมวิธีการให้โบรอนทางใบเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่มีการให้ทางใบก็พบว่าแตกต่างกันไม่มากนัก แสดงว่าการส่งผ่านของโบรอนจากใบมายังผลมีไม่นัก แม้ในใบจะพบปริมาณมากก็ตาม ดังนั้นในการพิจารณาปริมาณโบรอนเพื่อใช้เป็นดัชนีแสดงสถานะความพอเพียงของส้มเขียวหวานจึงควรใช้ตัวอย่างใบมากกว่าตัวอย่างผลส้ม สำหรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโบรอนในเปลือก พบว่า เมื่อผลส้มเขียวหวานมีอายุมากขึ้นปริมาณโบรอนในส่วนของเปลือกมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้น (รูปที่ 9) และเมื่อพิจารณาสัดส่วนของเปลือก:กาก:ผลแล้ว พบว่า มีสัดส่วนเป็น 33:23:1 ขณะที่ในกรรมวิธีที่ส้มมีรสชาติดีจะมีสัดส่วนเป็น 28:19:1

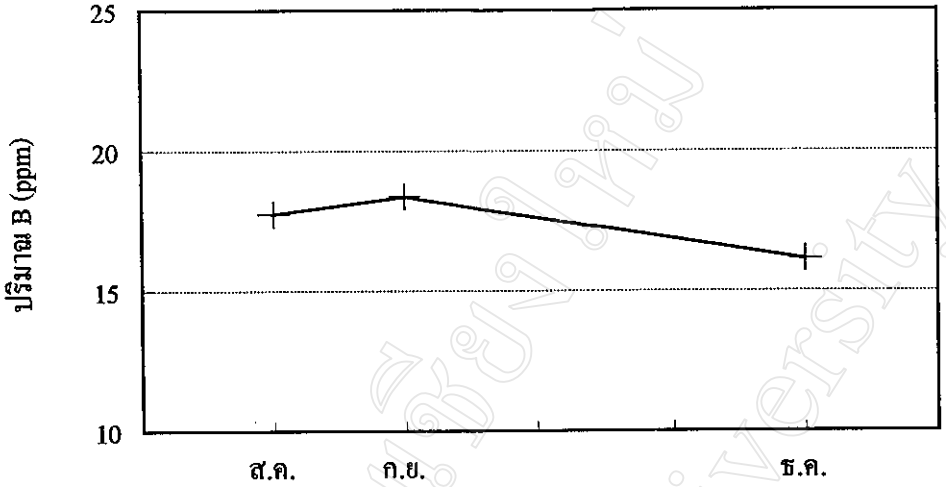
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยปริมาณโบรอนในตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลของส้มเขียวหวานชุดเดือน มกราคม กรกฎาคม กันยายน และธันวาคม ของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุโบรอน (ppm) ในใบชุดต่างๆ					
	มกราคม	กรกฎาคม		กันยายน		ธันวาคม
	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	ไม่ติดผล
$N_1 P_1 K_1$ +T	27	50	48	63	66	58
$N_1 P_1 K_2$ +T	31	55	52	64	66	68
$N_2 P_1 K_2$ +T	27	62	60	73	71	59
$N_2 P_2 K_2$ +T	32	80	66	82	74	72
$N_2 P_2 K_1$ +T	30	56	48	77	72	67
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	25	157	127	153	163	90
$N_3 P_2 K_2$ +T	33	60	56	69	58	59
$N_3 P_2 K_3$ +T	30	63	55	59	61	50
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	32	57	54	55	55	46
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	29	63	59	82	74	53
$N_2 P_2 K_2$	32	23	21	23	24	36
check	36	27	28	30	27	38
เฉลี่ย	30	63	56	69	68	58

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยปริมาณโบรอนในองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวานชุดสิงหาคม กันยายน และระยะเก็บเกี่ยวของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุโบรอน (ppm) ในตัวอย่างผลส้มเขียวหวาน				
	เปลือก			ก้าน	น้ำคั้น
	สิงหาคม	กันยายน	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว
$N_1 P_1 K_1$ +T	17.4	18.6	15.4	10.1	0.41
$N_1 P_1 K_2$ +T	17.6	19.9	16.8	11.5	0.47
$N_2 P_1 K_2$ +T	16.9	19.0	16.1	11.1	0.44
$N_2 P_2 K_2$ +T	20.3	19.3	16.5	11.5	0. 59
$N_2 P_2 K_1$ +T	17.1	17.8	15.4	11.6	0.53
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	21.9	24.5	18.7	12.5	0.66
$N_3 P_2 K_2$ +T	17.9	18.1	16.2	12.1	0.53
$N_3 P_2 K_3$ +T	17.6	17.8	17.0	12.2	0.48
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	17.7	18.5	16.1	12.6	0.46
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	17.6	17.6	15.8	11.2	0.42
$N_2 P_2 K_2$	14.1	13.6	13.0	7.6	0.36
check	16.1	15.0	16.0	10.4	0.39
เฉลี่ย	17.7	18.3	16.1	11.2	0.48



รูปที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณโบรอนในเปลือกส้มเขียวหวาน ที่ระยะเวลาต่างๆ

3.9 แมงกานีส เนื่องจากไม่ได้กำหนดอัตราของแมงกานีสไว้ในกรรมวิธีการทดลองและจากผลการวิเคราะห์ดิน พบว่า มีปริมาณแมงกานีสในดินสูง ดังนั้นการรายงานผลวิเคราะห์ตัวอย่างพืชในส่วนของแมงกานีสนี้จึงเป็นการรายงานถึงสภาพของปริมาณในเนื้อเยื่อพืชเท่านั้นทั้งในส่วนของใบ (ตารางที่ 22) และส่วนของผล (ตารางที่ 23) ดังนี้

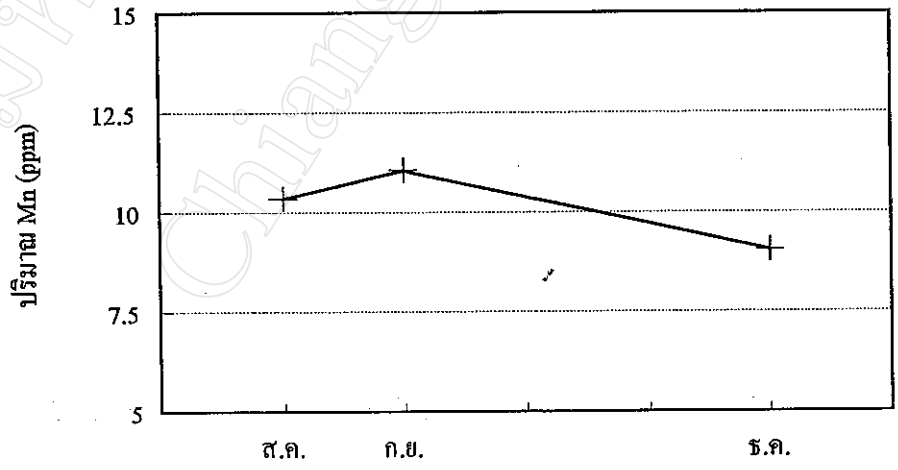
3.9.1 ตัวอย่างใบ จากตารางที่ 22 พบว่า ปริมาณแมงกานีสในใบจากยอดของกิ่งไม่ติดผลกรรมวิธีต่างๆ ของตัวอย่างใบชุดเดือนมกราคมมีค่าระหว่าง 35-56 ppm สำหรับตัวอย่างใบชุดเดือนกรกฎาคมมีปริมาณระหว่าง 22-35 และ 27-42 ppm ในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผล ตามลำดับ ขณะที่ชุดเดือนกันยายนมีค่าระหว่าง 29-43 และ 31-51 ppm ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างใบชุดเดือนธันวาคมซึ่งเป็นตัวอย่างใบจากกิ่งไม่ติดผลมีปริมาณระหว่าง 28-48 ppm

จะเห็นได้ว่าในทุกชุดตัวอย่างใบจัดว่ามีปริมาณแมงกานีสอยู่ในระดับที่เหมาะสม Tandon (1993) รายงานว่าปริมาณแมงกานีสที่เหมาะสมในใบส้มกลุ่ม Sour Orange ควรมีปริมาณ 25-200 ppm และจากรายงานของภิญโญ (2539) ซึ่งศึกษาในส้มเขียวหวานที่ จ.น่าน พบว่า ปริมาณแมงกานีสในใบมีค่าระหว่าง 40-96 ppm ขณะที่ในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณเฉลี่ยเพียง 28-44 ppm ซึ่งต่ำกว่ารายงานของภิญโญ ทั้งๆ ที่จากการวิเคราะห์ดิน (ตารางที่ 3) พบว่า แมงกานีสในดินมีมากจนอาจเป็นพิษต่อส้มได้แต่กลับพบในใบไม่มากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องจากความสัมพันธ์ของเหล็ก

และสังกะสีที่มีต่อแมงกานีสในส้มก็เป็นได้ โดยเมื่อลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมงกานีสกับปริมาณเหล็กและสังกะสีในตัวอย่างใบชุดเดือนกันยายน (รูปที่ 11 และ 12) พบว่าทั้งเหล็กและสังกะสีต่างก็มีความสัมพันธ์กับแมงกานีสอย่างมีนัยสำคัญ โดยเป็นความสัมพันธ์แบบผกผันทั้งคู่ซึ่งน่าจะเป็นเหตุผลที่ทำให้ปริมาณแมงกานีสในใบส้มไม่สูงมากแม้ในดินจะมีปริมาณมากก็ตาม

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสในใบส้มจากใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผล พบว่าปริมาณแมงกานีสของใบที่ 3 และ 4 นับจากยอดของกิ่งไม่ติดผลของเดือนกรกฎาคมและกันยายนจะมีมากกว่าใบเหนือผล 24.3 และ 18.4% ตามลำดับ

3.9.2 ตัวอย่างผลส้ม จากตารางที่ 23 พบว่า ความเข้มข้นของแมงกานีสในส่วนของผลน้อยกว่าในใบมากกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุจะทำให้ปริมาณแมงกานีสในเปลือกเฉลี่ยของเดือนสิงหาคม กันยายนและระยะเก็บเกี่ยว คือ 10.3, 11.0 และ 9.0 ppm ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณแมงกานีสในเปลือกจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อผลมีอายุเพิ่มมากขึ้น (รูปที่ 10) ส่วนปริมาณในกากนั้นพบว่า มีปริมาณเฉลี่ย 7.5 ppm ขณะที่ในน้ำคั้นมีปริมาณน้อยมากโดยมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.5 ppm เมื่อคิดเป็นสัดส่วนของปริมาณแมงกานีสในเปลือก:กาก:น้ำคั้น แล้วก็คือ 35:29:2 ขณะที่กรรมวิธีที่ส้มมีรสชาติดีมีปริมาณแมงกานีสเป็นสัดส่วน 36:29:2 และเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาของภิญโญ (2539) แล้วปริมาณแมงกานีสในเปลือก กาก และน้ำคั้นของผลส้มที่ปลูก จ.น่าน มากกว่าผลการศึกษาในครั้งนี้เล็กน้อย คือ 11.35 10.2 และ 0.33 ppm



รูปที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณแมงกานีสในเปลือกส้มเขียวหวานที่ระยะเวลาต่างๆ

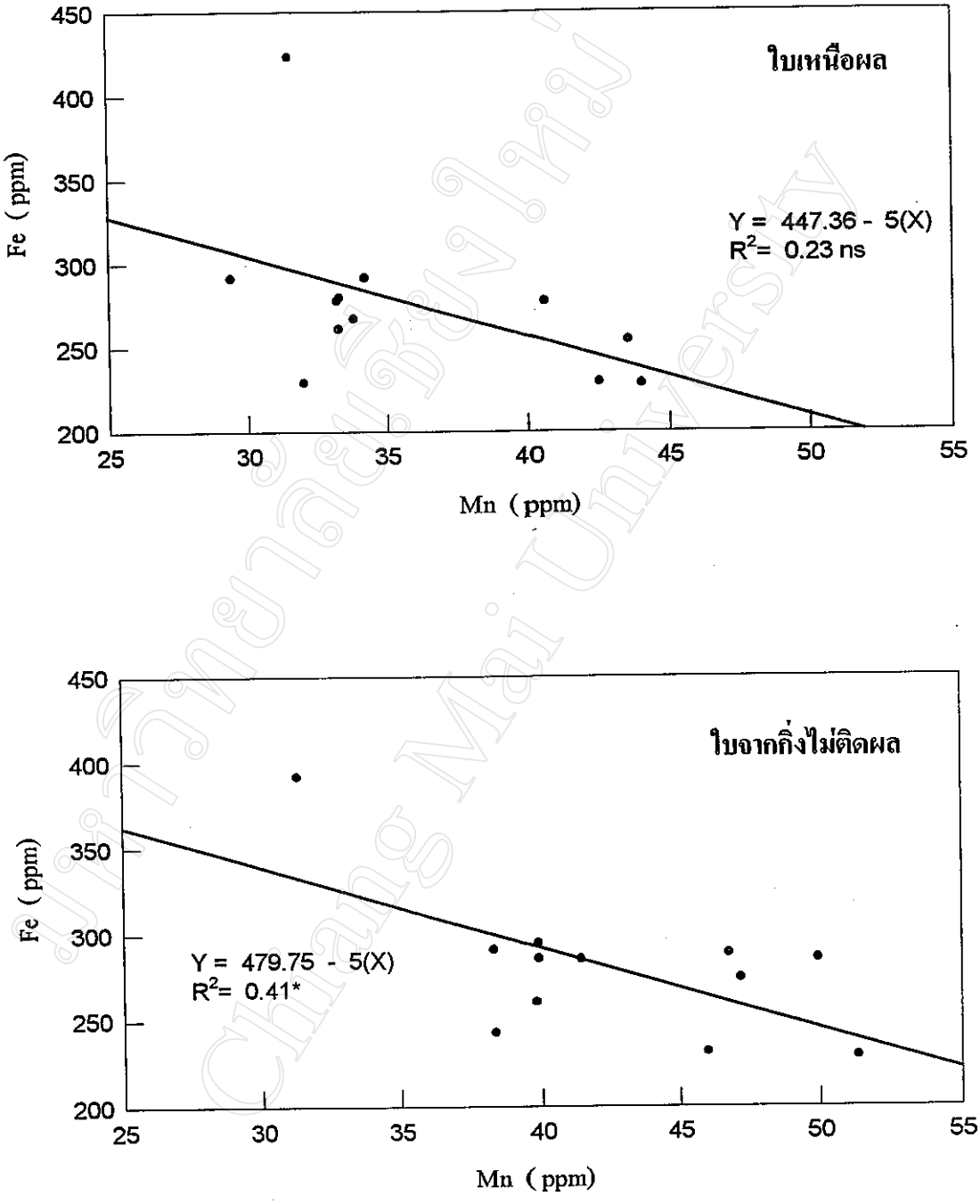
ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณแมงกานีสในตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลของส้มเขียวหวานชุดเดือนมกราคม กรกฎาคม กันยายน และธันวาคม ของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุแมงกานีส (ppm) ในใบชุดต่างๆ					
	มกราคม	กรกฎาคม		กันยายน		ธันวาคม
	ไม่มีผล	มีผล	ไม่มีผล	มีผล	ไม่มีผล	ไม่มีผล
$N_1 P_1 K_1$ +T	46	24	33	33	41	34
$N_1 P_1 K_2$ +T	40	25	33	33	39	32
$N_2 P_1 K_2$ +T	38	24	34	33	42	34
$N_2 P_2 K_2$ +T	36	26	33	34	46	45
$N_2 P_2 K_1$ +T	56	35	38	40	47	40
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	40	23	31	29	39	39
$N_3 P_2 K_2$ +T	35	22	34	33	43	42
$N_3 P_2 K_3$ +T	48	35	39	43	47	42
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	42	25	32	31	34	28
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	39	23	27	31	31	29
$N_2 P_2 K_2$	46	34	42	43	51	48
check	56	35	38	42	51	41
เฉลี่ย	44	28	34	35	43	38

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

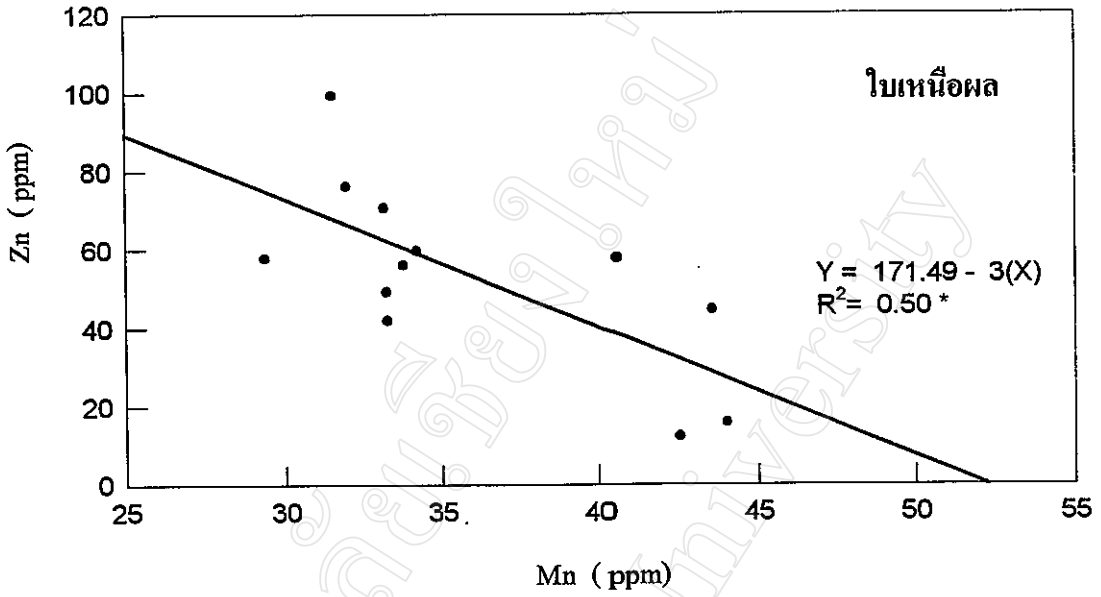
ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยปริมาณแมงกานีสในองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวานชุดสิงหาคม กันยายน และระยะเก็บเกี่ยวของแต่ละกรรมวิธี การใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุ กรรมวิธีต่างๆ

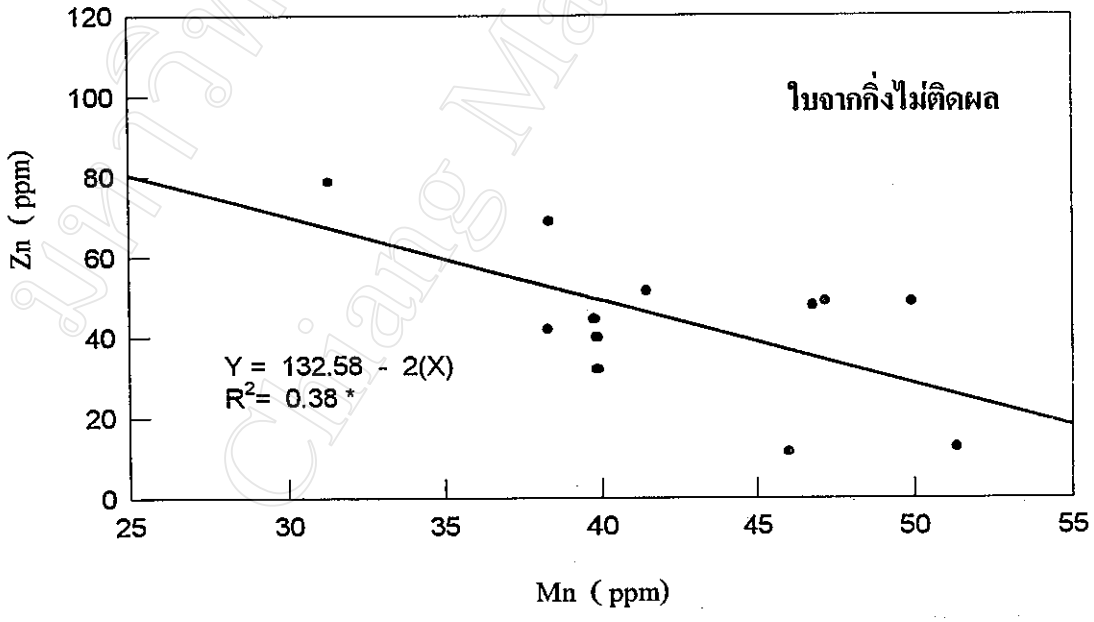
กรรมวิธี	ปริมาณธาตุแมงกานีส (ppm) ในตัวอย่างผลส้มเขียวหวาน				
	เปลือก			กาก	น้ำคั้น
	สิงหาคม	กันยายน	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว
$N_1 P_1 K_1$ +T	10.6	9.6	10.0	8.0	0.56
$N_1 P_1 K_2$ +T	9.0	10.1	7.7	7.1	0.47
$N_2 P_1 K_2$ +T	10.7	9.7	9.0	7.8	0.52
$N_2 P_2 K_2$ +T	9.3	10.0	9.8	7.8	0.54
$N_2 P_2 K_1$ +T	9.7	8.6	7.5	7.4	0.57
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	9.9	10.1	9.0	7.6	0.57
$N_3 P_2 K_2$ +T	9.9	12.2	8.2	7.2	0.52
$N_3 P_2 K_3$ +T	13.6	12.4	10.7	8.2	0.49
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	9.2	12.2	8.7	7.3	0.41
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	8.7	8.8	7.1	5.5	0.42
$N_2 P_2 K_2$	13.1	15.0	9.5	8.5	0.61
check	9.6	11.9	10.8	8.1	0.47
เฉลี่ย	10.3	11.0	9.0	7.5	0.51



รูปที่11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กกับปริมาณแมงกานีส ในใบเดือนกันยายน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University





รูปที่12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสังกะสีกับปริมาณแมงกานีส ในใบเดือนกันยายน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

3.10 ทองแดง

3.10.1 ตัวอย่างใบ ผลวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในใบชุดต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 24 พบว่า ในตัวอย่างใบชุดเดือนมกราคม (จากยอดของกิ่งไม่ติดผล) มีปริมาณทองแดงในใบระหว่าง 26-123 ppm ส่วนตัวอย่างใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลเดือนกรกฎาคมมีปริมาณทองแดงระหว่าง 18-37 และ 10-36 ppm ตามลำดับ ขณะที่ตัวอย่างใบชุดเดือนกันยายนจะมีปริมาณทองแดงสูงกว่าชุดเดือนกรกฎาคมมาก ใบเหนือผลมีทองแดงระหว่าง 52-151 ppm และใบจากกิ่งไม่ติดผล 68-130 ppm สำหรับตัวอย่างใบชุดเดือนธันวาคม (ตัวอย่างใบจากยอดของกิ่งไม่ติดผล) มีปริมาณทองแดงระหว่าง 10-26 ppm เท่านั้น

จะเห็นได้ว่าปริมาณทองแดงในใบส้มเขียวหวานทุกชุดตัวอย่างใบมีระดับปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของส้ม โดย Chapman (1968) กำหนดว่าควรมีปริมาณทองแดงในใบส้ม Valencia 5-12 ppm

สำหรับกรรมวิธีที่ไม่มีการให้ทองแดงทางใบ ได้แก่ กรรมวิธี check และ $N_2 P_2 K_2$ ก็พบว่ามีปริมาณทองแดงในใบเพียงพอ โดยเฉพาะใบตัวอย่างชุดเดือนกันยายน ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากส้มได้รับทองแดงจากการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณทองแดงของใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลมีปริมาณใกล้เคียงกัน ทั้งชุดเดือนกรกฎาคม และกันยายน พิจารณาโดยทั่วไปแล้ว พอจะกล่าวได้ว่าธาตุอาหารทองแดงไม่ใช่ปัจจัยในการกำหนดคุณภาพและผลผลิตของส้มเขียวหวานในการทดลองครั้งนี้

3.10.2 ตัวอย่างผลส้ม ผลวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในส่วนต่างๆ ของผลส้มเขียวหวานที่แสดงไว้ในตารางที่ 25 ตัวอย่างเปลือกชุดสิงหาคมและกันยายนมีปริมาณทองแดงในส่วนของเปลือกระหว่าง 10.2-21.4 และ 8.6-24.0 ppm ตามลำดับ ขณะที่ในตัวอย่างผลระยะเก็บเกี่ยวจะมีปริมาณทองแดงในเปลือก กาก และน้ำคั้น ระหว่าง 9.6-20.0, 6.6-10.8 และ 0.44-0.74 ppm ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าปริมาณทองแดงในส่วนของเปลือกมีปริมาณที่ใกล้เคียงกับรายงานการศึกษาของภิญโญ (2539) ที่ว่าปริมาณทองแดงเฉลี่ยในเปลือกส้มเขียวหวานที่ปลูกจังหวัดน่าน คือ 16 ppm ส่วนการเปลี่ยนแปลงของทองแดงในเปลือกส้มเขียวหวานเมื่ออายุเพิ่มขึ้น พบว่า ปริมาณทองแดงเฉลี่ยจากเดือนสิงหาคมจะเพิ่มขึ้นในเดือนกันยายนและจะลดน้อยลงเมื่อเข้าระยะเก็บเกี่ยว (รูปที่ 13) สำหรับสัดส่วนของทองแดงในเปลือก:กาก:น้ำคั้น คือ 24:16:1 ส่วนกรรมวิธีที่ส่งผลให้ส้มมีรสชาติดีจะมีปริมาณทองแดงเป็นสัดส่วน 22:14:1

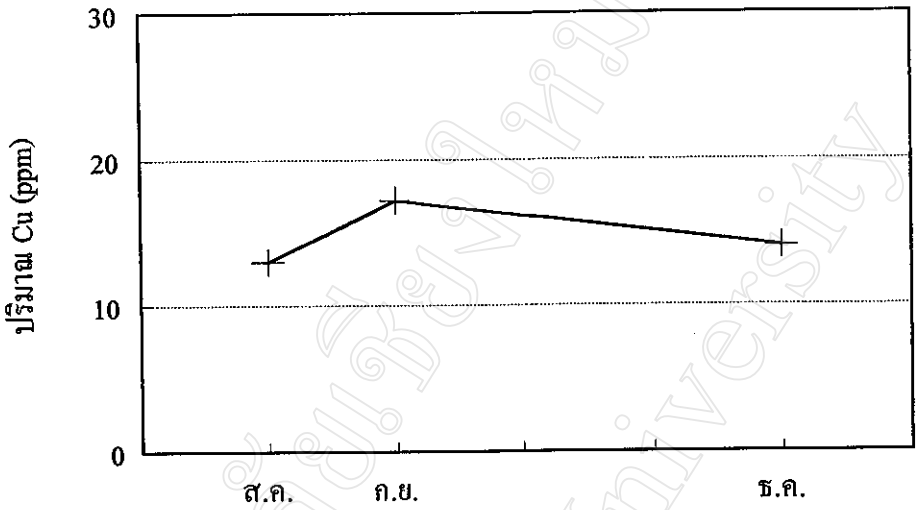
ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยปริมาณทองแดงในตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 เหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลของส้มเขียวหวานจากยอดมีผลและไม่มีผลชุดเดือนมกราคม กรกฎาคม กันยายน และธันวาคม ของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุทองแดง (ppm) ในใบชุดต่างๆ					
	มกราคม	กรกฎาคม		กันยายน		ธันวาคม
	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	เหนือผล	ไม่ติดผล	ไม่ติดผล
$N_1 P_1 K_1$ +T	42	24	24	52	87	14
$N_1 P_1 K_2$ +T	48	30	32	84	80	16
$N_2 P_1 K_2$ +T	45	29	28	87	68	15
$N_2 P_2 K_2$ +T	47	22	21	89	65	26
$N_2 P_2 K_1$ +T	42	21	21	57	73	17
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	41	24	29	77	83	13
$N_3 P_2 K_2$ +T	38	30	30	105	98	19
$N_3 P_2 K_3$ +T	39	23	19	151	124	22
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	26	35	31	72	88	11
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	49	37	36	112	102	16
$N_2 P_2 K_2$	62	20	10	102	83	10
check	123	18	17	109	130	15
เฉลี่ย	50	26	25	91	90	16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณทองแดงในองค์ประกอบของผลส้มเขียวหวานชุดสิงหาคม กันยายน และเก็บเกี่ยวของแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N P K ร่วมกับจุลธาตุกรรมวิธีต่างๆ

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุทองแดง (ppm) ในตัวอย่างผลส้มเขียวหวาน				
	เปลือก			กาก	น้ำคั้น
	สิงหาคม	กันยายน	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว
$N_1 P_1 K_1$ +T	11.6	18.2	11.4	9.4	0.56
$N_1 P_1 K_2$ +T	11.9	14.8	17.6	10.2	0.48
$N_2 P_1 K_2$ +T	13.7	17.1	16.2	9.3	0.60
$N_2 P_2 K_2$ +T	11.2	19.4	12.5	7.8	0.56
$N_2 P_2 K_1$ +T	10.7	12.2	16.5	10.3	0.44
$N_3 P_2 K_2$ +T+Sa B	10.2	14.2	14.2	9.2	0.50
$N_3 P_2 K_2$ +T	14.1	16.2	11.0	11.2	0.53
$N_3 P_2 K_3$ +T	12.8	21.1	13.8	10.2	0.74
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Fe)	21.4	24.0	20.0	10.5	0.55
$N_2 P_2 K_2$ +T (-Mo)	16.3	20.3	15.5	10.8	0.59
$N_2 P_2 K_2$	15.0	19.3	14.4	6.6	0.69
check	10.2	8.6	9.6	6.6	0.64
เฉลี่ย	12.9	17.1	14.0	9.3	0.57



รูปที่ 13 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณทองแดงในเปลือกส้มเขียวหวาน ที่ระยะเวลาต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

4. ความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุอาหารหลักในใบและเปลือกกับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (Total titratable acidity, TTA) และปริมาณของแข็งละลายได้ (Total soluble solids, TSS) ในน้ำคั้นผลส้มเขียวหวาน

เมื่อนำข้อมูลปริมาณธาตุอาหารหลักในตัวอย่างใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลตลอดจนเปลือกเดือนสิงหาคมและกันยายนมาหาความสัมพันธ์กับ TTA และ TSS ซึ่งมีรายละเอียดแยกเป็นส่วนของธาตุอาหารหลักต่างๆ ดังนี้

4.1 ปริมาณไนโตรเจนในใบและเปลือกกับ TTA พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างใบส้มเดือนกันยายนทั้งจากส่วนเหนือผลและกิ่งไม่ติดผลไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ TTA ในส่วนของเปลือกเดือนสิงหาคมและกันยายนแม้จะไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ กับปริมาณ TTA ในน้ำคั้นก็ตาม (รูปที่ 14 และ 15) แต่มีแนวโน้มว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ปริมาณ TTA ในน้ำส้มลดลง

4.2 ปริมาณไนโตรเจนในใบและเปลือกกับ TSS พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างใบเดือนกันยายนจากส่วนเหนือผลและกิ่งไม่ติดผลไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ TSS ในน้ำคั้นผลส้มเขียวหวาน (รูปที่ 16) แต่มีแนวโน้มว่าปริมาณไนโตรเจนในใบจากกิ่งไม่ติดผลเมื่อเพิ่มขึ้น จะลดปริมาณ TSS ลง

สำหรับในส่วนของเปลือกพบว่าปริมาณไนโตรเจนในเปลือกที่เก็บตัวอย่างในเดือนกันยายนมีความสัมพันธ์กับปริมาณ TSS ในน้ำคั้นส้มอย่างมีนัยสำคัญ โดยเป็นความสัมพันธ์แบบผกผัน ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในเปลือกเดือนสิงหาคมไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ TSS ในน้ำคั้นผลส้ม (รูปที่ 17) ผลดังกล่าวสอดคล้องกับกรณีของใบ

อย่างไรก็ตามสำหรับข้อมูลเปลือกเดือนสิงหาคม ถ้าพิจารณาตัดตัวเลขของกรรมวิธี N_2 P_2 K_2 ออกทิ้งไปและนำข้อมูลที่เหลือมาวิเคราะห์ทางสถิติใหม่ กลับพบว่าปริมาณไนโตรเจนในเปลือกเดือนสิงหาคมมีความสัมพันธ์กับปริมาณ TSS ในน้ำคั้นส้มที่ระยะเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($Y = 18.09 - 4x$, $R^2 = 0.72^{**}$) ซึ่งแสดงว่าในสภาพของการจัดการต้นส้มเขียวหวานที่ดีมีการฉีดพ่นจุลธาตุทางใบให้แก่ส้มสามารถใช้ตัวอย่างเปลือกเดือนสิงหาคมเป็นเครื่องชี้วัดระดับปริมาณ TSS ในน้ำคั้นผลส้มขณะเก็บเกี่ยวได้ แต่ถ้าต้นส้มที่มีการจัดการน้อยโดยไม่มีการฉีดพ่นธาตุอาหารควรใช้ตัวอย่างเปลือกเดือนกันยายนเป็นตัวแสดงระดับปริมาณ TSS ของผลส้ม เพื่อจะได้วางแผนการจัดการให้ส้มมีคุณภาพด้านรสชาติที่ระยะเก็บเกี่ยวตามที่ต้องการ

4.3 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบและเปลือกกับ TTA พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ TTA ในน้ำคั้นผลส้มเขียวหวานอย่างมีนัยสำคัญใดๆ (รูปที่ 18) แต่ในกรณีของเปลือกนั้น พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างปริมาณ

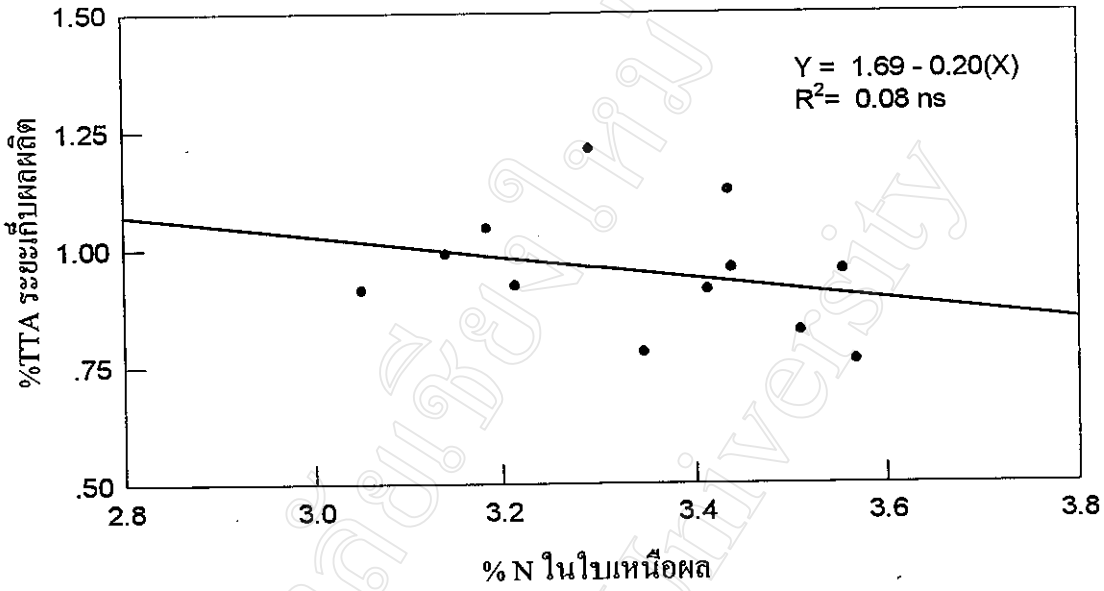
ฟอสฟอรัสในเปลือกชุดเดือนกันยายนกับ TTA โดยเป็นความสัมพันธ์แบบผกผัน ส่วนเปลือกเดือนสิงหาคมไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสกับ TTA (รูปที่ 19)

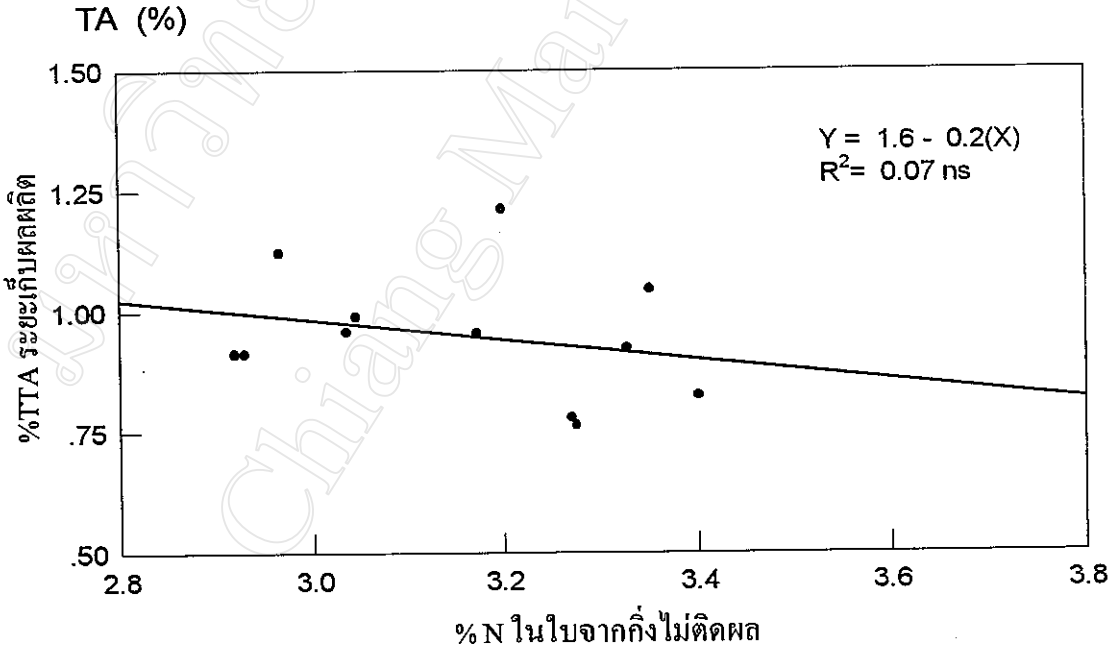
4.4 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบและเปลือกกับ TSS พบว่าไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในใบชุดเดือนกันยายนทั้งจากใบเหนือผลและกิ่งไม่ติดผลกับ TSS ในน้ำคั้นของส้มระยะเก็บเกี่ยว (รูปที่ 20) และเช่นเดียวกันปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างเปลือกส้ม ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับTSSทั้งในเดือนสิงหาคมและกันยายน (รูปที่ 21)

4.5 ปริมาณโพแทสเซียมในใบและเปลือกกับ TTA ไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ ระหว่างปริมาณโพแทสเซียมในใบเหนือผลและจากกิ่งไม่ติดผลรวมทั้งเปลือกชุดเดือนสิงหาคมและกันยายนกับปริมาณ TTA ในน้ำคั้นผลส้ม (รูปที่ 22 และ 23) อย่างไรก็ดีมีแนวโน้มว่าปริมาณโพแทสเซียมของเปลือกเดือนสิงหาคมถ้าเพิ่มขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์ TTA ลดลง

4.6 ปริมาณโพแทสเซียมในใบและเปลือกกับ TSS ให้ผลเช่นเดียวกับกรณีของ TTA นั่นคือปริมาณโพแทสเซียมในใบชุดกันยายนทั้งจากใบเหนือผลและกิ่งไม่ติดผลรวมทั้งในตัวอย่างเปลือกชุดสิงหาคมและกันยายนต่างก็ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ TSS ในน้ำคั้นผลส้ม (รูป 24 และ 25) อย่างไรก็ตามสำหรับเปลือกเดือนสิงหาคมเมื่อลองตัดข้อมูลกรรมวิธี $N_2 P_2 K_2$ออก เช่นเดียวที่ได้กระทำมาแล้วกับปริมาณไนโตรเจนและ TSS ในรูปที่ 17 พบว่าปริมาณโพแทสเซียมในเปลือกเดือนสิงหาคมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปริมาณ TSS ในน้ำคั้นผลส้มที่ระยะเก็บเกี่ยว ($Y=19.34-8x$, $R^2 = 0.62^{**}$) แสดงว่าถ้ามีการจัดการที่ดีให้แก่ส้มเขียวหวานเช่นการพ่นจุลธาตุทางใบ สามารถใช้ตัวอย่างเปลือกเดือนสิงหาคมมาประเมินปริมาณโพแทสเซียมที่เหมาะสมเพื่อวางแผนจัดการกำหนดค่า TSS ในน้ำคั้นผลส้มที่ระยะเก็บเกี่ยวได้ นั่นคือโพแทสเซียมช่วยเพิ่มคุณภาพ

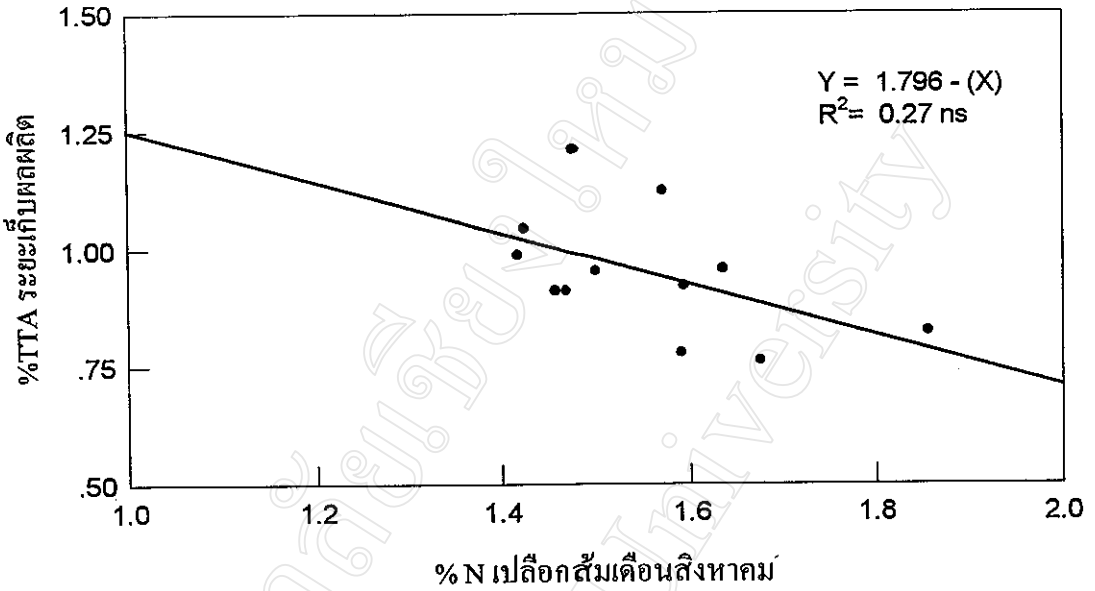
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมกับ TTA และ TSS ในน้ำคั้นผลส้มจากกราฟรูปที่ 14-25 จะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเปลือกโดยเฉพาะชุดเดือนกันยายนสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดเพื่อการวางแผนจัดการระดับปริมาณ TTA และ TSS ในน้ำคั้นผลส้มได้ โดยการจัดการปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนตามลำดับ ซึ่งถือเป็นการจัดการคุณภาพด้านรสชาติของส้ม ในส่วนของโพแทสเซียมนั้นเหตุที่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ TTA และ TSS ในช่วงเดือนกันยายน น่าจะเกิดจากการปรับตัวของการสะสมโพแทสเซียมในส่วนของกากและน้ำคั้นเมื่อผลส้มมีอายุมากขึ้นหรืออีกนัยหนึ่งโพแทสเซียมมีการเคลื่อนไหวในระยะสุดท้ายมากกว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัส จะเห็นได้จากตัวอย่างเปลือกเดือนสิงหาคมจะมีแนวโน้มที่จะสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณ % TTA และ TSS แต่สภาพดังกล่าวหมดสิ้นไปเมื่อย่างเข้าเดือนกันยายน

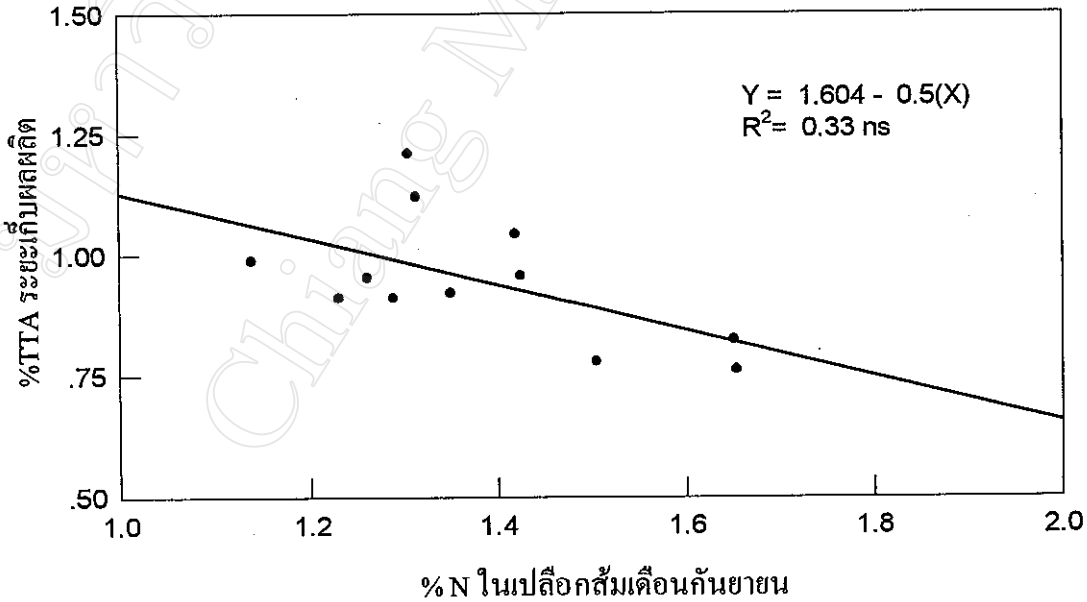




รูปที่14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มระยะเก็บผลผลิต กับปริมาณไนโตรเจนในใบเดือนกันยายน

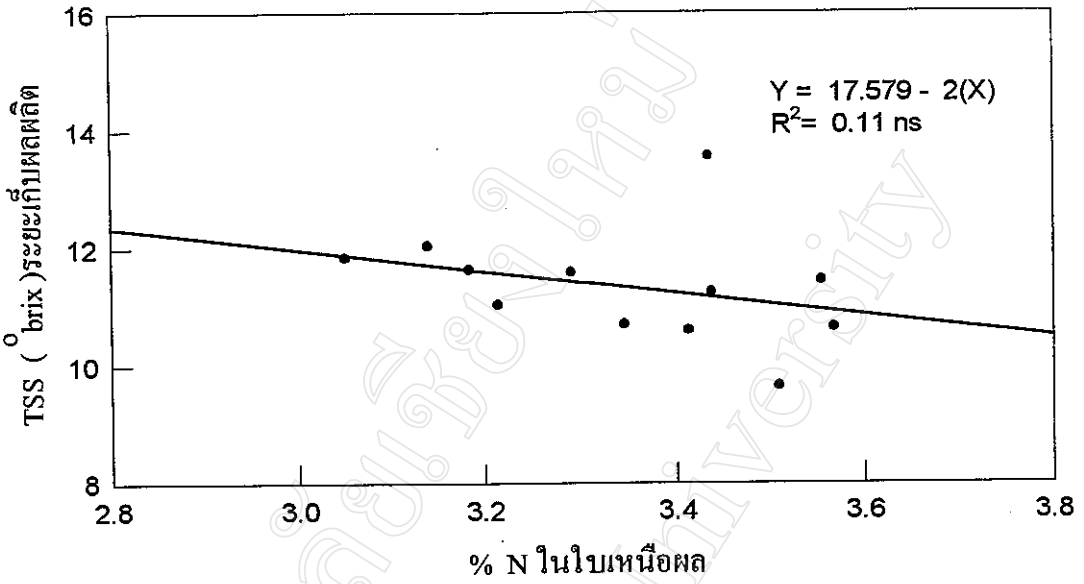
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

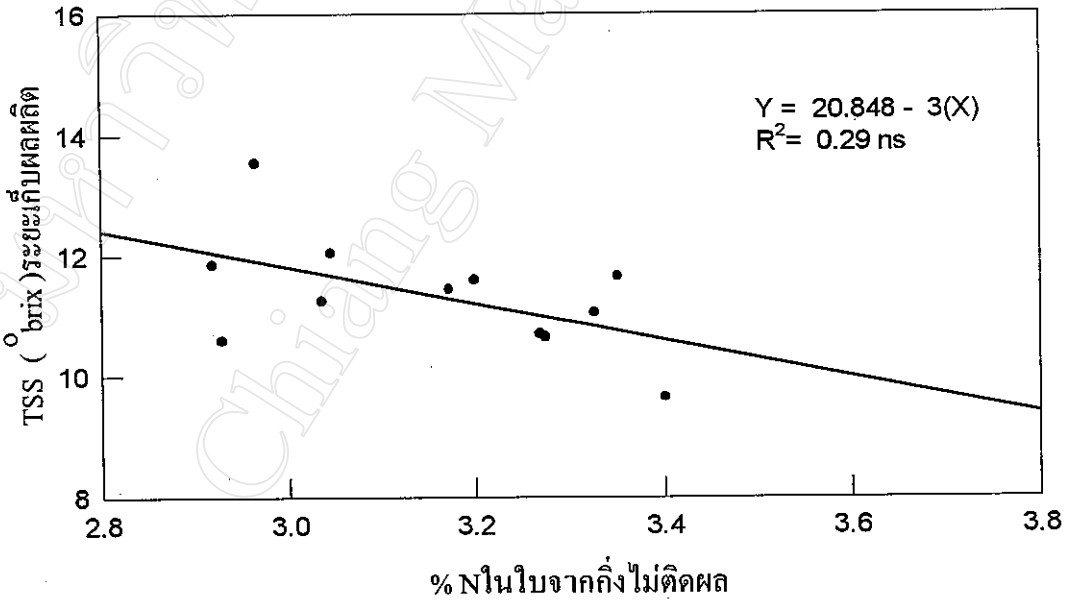




รูปที่15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มระยะเก็บผลผลิต กับปริมาณไนโตรเจนในเปลือกชุดเดือนสิงหาคมและกันยายน

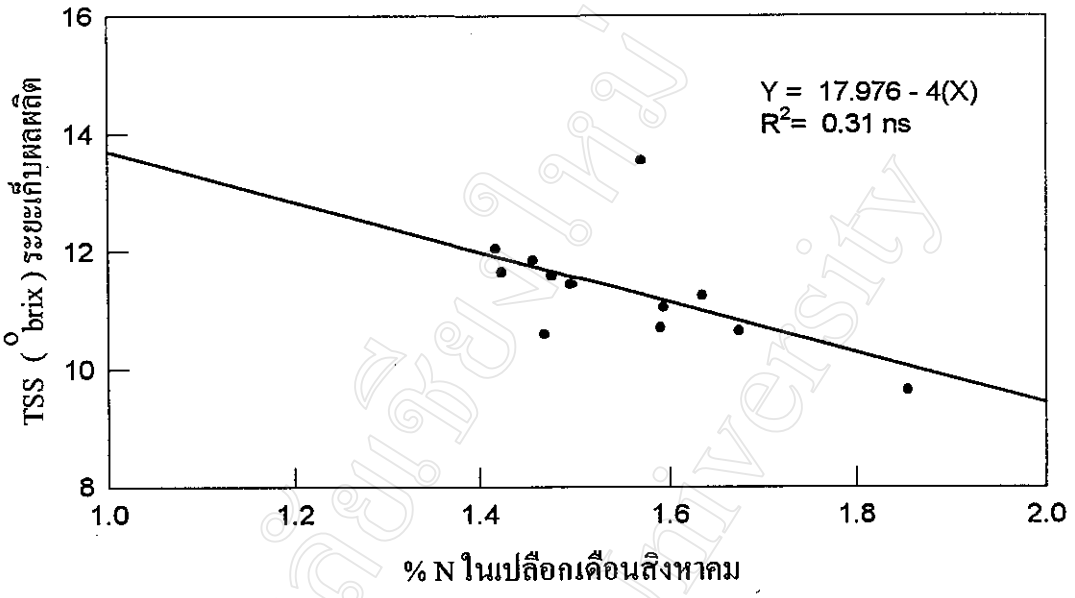
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

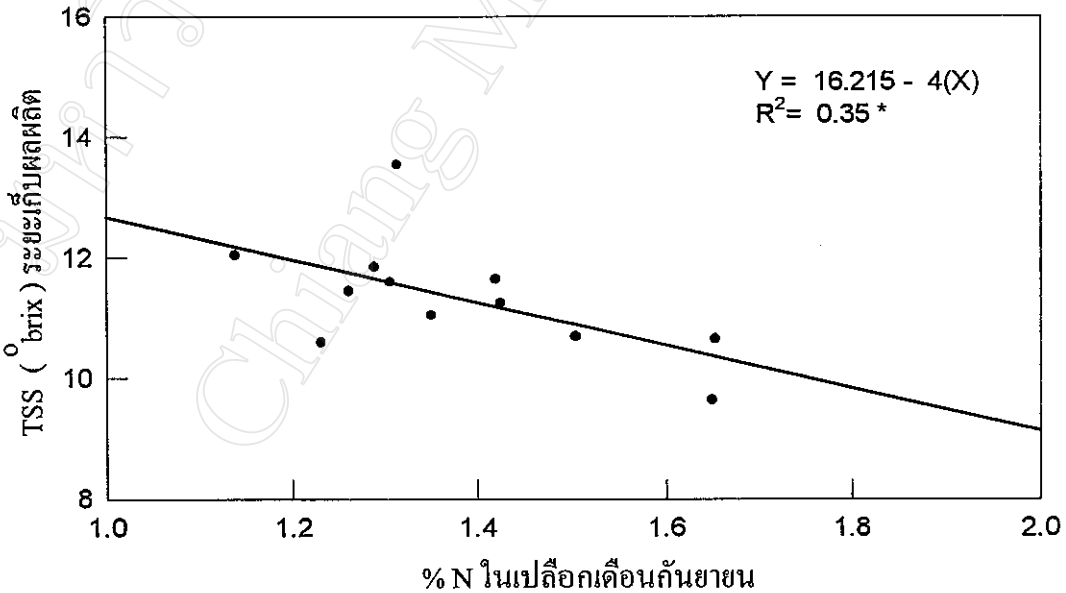




รูปที่16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำส้ม ระยะเก็บผลผลิตกับปริมาณไนโตรเจนในใบเดือนกันยายน

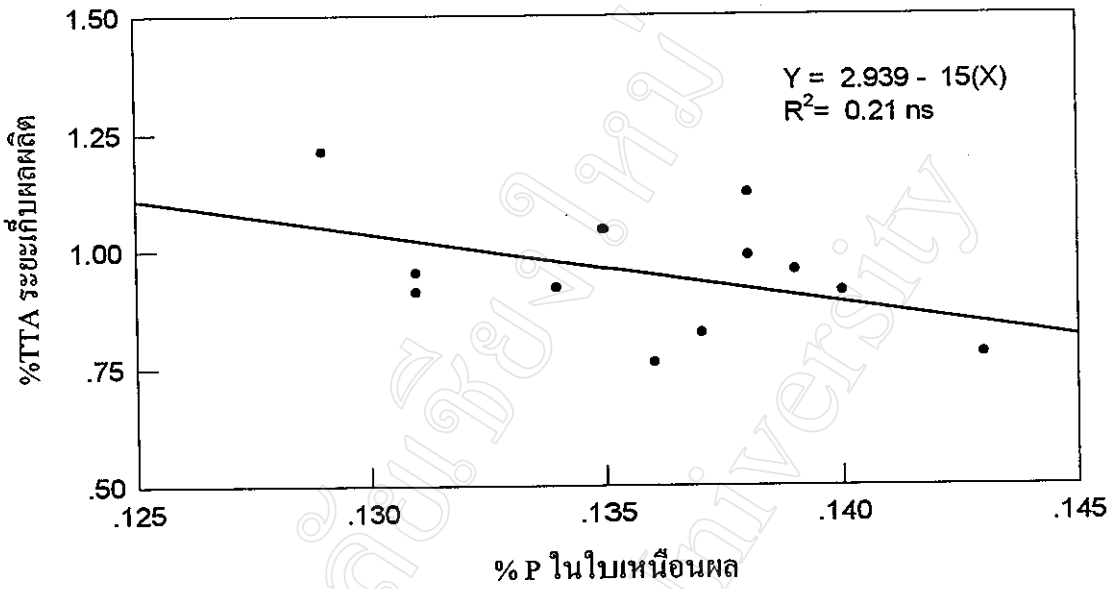
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

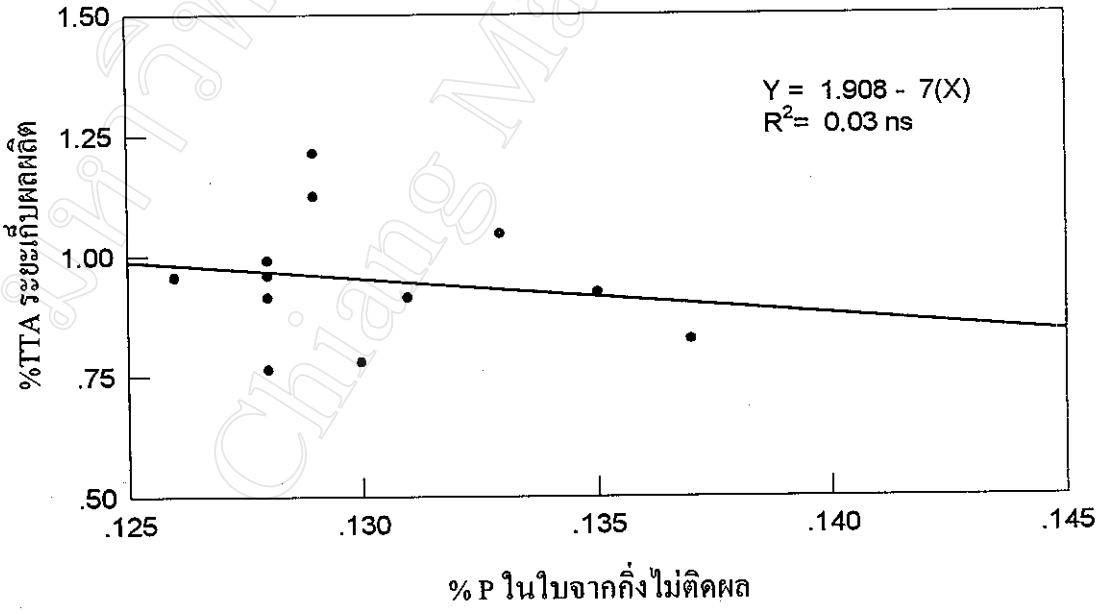




รูปที่17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำส้มระยะเก็บผลผลิตกับปริมาณไนโตรเจนในเปลือกชุดเดือนสิงหาคมและกันยายน

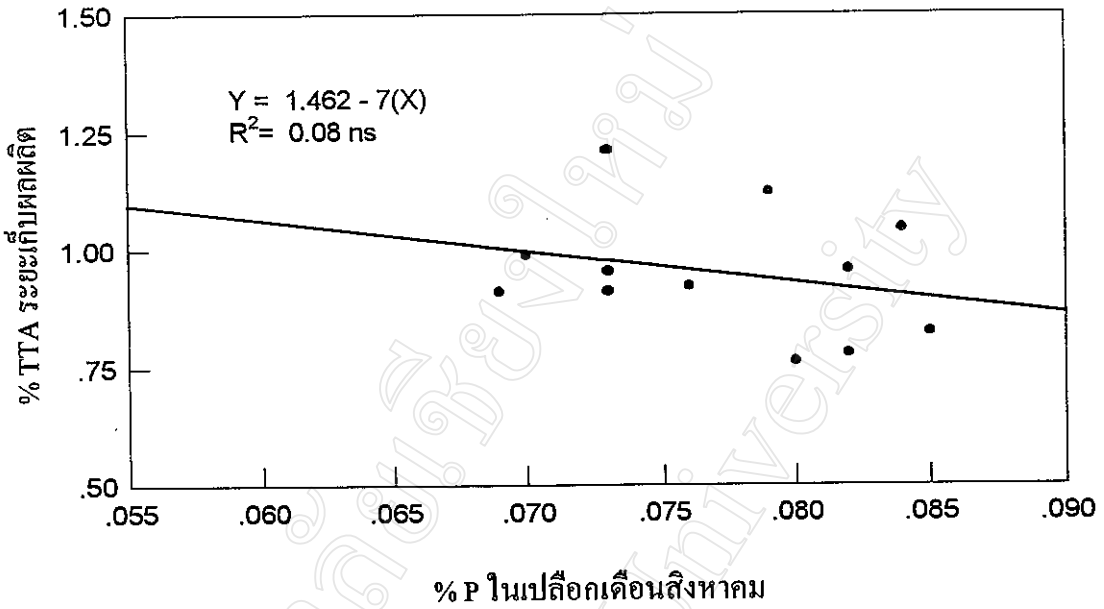
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

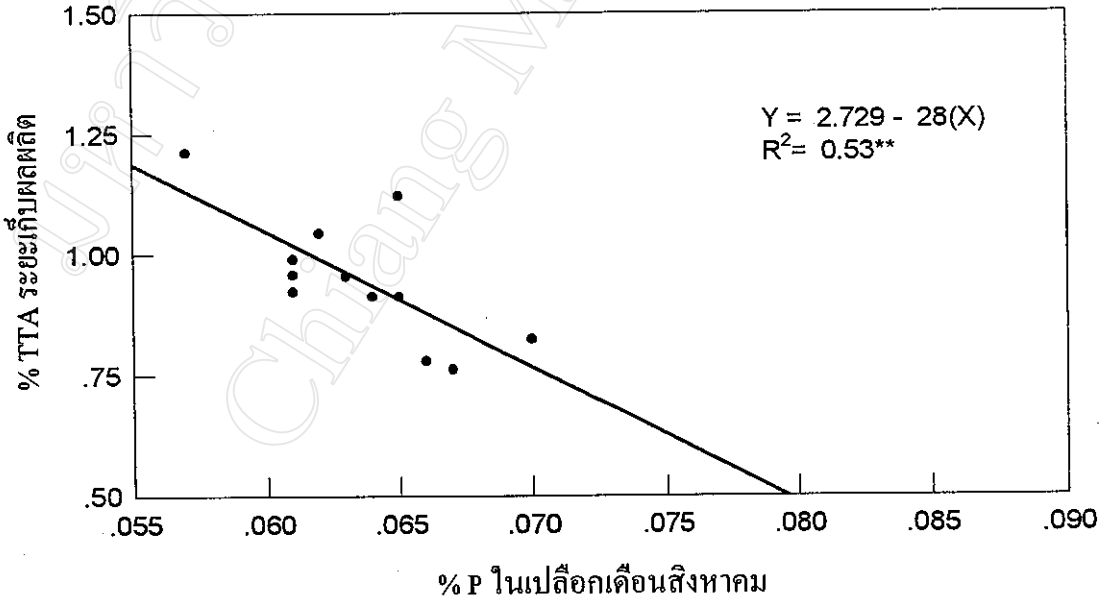




รูปที่18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มระยะเก็บผลผลิตกับปริมาณฟอสฟอรัสในใบเดือนกันยายน

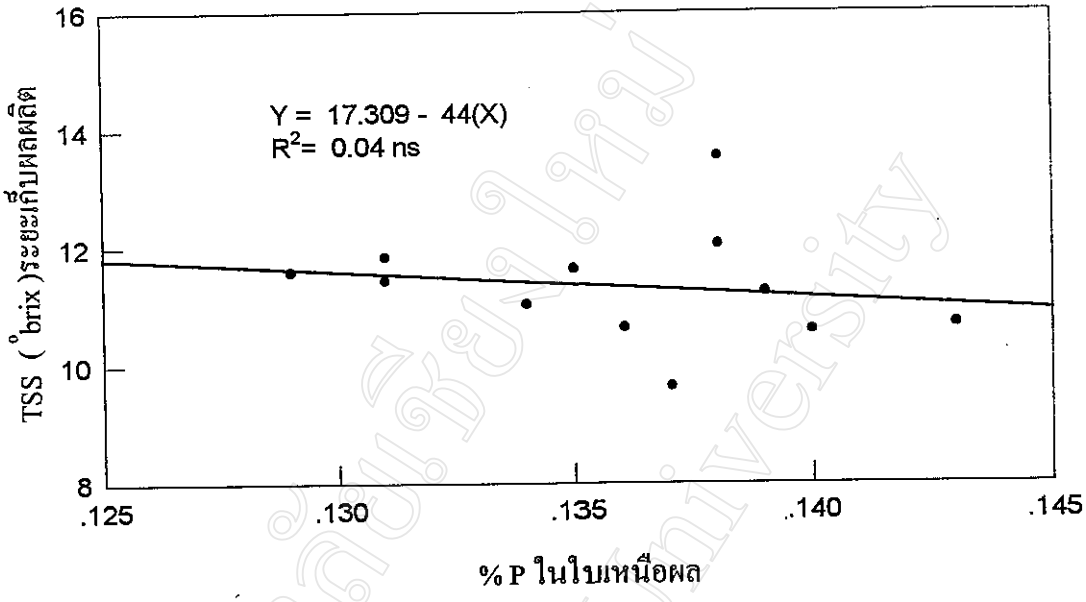
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

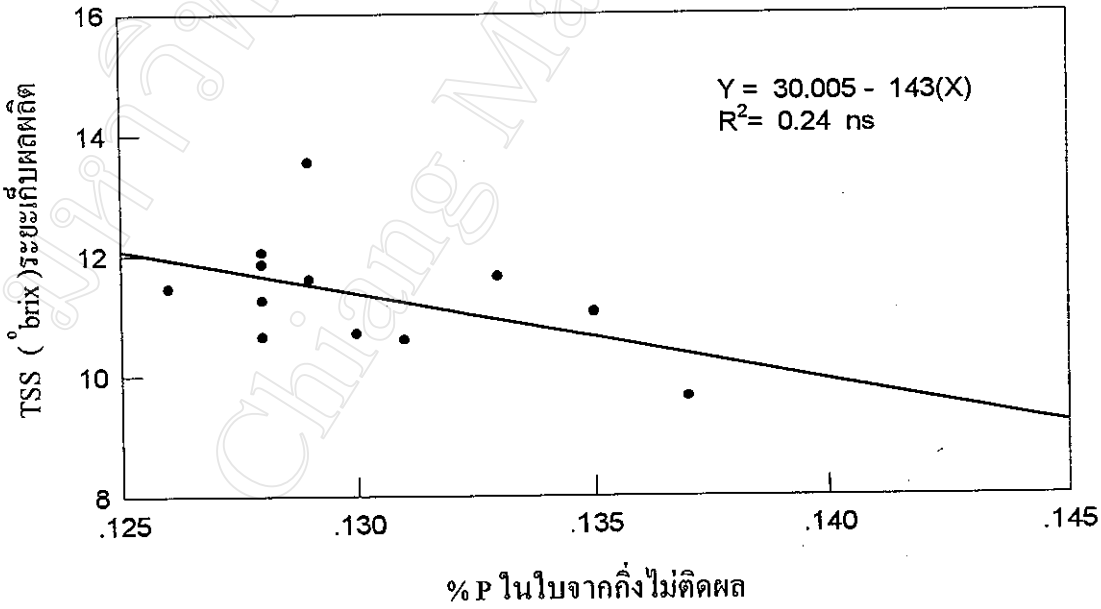




รูปที่19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มระยะเก็บผลผลิต กับปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือกชุดเดือนสิงหาคมและกันยายน

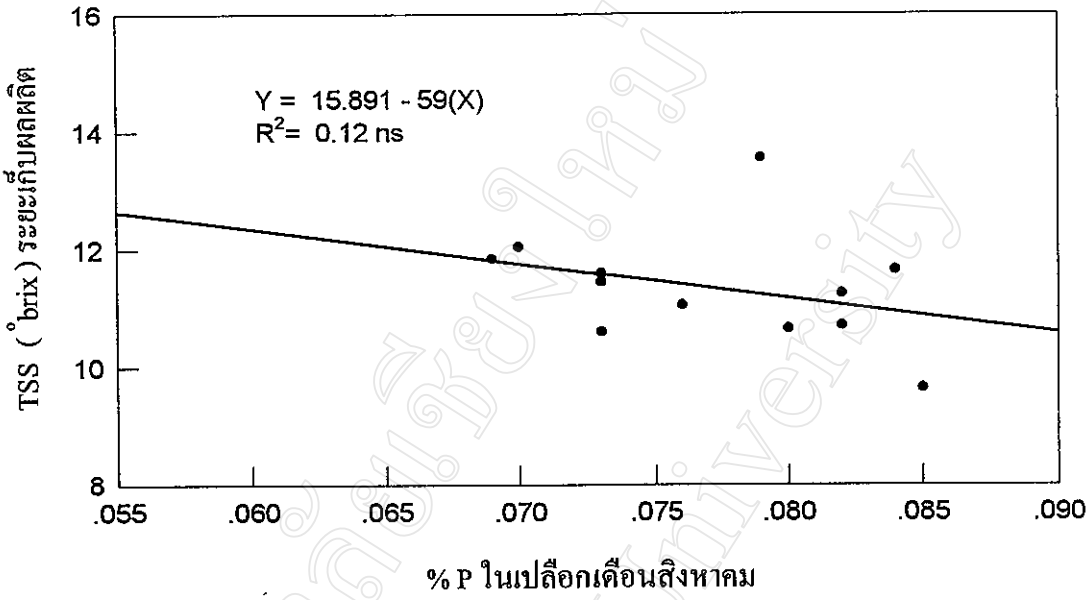
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

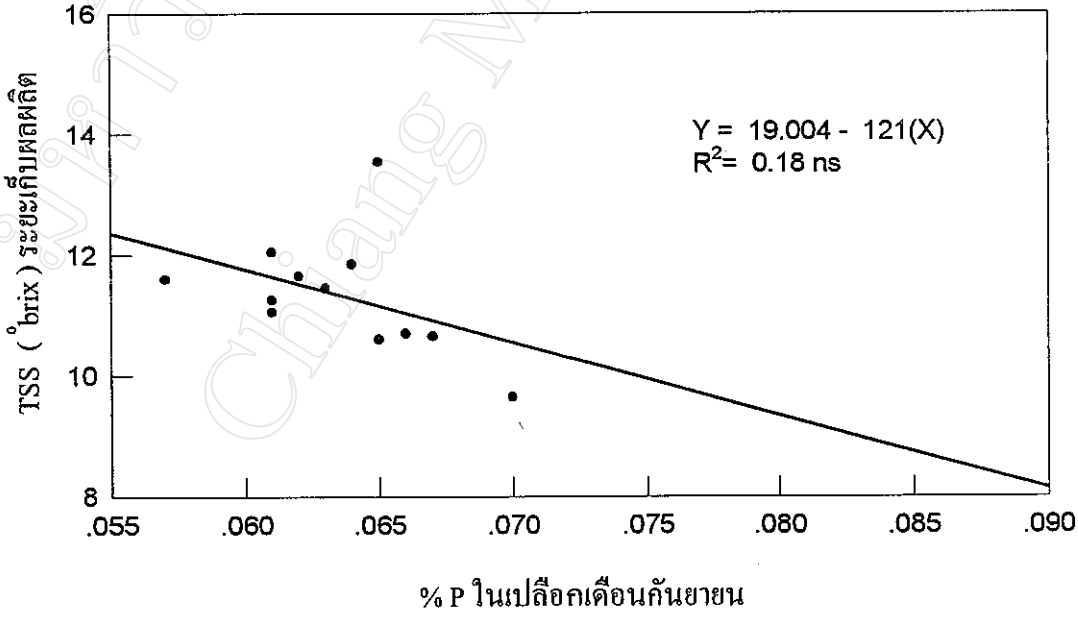




รูปที่20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำส้ม ระยะเก็บผลผลิตกับปริมาณฟอสฟอรัสในใบเดือนกันยายน

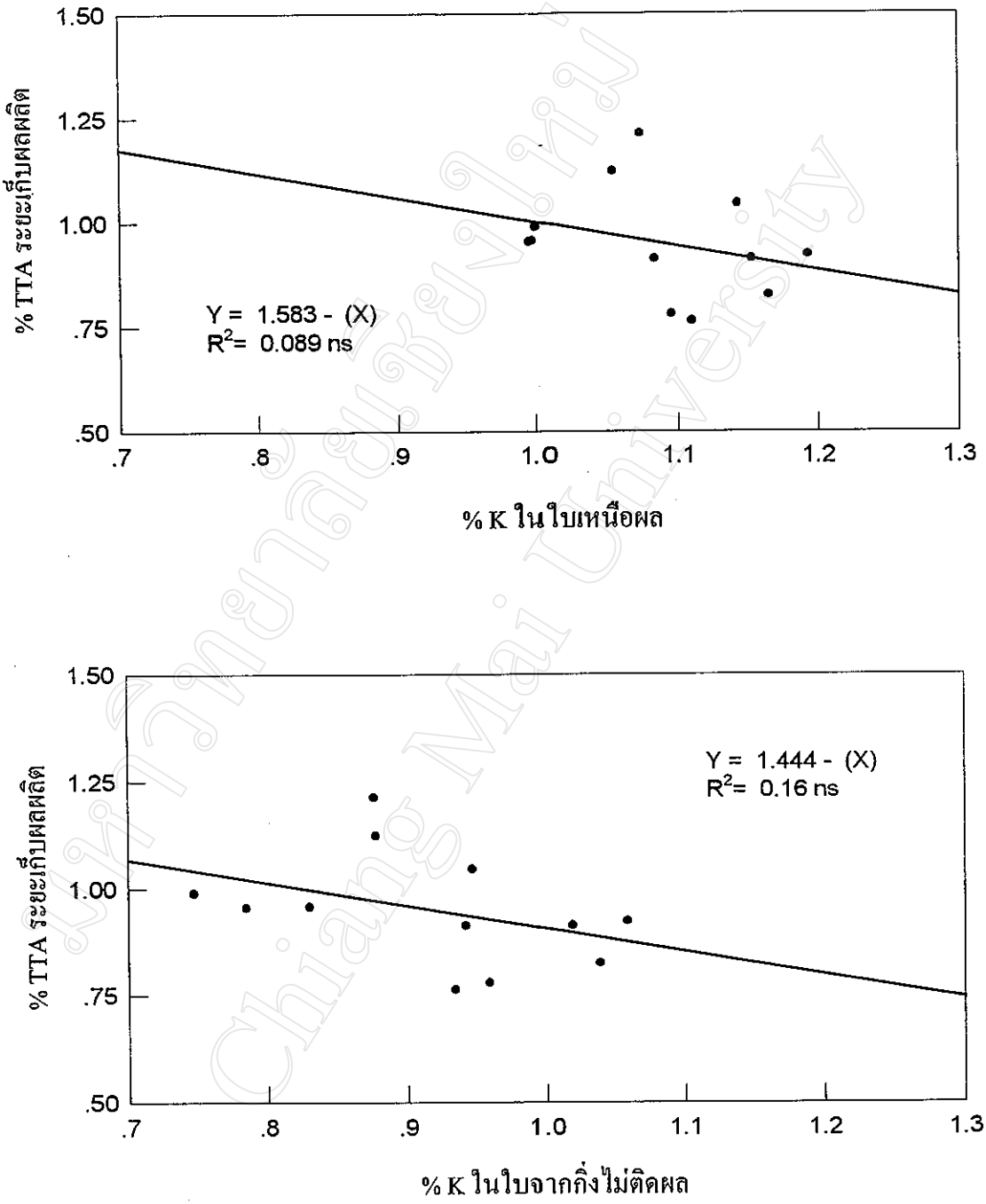
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University





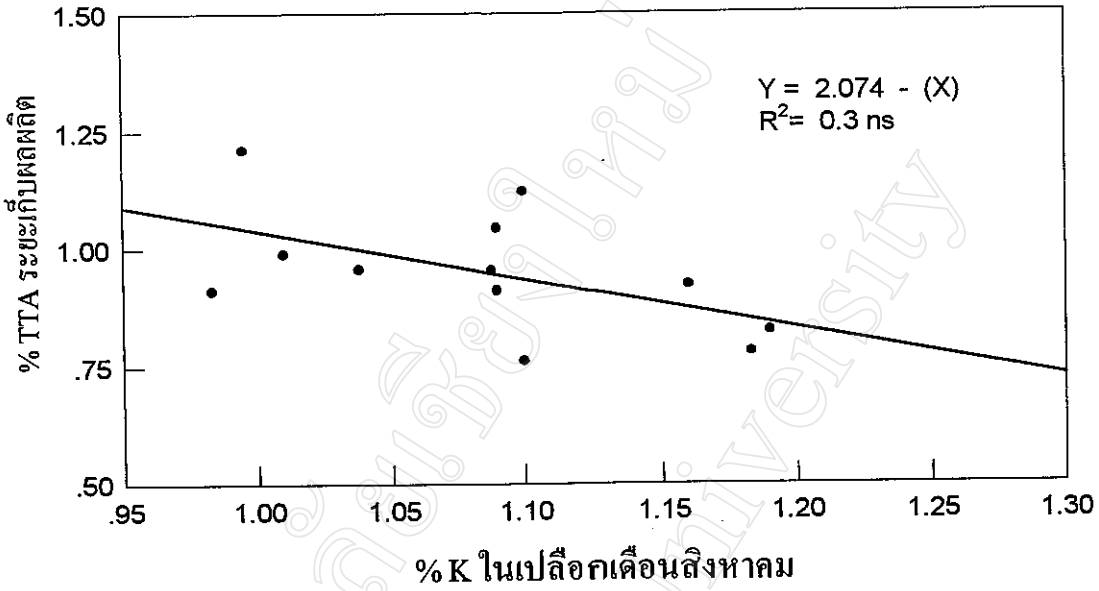
รูปที่21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำส้มระยะเก็บผลผลิตกับปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือกชุดเดือนสิงหาคมและกันยายน

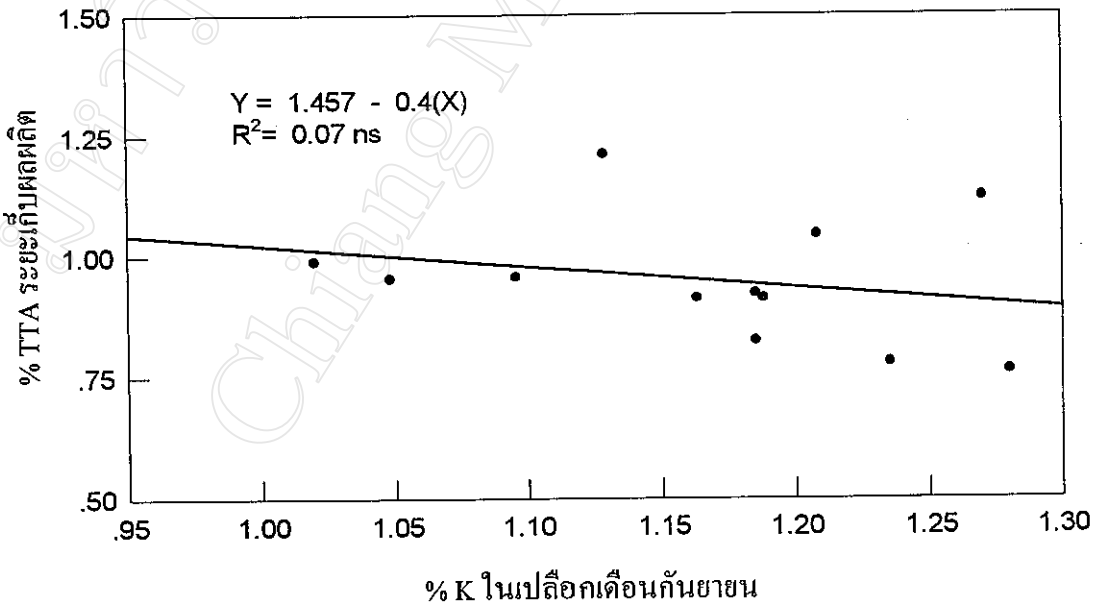
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้ม ระยะเก็บผลผลิตกับปริมาณโพแทสเซียมในใบเดือนกันยายน

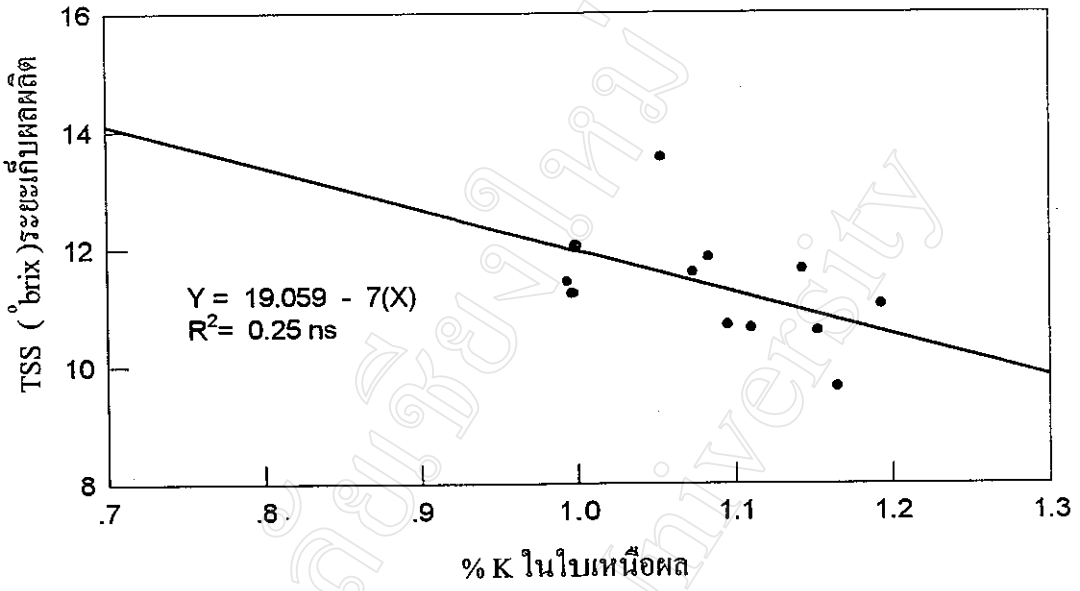
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

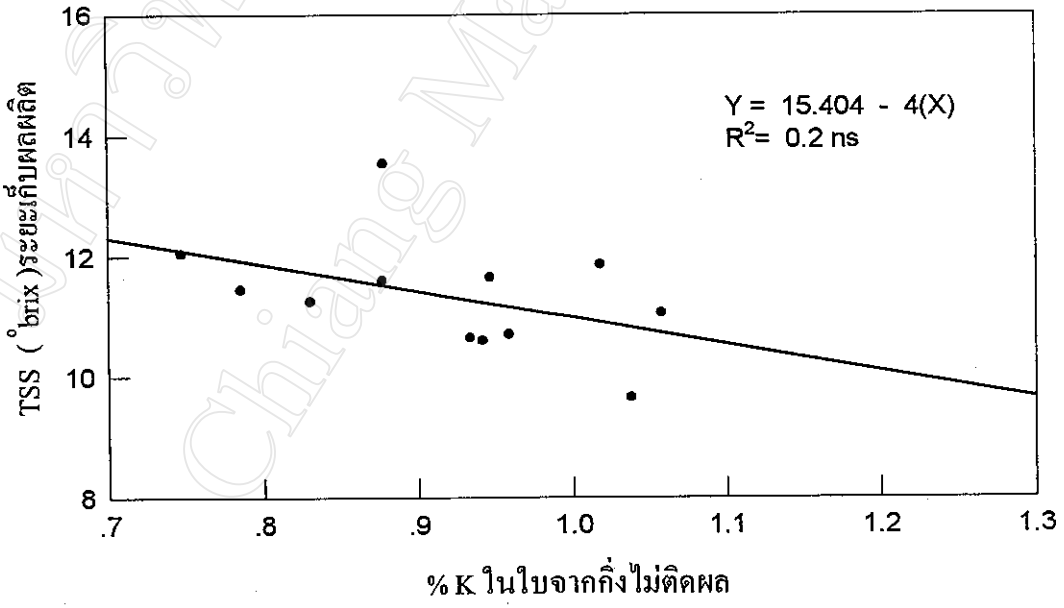




รูปที่23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำส้มระยะเก็บผลผลิต กับปริมาณโพแทสเซียมในเปลือกชุดเดือนสิงหาคมและกันยายน

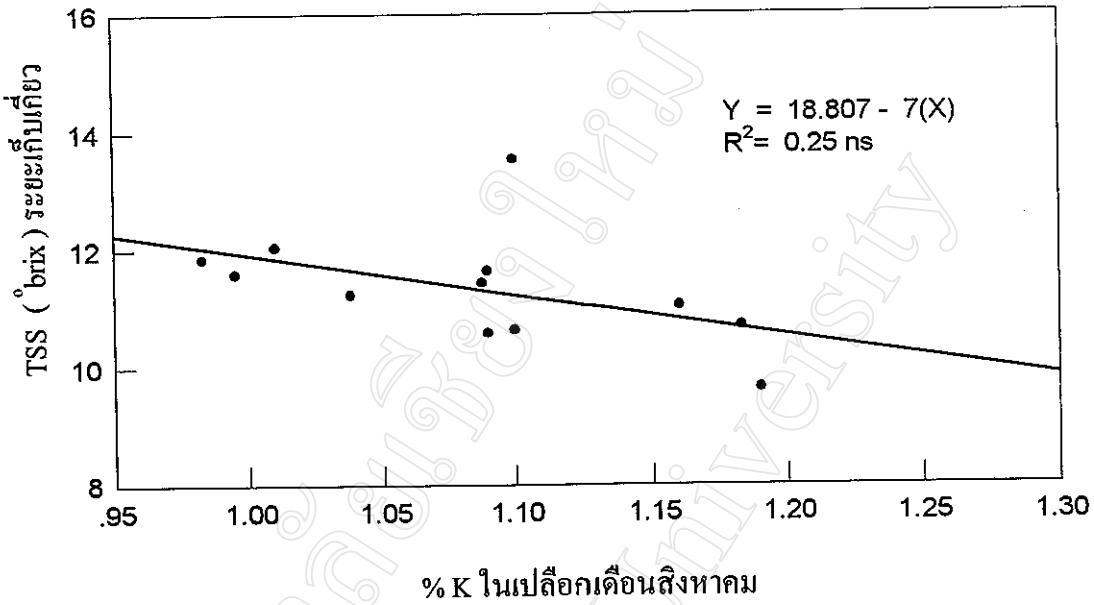
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

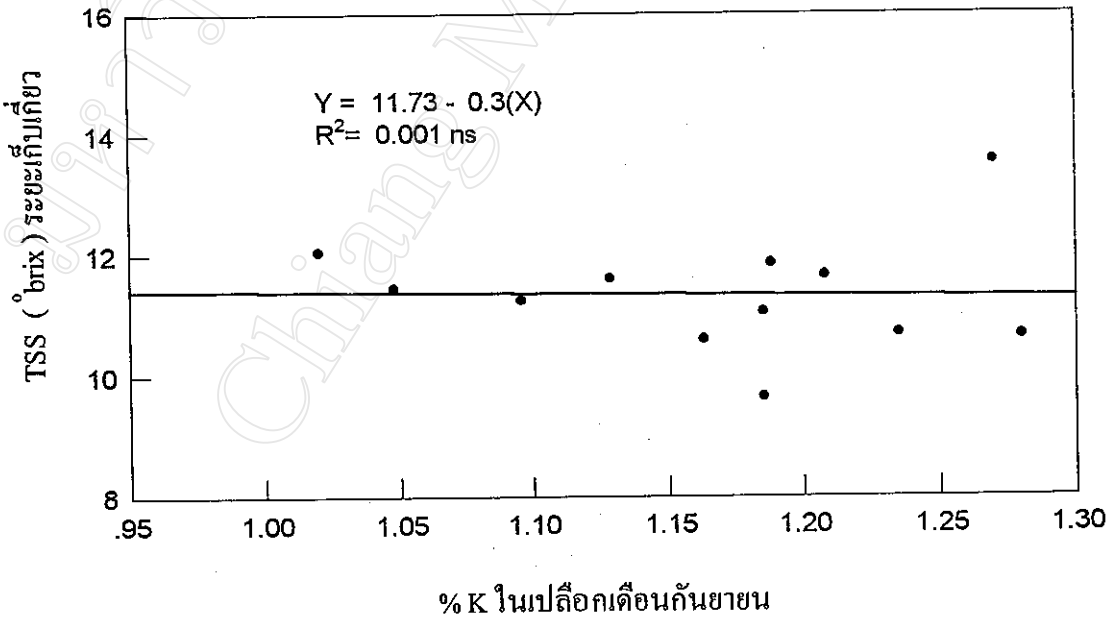




รูปที่24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำส้ม ระยะเก็บผลผลิตกับปริมาณโพแทสเซียมในใบเดือนกันยายน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University





รูปที่25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำส้มระยะเก็บเกี่ยว กับปริมาณโพแทสเซียมในเปลือกชุดเดือนสิงหาคมและกันยายน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University