

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรท, โพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟต ที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของส้ม

YIELD AND QUALITY OF CITRUS FRUIT AFFECTED BY POTASSIUM
NITRATE, POTASSIUM CHLORIDE AND POTASSIUM SULFATE
APPLICATION



สมชาย ศรีสะเกตุ
SOMCHAI SRISAKATE

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 61688
วัน,เดือน,ปี..1.9..0.ค..2549

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาปฐพีวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2295-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**YIELD AND QUALITY OF CITRUS FRUIT AFFECTED BY POTASSIUM
NITRATE, POTASSIUM CHLORIDE AND POTASSIUM SULFATE
APPLICATION**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SOIL SCIENCE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTUTUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2006

ISBN 974-15-2295-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2006

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในเตรท, โพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟตที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของส้ม
YIELD AND QUALITY OF CITRUS FRUITS AS AFFECTED BY POTASSIUM NITRATE, POTASSIUM CHLORIDE AND POTASSIUM SULFATE APPLICATION

ชื่อนักศึกษา นายสมชาย ศรีสเกตุ
รหัสประจำตัว 44066502
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา ปฐพีวิทยา
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.นันทรัตน์ สุกกำเนิด

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.นุกูล	ถวิลถึง	
รศ.ดร.อิทธิสุนทร	นันทกิจ	
ผศ.ไพรัตน์	พิมพ์ศิริกุล	
ดร.นันทรัตน์	สุกกำเนิด	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 25 เมษายน 2549 เวลา 9.30-12.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องประชุมภาควิชาปฐพีวิทยา อาคารเจ้าคุณทหาร ชั้น 4



วันที่.....16.....เดือน.....พฤษภาคม.....พ.ศ. ๒๕๔๙.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในแคต, โพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟตที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของส้ม
นักศึกษา	นายสมชาย ศรีสเกตุ
รหัสประจำตัว	44066502
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขา	ปฐพีวิทยา
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. อธิธิสุนทร นันทกิจ

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมในแคต โพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟตที่ให้ทางระบบน้ำต่อการเจริญเติบโตของต้นและการให้ผลผลิตของส้มโชกุน อายุต้น 2 ปี 6 เดือน ในฤดูกาลผลิตปี 2546/47 ที่สวนส้มบ่อเนี้ยวของศูนย์ประดอม นครินทร์ศักดิ์ชัย ต.ท่าหลวง อ.มะขาม จ.จันทบุรี ปลูกอยู่ในชุดดินมะขาม (Makham series, Type Tropaquepts; Coarse-loamy over clay, siliceous, non-acid) มีเนื้อดินเป็น Sandy clay loam ระยะปลูก 4 x 6 เมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized complete Block Design : RCBD) มีการทดลองให้ปุ๋ย 6 วิธีการ จำนวน 4 ซ้ำ คือ 1) ให้ปุ๋ยเม็ดอัตราเกษตรกรโดยหว่านทางดิน 2) ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรโดยให้ทางระบบน้ำ (Fertigation) 3) ให้ปุ๋ยอัตราประเมินโดยให้ N, P และ K ทางระบบน้ำ 4) ให้ปุ๋ยอัตราประเมินโดยให้ P ทางดินและให้ N ในรูปของ Urea และ K ในรูปของ KCl ทางระบบน้ำ 5) ให้ปุ๋ยอัตราประเมินโดยให้ P ทางดินและให้ N ในรูปของ Urea และ K ในรูปของ K_2SO_4 ทางระบบน้ำ 6) ให้ปุ๋ยอัตราประเมินโดยให้ P ทางดินและให้ N ในรูปของ Urea และ K ในรูปของ KNO_3 ทางระบบน้ำ ปริมาณปุ๋ยที่ต้นส้มได้รับเมื่อสิ้นสุดการทดลอง คือ 500 g N, 200 g P_2O_5 และ 350 g K_2O ในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ส่วนกรรมวิธีที่ 3, 4, 5 และ 6 ได้รับปุ๋ย 500 g N, 200 P_2O_5 และ 330 g K_2O โดยกรรมวิธีที่ 1 แบ่งใส่ 3 ครั้งต่อปี กรรมวิธีที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 ให้สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

จากการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยทุกวิธีไม่มีผลทำให้ขนาดผลส้ม น้ำหนักผลส้มและคุณภาพผลส้มไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีขนาดผลเฉลี่ย 63.1-64.7 มิลลิเมตร น้ำหนักผลเฉลี่ย 153-161 กรัมต่อผล เปอร์เซ็นต์น้ำคั้นเฉลี่ย (Juice Content) 60-64 % เปอร์เซ็นต์น้ำตาล (Total Soluble Solid) 9.9-11.0 องศาบริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดเฉลี่ย (Citric Acid) 0.79-1.01% สัดส่วนของเปอร์เซ็นต์น้ำตาลต่อเปอร์เซ็นต์กรดเฉลี่ย (TSS/CA) 10.4-13.6 และสีของน้ำคั้นใกล้เคียงกันคือ สีเหลืองส้ม (YO23A-

YO23B)เมื่อเทียบกับสีมาตรฐาน RH Colour Chart แต่มีแนวโน้มว่าการให้น้ำปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตและโพแทสเซียมคลอไรด์ทางระบบน้ำ ให้สีน้ำค้ำก่อนข้างเข้มกว่าการให้น้ำปุ๋ยโพแทสเซียมทางดิน

การให้น้ำปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือคลอไรด์ ให้ผลผลิตส้มมีคุณภาพไม่แตกต่างจากการให้น้ำปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือซัลเฟตหรือเกลือไนเตรต และไม่มีคลอไรด์ตกค้างในผลและในดิน ดังนั้น การให้น้ำปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ทางระบบการให้น้ำ สามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยโพแทสเซียมได้ 30-50 เปอร์เซ็นต์



II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Yield and Quality of Citrus Fruit as Affected by Potassium Nitrate, Potassium Chloride and Potassium Sulfate Application
Student	Mr. Somchai Srisakate
Student ID	44066502
Degree	Master of Science
Programme	Soil Science
Year	2006
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Itthisunthorn Nuntagij

ABSTRACT

The effect of potassium nitrate, potassium chloride and potassium sulfate by fertigation on growth, yield and quality of citrus production (Shogun variety, two and half year old) have been evaluated. The experiment was conducted on sandy clay loam Makham series (Coarse-loamy over clay, siliceous, non-acid Type: Tropaquepts) at Khun Prathom Narinsakchai Thalaung subdistrict, Makha District, Chantaburi Province, Thailand. The spacing between each citrus is 4x6 meters. The Randomized Complete Block Design (RCBD) has been chosen as the experiment plan including 6 fertilizer application methods (Treatment), with 4 replications: 1) The soil application according to the farmer's practice 2) The same fertilizer as 1st but apply by fertigation 3) The recommended rate of N, P and K as Urea, monoammonium phosphate and Potassium chloride by fertigation 4) The recommended rate same as 3th except P was soil broadcasting as triple super phosphate 5) The recommended rate same as 4th except K was applied as potassium sulfate 6) The recommended rate as 4th except K was applied as potassium nitrate. At the end of the experiment, T1 and T2 received 500 g N, 200 g P₂O₅, and 350 g K₂O whereas treatment 3th, 4th, 5th and 6th received 500 g N, 200 g P₂O₅, and 330 g K₂O.

The experiment showed that the yields of fruit, juice content, total soluble solid, citric acid, total soluble solid/citric acid ratio and color of juice content were not significantly different ($P \leq 0.05$) in all treatment.

Potassium application as KCl, K₂SO₄ and KNO₃ was no effect on quality and chloride content of fruit and no effect on chloride accumulation in soil. Therefore KCl as a source of K can be recommended for a citrus orchard that can be safe cost of K fertilizer up to 30-50%.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ดีด้วยความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการ ออกแบบงานวิจัย รวมถึงรูปแบบในการเก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลจาก รศ.ดร. อธิติสุนทร นันทกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.นันทรัตน์ สุภก่าเนติ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คุณปิ๊งพร เลิศรัตน์ นักวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณสวนส้มบอเนียวของคุณประถม นรินทร์ศักดิ์ชัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ แปลงส้มในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณวิสุทธิ์ นพพันธ์ กรรมการผู้จัดการบริษัท จันทบุรีคัลเจอร์ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการเก็บข้อมูลวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณพี่น้อง และน้ำจืด เจ้าหน้าที่ภาคปฐพีวิทยา ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและให้คำ ปรึกษาหลักการและวิธีการวิเคราะห์ ในการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและพืช

ขอขอบคุณนารี เจ้าหน้าที่ภาคปฐพีวิทยาที่ได้ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ และจัดรูปแบบเล่มวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณโกญจนาท เรืองรอง กรรมการผู้จัดการ และคุณนัชพันธ์ เฟงผล ผู้จัดการฝ่ายขายบริษัท ออสการ์ อะโกร จำกัดที่ให้โอกาสในการทำงาน และขอขอบคุณในกำลังใจที่มีให้กันตลอด มาของ ปีก พี่นุช พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ บริษัทออสการ์ทุกคน

สุดท้ายขอขอบคุณ คุณตา คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนในทุก ๆ เรื่องต่อผู้วิจัย ด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบพระคุณผู้มีพระคุณทุกท่าน

สมชาย ศรีสเกตุ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูป	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ลักษณะประจำพันธุ์ทางพฤกษศาสตร์ของส้ม	3
2.2 การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ	4
2.3 บทบาทและความสำคัญของธาตุโพแทสเซียม	6
2.4 รูป ปริมาณ และแหล่งของโพแทสเซียมในดิน	7
2.5 บทบาทและความสำคัญของกำมะถัน	8
2.6 รูป ปริมาณ และแหล่งกำมะถันในดิน	9
2.7 บทบาทและความสำคัญของคลอรีน	9
2.8 รูป ปริมาณ และแหล่งคลอรีนในดิน	10
2.9 ผลของโพแทสเซียม กำมะถัน และคลอรีนต่อคุณภาพของพีชชนิดต่าง ๆ ..	10
2.9.1 โพแทสเซียม	10
2.9.2 กำมะถัน	10
2.9.3 คลอรีน	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	12
3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.1 ดันสั้ม โขกุน	12
3.1.2 อุปกรณ์การให้น้ำ	12
3.1.3 อุปกรณ์ช่วยสารละลายปุ๋ย	12
3.1.4 ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทดลอง	12
3.1.5 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดินและพืช	13
3.2 กรรมวิธีทดลอง (Treatment)	13
3.2.1 การให้ปุ๋ย	13
3.3 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์	13
3.4 การเก็บตัวอย่างใบและผลสั้ม	14
3.5 การเก็บผลผลิตและบันทึกข้อมูล	15
3.6 การวิเคราะห์ทางเคมี	15
3.6.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน	15
3.6.2 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบและผลสั้ม	16
3.6.3 การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต	16
3.7 การวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ	17
3.8 สถานที่ทำการทดลอง	17
3.9 ระยะเวลาในการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	18
4.1 สมบัติดินก่อนและหลังการทดลอง	18
4.2 ความสัมพันธ์ของปุ๋ยต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ	40
4.3 ความสัมพันธ์ของปุ๋ยต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลสั้ม	54
4.4 การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของผลสั้มต่อปุ๋ยที่ให้	64
4.5 การเปลี่ยนแปลงของความยาวเส้นเส้นรอบของต้นสั้มต่อปุ๋ยที่ให้	66
4.6 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อปุ๋ยที่ให้	69
4.7 ผลผลิต และคุณภาพของสั้มต่อปุ๋ยที่ให้	71

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม.....	77
ประวัติผู้เขียน	79



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ค่าผลการวิเคราะห์ดินแปลงสวนส้มบอเนียว ก่อนการทดลอง.....	14
4.1 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อค่า pH,EC และ OM ของดินก่อนและหลังทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	22
4.2 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ ปริมาณ K และ Ca ที่ และเปลี่ยนได้ก่อนและหลังทดลองที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	23
4.3 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อปริมาณ Mg ที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณ S และ Fe ที่ สกัดได้ก่อนและหลังทดลองที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	24
4.4 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อปริมาณ Mn และ Cu ที่สกัดได้ก่อนและหลัง ทดลองที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	25
4.5 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อปริมาณ Zn และ Cl ที่สกัดได้ก่อนและหลัง ทดลองที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	26
4.6 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อค่า pH,EC และ OM ของดินก่อนและหลังทดลอง ที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	31
4.7 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ ปริมาณ K และ Ca ที่ และเปลี่ยนได้ก่อนและหลังทดลองที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	32
4.8 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อปริมาณ Mg ที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณ S และ Fe ที่ สกัดได้ก่อนและหลังทดลองที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	33
4.9 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อปริมาณ Mn และ Cu ที่สกัดได้ก่อนและหลัง ทดลองที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	34
4.10 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อปริมาณ Zn และ Cl ที่สกัดได้ก่อนและหลังทดลอง ที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	35
4.11 ความเข้มข้นของ %N และ %P ในใบส้มที่อายุ 1-7 เดือน	43
4.12 ความเข้มข้นของ %K และ %คฟ ในใบส้มที่อายุ 1-7 เดือน	44
4.13 ความเข้มข้นของ %Mg และ %S ในใบส้มที่อายุ 1-7 เดือน	45
4.14 ความเข้มข้นของ Fe และ Mn ในใบส้มที่อายุ 1-7 เดือน	46
4.15 ความเข้มข้นของ Cu และ Zn ในใบส้มที่อายุ 1-7 เดือน	47
4.16 ความเข้มข้นของ Cl ในใบส้มที่อายุ 3,5 และ 7 เดือน	48
4.17 แสดงปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในใบส้มในช่วงอายุ 3-7 เดือน	49

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.18 ค่าวิเคราะห์มาตรฐานของธาตุอาหารในใบส้ม	50
4.19 ความเข้มข้นของ N,P และ K ในผลส้มอายุ 5,7,9 และ 10 เดือน	57
4.20 ความเข้มข้นของ Ca,Mg และ S ในผลส้มอายุ 5,7,9 และ 10 เดือน	58
4.21 ความเข้มข้นของ Fe,Mn และ Cu ในผลส้มอายุ 5,7,9 และ 10 เดือน	59
4.22 ความเข้มข้นของ Zn และ Cl ในผลส้มที่อายุ 5,7,9 และ 10 เดือน	60
4.23 แสดงน้ำหนักผลส้ม(กรัม) ที่ให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธี	65
4.24 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางผล(มม.) ที่ให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธี	66
4.25 แสดงความยาวเส้นรอบวงต้นส้มเหนือรอยต่อต้นต่อ 5 ซม.....	67
4.26 แสดงความยาวเส้นรอบวงต้นส้มใต้รอยต่อต้นต่อ 10 ซม.....	67
4.27 แสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบส้มอายุ 1-7 เดือน.....	70
4.28 ผลของการให้ปุ๋ยแบบต่าง ๆ ต่อคุณภาพผลส้มที่เก็บเกี่ยวเดือน พฤษภาคม 2547.	73

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.1 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อค่า pH,EC และ OM ก่อนและหลังทดลองที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	27
4.2 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อค่า P,K และ Ca ก่อนและหลังทดลองที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	28
4.3 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อค่าMg,S และ Fe ที่ ระดับความลึก 0-15 ซม. .	29
4.4 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อค่า Mn,Cu,Zn และ Cl ก่อนและหลังทดลองที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	30
4.5 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อค่า pH,EC และ OM ก่อนและหลังทดลองที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	36
4.6 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อค่า P,K และ Ca ก่อนและหลังทดลองที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	37
4.7 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อค่าMg,S และ Fe ที่ ระดับความลึก 15-30 ซม.	38
4.8 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อค่า Mn,Cu,Zn และ Cl ก่อนและหลังทดลองที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	39
4.9 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ N,P,K และ Ca ในใบส้มที่อายุ 1-7 เดือน	51
4.10 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Mg,S,Fe และMn ในใบส้มที่อายุ 1-7 เดือน	52
4.11 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Cu,Zn และ Cl ในใบส้มที่อายุ 1-7 เดือน	53
4.12 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ N,P,K และ Ca ในผลส้มที่อายุ 5,7,9 และ 10 เดือน	61
4.13 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Mg,S,Fe และMn ในผลส้มที่อายุ 5,7,9 และ 10 เดือน	62
4.14 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Cu,,Zn และ Cl ในผลส้มที่อายุ 5,7,9 และ 10 เดือน	63
4.15 แสดงความยาวเส้นรอบวงคั่นส้มเหนือรอยต่อคั่นต่อ 5 ซม.และใต้รอยต่อ 10 ซม. . .	68

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในประเทศไทยสัมถึอว่าเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่มีราคาดีและมีการขยายพื้นที่ปลูก อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในเขตภาคกลางและภาคเหนือโดยพันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ ส้มเขียวหวานและส้มโชกุนหรือสายน้ำผึ้ง การใช้ปุ๋ยของเกษตรกรส่วนใหญ่จะอาศัยความชำนาญของเจ้าของสวนเองหรือใส่ตามสวนที่ประสบความสำเร็จโดยขาดความรู้ทางวิชาการ ในการประกอบการพิจารณาในใส่ปุ๋ย เกษตรกรส่วนมากจะให้ธาตุอาหารหลักทางดินโดยไม่มีการให้ธาตุอาหารรองและจุลธาตุ ทำให้การใส่ปุ๋ยไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากมีการให้ธาตุอาหารไม่สมดุลย์กันกับความต้องการของพืช แม้ว่าการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกจะได้ข้อมูลสำหรับปรับปรุงดินและใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไปได้ แต่พืชแต่ละชนิดก็มีความต้องการธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน แม้แต่พืชชนิดเดียวกันก็มีความต้องการธาตุอาหารแตกต่างกันตามอายุและระยะการเจริญเติบโตของพืช การวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืชจะให้ข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารแต่ละชนิดที่พืชต้องการใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้อย่างใกล้เคียง นอกจากนี้ การวิเคราะห์ index tissue ของพืชยังสามารถใช้ประเมินระดับความสมบูรณ์ของพืชได้

ระบบการให้น้ำแบบ Drip หรือ Minisprinkler เป็นระบบที่มีการให้น้ำแก่พืชอย่างมีประสิทธิภาพ การให้ปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำเป็นการให้ปุ๋ยและน้ำแก่พืชทีละน้อยโดยจำกัดให้ปุ๋ยและน้ำอยู่เฉพาะบริเวณระบบรากทำให้รากพืชมีโอกาสสัมผัสและดูดซับธาตุอาหารได้มากขึ้น ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่าง ๆ จึงเพิ่มมากขึ้น การให้ธาตุอาหารพืชทำได้ทุกระยะตามระยะการเจริญเติบโตของพืชช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตดีตั้งแต่ต้น ปริมาณผลผลิต และคุณภาพผลผลิต

ปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรมีหลายชนิดและมีราคาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอนุมูลของปุ๋ยว่าเป็นเกลือซัลเฟต คลอไรด์หรือไนเตรด โดยเฉพาะอย่างยิ่งแม่ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรดจะมีราคาแพงที่สุด และซัลเฟตจะมีราคาแพงกว่าคลอไรด์ประมาณ 2 เท่า แต่เกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้เกลือซัลเฟตเนื่องจากเชื่อว่าคลอไรด์เป็นพิษต่อส้มและทำให้คุณภาพของผลส้มไม่ดี

การปลูกส้มของประเทศไทยมีทั้งแบบยกทรงแบบรังสิตและแบบเป็นที่ราบ หรือพื้นที่ลาดชัน ชาวสวนส้มจึงมีการวางระบบน้ำเพื่อเป็นการประหยัดน้ำและแรงงานในการให้น้ำเนื่องจากส้มเป็นพืชที่ต้องการน้ำมากโดยเฉพาะในช่วงในการพัฒนาของผลจะใช้เวลาประมาณ 7-10 เดือน โดยการให้น้ำและปุ๋ยจะส่งผลต่อคุณภาพของส้มทั้งด้านขนาด ปริมาณน้ำคั้น วิตามินซีและความหวาน ดังนั้น การศึกษา

ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสม และการศึกษาผลของอนุมูลปุ๋ยโพแทสเซียมที่แตกต่างกัน ต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต น่าจะเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้ปุ๋ยที่มีราคาถูกลงและมีประสิทธิภาพได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อส้มและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยพร้อมกับการให้น้ำและการให้ปุ๋ยทางดิน

1.2.2 เพื่อศึกษาแหล่งของแม่ปุ๋ยทางระบบน้ำที่มีต่อคุณภาพและผลผลิตของส้ม

1.2.3 เพื่อทดสอบการตอบสนองของส้มต่อปุ๋ยอัตราแนะนำที่ให้ทางระบบน้ำ

1.3 ขอบเขตในการวิจัย

การใช้ปุ๋ยในส้มของเกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ทางวิชาการในการจัดการปุ๋ย เพื่อที่จะผลิตส้มให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ นอกจากนี้การเลือกชนิดของปุ๋ยอาจมีผลต่อคุณภาพและผลผลิตของส้ม เช่น ปุ๋ยโพแทสเซียมจะมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น โพแทสเซียมในเตรท โพแทสเซียมคลอไรด์ และโพแทสเซียมซัลเฟต ซึ่งแหล่งปุ๋ยโพแทสเซียมทั้ง 3 ชนิด อาจมีผลต่อคุณภาพของส้ม นอกจากชนิดของปุ๋ยแล้ว การให้ปุ๋ยพร้อมกับการให้น้ำเป็นระบบที่มีการใช้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพสูง จึงเป็นแนวทางที่เลือกใช้ศึกษาการให้ปุ๋ยกับส้มครั้งนี้ เพื่อประหยัดปริมาณการใช้ปุ๋ย และใช้แหล่งปุ๋ยที่มีราคาถูกลงและมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชตระกูลส้ม

ส้ม (citrus) หมายถึงกลุ่มพืชเกือบทั้งหมดที่จัดอยู่ในวงศ์ Rutaceae และจากการจัดแบ่งกลุ่มทั่ว ๆ ไปของส้มที่ปลูกเป็นการค้าเพื่อบริโภคนั้นมี 3 genera คือ Citrus, Fortunella และ Poncirus ส้มเป็นพืชที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมที่กว้างขวางมาก นอกจากนี้ แต่ละพันธุ์ต่างก็มีลักษณะพิเศษเฉพาะตัว คือ กลิ่น ปริมาณกรด ความหวาน สี และขนาดแตกต่างกัน เช่น ส้มเขียวหวาน (Mandarin หรือ tangerine) ส้มโอ (pumelo) มะนาว (lime) มะนาวฝรั่ง (lemon) มะกรูด (leech lime) ส้มเกลี้ยงและ ส้มตรา (sweet orange) ส้มกินเปลือก (kumquat) เป็นต้น (รวี, 2541 ; Davenport, 1990; Krajewski and Rabe, 1995; Spiegel Roy and Goldschmidt, 1996)

ส้มเขียวหวานพันธุ์โชกุน (*Citrus reticulata* Blanco cv. Shogun) หรือส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งจัดอยู่ในกลุ่มส้มเปลือกอ่อน (mandarin หรือ tangerine) มีลักษณะคล้ายส้มเขียวหวานมาก เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางสูงประมาณ 15-25 ฟุต การเจริญเติบโตมีทั้งแบบ primary growth และ secondary growth เปลือกไม้ที่มีอายุมากขึ้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนในปีที่ 2 และมีการพัฒนาเป็นชั้น periderm ขึ้นมาแทนที่เซลล์ชั้นผิวนอก เนื้อไม้ค่อนข้างอ่อน ฝักง่าย ใบเป็นใบเดี่ยว (unifoliate) รูปหอก (lanceolate) มีก้านใบ (petiole) และ wing ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวกำหนดในการจำแนกพันธุ์และชนิดของส้มได้ บนแผ่นใบมีต่อมน้ำมันขนาดเล็กและใหญ่กระจายอยู่ทั่วไป ดอกเกิดจากยอดอ่อนเป็นดอกเดี่ยว กลีบเลี้ยง (sepal) สีเขียวมี 5 กลีบ กลีบดอก (petal) สีขาวมี 4-5 กลีบ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (complete flower) ผลเป็นแบบ ผลทรงกลมเป็นเล็กน้อย (hesperidium) เจริญมาจากรังไข่โดยตรงมีประมาณ 10 carpel เชื่อมติดกันเป็นวงกลมอยู่รอบแกนกลาง (central axis) ด้านปลายผลราบเป็นแฉ่งสั้น ๆ ฐานผลมีจุดขนาดเล็ก ผิวเรียบมีต่อมน้ำมันเกิดใต้ผิวผล ผนังกลีบบาง มีรกลน้อย ชานนัม เมล็ดขนาดเล็กยาวประมาณ 9 มิลลิเมตร กว้าง 6 มิลลิเมตร จัดเป็น polyembryonic คือ มีจำนวนเมล็ดน้อยจนถึง 12 เมล็ดต่อผล (เปรมปรี, 2537)

ส้มโชกุนมีลักษณะทรงต้นและขนาดต้นใกล้เคียงส้มเขียวหวาน แต่ที่ต่างจากส้มเขียวหวานคือ ทรงพุ่มของต้นส้มโชกุนค่อนข้างแน่นกว่า ลักษณะของกิ่งและใบตั้งขึ้น (erect form) ส่วนส้มเขียวหวานกิ่งและใบห้อยลง (weeping form) นอกจากนี้ ใบของส้มโชกุนมีขนาดเล็กและสีเขียวเข้มกว่า ผลมีลักษณะและสีผิวใกล้เคียงกับส้มเขียวหวาน แต่ทั้งผลมีสะดือซึ่งเป็นเอกลักษณ์พิเศษของส้มโชกุน เปลือกผลอ่อนมีกลิ่นหอมคล้ายส้มจีน เนื้อแน่น ชานนัมมากน้ำคั้นมีปริมาณมาก รสชาติหวานแหลม

อมเปรียบเล็กน้อย จุดเด่นเหล่านี้จึงทำให้ส้มโชกุนได้รับความนิยมในการบริโภค เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (เปรมปรี, 2544)

2.2 การให้น้ำทางระบบน้ำ (Fertigation)

การให้น้ำทางระบบน้ำ (Fertigation) หมายถึงการให้น้ำระบบหนึ่งโดยผสมปุ๋ยที่สามารถนำได้หมดลงไปในระบบให้น้ำ ดังนั้น เมื่อพืชดูดใช้น้ำก็จะมีสารอาหารพืชไปพร้อมกับน้ำ เนื่องจากพืชไม่สามารถดูดปุ๋ยในรูปของแข็งได้ ปุ๋ยจะต้องละลายในน้ำก่อนพืชจึงจะดูดขึ้นไปใช้ได้ เนื่องจากระบบนี้เป็นการให้น้ำไปพร้อมกับน้ำ ดังนั้น ระบบการให้น้ำที่ดีจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ที่ทำให้การให้น้ำและปุ๋ยไปสู่ต้นพืชได้อย่างสม่ำเสมอที่สุด ซึ่งระบบการให้น้ำไปพร้อมกับน้ำมีหลายแบบ เช่น ระบบการให้น้ำแบบหยด (Trickle or drip irrigation) สปริงเกอร์ (Sprinkler irrigation) และมินิสปริงเกอร์ (Minisprinkler irrigation) การให้น้ำทางระบบน้ำเป็นวิธีการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพสูง (Papadopoulos and Eliades, 1987) และ (Hanson, 1996) 1. ประหยัดแรงงานในการขนปุ๋ยและหว่านปุ๋ย เนื่องจากปุ๋ยไปพร้อมกับน้ำ ดังนั้น ไม่ต้องเสียแรงงานคนหว่านปุ๋ยและสามารถให้น้ำได้ตามความต้องการ 2. กำหนดการให้น้ำได้สะดวกและสอดคล้องกับความต้องการของพืชและสภาพแวดล้อมในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากการให้น้ำอัตโนมัติและมีความถี่ในการให้ ธาตุอาหารจึงไม่สะสมในดิน ดังนั้น ถ้ามีการเปลี่ยนสูตรปุ๋ยหรือสัดส่วนของปุ๋ยพืชก็ตอบสนองได้รวดเร็วกว่าระบบการให้น้ำที่ให้ครั้งละมาก ๆ ลงในดิน และมีประสิทธิภาพในการให้น้ำสูงกว่า 10-50 % ของการให้น้ำทางดิน 3. การกระจายของปุ๋ยสม่ำเสมอ เนื่องมาจากอยู่ในรูปของสารละลายที่เคลื่อนย้ายไปพร้อมกับน้ำ สามารถควบคุมการกระจายของปุ๋ยให้ปุ๋ยอยู่เฉพาะในเขตรากพืช 4. ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยสูง เพราะพืชดูดไปใช้ได้มากแต่สูญเสียเล็กน้อย 5. เพิ่มผลผลิตทั้งคุณภาพและปริมาณ เนื่องจากพืชได้น้ำ และปุ๋ยสม่ำเสมอ และสามารถเปลี่ยนชนิด และสัดส่วนของปุ๋ยตามความต้องการได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการของพืช นอกจากนี้ยังสามารถผสมธาตุอาหารและจุลธาตุลงในระบบน้ำได้เลย

นอกจากนี้แล้ว การให้น้ำในโตรเจนทางระบบน้ำในอัตราค่าและให้ทุกวันจะมีผลทำให้ผลผลิตของ Yellow Squash สูงกว่าการให้ทุกสัปดาห์และส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ในโตรเจนได้มาก (Couto et al., 1999) และให้ผลในทำนองเดียวกันกับการทดลองของ Bussi et al., 1994 โดยพบว่าการให้น้ำทางระบบน้ำกับ Peach จะมีผลทำให้ผลผลิต เส้นรอบวงของต้นและน้ำหนักเฉลี่ยผลสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากเวลาในการให้น้ำและการสูญเสียในเตรทลดลง ส่งผลให้การให้น้ำทางระบบน้ำมีประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยเพิ่มมากขึ้น ส่วนการให้น้ำในอัตราที่สูงเกินไปทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยในโตรเจนในรูปในเตรทไปได้มาก (Syvertsen and Smith, 1996) และยังทำให้มีการสะสมไนโตรเจน

ในใบมากขึ้น ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและไม่ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น (Spiers, 1996)

อิทธิสุนทร นันทกิจ และคณะ (2542) รายงานว่า การให้ปุ๋ยแบบ Fertigation ร้อยละ 30, 50 และ 70 เปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยทางดินกับทุเรียน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของทุเรียน แต่การให้ปุ๋ยแบบ Fertigation ที่ร้อยละ 30 มีผลทำให้ค่าวิเคราะห์ใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการให้ปุ๋ยทางดิน ส่วนการให้ปุ๋ยแบบ Fertigation ที่ร้อยละ 50 และ 70 จะให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นการให้ปุ๋ยแบบ fertigation ที่ร้อยละ 50 และ 70 แสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มดีกว่าการให้ปุ๋ยทางดินประมาณร้อยละ 30-50 นอกจากนี้แล้วการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ 50 % ของการให้ปุ๋ยทางดินจะมีผลทำให้พืชตอบสนองได้ดีกว่า โดยจะส่งผลทำให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน

Alva and Paramasivam (1998) รายงานว่า การให้ปุ๋ยในโตรเจน อัตราที่ให้เท่ากับ 56-280 กก. N/เฮกตาร์/ปี การให้ปุ๋ย Dry granular (DGF) และ Fertigation (FRT) อัตรา 112-224 กก. N/เฮกตาร์/ปี กับส้ม Hamlin ที่ให้ในระยะเวลา 3 ปี เมื่ออัตราการให้ในโตรเจนสูงขึ้น ผลผลิตเฉลี่ยจะเพิ่มมากขึ้น แต่เพิ่มในอัตราที่ลดลงในการให้ปุ๋ย DGF ส่วนการเปรียบเทียบอัตราของไนโตรเจนและชนิดของปุ๋ยของ DGF และ FRT จะมีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 3 ปี ในการทดลองให้ปุ๋ยแบบ Fertigation อัตรา 170 กก. N/เฮกตาร์/ปี กับส้มจะมีผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน คล้ายคลึงกับ (Dasberg et al., 1988) ในการทดลองกับเงาะของปัญญาพร เลิศรัตน์ และคณะ (2540) พบว่าการให้ปุ๋ยแบบ Fertigation จะให้ผลผลิตสูงกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน ที่อัตราร้อยละ 25 และ 50 และคล้ายคลึงกับการทดลองให้ปุ๋ยในโตรเจนและโพแทสเซียมทางระบบน้ำ 67% ของปริมาณปุ๋ยรวมกับการให้ปุ๋ยทางดิน 33% ตั้งแต่ปี 1988-1992 กับ Grapefruit โดยปี 1988 เท่ากับ 165 ปี 1989 เท่ากับ 159 ปี 1990 เท่ากับ 159 ปี 1991 เท่ากับ 159 total N และ K₂O ปอนด์/เอเคอร์ ตามลำดับ พบว่าการให้ปุ๋ยระบบน้ำรวมกับการให้ปุ๋ยทางดินจะมีผลผลิตทั้ง 4 ปี เท่ากับ 2,071 กล่อง/เอเคอร์ ส่วนการให้ปุ๋ยทางดินจะมีผลผลิตทั้งหมดเท่ากับ 1,897 กล่อง/เอเคอร์ โดยการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำรวมกับการให้ปุ๋ยทางดินจะให้ผลผลิตมากกว่าการให้ปุ๋ยทางดินอย่างเดียว 174 กล่อง/เอเคอร์/4 ปี หรือ 44 กล่อง/เอเคอร์ (Boman, 1996)

ปุ๋ยที่ให้ทางระบบน้ำสามารถผสมเองได้ ซึ่งมีราคาถูกอาจจะเท่ากับราคาการให้ปุ๋ยทางดินแต่มีประสิทธิภาพสูงกว่า เช่น แหล่งของไนโตรเจนจะใช้ยูเรีย (Urea : 46-0-0) และแหล่งโพแทสเซียมใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium Chloride : 0-0-6) หรือโพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium sulfate : 0-0-5) ซึ่งขึ้นอยู่กับความทนทานต่อความเป็นพิษของคลอไรด์ของพืชแต่ละชนิด ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ให้ทางระบบน้ำจะมีราคาแพง ดังนั้น การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะให้ทางดินโดยให้ปีละครั้ง (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2546)

2.3 บทบาทและความสำคัญของธาตุโพแทสเซียม

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีไอออนซึ่งมีประจุบวก (monovalent cation) ชนิดเดียวเท่านั้นที่จำเป็นต่อพืชและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ทั่วไป (Evan and Sorger, 1966) พืชดูดโพแทสเซียมไปใช้ในปริมาณที่สูงพอ ๆ กับไนโตรเจน และประมาณ 3-4 เท่าของฟอสฟอรัส โพแทสเซียมเมื่อเข้าไปอยู่ในพืชแล้วไม่ได้เปลี่ยนเป็นสารประกอบอินทรีย์เหมือนไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม แต่จะอยู่ในรูปเกลืออินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ หรือไม่ก็เชื่อมกับ anion ในกรดอินทรีย์ (Tisdale and Nelson, 1963) ดังนั้นหน้าที่โพแทสเซียมภายในพืชจึงเกี่ยวข้องกับการทำงานของขบวนการทางด้านสรีรวิทยาต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ การสร้างแป้งและน้ำตาล การเคลื่อนย้ายและสะสมน้ำตาล การสังเคราะห์โปรตีนจากสารประกอบไนโตรเจน นอกจากนี้โพแทสเซียมช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อที่กำลังจะเจริญเติบโต (Miller and Evans, 1957) และช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบเอ็นไซม์หลายชนิด เช่น เอนไซม์ในขบวนการ glycolysis oxidative phosphorylation และ photophosphorylation ควบคุมกิจกรรมของธาตุอาหารพืชหลายชนิดให้ดำเนินไปได้ด้วยดี และยังมีบทบาทในการควบคุมการเปิดและปิดของปากใบควบคุมการเคลื่อนย้ายน้ำจากภายนอกเซลล์เข้าไปภายในเซลล์ ตลอดจนทำหน้าที่เป็น osmotic regulator เนื่องจากเป็นประจุบวกที่มีอยู่มากภายใน cell sap ของพืช (Sutcliffe, 1967)

โพแทสเซียมยังมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายสารละลายอินทรีย์และอนินทรีย์ ควบคุมการเคลื่อนย้ายน้ำจากภายนอกเซลล์เข้าไปภายในเซลล์พืช ถ้าใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้แก่พืช พืชจะถูกโรคและแมลงทำลายลดลง ทั้งนี้เพราะโพแทสเซียมช่วยทำให้เกิดพัฒนาการที่ดีของ cortex ทำให้ผนังเซลล์ของพืชหนาและแข็งแรงยากต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลง ด้านทานการหักล้มของต้นพืช นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยให้คุณภาพของผักและผลไม้ดีขึ้น (Janssen และ Bartholomew, 1932)

พืชที่ขาดโพแทสเซียม ขอบใบจะมีสีเขียว (chlorosis) แล้วกลายเป็นสีน้ำตาลและแห้งตายในที่สุด อาการเริ่มจากปลายใบสู่โคนใบ ระหว่างเส้นใบจะมีสีน้ำตาลแห้ง ลักษณะอาการขาดจะเกิดขึ้นที่ใบแก่ก่อน เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ดีในพืช และพร้อมที่จะเคลื่อนย้ายจากส่วนที่แก่ไปยังส่วนที่กำลังเจริญเติบโต จะพบอาการขาดในลักษณะดังกล่าวอย่างชัดเจนในข้าวโพด ในธัญพืชมักทำให้เมล็ดลีบและน้ำหนักเบาผิดปกติ ในพืชตระกูลถั่วจะเกิดเป็นจุดสีน้ำตาลไหม้ (necrotic spots) กระจายทั่วไปทั้งใบทำให้ใบจะแห้งและร่วงหล่นก่อนถึงเวลา พืชที่ให้หัวจะมีแป้งน้อยและมีน้ำมันมาก พืชให้น้ำมันจะมีน้ำมันน้อย (Lanton and Cook, 1954)

2.4 รูป ปริมาณ และแหล่งของโพแทสเซียมในดิน

ในบรรดาธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดิน โพแทสเซียมนับว่าเป็นธาตุอาหารพืชที่มีปริมาณมากธาตุหนึ่ง โดยเป็นองค์ประกอบของเปลือกโลกมากถึงประมาณ 2.4 เปอร์เซ็นต์ (Berger, 1968) เมื่อเทียบกับฟอสฟอรัสที่มีเพียง 0.11 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากหินและแร่หลายชนิดที่เป็นวัตถุดิบกำเนิดดินมีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบได้แก่ แร่ปฐมภูมิ ที่สำคัญคือแร่ feldspars และ mica แร่ทุติยภูมิหรือแร่ดินเหนียว ซึ่งได้แก่ montmorillonites, illite หรือ hydrous micas, vermiculites, chlorites และ interstratified minerals เมื่อหินและแร่ดังกล่าวผุพังสลายตัวกลายเป็นดินก็จะปลดปล่อยโพแทสเซียมให้ออกมาอยู่ในดินบริเวณนั้น

โพแทสเซียมในดินจะมีอยู่แต่เฉพาะในรูปของอนินทรีย์โพแทสเซียม เนื่องจากสารประกอบอนินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จะไม่มีธาตุโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่ในโครงสร้าง อนินทรีย์โพแทสเซียมสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูป คือ 1) Non-exchangeable K ได้แก่ โพแทสเซียมที่อยู่ในหินแร่ที่ไม่สามารถแลกเปลี่ยนกับประจุบวกอื่น ๆ ได้เพราะส่วนมากจะอยู่ใน clay lattice 2) Exchangeable K ได้แก่ โพแทสเซียมที่อยู่บนผิวของ soil colloid และสามารถแลกเปลี่ยนกับประจุบวกอื่น ๆ ที่มีอยู่ในสารละลายดิน และ 3) Water soluble K (soil solution K) ได้แก่ โพแทสเซียมที่อยู่ในสารละลายดิน โพแทสเซียมทั้ง 3 รูปจะอยู่ในสภาพที่สมดุลกัน

เมื่อพิจารณาโพแทสเซียมรูปต่าง ๆ ในดินที่เกี่ยวข้องกับความชื้นของพืชสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ 1) Relatively unavailable K เป็นส่วนของโพแทสเซียมที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยตรง ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแร่ feldspars และ micas ซึ่งแร่พวกนี้ต้องผุพังสลายตัวเสียก่อนจึงจะปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาเป็นประโยชน์แก่พืชได้ 2) Slowly available K เป็นส่วนของโพแทสเซียมที่ถูกตรึงอยู่ในระหว่างหีบของอนุภาคดินเหนียวซึ่งไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยตรง แต่เป็นแหล่งขดเซยโพแทสเซียมให้ออกมาอย่างช้า ๆ แก่ส่วนที่อยู่ในสภาพของไอออนในสารละลายดินเมื่อถูกพืชหรือจุลินทรีย์ดูดไปใช้ และ 3) Readily available K เป็นส่วนของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้กับโพแทสเซียมในสารละลายดินให้พืชใช้ประโยชน์ได้ทันที

โพแทสเซียมในดินนอกจากได้จากหินแร่ที่เป็นวัตถุดิบกำเนิดดินแล้ว ยังได้มาจากการใส่ปุ๋ยได้แก่ ปุ๋ย

1) โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) หรือ Muriate of potash มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ 60-63% K_2O และมีคลอไรด์อยู่ระหว่าง 45-47 % มีสีขาว หรือชมพู หรือแดงขึ้นอยู่กับวิธีการผลิต เป็นปุ๋ยที่มีราคาต่อหน่วยของโพแทสเซียมถูกที่สุด ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่เหมาะสำหรับดินที่มีปัญหาเรื่องความเค็มหรือในพืชที่ไวต่อคลอไรด์ เช่น ยาสูบและไม้ผลหลายชนิดรวมทั้งองุ่นด้วย (Ludwick, 1994)

2) ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต K_2SO_4 มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ 50-53% K_2O และมีกำมะถัน 18% ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตสามารถใช้ได้กับดินทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีปัญหาเรื่องความเค็ม แต่ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตมีราคาแพงกว่าปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ในขณะที่การละลายน้ำจะต่ำกว่าปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

3) ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรท KNO_3 มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ 46% K_2O และไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ 13% N เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีการละลายน้ำดีที่สุดและราคาแพงกว่าปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต โดยปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรทสามารถใช้ได้ทั้งทางระบบน้ำและฉีดพ่นทางใบ

2.5 บทบาทและความสำคัญของธาตุกำมะถัน

กำมะถันเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชดูดดึงกำมะถันจากดินโดยทางรากในรูปของอนุโมลซัลเฟต (SO_4^{2-}) ซึ่งอาจเกิดการเปลี่ยนรูปได้ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ถ้าดินมีค่า pH มากกว่า 7.0 ซัลเฟตอาจตกตะกอนกับแคลเซียม (Ca) กลายเป็น $CaSO_4$ แต่ถ้าดินมีค่า pH น้อยกว่า 4.0 ซัลเฟตอาจถูกดูดซับไว้โดย Al และ Fe oxide (Jones, 1998) นอกจากนี้กำมะถันที่อยู่ในอากาศในรูปของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พืชยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (สรสิทธิ์, 2527) กำมะถันที่พืชดูดไปใช้จะสะสมอยู่ที่รากมากที่สุดในระยะแรกของการเจริญเติบโต และในระยะหลังจะมีมากที่สุด ใบ ส่วนการใช้กำมะถันจะสูงสุดในระยะที่พืชกำลังออกดอก (Mica, 1963) พืชโดยทั่วไปมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ 0.2-0.7 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง พืชที่ขาดกำมะถันจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตเกิดการชะงักงัน แต่ถ้าได้รับมากเกินไปจนเป็นพิษ ใบจะแก่เร็วผิดปกติ (Blair, 1979) ทั้งนี้เพราะกำมะถันมีบทบาทและหน้าที่สำคัญสำหรับขบวนการต่าง ๆ ภายในพืชมากมายหลายประการคือ

1. การสังเคราะห์กรดอะมิโน 3 ชนิด คือ ซีสทีน ซีสทีอิน และเมทไทโอนีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีน

2. การสร้างสารคลอโรฟิลล์ สำหรับขบวนการสังเคราะห์แสง

3. เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ proteolytic enzyme เช่น papinases

กำมะถันเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ (Immobile) ดังนั้นเมื่อพืชขาดจะแสดงอาการผิดปกติที่ส่วนยอดของพืชก่อน ยอดพืชจะชะงักการเจริญเติบโต ใบจะมีสีเขียวอ่อนหรือสีเหลืองคล้ายกับอาการขาดไนโตรเจน แตกต่างที่การขาดไนโตรเจนพืชจะเหลืองจากใบล่างขึ้นสู่ยอด พืชที่ขาดกำมะถันจะมีการเจริญเติบโตไม่ดี แคระแกร็น ลำต้นสูงผอม เนื้อไม้แข็งและเปราะ (Tidale and Nelson, 1963) นอกจากนี้ยังทำให้การสังเคราะห์โปรตีนช้าลง ดังนั้น จึงมีการสะสมของไนเตรท กรดอะมิโน และ

ในโตรเจนในรูปเอไมด์ เมื่อเพิ่มกำมะถันลงไปไนดินทำให้พืชสังเคราะห์ chlorophyll สำหรับขบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งมีผลทำให้การสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้นด้วย (Mosolov and Volldeidt, 1957)

2.6 รูป ปริมาณ และแหล่งของกำมะถันในดิน

กำมะถันที่สะสมอยู่ในดินสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปใหญ่ ๆ คือ อนินทรีย์กำมะถัน และอินทรีย์กำมะถัน ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของอินทรีย์กำมะถัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ก็ต่อเมื่อจุลินทรีย์ดินทำการเปลี่ยนรูปให้มาอยู่ในรูปของอนินทรีย์กำมะถัน โดยเฉพาะรูปของอนุมูลซัลเฟต (SO_4^{2-}) เสียก่อน โดยผ่านกระบวนการ mineralization (ชัชฎกฤษ, 2536) อินทรีย์ กำมะถันในดินมี 2 รูป คือ hydriodic acid (HI) reducible sulphur ซึ่งเชื่อว่าส่วนใหญ่เป็นสารประกอบพวก ester sulfates ที่แยกได้จากพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ดิน ประกอบด้วย phenolic sulfate, chlorine sulfate, fucoidan และ condroitin sulfate และอีกรูป คือ carbon-bonded sulphur ได้แก่ cysteine, cystine และ methionine (Freney et al., 1975) สำหรับ อนินทรีย์กำมะถันส่วนใหญ่พบในรูปสารประกอบซัลเฟต โดยอยู่ในรูปสารประกอบซัลเฟต โดยอยู่ในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ ในรูปที่ดูดซับโดยคอลลอยด์ในดิน หรือในรูปที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งในรูปที่ละลายน้ำมักพบในบริเวณที่ระบายน้ำเร็วหรือในบริเวณที่ชุ่มชื้น (Probert and Samosis, 1983) นอกจากนี้แหล่งของกำมะถันยังได้จากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศที่ถูกละลายโดยน้ำฝนบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรม (Charles, 1978) ปริมาณกำมะถันที่สะสมอยู่ในดินแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดของดิน ชนิดของวัตถุต้นกำเนิด อายุของดิน การจัดการดิน และสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

2.7 บทบาทและความสำคัญของคลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์ (CI) มีบทบาทบางประการเกี่ยวกับฮอร์โมนในพืช ช่วยในการกระตุ้นการแตกตัวของน้ำใน photosystem II ของกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้เกิดแรงดันออสโมติกในเซลล์ที่มีผลต่อ stomatal regulation และมีความสำคัญต่อกระบวนการแบ่งเซลล์ภายในใบ (Tidale et al., 1999) รูปที่เป็นประโยชน์ของคลอโรฟิลล์คือ คลอโรฟิลล์ (CI) ซึ่งอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ง่าย และสามารถเคลื่อนย้ายได้ในดิน ถ้ามีน้ำไหลผ่านดินมาก คลอโรฟิลล์จะถูกชะล้างออกจากดินได้

ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบจะพบอยู่ระหว่าง 0.2-2.0 % และลดลงเมื่อใบอายุมากขึ้น ถ้าพืชได้รับน้อยเกินไป พืชจะแสดงอาการขาด สังเกตได้จากการเกิด chlorosis ที่ใบอ่อน และใบจะเหี่ยวบางครั้งอาจพบอาการ necrosis ที่ใบ และรากเจริญเติบโตช้า แต่ถ้าได้รับมากเกินไปจนเป็นพิษ ใบจะเหลืองเร็ว ผิดปกติ ปลายใบและกลางใบไหม้ ใบเปลี่ยนเป็นสีทองแดง และใบร่วง ซึ่งเกิดจากการที่กิจกรรมการ

สังเคราะห์แสงของพืชลดลง (Kadman, 1963) พืชที่ไวต่อปริมาณคลอไรด์ เช่น พืช อะโวคาโด ต้นยาสูบ พืชตระกูลถั่ว และพืชตระกูลกะหล่ำ เป็นต้น ผลผลิตและคุณภาพจะลดลงเมื่อปริมาณคลอไรด์ในใบอยู่ระหว่าง 0.5-2.0% (Tisdale et al., 1999)

2.8 ปริมาณ และแหล่งของคลอรีนในดิน

คลอไรด์ (Cl) อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ง่าย และการแลกเปลี่ยนคลอไรด์ (Exchhangeable Cl) จะพบในดินกรดที่มีประจุบวกที่ผันแปรไปตามค่าความเป็นกรดต่างของดิน โดยในดินกรดจะมีปริมาณคลอไรด์ประมาณ 0.5 mg kg^{-1} ในขณะที่ดินด่างหรือดินเค็มจะมีปริมาณคลอไรด์มากกว่า $6,000 \text{ mg kg}^{-1}$ ในดินที่มีการระบายน้ำที่จำกัดและในดินที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้นจะมีคลอไรด์สะสมอยู่ ซึ่งคลอไรด์สามารถเคลื่อนที่ด้วยแรง capillary เข้าไปในเขตรากพืช (root zone) ได้ และอาจตกตะกอนอยู่ที่หรือใกล้ผิวหน้าดิน (Tisdale et al., 1999)

2.9 ผลของโพแทสเซียม กำมะถันและคลอรีนต่อคุณภาพของพืชชนิดต่าง ๆ

2.9.1 โพแทสเซียม

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีบทบาทต่อคุณภาพของพืชหลายชนิด กล่าวคือ ในพืชตระกูลถั่ว โพแทสเซียมทำให้การแห้งของเมล็ดถั่วเหลืองเร็วขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำมันและโปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้น และทำให้จำนวนปมที่รากถั่วเหลืองมีปริมาณมากขึ้นด้วย (Griffith, 1977) พวกผัก Windsor et al. (1961) รายงานว่า ถ้ามะเขือเทศขาดโพแทสเซียมจะทำให้ผลสุกไม่พร้อมกัน และยังมีผลต่อสีของมะเขือเทศ เพราะสีแดงที่ปรากฏในผลมะเขือเทศเกิดจากการสังเคราะห์ของเม็ดสี carotenoid นอกจากนี้ Peck and Stamer (1970) รายงานว่า การเก็บหัวกะหล่ำปลีช้ากว่ากำหนดทำให้กะหล่ำปลีมีสีดำ แต่อาการดังกล่าวจะลดลงถ้าเพิ่มโพแทสเซียมให้แก่พืช พวกไม้ผล เช่น องุ่น การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 1.5 กรัมต่อกระถาง ทำให้อองุ่นมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลเพิ่มจาก 23.3 เป็น 25.7 และเปอร์เซ็นต์กรดเพิ่มจาก 0.40 เป็น 0.52 (Cook, 1968) ในพืชตระกูลส้มโพแทสเซียมทำให้สีของผลมารับประทาน ทำให้เปลือกบางลง ผิวไม่ขรุขระ และยังเพิ่มปริมาณวิตามินซีในน้ำผลไม้ (Cohen, 1976)

2.9.2 กำมะถัน

กำมะถันมีผลต่อคุณภาพของพืชต่าง ๆ ดังนี้ ในพืชตระกูลกะหล่ำกำมะถันทำให้ปริมาณน้ำมันและโปรตีนเพิ่มขึ้น สุวพันธ์และคณะ (2531) พบว่า การใส่ปุ๋ยในรูปของแอมโมเนียมซัลเฟตให้กับถั่วลิสง ทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้น 3-6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนปริมาณน้ำ

มันไม่มีความแตกต่างกัน Daniel (1986) พบว่า การใส่ปุ๋ยกำมะถันสามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ด ถั่วลิสง 5.1 เปอร์เซ็นต์ และในเมล็ดถั่วเหลือง 6.8 เปอร์เซ็นต์ ในพวงผลไม้ ปริดาและพิชิต (2535) รายงานว่า ปุ๋ยกำมะถันเพิ่มความหวานให้กับสับปะรด ทำให้เปอร์เซ็นต์ของกรดซิตริก และเปอร์เซ็นต์ น้ำตาลในสับปะรดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยนี้ ในส้ม Lu et al. (2002) รายงานว่าการใส่ปุ๋ย โปแทสเซียมซัลเฟตจะช่วยเพิ่มปริมาณวิตามินซี ในพวกผัก Hamdy et al. (1971) รายงานว่า การเพิ่ม กำมะถันในรูปต่าง ๆ แก่มะเขือเทศ ทำให้ %N, %P, %K, %Ca และ %Mg ในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของ มะเขือเทศเพิ่มขึ้น ในธัญพืช การเพิ่มปุ๋ยกำมะถันช่วยเพิ่มปริมาณของ methionine และ cysteine ในข้าว สาลีและข้าวบาร์เลย์ (Renner et al., 1953) Lehane (1981) พบว่าปริมาณของกำมะถันในเมล็ดข้าวสาลีมี ผลต่อการขยายตัวและคุณภาพของแป้งสาลีที่ใช้ทำขนมปัง ซึ่งถ้าหากข้าวสาลีได้รับกำมะถันไม่เพียงพอ จะทำให้เนื้อแป้งขนมปังหยาบและขยายตัวได้น้อย Barros et al. (1999) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยในรูปของ โปแทสเซียมซัลเฟตให้กับกาแฟ จะช่วยเพิ่ม polyphenoloxidase และช่วยลดปริมาณกรดในเมล็ดและ ช่วยส่งเสริมสีของเมล็ดกาแฟนอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มปริมาณน้ำตาลอีกด้วย

2.9.3 คลอรีน

คลอรีนมีผลต่อคุณภาพของพืชต่าง ๆ กล่าวคือ ในมันฝรั่ง Mcdole and Westerman (2003) ได้รายงานว่ มันฝรั่งเป็นพืชที่ต้องปลูกในดินที่มีธาตุ K สูง แต่การใส่ปุ๋ยโปแทสเซียมกลับส่งผลให้ specific gravity ของหัวมันฝรั่งหลังการเก็บเกี่ยว (harvested tuber) มีค่าลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ย โปแทสเซียมคลอไรด์ ในองุ่น Edelbauer (1997) รายงานว่า ถ้ามากกว่า 62% ของโปแทสเซียมทั้งหมดที่ ใส่อยู่ในรูปโปแทสเซียมคลอไรด์ ผลผลิตขององุ่น "Gruner Veltliner" ที่ปลูกในสารละลายลดลง แต่ เมื่อใส่โปแทสเซียมคลอไรด์น้อยกว่า 62% ของ K ทั้งหมด ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของ องุ่นแต่อย่างใด เช่นเดียวกับการรายงานของ Cline and O.A. (1980) ที่ได้ใช้ปุ๋ยโปแทสเซียมคลอไรด์ อัตรา 232 และ 456 kg/ha ใน "Concord grape" พบว่าปุ๋ยทั้ง 2 อัตราไม่ได้ทำให้ผลผลิตองุ่นลดลง และ พบว่าปุ๋ยโปแทสเซียมคลอไรด์ อัตราสูงช่วยเพิ่มคุณภาพขององุ่นและไม่พบอาการ toxic จากการที่ได้ รับปุ๋ยโปแทสเซียมคลอไรด์อัตราสูงด้วย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ทำการทดลองในสวนส้มบอเนียว ตำบลท่าหลวง อำเภอชะอำ จังหวัดจันทบุรี โดยการเก็บข้อมูลทางกายภาพของดิน เพื่อวางระบบการให้น้ำ จากนั้นทำการติดตั้งระบบควบคุมการให้น้ำและปุ๋ย

3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

3.1.1 ต้นส้มโชกุน

ต้นโชกุน ที่มีความสม่ำเสมอ อายุ 1 ปี 6 เดือน ระยะปลูก 4x6 เมตร จำนวน 96 ต้น เท่ากับ 66 ต้นต่อไร่ จำนวน 1.5 ไร่

3.1.2 อุปกรณ์การให้น้ำ

ติดตั้งระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ หัวจ่ายน้ำแบบมินิสปริงเกอร์แบบควบคุมแรงดันมีอัตราการไหล 70 ลิตร/ชม. และรัศมีการจ่ายน้ำ 1-2 เมตร

3.1.3 อุปกรณ์ฉีดจ่ายสารละลายปุ๋ย (Fertilizer Injection Pump)

ใช้อุปกรณ์การฉีดจ่ายปุ๋ยแบบ Suction Type รุ่น 4-01 ของบริษัท Amiad โค้ชใช้แรงดันน้ำในการทำงาน อัตราการจ่ายปุ๋ย 9-320 ลิตร/ชม. ที่ความดัน 0.5-8 บาร์

3.1.4 ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- ปุ๋ยไนโตรเจน (N) ใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)
- ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) ใช้ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) (ให้ทางดิน) และโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (12-60-0) ให้ทางระบบน้ำ
- ปุ๋ยโพแทสเซียม (K) ให้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) โพแทสเซียมไนเตรต (13-0-46) โพแทสเซียมซัลเฟต (0-0-50)
- ปุ๋ยเม็ดทางดิน ได้แก่ สูตร 16-16-16, 8-24-24, 13-21-21
- แคลเซียมใช้ ไซปซัม (Ca 23%) แคลเซียมไนเตรต (15-0-0)
- แมกนีเซียมใช้แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO 33%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดินและพืช

วิเคราะห์ผลหาธาตุอาหารในตัวอย่างดิน และตัวอย่างใบส้ม ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2 กรรมวิธีทดลอง (Treatment)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomized Complete Block Design: RCBD) มี 4 บล็อก (Block) จำนวน 6 คำรับการทดลอง (Treatment) ดังนี้

คำรับที่ 1 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

คำรับที่ 2 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำ

คำรับที่ 3 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราประเมิน โดยให้ N, P และ K ทางระบบน้ำ ใช้ 46-0-0, 12-60-0 และ 0-0-60 เป็นปุ๋ย N, P และ K ตามลำดับ

คำรับที่ 4 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราประเมิน N, K ทางระบบน้ำ ให้ P ทางดิน ใช้ 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-60 เป็นปุ๋ย N, P และ K ตามลำดับ

คำรับที่ 5 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราประเมิน โดยให้ N, K ทางระบบน้ำ ให้ P ทางดิน ใช้ 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 เป็นปุ๋ย N, P และ K ตามลำดับ

คำรับที่ 6 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราประเมิน โดยให้ N, K ทางระบบน้ำ ให้ P ให้ทางดิน ใช้ 46-0-0, 0-46-0 และ 13-0-46 เป็นปุ๋ย N, P และ K ตามลำดับ

3.2.1 การให้ปุ๋ย

การให้ปุ๋ยทางดินจะแบ่งการให้ 3 ครั้งต่อปี

การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำจะทำการให้ทุกสัปดาห์ อัตรา 20 กรัมต่อต้น

เมื่อสิ้นสุดงานทดลองการต้นส้มได้รับปุ๋ย ดังนี้

ปุ๋ยอัตราเกษตรกรทางดินและทางระบบน้ำ 500 g N, 200 g P₂O₅ และ 350 g K₂O

ปุ๋ยอัตราประเมินทางระบบน้ำ 500 g N, 200 g P₂O₅ และ 330 g K₂O

3.3 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์

เก็บตัวอย่างดินรวม 4 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ก่อนการทดลอง เดือนเมษายน 2545 ครั้งที่ 2 ช่วงฤดูแล้ง เดือนกุมภาพันธ์ 2546 ครั้งที่ 3 ช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม 2546 ครั้งที่ 4 สิ้นสุดการทดลอง เดือนพฤษภาคม 2547 เก็บตัวอย่างดินก่อนการให้ปุ๋ยบล็อกละ 4 จุด ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. นำดินทั้ง 4 จุดมารวมกันโดยแยกแต่ละระดับความลึก นำมาผึ่งในร่มให้แห้ง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด

2 มม. แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) อินทรีย์วัตถุ (OM) การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extractable K, Ca, Mg) ปริมาณจุลธาตุที่สกัดได้ (Extractable Fe, Mn, Zn และ Cu) ซัลเฟอร์ที่สกัดได้ (Extractable S) และคลอไรด์ที่สกัดได้ (Extractable Cl)

ตารางที่ 3.1 ค่าผลการวิเคราะห์ดินแปลงสัมสวนบอเนียวก่อนการทดลอง

รายการวิเคราะห์	หน่วย	ผลการวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลอง		
		ระดับความลึกที่เก็บตัวอย่าง 0-15 ซม.	15-30 ซม.	
ความเป็นกรด-ด่าง (pH, 1:1)	-	5.02	4.99	
ค่าการนำไฟฟ้า (EC, 1:5)	$\mu\text{S/cm}$	103	57.4	
อินทรีย์วัตถุ (OM, Walkley & Black)	%	3.72	3.29	
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II)	mg kg^{-1}	67.1	28.5	
โพแทสเซียม	สกัดด้วย	mg kg^{-1}	184	113
แมกนีเซียม	1 N NH_4AcO	mg kg^{-1}	125	76.7
แคลเซียม	pH 7.0	mg kg^{-1}	435	368
กำมะถัน	สกัดด้วย $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	mg kg^{-1}	25.1	20.3
เหล็ก		mg kg^{-1}	51.5	47.8
แมงกานีส	สกัดด้วย DTPA	mg kg^{-1}	17.8	14.2
สังกะสี		mg kg^{-1}	1.7	0.58
ทองแดง		mg kg^{-1}	1.78	1.35
คลอไรด์	สกัดด้วยน้ำ	mg kg^{-1}	7.66	7.35

3.4 การเก็บตัวอย่างใบส้ม

สุ่มผูกป้าย ใบส้มที่แตกใบใหม่โดยเริ่มผูกตั้งแต่ใบส้มอายุ 1 เดือนผูกใบที่อยู่ตรงกลางของกิ่งคือใบที่ 4 และใบที่ 6 ให้ได้จำนวนที่มากพอในแต่ละต้นเพื่อที่จะเก็บใบส้มจนถึงอายุ 7 เดือนโดยเก็บ

ครั้งแรกที่ใบส้มอายุ 1 เดือนและเก็บทุก ๆ เดือนรวม 7 ครั้ง โดยเก็บใบส้มจากต้นที่ให้ปุ๋ยเหมือนกันในแต่ละบล็อกรวมกันเป็น 1 ตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 24 ตัวอย่างในแต่ละครั้ง

3.5 การเก็บตัวอย่างผลส้ม

สุ่มสุกป้ายผลส้มตั้งแต่อายุ 1 เดือนโดยสุกให้ได้มากที่สุดสำหรับเก็บตัวอย่างผลส้ม 4 ครั้ง เมื่อผลส้มมีอายุ 5 เดือน ผลส้มอายุ 7 เดือน ผลส้มอายุ 9 เดือน และผลส้มอายุ 10 เดือน นำตัวอย่างมาล้างในสารละลาย 0.1 N HCl แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ผึ่งให้แห้งแล้วตัดผลส้มเป็น 4 ส่วนตามความยาวของผล นำไปทำให้แห้งโดยวิธี Freeze Dry จากนั้นนำตัวอย่างไปบดให้ละเอียดก่อนนำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร N , P, K, Ca , Mg , S , Cl , Fe , Mn , Zn และ Cu

3.6 การเก็บผลผลิตและการบันทึกข้อมูล

สุ่มเก็บผลส้มเมื่อผลส้มที่สุกป้ายไว้เมื่อผลส้มอายุ 10 เดือน จำนวนผลส้ม 30 ผลต่อต้น นำมาชั่งน้ำหนักผล วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผล ปริมาณน้ำคั้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid: Brix) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (Titratable Acidity: %TA) สีน้ำคั้น และปริมาณธาตุอาหารในน้ำคั้น

3.7 การวิเคราะห์ทางเคมี

3.7.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

- ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ใช้อัตราส่วนของดิน : น้ำ เท่ากับ 1:1 นำไปวัดด้วยเครื่อง pH meter
- ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) ใช้อัตราส่วนดิน : น้ำ เท่ากับ 1:5 นำไปวัดด้วยเครื่อง EC meter
- ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ใช้วิธี wet oxidation ของ Walkley and Black แล้วนำไปไตเตรทด้วย 0.5 N FeSO_4
- ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) สกัดด้วย Bray II แล้ววิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยใช้ Ascorbic Acid เป็น Reducing Agent แล้ววัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer
- ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extractable K, C และ Mg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกัดด้วย 1 N NH_4OAc pH 7 แล้ววิเคราะห์ปริมาณ Ca, K และ Mg โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

- ปริมาณจุลธาตุที่สกัดได้ (Extractable Fe, Mn, Cu และ Zn) สกัดด้วยสารละลาย DTPA pH 7.3 แล้ววิเคราะห์ปริมาณ Fe, Mn, Cu และ Zn โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

- ปริมาณซัลเฟอร์ที่สกัดได้ (Extractable S) ในดิน ใช้วิธีสกัดด้วย $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ แล้ววิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ ($\text{SO}_4^{2-} - \text{S}$) โดยใช้วิธี Turbidity (Faithfull, 2002)

- ปริมาณคลอไรด์ที่สกัดได้ (Extractable Cl) สกัดด้วยน้ำโดยใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:2 แล้ววิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ (Cl) โดยการไทเตรตกับ AgNO_3 (Franson, 1985)

3.7.2 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบและผลส้ม

- ปริมาณไนโตรเจน (N) โดยวิธี Micro Kjeldahl ด้วยวิธีย่อยสลายด้วยกรด H_2SO_4 เข้มข้น แล้วหาปริมาณ N โดยการกลั่น

- ปริมาณ P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Cu และ Zn โดยการย่อยสลายด้วยกรด HNO_3 : HClO_4 อัตราส่วน 5:1 หลังจากที่ได้ตัวอย่างใสแล้วทิ้งไว้ให้เย็น เติมกรด HCl 3 N จำนวน 5 มล. แล้วกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ P โดยวิธี molybdate-vanadate yellow colour แล้ววัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer วิเคราะห์หาปริมาณ P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Cu และ Zn โดยใช้เครื่อง Atomic absorption Spectrophotometer และวิเคราะห์หาปริมาณ S โดยใช้วิธี Turbidity (Allan, 1971)

- ปริมาณ Cl โดยวิธี Dry Ashing ด้วยการเผาตัวอย่างใบที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลาอย่างน้อย 90 นาที แล้วนำไปไทเตรตกับ AgNO_3 (Yoshida et al., 1976)

3.7.3 การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต

- การวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Soluble Solid: Brix) วัดด้วยเครื่อง Hand Reflectometer และปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ (Titratable Acidity: %TA) โดยการไทเตรตด้วย 0.1 N NaOH และใช้ Phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์

- การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร โดยหั่นผลส้มเป็น 4 ส่วน นำไปทำให้แห้งโดยวิธี Freeze Dry

3.8 การวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) Versoin 13.0

3.9 สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่สวนส้มบอเนียว ของคุณประถม นรินทร์ศักดิ์ชัย ตำบลมะขาม อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี

3.10 ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองเดือนมิถุนายน 2545 ถึง พฤษภาคม 2547 รวมระยะเวลา 2 ปี



61688

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในห้องสมุดเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 สมบัติดินก่อนและหลังการทดลอง

4.1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH 1:1)

จากผลการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยทุกวิธี ไม่มีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) แตกต่างกัน ทั้ง 2 ระดับความลึกของดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.96-5.37 และที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.02-5.37 และ 4.96-5.25 ตามลำดับ โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง ของทั้ง 2 ระดับความลึก ถือว่าดินเป็นกรดเล็กน้อยเมื่อเทียบกับค่าที่เหมาะสม (6-7) ค่าเฉลี่ยของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่าดินระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังสิ้นสุดการทดลองทั้ง 2 ระดับความลึก เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระหว่างการทดลอง (ตารางที่ 4.1 และ 4.6 และรูปที่ 4.1 และ 4.5)

4.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

จากการให้ปุ๋ยทุกวิธี ไม่มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันทั้ง 2 ระดับความลึก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 27.6-103 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 35-103 $\mu\text{S cm}^{-1}$ และ 27.6-57.4 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าทุกค่ารับที่มีการให้พร้อมกับการให้น้ำมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับค่าวิเคราะห์ก่อนทดลอง เนื่องจากการให้ปุ๋ยตามวิธีการทดลอง จะให้ปุ๋ยในปริมาณที่น้อยจึงไม่มีปัญหาเรื่องความเค็มเมื่อเทียบกับวิธีของเกษตรกรที่ให้ปุ๋ยในปริมาณที่มาก (ตารางที่ 4.1 และ 4.6 และรูปที่ 4.1 และ 4.5)

4.1.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter)

การให้ปุ๋ยทุกวิธี ไม่มีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีความแตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.02-4.24 % สำหรับดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.54-4.24 % และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.02-3.72 % ซึ่งสูงกว่าค่าที่เหมาะสม (2.5-3.0%) (ตารางที่ 4.1 และ 4.6 และรูปที่ 4.1 และ 4.5) เนื่องจากแปลงทดลองเป็นพื้นที่สวนยางเก่าจึงทำให้มีการสลายตัวของดินตอซากและมีการให้ปุ๋ยอินทรีย์ จึงส่งผลทำให้มีปริมาณอินทรีย์ในดินแปลงทดลองสูงตามไปด้วย

4.1.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะให้ทางดินขกเว้นกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ที่ให้ฟอสฟอรัสทางระบบน้ำ จากการทดลอง พบว่าในแต่ละวิธีการให้ปุ๋ยตั้งแต่ฤดูกาลผลิต 2546/47 ปริมาณฟอสฟอรัสในดินไม่มีความแตกต่างกัน โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรหลังจากที่มีการให้ปุ๋ยปริมาณฟอสฟอรัสทุกตำรับสูงขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ และปริมาณฟอสฟอรัสได้ลดลงในช่วงฝนตกชุกเดือนสิงหาคม และลดลงอีกเล็กน้อยในช่วงสิ้นสุดการทดลองเดือนพฤษภาคม โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 23.5-88 mg kg⁻¹ ซึ่งสูงกว่าดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้ายในดิน โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ทุกตำรับลดลงตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์จนถึงสิ้นสุดการทดลอง โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในช่วง 14.5-28.5 mg kg⁻¹ (ตารางที่ 4.2 และ 4.7 และรูปที่ 4.2 และ 4.6)

4.1.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K)

ปริมาณ โพแทสเซียมก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ทุกตำรับสูงและลดลงในช่วงแล้งเดือนกุมภาพันธ์ และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงฤดูฝน และลดลงอีกช่วงสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณ การสะสมของโพแทสเซียมในดินไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 110-184 mg kg⁻¹ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ในดินที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรก็ให้ผลเช่นเดียวกับดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 74.5-113 mg kg⁻¹ ซึ่งถือว่ามีความต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม จากการทดลองพบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมอยู่ในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จะสูงกว่าปริมาณโพแทสเซียมที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร จากค่าวิเคราะห์โพแทสเซียมที่ได้ส่วนใหญ่จะมีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากเป็นลักษณะทั่วไปของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากดินในบริเวณนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะของเนื้อดินหยาบ มีความเป็นกรดสูง ฝนตกชุก จึงเกิดการชะล้างมาก เมื่อพิจารณาวิธีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมพบว่า การให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรและให้ทางดินจะมีปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าทุกตำรับทั้งที่ระดับความลึกดิน 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุรินทร์ ไวยเจริญ (2544) ที่กล่าวว่า การให้ปุ๋ยทางดินจะมีการสะสมโพแทสเซียม (ตารางที่ 4.2 และ 4.7 และรูปที่ 4.2 และ 4.6)

4.1.6 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Ca)

การให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้ไม่มีผลทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรมีความแตกต่างกัน หลังจากที่มีการให้ปุ๋ยพบว่าปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นทุกตำรับในช่วงแล้งเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากมีการให้ปูนขาวและแคลเซียม ไนเตรต (15-0-0) และลดลงทุกตำรับในช่วงฤดู

ฝนเดือนสิงหาคม และเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยหลังการทดลอง เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยโคโลไมท์โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 99.9-469 mg kg⁻¹ และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรก็ให้ผลเช่นเดียวกันกับดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 68.5-368 mg kg⁻¹ โดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จะมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.2 และ 4.7 และรูปที่ 4.2 และ 4.7) จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณแคลเซียมในดินมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน คือ ปริมาณแคลเซียมสูงเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างสูง และปริมาณแคลเซียมต่ำเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ จากผลการทดลองปริมาณแคลเซียมมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่ามาตรฐาน คือ 1,040 mg kg⁻¹ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในอัตราที่สูง จึงมีผลทำให้ในดินมีปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมสูงซึ่งจะไปแทนที่แคลเซียมในอนุภาคดินจึงส่งผลต่อแคลเซียมในดิน

4.1.7 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Mg)

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยทุกวิธีการการให้ปุ๋ยมีการเปลี่ยนแปลง โดยจะมีปริมาณแมกนีเซียมมากกว่าก่อนการทดลองโดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังจากที่มีการให้ปุ๋ยทุกตัวรับมีปริมาณแมกนีเซียมสูงในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากมีการให้แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO 33%) และมีการใส่ปุ๋ยโคโลไมท์ โดยมียุทธศาสตร์อยู่ในช่วง 125-379 mg kg⁻¹ และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรก็ให้ผลเช่นเดียวกันโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 66.1-342 mg kg⁻¹ ค่าเฉลี่ยของดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรมีค่าสูงกว่าที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.3 และ 4.8 และรูปที่ 4.3 และ 4.7)

4.1.8 ปริมาณซัลเฟอร์ที่สกัดได้ (Extractable S)

จากการให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้พบว่า ไม่มีผลทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ที่สกัดได้มีความแตกต่างกัน โดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรจะมีปริมาณซัลเฟอร์ที่สกัดได้ในช่วง 14-25.1 mg kg⁻¹ และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรจะมีปริมาณซัลเฟอร์ที่สกัดได้ในช่วง 12.3-22.8 mg kg⁻¹ โดยปริมาณซัลเฟอร์ที่สกัดได้ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรจะสูงกว่าที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรเล็กน้อย (ตารางที่ 4.3 และ 4.8 และรูปที่ 4.3 และ 4.7) ในขณะที่ นารี พันธุ์จินดาวรรณ (2548) ได้รายงาน ว่า ซัลเฟอร์มีการเคลื่อนย้ายสะสมในดินชั้นล่าง รูปแบบการเปลี่ยนแปลงจะไม่ขึ้นอยู่กับอัตราและวิธีการให้ปุ๋ยและมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอน แต่ปริมาณซัลเฟอร์ที่สกัดได้เมื่อเทียบกับคำแนะนำในการปลูกส้มของออสเตรเลียที่ให้สูงกว่า 15 mg kg⁻¹ SO₄²⁻-S (Vock , 1997) อยู่ในช่วงที่เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.9 ปริมาณสังกะสี ทองแดง แมงกานีส และเหล็ก (Micronutrients)

การให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้ไม่มีผลทำให้ปริมาณของสังกะสี ทองแดง แมงกานีสและเหล็ก มีความแตกต่างกันทั้ง 2 ระดับความลึก โดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ปริมาณสังกะสี ทองแดง แมงกานีสและเหล็ก มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $1.7\text{-}3.12\text{ mg kg}^{-1}$, $1.78\text{-}2.63\text{ mg kg}^{-1}$, $12.6\text{-}24.9\text{ mg kg}^{-1}$ และ $51.5\text{-}64.2\text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ โดยปริมาณสังกะสีอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ($1.1\text{-}3.0\text{ mg kg}^{-1}$) ทองแดง และแมงกานีสสูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม ($0.9\text{-}1.2\text{ mg kg}^{-1}$) และ ($9\text{-}12\text{ mg kg}^{-1}$) ตามลำดับ ส่วนเหล็กอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ($11\text{-}16\text{ mg kg}^{-1}$) ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ปริมาณสังกะสี ทองแดง แมงกานีสและเหล็ก มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $0.58\text{-}2.13\text{ mg kg}^{-1}$, $1.26\text{-}1.74\text{ mg kg}^{-1}$, $12.3\text{-}20.1\text{ mg kg}^{-1}$ และ $47.8\text{-}61.4\text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ โดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จะมีปริมาณสังกะสี ทองแดง แมงกานีสและเหล็กสูงกว่าที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.3,4.4,4.5,4.8,4.9 และ 4.10 และรูปที่ 4.3,4.4.4 และ 4.8)

4.1.10 ปริมาณคลอไรด์ (Chloride : Cl⁻)

จากผลการให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้ ไม่มีผลทำให้ปริมาณของคลอไรด์มีความแตกต่างกันทั้ง 2 ระดับความลึก โดยที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จะมีปริมาณคลอไรด์อยู่ในช่วง $7.52\text{-}9.27\text{ mg kg}^{-1}$ และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร จะมีปริมาณคลอไรด์อยู่ในช่วง $7.51\text{-}9.04\text{ mg kg}^{-1}$ โดยในดินชั้นบนจะมีปริมาณคลอไรด์สูงกว่าดินชั้นล่าง (ตารางที่ 4.5 และ 4.10 และรูปที่ 4.4 และ 4.8) ปริมาณคลอไรด์ก่อนการทดลองและหลังจากให้ปุ๋ยตามกรรมวิธี พบว่าดินมีการสะสมของคลอไรด์น้อยมากแต่เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณคลอไรด์สูงขึ้นในช่วงแล้งของเดือนกุมภาพันธ์และลดลงช่วงฝนตกชุกในเดือนสิงหาคม และสูงขึ้นอีกเล็กน้อยในช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งแสดงว่าการสะสมของคลอไรด์เกิดได้น้อยมากในเขตที่มีฝนตกชุก ทั้งนี้จะเป็นเพราะคลอไรด์ละลายน้ำได้ง่ายและอนุมูลคลอไรด์มีประจุลบเช่นเดียวกับอนุภาคดิน จึงไม่ถูกดูดซับไว้กับดินช่วงที่มีฝนตกชุกจึงมีการเคลื่อนย้ายลงไปในดินลึก (percolation) เลยบริเวณรากส้มอยู่ และปริมาณคลอไรด์ที่วิเคราะห์ได้จัดอยู่ในระดับที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับดินปลูกส้มที่ออสเตรเลียแนะนำให้มีปริมาณคลอไรด์ต่ำกว่า $250\text{ mg kg}^{-1}\text{ Cl}^{-}$ (Vock, 1997) ในดำรับที่ 6 มีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรตจะมีปริมาณคลอไรด์ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น เนื่องจากไนเตรตเป็นปฏิปักษ์กับคลอไรด์ จึงทำให้คลอไรด์ถูกแทนที่ในอนุภาคดิน (Patricia and Magen, 2004)

ตารางที่ 4.1 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละวิธีต่อค่า pH, EC และ OM ของดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.

กรรมวิธี	pH (1:1)			EC (uS/cm)			OM (%)			
	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-46	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-46	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-46	
T1	5.08	5.15a	5.00	69.4	82.8b	43.2	34.1	3.77	4.42	3.55
T2	4.95	5.20a	5.18	85.7	54.12a	35.3	37.9	3.65	4.15	3.21
T3	5.03	5.43b	5.10	78.9	48.0a	30.0	34.3	3.76	4.23	3.37
T4	5.08	5.25ab	5.05	77.6	61.9ab	30.5	38.8	3.54	4.22	3.51
T5	5.03	5.43b	5.08	70.7	49.9a	32.1	37.4	3.65	4.14	3.81
T6	4.95	5.23ab	5.05	76.0	52.8a	39.2	38.1	3.95	4.31	3.78
Mean	5.02	5.28	5.08	76.4	58.2	35.0	36.8	3.72	4.25	3.54
P<0.05	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราครบถ้วนทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราครบถ้วน

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเภ็นทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเภ็น K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเภ็น K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเภ็น K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.2 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละวิธีต่อ ปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ ปริมาณ K และ Ca ที่แลกเปลี่ยนได้ ที่ระดับความลึก 0-15 ซม.

กรรมวิธี	Available P (mgkg ⁻¹)			Exchangeable K (mgkg ⁻¹)			Exchangeable Ca (kgmg ⁻¹)			
	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	
T1	57.5	74.2	28.9	213	159b	132	344	437	108	286
T2	66.7	90.8	22.2	175	120a	90.0	395	347	82.7	259
T3	65.5	84.0	31.4	164	91.6a	122	490	522	99.6	382
T4	72.0	97.0	31.7	186	130ab	97.5	569	501	115	423
T5	69.9	90.2	27.6	206	114a	118	431	492	95.3	399
T6	71.0	92.0	21.0	159	101a	101	380	514	99.0	432
Mean	67.1	88.0	23.5	184	119	110	435	469	99.9	364
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.3 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละวิธีต่อปริมาณ Mg ที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณ S และ Fe ที่สกัดได้ ที่ระดับความลึก 0-15 ซม.

กรรมวิธี	Exchangeable Mg			Extractable S			Extractable Fe		
	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47
T1	113	131	245	22.8	15.2ab	41.4b	30.8	60.6ab	64.7
T2	137	112	205	27.7	10.6a	21.1a	30.1	50.5a	62.2
T3	153	126	313	30.5	20.9b	18.7a	19.1	58.9ab	69.8
T4	119	156	305	10.3	9.08a	10.5a	20.1	61.7ab	67.4
T5	132	136	285	28.1	21.6b	19.0a	25.7	47.6a	50.9
T6	96.0	115	288	31.1	6.76a	10.9a	20.8	74.7b	70.6
Mean	125.0	129	273	25.1	14.00	20.3	24.4	59.0	64.2
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	*	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมิณทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.4 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละวิธีต่อปริมาณ Mn และ Cu ที่สกัดได้ ที่ระดับความลึก 0-15 ซม.

กรรมวิธี	Extractable Mn (mgkg ⁻¹)			Extractable Cu (mgkg ⁻¹)		
	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47
T1	14.8	9.08	23.9	1.63	2.31	2.05
T2	19.3	12.0	18.9	1.70	2.41	2.35
T3	18.8	13.9	24.3	2.03	2.91	2.40
T4	15.6	12.1	19.6	1.72	2.99	1.90
T5	19.7	14.8	24.9	1.63	2.56	2.10
T6	18.6	13.6	17.6	1.94	2.59	2.15
Mean	17.8	12.6	21.5	1.78	2.63	2.16
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมิินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.5 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละวิธีต่อปริมาณ Zn และ Cl ที่สกัดได้ ที่ระดับความลึก 0-15 ซม.

กรรมวิธี	Extractable Zn (mgkg ⁻¹)			Extractable Cl ⁻ (mgkg ⁻¹)		
	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-46	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-46
T1	1.33	2.14	2.95	7.12a	10.5	8.28b
T2	1.95	1.62	2.55	7.06a	10.4	7.58ab
T3	1.65	1.78	3.35	9.51b	8.25	7.23a
T4	1.55	2.11	3.50	7.5a	8.80	7.58ab
T5	1.90	2.14	3.10	7.32a	8.37	7.32a
T6	1.85	1.78	3.25	7.32a	7.85	7.41a
Mean	1.70	1.93	3.12	7.66	9.02	7.57
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	*	ns	*

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

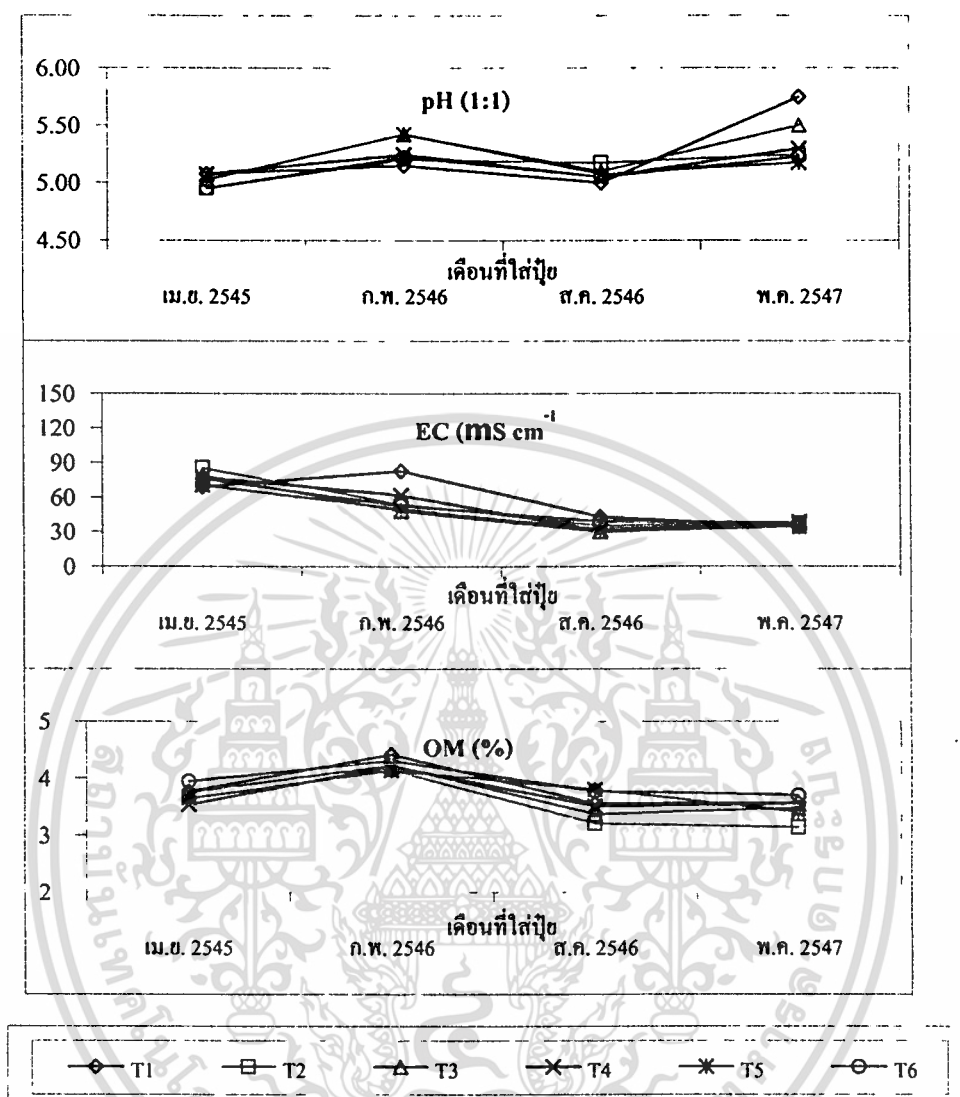
T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประะมิินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประะมิิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประะมิิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประะมิิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)



T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

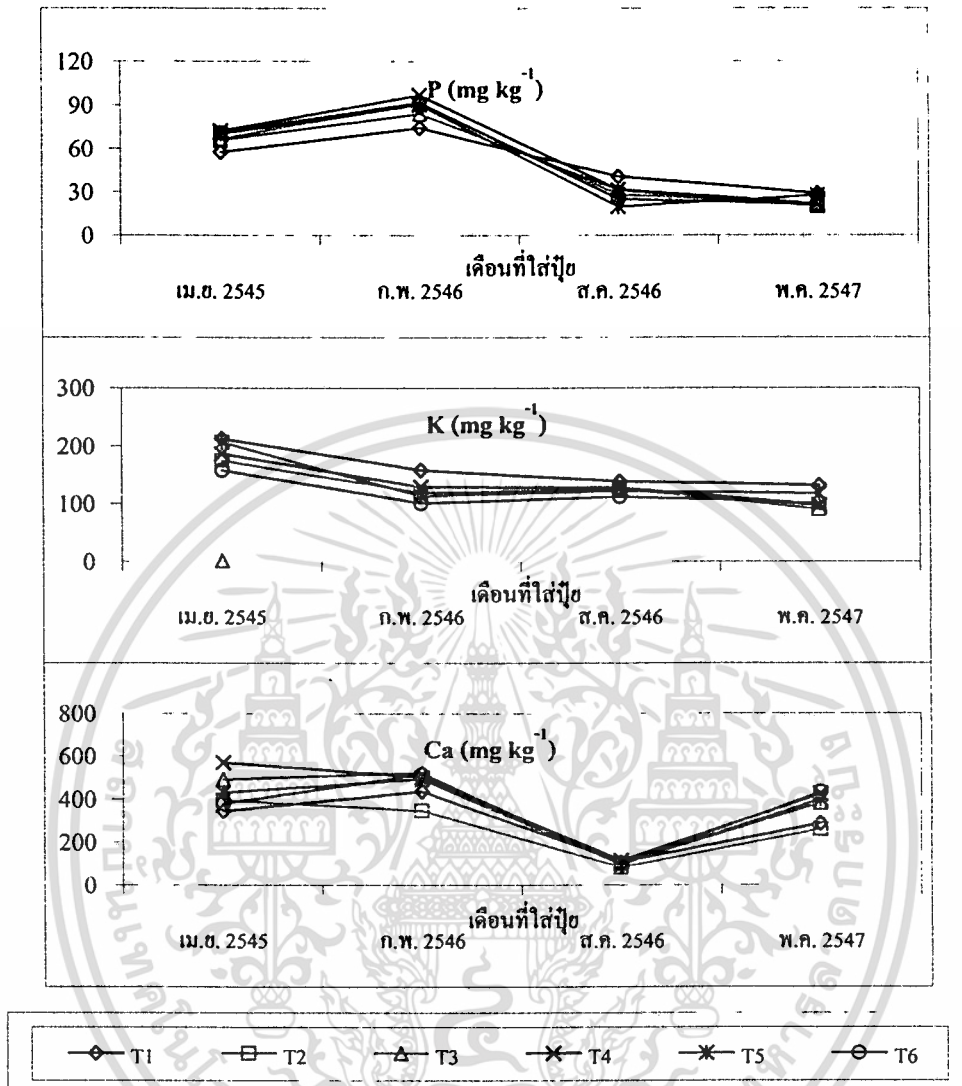
T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K_2SO_4 (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO_3 (13-0-46)

รูปที่ 4.1. ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อค่า pH, Ec และ OM ของดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

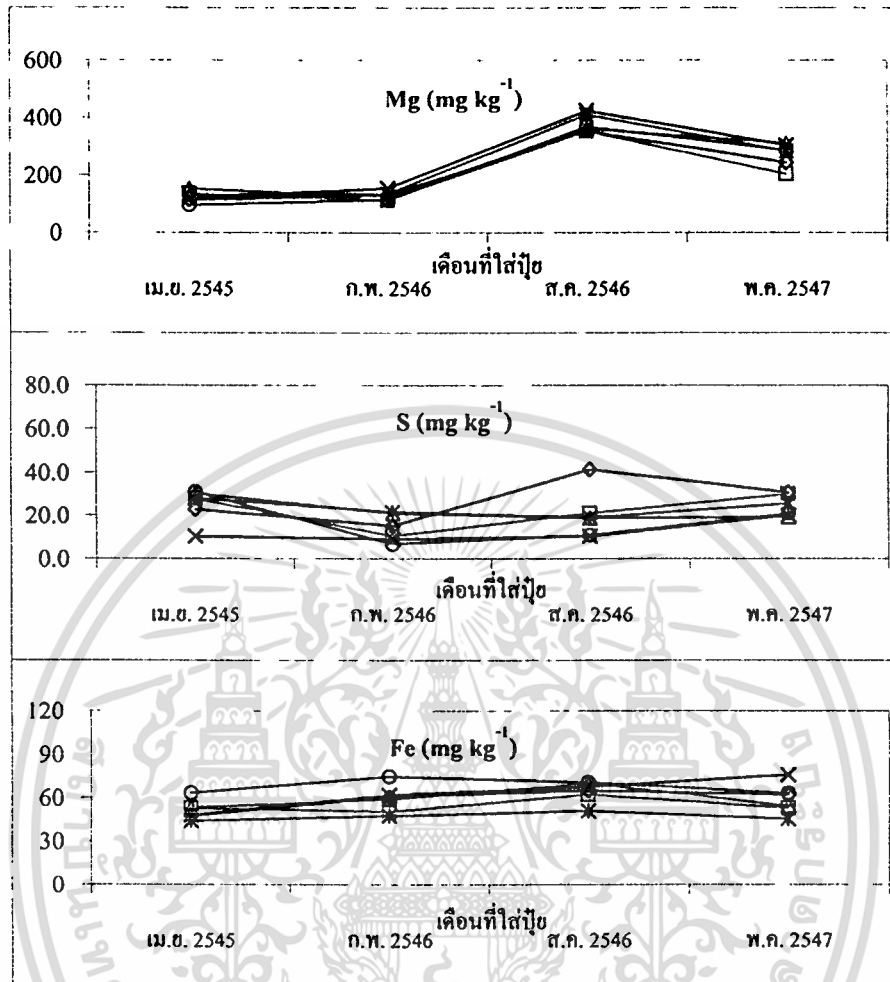
T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

รูปที่ 4.2 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อ P,K และ Ca ของดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหว่านทางดิน

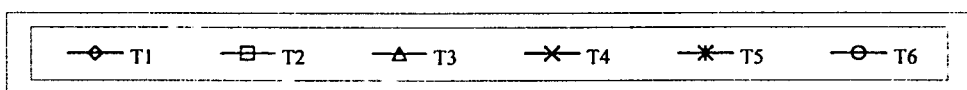
T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

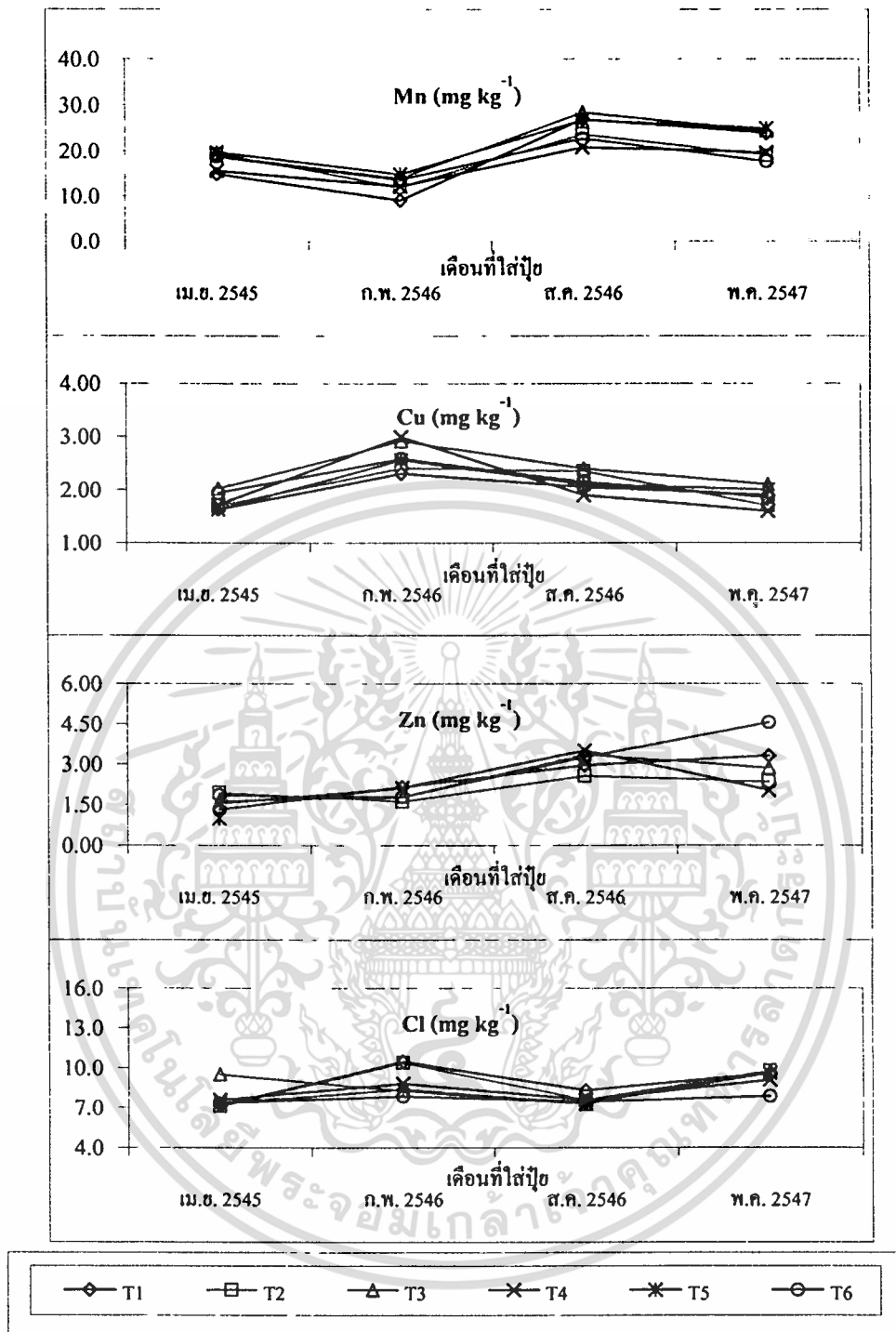
T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)



รูปที่ 4.3 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อ Mg,S และ Fe ของดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K_2SO_4 (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO_3 (13-0-46)

รูปที่ 4.4 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อ Mn,Cu,Zn และ Cl ของดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละวิธีต่อค่า pH, EC และ OM ของดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.

กรรมวิธี	pH (1:1)			EC (uS/cm)			OM (%)			
	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	
T1	5.00	5.00a	4.93	5.55	56.9	36.2b	28.9	3.76	3.00	3.02
T2	4.88	5.03ab	4.90	5.20	31.7	25.1a	29.0	3.61	2.77	3.19
T3	4.98	5.35c	4.90	5.38	33.7	24.3a	27.4	3.60	2.83	3.09
T4	5.15	5.28bc	5.05	5.05	36.4	27.7a	29.7	3.60	3.09	2.88
T5	5.00	5.33c	5.03	5.15	26.9	24.7a	29.3	3.59	3.36	2.95
T6	4.95	5.05ab	4.98	5.20	30.0	27.6a	27.1	3.94	3.10	3.15
Mean	4.99	5.17	4.96	5.25	35.9	27.6	28.6	3.68	3.02	3.05
P ≤ 0.05	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรรมแบบหวานทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกรรม

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมิณทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.7 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละวิธีต่อ ปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ ปริมาณ K และ Ca ที่แลกเปลี่ยนได้ ที่ระดับความลึก 15-30 ซม.

กรรมวิธี	Available P (mgkg ⁻¹)			Exchangeable K (mgkg ⁻¹)			Exchangeable Ca (mgkg ⁻¹)			
	เม.ย.-45	ส.ค.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	ส.ค.-46	พ.ค.-47
T1	27.6	28.8	20.2	17.5	98.5	114b	85.0	307ab	80.7	350
T2	27.0	22.4	12.1	14.4	69.3	91.2ab	87.3	200a	47.2	233
T3	21.6	23.9	14.8	18.9	70.9	90.7ab	69.3	429b	82.7	319
T4	28.6	32.8	15.4	13.4	87.8	94.1ab	68.8	411b	70.1	388
T5	37.7	33.5	13.8	25.6	82.3	96.2ab	74.0	361b	58.8	378
T6	28.5	28.8	10.6	24.9	79.2	70.5a	62.5	391b	71.6	386
Mean	28.5	28.3	14.5	19.1	113.0	92.8	74.5	350	68.5	342
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมิินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.8 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละวิธีต่อปริมาณ Mg ที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณ S และ Fe ที่สกัดได้ ที่ระดับความลึก 15-30 ซม.

กรรมวิธี	Exchangeable Mg (mgkg ⁻¹)			Extractable S (mgkg ⁻¹)			Extractable Fe (mgkg ⁻¹)		
	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47
T1	84.2	58.7	345	173	14.2	33.9b	41.4	55.7	62.0
T2	108	48.3	252	158	19.3	13.8a	43.1	48.9	58.8
T3	83.3	68.9	331	145	13.6	16.2a	59.0	55.3	61.8
T4	67.7	79.7	402	243	7.50	15.0a	47.0	53.6	63.4
T5	59.5	62.8	329	173	9.38	14.8a	37.1	49.1	48.4
T6	57.5	78.2	393	173	9.53	7.42a	59.2	73.8	73.9
Mean	76.7	66.1	342	177	12.30	16.90	47.8	56.1	61.4
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.9 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละวิธีต่อปริมาณ Mn และ Cu ที่สกัดได้ ที่ระดับความลึก 15-30 ซม.

กรรมวิธี	Extractable Mn (mgkg ⁻¹)			Extractable Cu (mgkg ⁻¹)		
	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	พ.ค.-47
T1	10.9	9.30	22.8	22.0	1.29a	1.20
T2	18.6	11.4	17.3	18.7	1.61ab	1.25
T3	16.1	12.5	23.4	23.8	1.93b	1.40
T4	9.30	9.47	17.8	17.3	1.10a	1.25
T5	15.1	16.1	20.9	21.6	1.36a	1.30
T6	15.1	14.9	18.8	16.3	1.30a	2.07b
Mean	14.2	12.3	20.1	19.9	1.35	1.74
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	ns	*	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราครบแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมิณทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.10 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละวิธีต่อปริมาณ Zn และ Cl ที่สกัดได้ ที่ระดับความลึก 15-30 ซม.

กรรมวิธี	Extractable Zn (mgkg ⁻¹)				Extractable Cl (mgkg ⁻¹)			
	เม.ย.-45	ก.พ.-46	ส.ค.-46	พ.ค.-47	เม.ย.-45	ก.พ.-46	ส.ค.-46	พ.ค.-47
T1	0.53	0.71	0.90	2.50	7.15	9.07cd	8.02b	9.41
T2	0.57	0.65	0.69	2.46	7.58	9.50d	7.76ab	9.76
T3	0.69	0.93	1.05	1.70	8.19	7.06a	7.58ab	8.54
T4	0.44	0.74	0.84	1.90	7.24	8.02ab	7.15a	8.54
T5	0.66	0.81	0.60	1.70	7.58	8.19bc	7.41ab	9.41
T6	0.62	1.04	0.70	2.50	7.58	7.58ab	7.15a	8.54
Mean	0.58	0.81	0.80	2.13	7.55	8.24	7.51	9.04
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

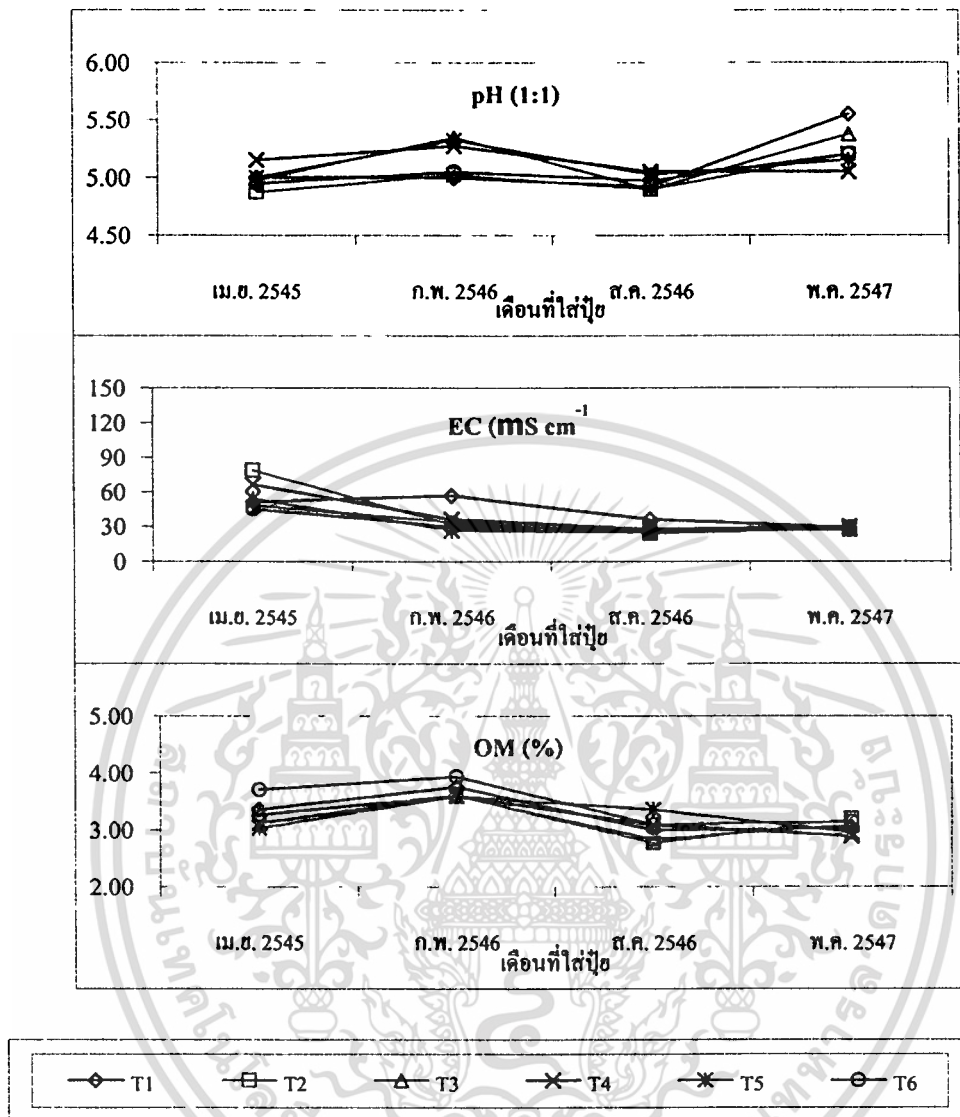
T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมิณทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)



T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมนทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

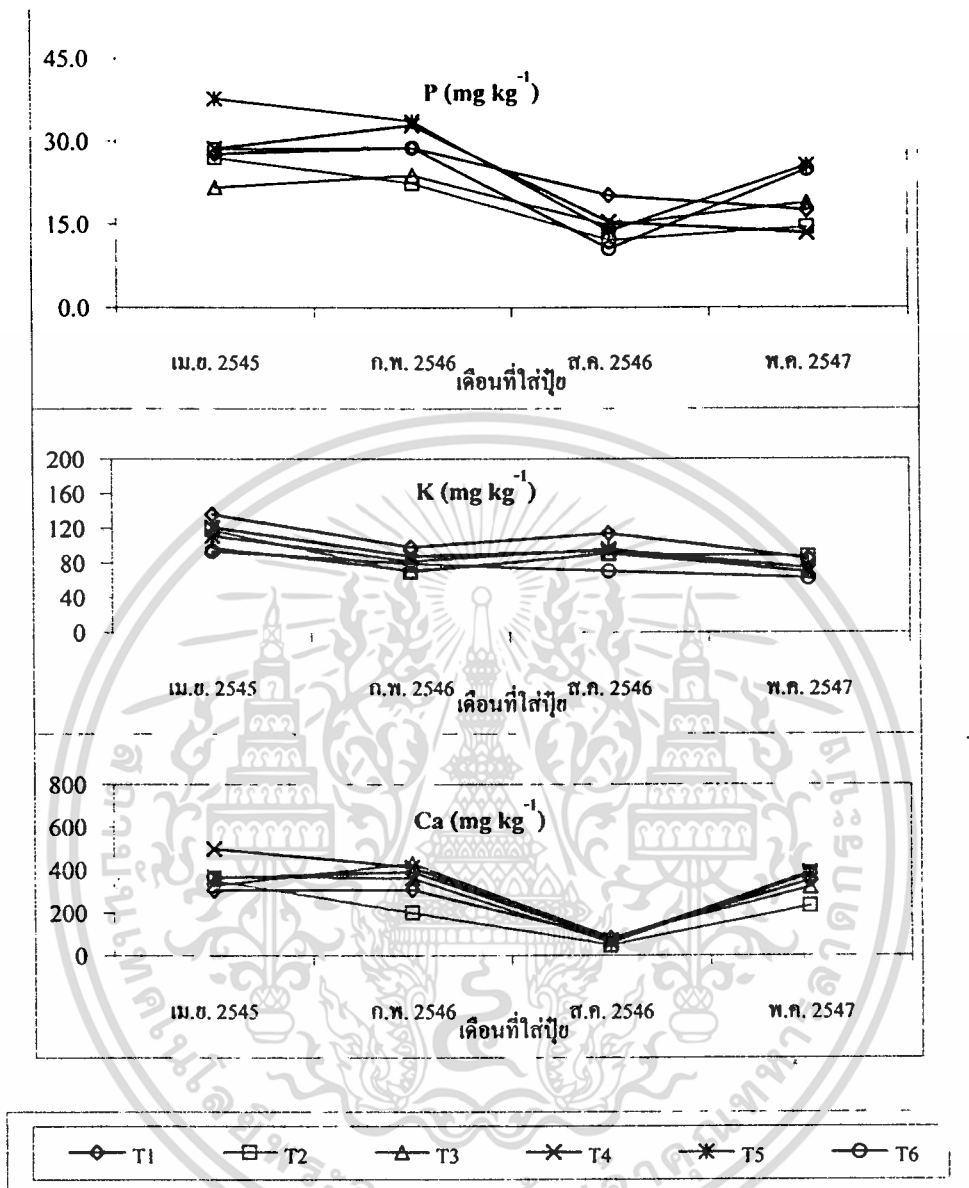
T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมน K ในรูปของ K_2SO_4 (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมน K ในรูปของ KNO_3 (13-0-46)

รูปที่ 4.5 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อค่า pH, Ec และ OM ของดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรรมแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกรรม

T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

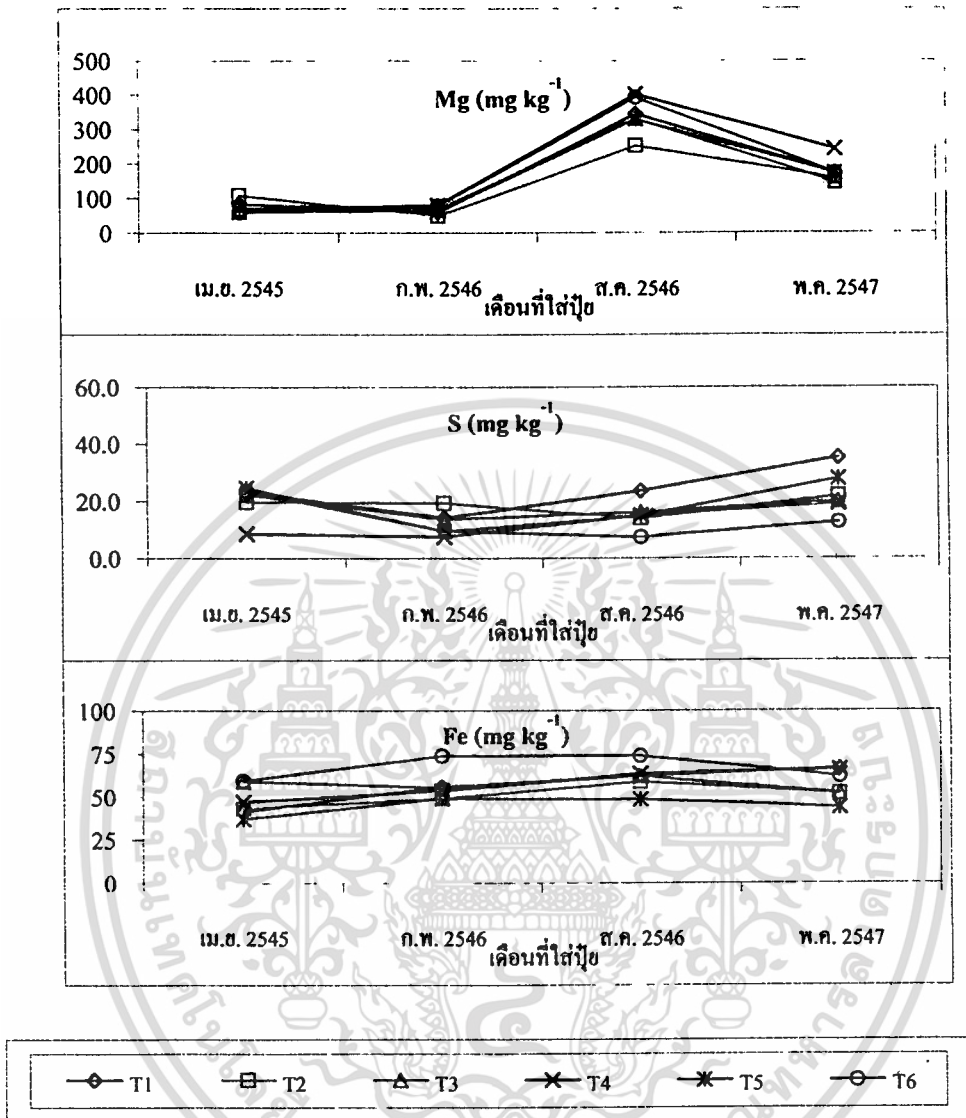
T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K_2SO_4 (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO_3 (13-0-46)

รูปที่ 4.6 ผลของการให้น้ำปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อ P,K และ Ca ของดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

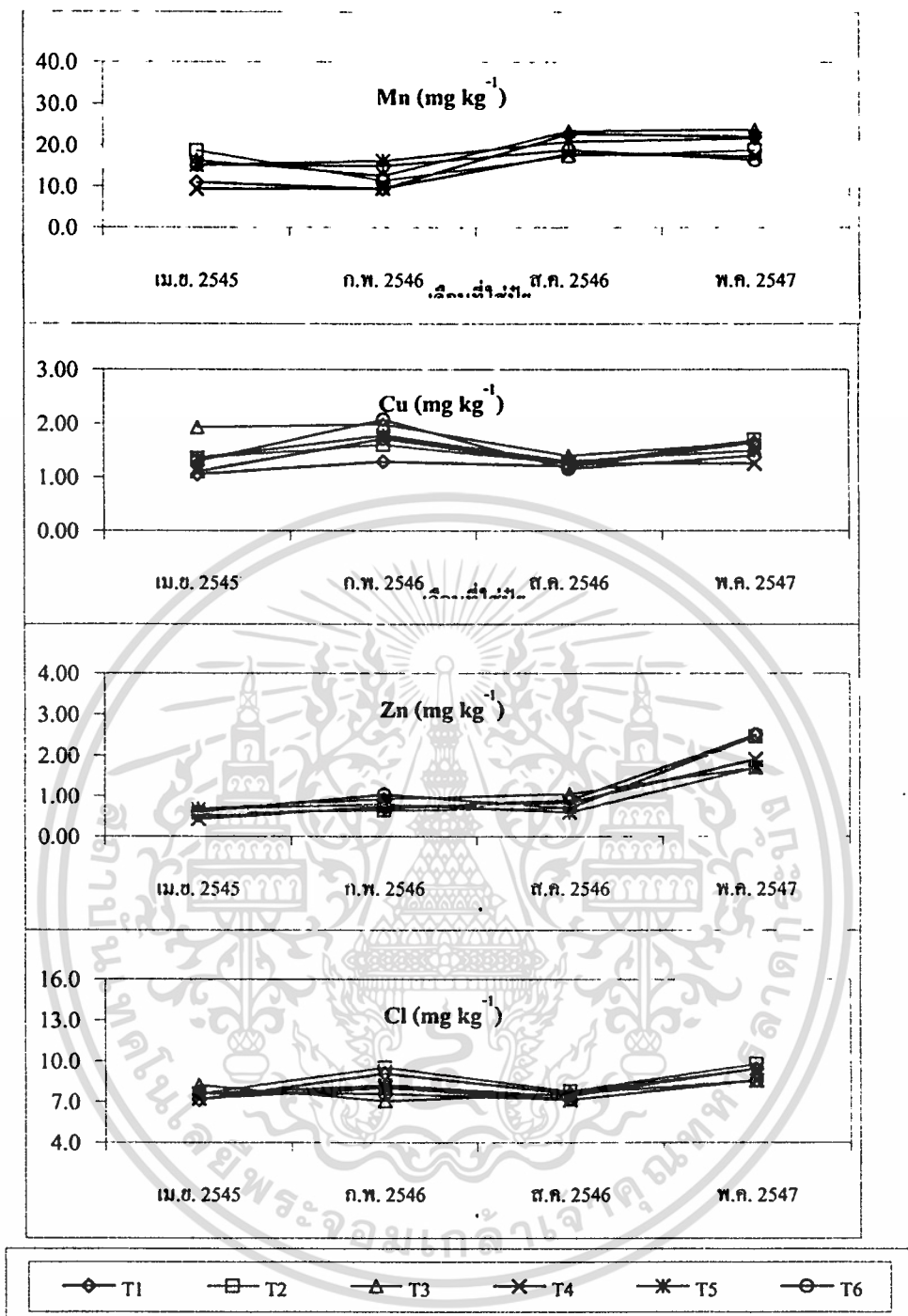
T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

รูปที่ 4.7 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อ Mg,S และ Fe ของดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรรมแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกรรม

T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

รูปที่ 4.8 ผลของการให้น้ำปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อ Mn,Cu,Zn และ Cl ของดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ความสัมพันธ์ของปุ๋ยต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ

4.2.1 ไนโตรเจน (Nitrogen : N)

ไนโตรเจนที่สะสมในใบจะเพิ่มจากใบอายุ 1 เดือนจนถึงเดือนที่ 2 และเดือนที่ 3 ไนโตรเจนเริ่มลดลงจนถึงเดือนที่ 4 ไนโตรเจนลดลงถึงจุดต่ำสุดและมีการขึ้นในเดือนที่ 5 และเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงลดลงค่อนข้างน้อยในเดือนที่ 6 และเดือนที่ 7 โดยค่าเฉลี่ยตั้งแต่ใบสัปดาห์อายุ 3 เดือนถึง 7 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.69-2.83 % (ตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.9) ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสม 2.3-2.9 % (Sauls and Pennington, 1999) (ตารางที่ 4.18) ในขณะที่การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปแบบของเกล็ดคลอไรด์ ซัลเฟตและไนเตรตไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบมีความแตกต่างกันตั้งแต่ใบอายุ 1 เดือนถึง 6 เดือน สำหรับเดือนที่ 7 การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์จะมีความเข้มข้นไนโตรเจนในใบสูงสุด นอกจากนี้ การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบน้ำและทางดินให้ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบไม่แตกต่างกัน

4.2.2 ฟอสฟอรัส (Phosphorous : P)

เมื่อพิจารณาการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา และวิธีที่แตกต่างกันในฤดูกาลผลิตปี 2546/47 พบว่า ความเข้มข้นฟอสฟอรัสใน ใบตั้งแต่ใบอายุ 3 - 7 เดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.18-0.21 % (ตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.9) ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสม 0.09-0.15 % (Saul and Pennington, 2001) (ตารางที่ 4.18) การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจะมีค่าสูง ในเดือนที่ 1, 2 และ 3 และได้ลดลงอย่างต่อเนื่องในเดือนที่ 5, 6 และ 7 เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีการเคลื่อนย้ายจากเนื้อเยื่อแก่ไปยังเนื้อเยื่ออ่อนเช่นเดียวกับธาตุ ไนโตรเจน จึงทำให้ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัสลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น

การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปแบบของเกล็ดคลอไรด์ ซัลเฟต และไนเตรต ก็ให้ผลเช่นเดียวกับ ไนโตรเจนคือ ไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบมีความแตกต่างกันทั้ง 1-6 เดือน ในขณะที่ 7 เดือน การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบสูงกว่าทุกตำรับ

เมื่อพิจารณาปริมาณฟอสฟอรัสที่ในดินที่วิเคราะห์ได้ พบว่า มีผลทำให้ใบสัปดาห์มีความเข้มข้น ฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม 0.09-0.15 % ดังนั้น จึงสามารถลดปริมาณการให้ปุ๋ย ฟอสฟอรัสลงได้ ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนในการผลิตจากค่าปุ๋ยลง และจากการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ให้ทางดินปี ละ 1 ครั้งและให้ทางระบบน้ำ (Mini-sprinkler) ทุกสัปดาห์ พบว่า ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในใบไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งแม้ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ให้ทางระบบน้ำจะมีราคาแพงมาก ดังนั้น จึงเลือกให้ปุ๋ย ฟอสฟอรัสทางดินแทนการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบน้ำเพื่อลดต้นทุนค่าปุ๋ยฟอสฟอรัส

4.2.3 โพแทสเซียม (Potassium : K)

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบจากการให้น้ำทุกวิธีพบว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับอายุของใบส้ม คือ ความเข้มข้นโพแทสเซียมจะเพิ่มใน เดือนที่ 1, 2 และ 3 จะมีความเข้มข้นโพแทสเซียมสูงสุด และในเดือนที่ 4, 5 และ 6 ความเข้มข้นโพแทสเซียมลดลงทุกคำรับ เนื่องจากมีการแตกใบอ่อนและมีการพัฒนาของผลส้มอ่อน ทำให้มีการเคลื่อนย้ายจากเนื้อเยื่อที่แก่ไปยังเนื้อเยื่ออ่อน เช่นเดียวกับธาตุฟอสฟอรัสและไนโตรเจน ส่วนในเดือนที่ 7 ความเข้มข้นโพแทสเซียมมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกษตรกรมีการฉีดพ่นน้ำโพแทสเซียมทางใบ โดยค่าเฉลี่ยในใบส้มอายุ 3 เดือนถึง 7 เดือนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อยู่ในช่วง 2.06-2.46 % (ตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.9) ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม 1.2-1.7 % (Saul and Pennington, 1999) (ตารางที่ 4.18) การให้น้ำอัตราเกษตรกรและให้ทางดินจะมีความเข้มข้นโพแทสเซียมในใบสูงที่สุดตั้งแต่ใบส้มอายุ 1 เดือนถึง 7 เดือน นอกจากนี้ การให้น้ำโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรท ซัลเฟตและไนเตรทให้ค่าความเข้มข้นโพแทสเซียมในใบตั้งแต่อายุ 1 - 7 เดือนไม่แตกต่างกัน

4.2.4 แคลเซียม (Calcium: Ca)

ความเข้มข้นแคลเซียมในใบจากการให้น้ำทุกวิธีพบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบมีความสัมพันธ์กับอายุของใบส้ม กล่าวคือ ความเข้มข้นแคลเซียมในใบจะเพิ่มขึ้นจากใบอายุ 1 เดือนจนถึงอายุ 4 เดือนทุกคำรับมีความเข้มข้นแคลเซียมสูงมากและมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ในเดือนที่ 5, 6 และ 7 เนื่องจากแคลเซียมเป็นธาตุที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในพืช จึงมีปริมาณแคลเซียมสูงในใบแก่ นอกจากนี้ ความเข้มข้นแคลเซียมที่วิเคราะห์ได้มีความเข้มข้นที่สูง เนื่องจากเกษตรกรได้ฉีดพ่นแคลเซียมในรูปของ suspension (Ca 40% w/v) โดยมีการฉีดพ่นตั้งแต่ใบอายุ 3 เดือน ทำให้มีการปนเปื้อนของแคลเซียมที่ฉีดพ่น ค่าเฉลี่ยของใบส้มอายุ 3 เดือนถึง 7 เดือนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อยู่ในช่วง 7.23-9.1 % (ตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.9) ซึ่งถือว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม 2.5-5.0 % (Saul and Pennington, 1999) (ตารางที่ 4.18)

4.2.5 แมกนีเซียม (Magnesium : Mg)

ความเข้มข้นแมกนีเซียมในใบ จากการที่ให้น้ำทุกวิธี พบว่า ความเข้มข้นแมกนีเซียมมีความสัมพันธ์กับอายุของใบส้มโดยมีการเพิ่มขึ้นจากใบอายุ 1 เดือนจนถึงอายุ 3 เดือนจะมีความเข้มข้นแมกนีเซียมสูงสุดและได้ลดลงในเดือนที่ 4 และ 5 ในเดือนที่ 6 แมกนีเซียมมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นอีกและได้ลดลงในเดือนที่ 7 เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ในพืช ทำให้มีการเคลื่อนย้ายธาตุแมกนีเซียมจากเนื้อเยื่อแก่ไปยังเนื้อเยื่อที่อ่อน จากการที่ความเข้มข้นแมกนีเซียมในใบมีการเพิ่มและลด

สลับกันส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากเกษตรกรมีการฉีดพ่นแมกนีเซียมในรูปแบบ suspension (MgO 50%) การเพิ่มและลดลงของแมกนีเซียมในใบจะมีลักษณะตรงกันข้ามกับโพแทสเซียมตั้งแต่ใบสัปดาห์อายุ 4 เดือนถึง 7 เดือนเนื่องจากแมกนีเซียมและโพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีการแข่งขันกัน ค่าเฉลี่ยของใบสัปดาห์อายุ 3 เดือนถึง 7 เดือนพบว่ามีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.57-0.7 % (ตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.10) ความเข้มข้นแมกนีเซียมสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 0.3-0.5 % (Sauls and Pennington, 1999) (ตารางที่ 4.18)

4.2.6 ซัลเฟอร์ (sulfur : S)

ความเข้มข้นซัลเฟอร์ในใบ จากการให้น้ำทุกวิธี พบว่าความเข้มข้นซัลเฟอร์ในใบสัปดาห์ไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ความเข้มข้นซัลเฟอร์ในใบสัปดาห์อายุ 3, 5 และ 7 เดือนมีค่าใกล้เคียงกัน โดยการเปลี่ยนแปลงจะลดลงในเดือนที่ 5 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเดือนที่ 7 เนื่องจากในเดือนที่ 5 ใบสัปดาห์มีการแตกใบอ่อนและออกดอกจึงทำให้ซัลเฟอร์เคลื่อนย้ายไปยังเนื้อเยื่อที่อ่อน และในเดือนที่ 7 ได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.3-0.33 % (ตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.10) ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม 0.2-0.4 % (Reuter and Robinson, 1997) เมื่อพิจารณาการให้น้ำโพแทสเซียมในรูปแบบของเกลือไนเตรต ซัลเฟตและคลอไรด์ให้ค่าความเข้มข้นซัลเฟอร์ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ การให้น้ำฟอสฟอรัสทางดินและทางระบบน้ำให้ค่าความเข้มข้นซัลเฟอร์ไม่แตกต่างกันด้วย

4.2.7 คลอรีน (chlorine: Cl)

ความเข้มข้นคลอไรด์ในใบมีการเปลี่ยนแปลงที่มีรูปแบบไม่แน่นอน กล่าวคือ ในใบอายุ 3 เดือนดำรับที่ 3 และดำรับที่ 4 ให้น้ำโพแทสเซียมในรูปแบบของเกลือคลอไรด์จะมีความเข้มข้นคลอไรด์ในใบสูงสุด และดำรับที่ 1 ให้น้ำเม็คธราเกษตรกรจะมีความเข้มข้นคลอไรด์ต่ำสุด ในเดือนที่ 5 ดำรับที่ 2 ให้น้ำโพแทสเซียมในรูปแบบของเกลือคลอไรด์มีความเข้มข้นคลอไรด์ในใบสูงสุด ขณะที่ดำรับที่ 5 ให้น้ำโพแทสเซียมในรูปแบบของเกลือซัลเฟตมีความเข้มข้นคลอไรด์ต่ำสุด ส่วนในเดือนที่ 7 ความเข้มข้นคลอไรด์ในใบทั้ง 6 ดำรับมีความเข้มข้นคลอไรด์ใกล้เคียงกันมาก จากการให้น้ำทุกวิธี พบว่า ความเข้มข้นคลอไรด์ในใบไม่มีความแตกต่างกัน ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง (743-780 mg kg⁻¹) (ตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.11) ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน (4,000-7,000 mg kg⁻¹) (Reuter and Robinson, 1986) การให้น้ำโพแทสเซียมในรูปแบบของเกลือคลอไรด์ไม่มีผลตกค้างในใบสัปดาห์ เนื่องจากคลอไรด์ละลายน้ำได้ง่ายและอนุมูลคลอไรด์มีประจุลบเช่นเดียวกับอนุภาคดินจึงไม่ถูกดูดซับไว้กับดินช่วงที่มีฝนตกชุก จึงมีการเคลื่อนย้ายลงไปในดินลึก (percolation) เลขบริเวณรากสัปดาห์อยู่

ตารางที่ 4.11 ความเข้มข้นของ N และ P ในใบที่อายุ 1-7 เดือน

กรรมวิธี	%N							%P						
	อายุใบ (เดือน)							อายุใบ (เดือน)						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
T1	2.81	2.93	2.94c	2.80	2.72a	2.80ab	2.70ab	0.26a	0.29	0.26	0.19a	0.17ab	0.15	0.15a
T2	2.70	2.86	2.95c	2.81	2.84ab	2.81ab	2.77b	0.28ab	0.28	0.26	0.19ab	0.17ab	0.15	0.15a
T3	2.64	2.88	2.72a	2.67	2.82ab	2.70a	2.54a	0.31b	0.30	0.30	0.22b	0.20b	0.16	0.17b
T4	2.62	2.86	2.74ab	2.81	2.87b	2.86b	2.67ab	0.26a	0.27	0.27	0.20ab	0.18ab	0.15	0.15a
T5	2.52	3.01	2.88abc	2.68	2.91b	2.72a	2.54a	0.27ab	0.29	0.27	0.20ab	0.18ab	0.15	0.14a
T6	2.55	3.00	2.89bc	2.72	2.80ab	2.78a	2.62ab	0.26a	0.27	0.27	0.19a	0.16a	0.15	0.14a
P ≤ 0.05	ns	ns	*	ns	*	*	*	*	ns	ns	*	*	ns	*

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้อัตราการเกษตรกรรมแบบหวานทางดิน

T2 : ให้อัตราการเกษตรกรรมน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T3 : ให้อัตราการเกษตรกรรมน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้อัตราการเกษตรกรรมน้ำ P ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้อัตราการเกษตรกรรมน้ำ P ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้อัตราการเกษตรกรรมน้ำ P ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.12 ความเข้มข้นของ K และ Ca ในใบที่อายุ 1-7 เดือน

กรรมวิธี	%K							%Ca						
	อายุใบ (เดือน)							อายุใบ (เดือน)						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
T1	2.00a	3.11b	2.97b	2.75	2.42b	1.99b	2.19b	1.42a	2.02a	3.42a	7.87	7.51ab	9.05	8.71a
T2	2.82d	2.80a	3.01b	2.71	2.22ab	1.92ab	2.14b	1.50ab	2.06a	3.30a	7.68	7.16a	9.12	8.88a
T3	2.72cd	2.60a	2.60a	2.42	2.06ab	1.71ab	1.76a	1.63ab	2.19ab	5.91b	8.44	8.24ab	9.82	9.43a
T4	2.63bcd	2.61a	2.88ab	2.43	1.99a	1.65ab	1.65a	1.57ab	2.40b	7.13b	8.64	8.80abc	9.87	11.0b
T5	2.49bc	2.74a	2.65a	2.48	1.97a	1.56a	1.64a	1.73b	2.41b	6.75b	9.44	10.3c	10.4	8.71a
T6	2.35b	2.74a	2.70ab	2.42	1.90a	1.85ab	1.65a	1.53ab	2.31ab	6.78b	8.68	9.03bc	8.94	7.86a
P ≤ 0.05	*	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรรมแบบหวานทางดิน

T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกรรม

T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมิณทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.13 ความเข้มข้นของ Mg และ S ในใบที่อายุ 1-7 เดือน

กรรมวิธี	%Mg							%S						
	อายุใบ (เดือน)							อายุใบ (เดือน)						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
T1	0.62a	0.74a	0.76a	0.57	0.50a	0.59ab	0.45a	-	-	0.34	-	0.33b	-	0.33
T2	0.68ab	0.73a	0.89b	0.61	0.55ab	0.65ab	0.50ab	-	-	0.30	-	0.30ab	-	0.33
T3	0.74b	0.77ab	0.91b	0.67	0.64b	0.73b	0.54b	-	-	0.32	-	0.28a	-	0.30
T4	0.64a	0.77ab	0.84b	0.63	0.60b	0.67ab	0.55b	-	-	0.34	-	0.31ab	-	0.33
T5	0.66ab	0.84c	0.88b	0.68	0.73c	0.70ab	0.50ab	-	-	0.34	-	0.32ab	-	0.31
T6	0.65ab	0.80bc	0.83ab	0.64	0.63b	0.58a	0.48ab	-	-	0.33	-	0.31ab	-	0.33
P ≤ 0.05	*	*	*	ns	*	*	*	-	-	ns	-	*	-	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้อัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้อัตราเกษตรกรน้ำอัตรเกษตรกร

T3 : ให้อัตรา N,P,K อัตราประมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ใหทางดิน อัตราประมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ใหทางดิน อัตราประมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ใหทางดิน อัตราประมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.14 ความเข้มข้นของ Fe และ Mn ในใบที่อายุ 1-7 เดือน

กรรมวิธี	mgkg ⁻¹ Fe							mgkg ⁻¹ Mn						
	อายุใบ (เดือน)							อายุใบ (เดือน)						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
T1	36.1a	51.8	69.4ab	148a	136a	116	122abc	56.0a	41.7	43.1b	93.4	99.8ab	67.7c	129
T2	44.3b	44.8	79.1b	147a	121a	115	112abc	65.6ab	35.5	39.5ab	81.4	80.1a	61.4bc	107
T3	41.6ab	49.9	70.6ab	175abc	131a	127	137c	70.8b	34.9	34.2a	83.5	104b	61.6bc	126
T4	40.7ab	54.2	70.9ab	202c	195b	128	129bc	64.7ab	34.8	36.3ab	89.2	94.9ab	57.0ab	125
T5	41.8ab	47.2	61.4a	188bc	127a	131	101ab	56.4a	39.5	35.5ab	90.4	88.7ab	58.6ab	125
T6	43.3b	50.2	66.2ab	155ab	107a	118	90.5a	59.2a	35.1	33.3a	88.7	88.6ab	52.0a	123
P ≤ 0.05	*	ns	*	*	*	ns	*	*	ns	*	ns	*	*	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

T1 : ให้อัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้อัตราเกษตรกรน้ำอัตรเกษตรกร

T3 : ให้อัตรา N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.15 ความเข้มข้นของ Cu และ Zn ในใบที่อายุ 1-7 เดือน

กรรมวิธี	mgkg ⁻¹ Cu							mgkg ⁻¹ Zn						
	เดือน							เดือน						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
T1	9.44a	8.82	7.48	11.4ab	20.5c	1.61	13.3	57.8a	82.4	86.4	205	219	210	287
T2	12.0c	7.77	7.57	25.4ab	6.40ab	2.84	14.3	80.1bc	81.4	96.8	196	181	199	263
T3	11.4bc	9.16	10.8	23.0ab	10.3abc	4.58	14.2	94.0c	87.1	86.0	207	219	193	294
T4	9.94ab	8.00	7.98	26.7b	16.7bc	1.61	12.2	75.0b	88.8	89.6	205	192	178	271
T5	10.9abc	8.60	10.2	15.2ab	14.2abc	2.84	13.0	79.3bc	87.1	76.0	213	212	188	271
T6	10.5abc	8.16	8.51	10.1a	2.61a	1.99	12.9	77.2b	77.7	81.9	204	207	203	260
P ≤ 0.05	*	ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้อัตราเกษตรกรรมแบบหวานทางดิน

T2 : ให้อัตราเกษตรกรรมน้ำอัตรเกษตรกรรม

T3 : ให้อัตรา N,P,K อัตราประเมิณทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.16 ความเข้มข้นของ Cl ในใบที่อายุ 3, 5 และ 7 เดือน

กรรมวิธี	mgkg ⁻¹ Cl							%Cl						
	เดือน							เดือน						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
T1	-	-	0.08a	-	0.08bc	-	0.08	-	-	818a	-	833bc	-	780
T2	-	-	0.09b	-	0.09c	-	0.08	-	-	920b	-	880c	-	758
T3	-	-	0.10b	-	0.08ab	-	0.08	-	-	968b	-	773ab	-	765
T4	-	-	0.10b	-	0.07a	-	0.08	-	-	963b	-	728a	-	780
T5	-	-	0.09ab	-	0.07a	-	0.07	-	-	873ab	-	723a	-	743
T6	-	-	0.09ab	-	0.08abc	-	0.08	-	-	910ab	-	813abc	-	765
P ≤ 0.05			*		*		ns			*		*		ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

T1 : ให้อัตราการชลประทานแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้อัตราการชลประทานแบบหยด

T3 : ให้อัตราการชลประทานแบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้อัตราการชลประทานแบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้อัตราการชลประทานแบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้อัตราการชลประทานแบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.17 แสดงปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในใบส้มที่ช่วงใบอายุ 3-7 เดือน

Treatment	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S	mg kg ⁻¹ Fe	mg kg ⁻¹ Mn	mg kg ⁻¹ Cu	mg kg ⁻¹ Zn	%Cl	mg kg ⁻¹ Cl
T1	2.79bc	0.18	2.46c	7.31a	0.57a	0.33b	118ab	86.7	10.8	202	0.08	810
T2	2.83c	0.19	2.40bc	7.23a	0.64ab	0.31ab	115a	74.0	11.3	187	0.09	853
T3	2.69a	0.21	2.11ab	8.37ab	0.70b	0.30a	128ab	81.8	12.6	200	0.08	835
T4	2.79bc	0.19	2.12ab	9.10b	0.66ab	0.33b	145b	80.5	13.0	187	0.08	823
T5	2.74ab	0.19	2.06a	9.10b	0.70b	0.32ab	122ab	79.6	11.1	192	0.08	779
T6	2.76abc	0.18	2.11ab	8.26ab	0.63ab	0.32ab	107a	77.1	7.23	191	0.08	829
P ≤ 0.05	*	ns	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns : ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.18 ค่าวิเคราะห์มาตรฐานของธาตุอาหารในใบส้ม

ธาตุอาหาร	ความเข้มข้นมาตรฐานของธาตุอาหารในใบส้ม			
	ไต้หวัน ¹	นิวซีแลนด์ ²	ฟลอริดา ³	ไทย ⁴
N (%)	3.0-3.2	2.4-2.6	2.3-2.9	2.4-2.6
P (%)	0.12-0.18	0.14-0.16	0.09-0.15	0.12-0.16
K (%)	1.4-1.7	0.9-1.2	1.2-1.7	0.80-1.10
Ca (%)	2.5-4.5	3.0-6.0	2.5-5.0	3.0-5.5
Mg (%)	0.26-0.5	0.25-0.60	0.30-0.50	0.26-0.60
Fe (ppm)	60-120	60-120	40-60	-
Mn (ppm)	25-200	25-200	20-50	25-100
Cu (ppm)	5-16	5-16	4-10	5-16
Zn (ppm)	25-100	25-100	20-50	25-100
B (ppm)	25-150	25-150	10-100	31-100

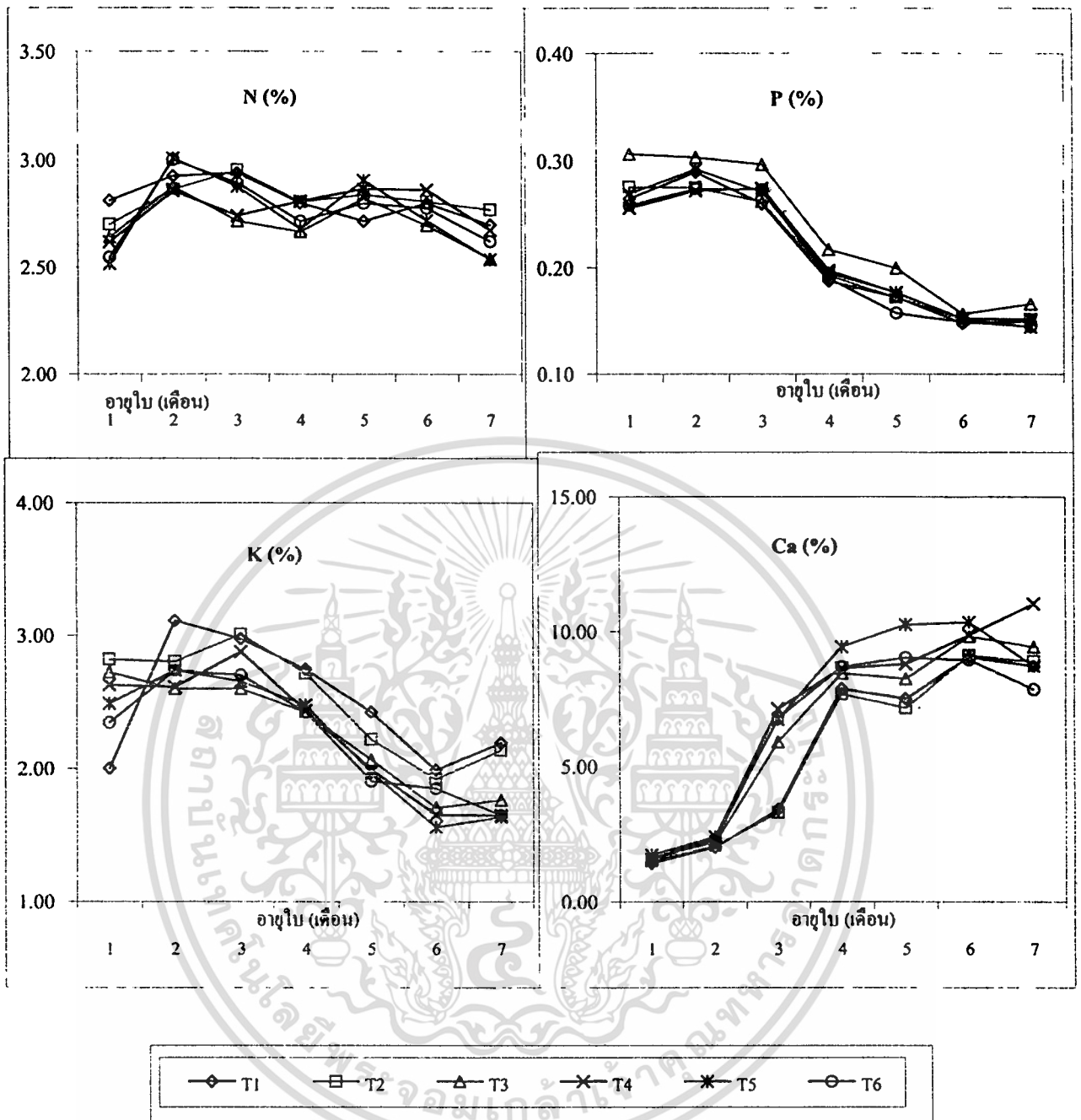
1/ Chang *et al.*, 1994

2/ Anon, 1995

3/ Sauls and Pennington, 2001

4/ Tollet, 1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้อัตราการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ N,P,K และ Ca ในใบสั้

T2 : ให้อัตราการให้ปุ๋ย

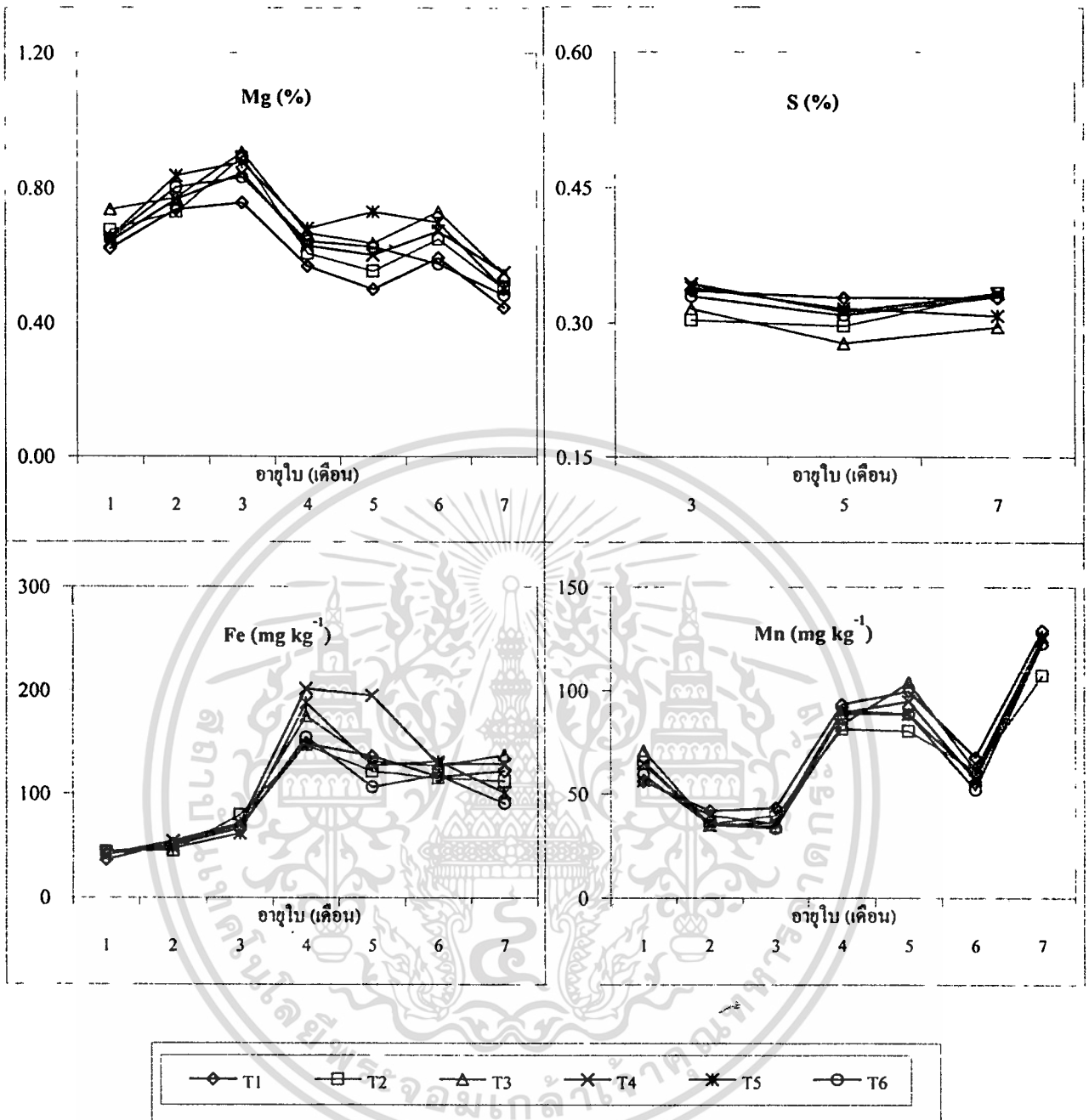
T3 : ให้อัตราการให้ปุ๋ย N,P,K อัตราประเมิทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้อัตราการให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้อัตราการให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิ K ในรูปของ K_2SO_4 (0-0-50)

T6 : ให้อัตราการให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิ K ในรูปของ KNO_3 (13-0-46)

รูปที่ 4.9 ผลของการให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ N,P,K และ Ca ในใบสั้
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้อปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้อปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้อปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

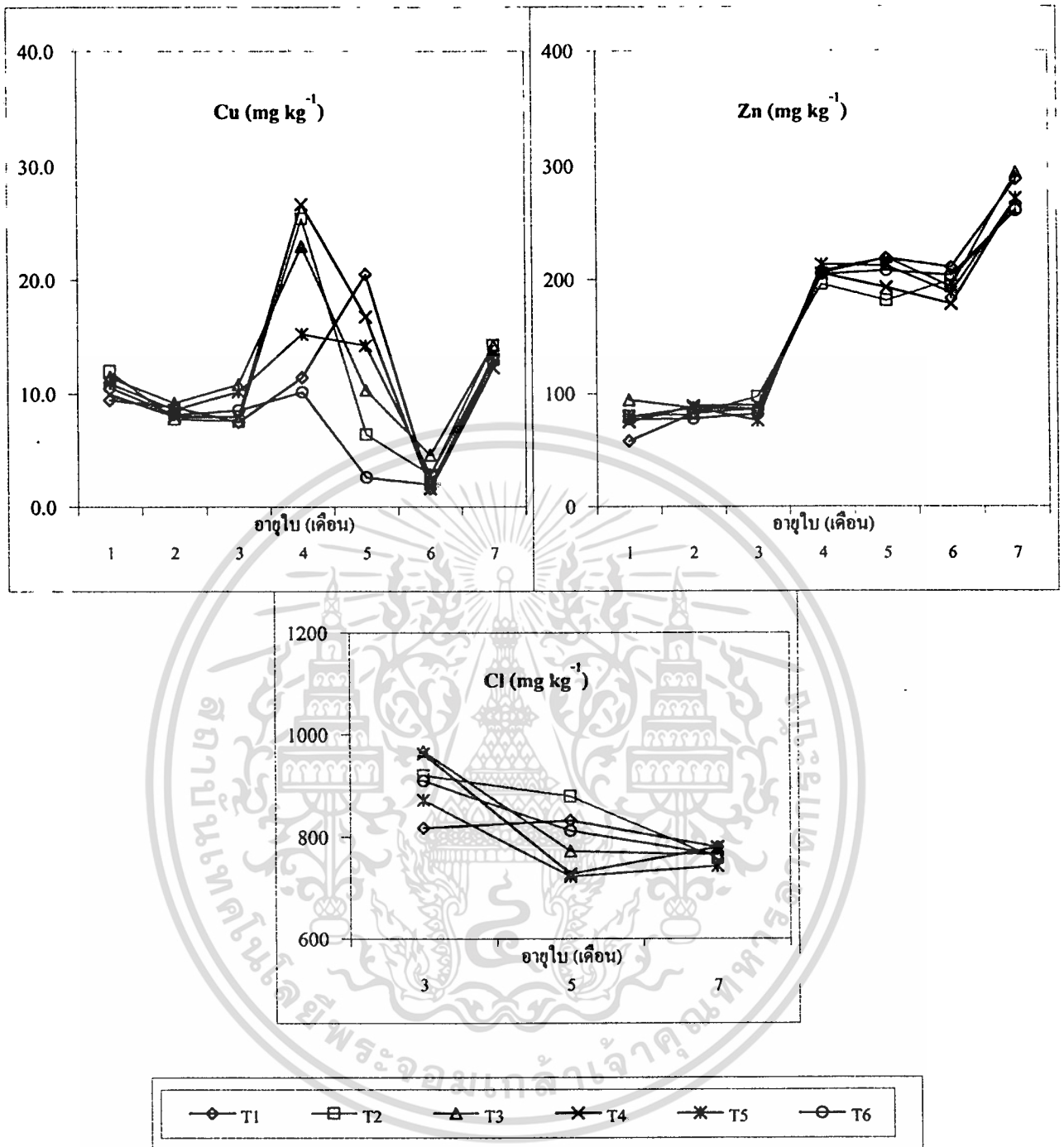
T4 : ให้อปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้อทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้อปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้อทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้อปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้อทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

รูปที่ 4.10 ผลของการให้อปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Mg,S,Fe และ Mn ในใบสั้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมนทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

รูปที่ 4.11 ผลของการให้น้ำปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Cu,Zn และ Cl ในใบสั้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ความสัมพันธ์ของปุ๋ยต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลส้ม

4.3.1 ไนโตรเจน (Nitrogen : N)

ไนโตรเจนในผลส้มมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันที่ผลอายุ 5, 7, 9 และ 10 เดือน และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนโตรเจนในผลก่อนข้างคองที่ แต่ ดำรับที่ 2 ที่มีการให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรและให้ทางระบบน้ำ (Mini-sprinkler) จะมีความเข้มข้นของ ไนโตรเจนในผลสูงกว่าดำรับอื่น ผลส้มอายุ 5, 7, 9 และ 10 เดือน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.02-1.15 % (ตารางที่ 4.19 และรูปที่ 4.12) โดยความเข้มข้นของไนโตรเจนในผลจะมีความสัมพันธ์กับอายุของผล ส้ม กล่าวคือ เมื่อผลส้มอายุมากขึ้นความเข้มข้นของไนโตรเจนจะลดลงทุกวิธีการให้ปุ๋ย การให้ปุ๋ยอัตรา เกษตรกรหว่านทางดิน และการให้ปุ๋ยเกษตรกรทางระบบน้ำไม่มีผลต่อความเข้มข้นไนโตรเจนในผล และการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางดินและทางระบบน้ำก็ไม่มีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับชนิดของปุ๋ย โปแตสเซียมในรูปแบบของเกลือคลอไรด์ ซัลเฟตและไนเตรต

4.3.2 ฟอสฟอรัส (Phosphorous : P)

ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในผลส้มอายุ 5 และ 7 เดือนมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันยกเว้นดำรับที่ 5 ที่ มีการให้ปุ๋ยโปแตสเซียมในรูปแบบของเกลือซัลเฟตที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงขึ้นในเดือนที่ 7 ใน เดือนที่ 9 และเดือนที่ 10 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส ของผลส้มทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.11-0.14 % (ตารางที่ 4.19 และรูปที่ 4.12) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในผลมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลส้มอายุมากขึ้น การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสโดยการหว่านทางดินและการให้ทางระบบน้ำ (Mini-sprinkler) ไม่ทำให้ความเข้ม ข้นของฟอสฟอรัสในผลส้มมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ ชนิดของปุ๋ยโปแตสเซียมทั้ง คลอไรด์ ซัล เฟตและไนเตรตให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในผลไม่แตกต่างกัน

4.3.3 โปแตสเซียม (Potassium : K)

ความเข้มข้นโปแตสเซียมในผลส้มมีความสัมพันธ์กับอายุของผลส้ม โดยความเข้มข้นลดลง เมื่อผลส้มอายุมากขึ้น ยกเว้นดำรับที่ 1 และ 2 ที่อายุผลส้ม 10 เดือนจะมีความเข้มข้นของโปแตสเซียม สูงขึ้น ความเข้มข้นของโปแตสเซียมที่ผลส้มอายุ 5, 7 และ 9 เดือนมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นเดือน ที่ 10 ดำรับที่ 1 และ 2 จะมีความเข้มข้นของโปแตสเซียมสูงกว่าดำรับที่ 3, 4, 5 และ 6 ความเข้มข้น ของโปแตสเซียมเฉลี่ยของผลส้มอายุ 5, 7, 9 และ 10 เดือนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.96-1.1 % (ตารางที่ 4.19 และรูปที่ 4.12) การให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรหว่านทางดินและอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำมีแนวโน้มที่

โพแทสเซียมสูงกว่าค่ารับอื่นในผลส้มอายุ 9 และ 10 เดือน การให้น้ำโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรท ซัลเฟตและไนเตรตให้ค่าความเข้มข้นในผลส้มไม่แตกต่างกัน

4.3.5 แคลเซียม (Calcium: Ca)

ความเข้มข้นของแคลเซียมในผลส้มมีแนวโน้มลดลงเมื่อผลส้มอายุมากขึ้น โดยความเข้มข้นของแคลเซียมในเดือนที่ 5 จะมีค่าสูงสุดและมีการเปลี่ยนที่ลดลงในเดือนที่ 7,9 และ 10 เดือน ในเดือนที่ 5 เนื่องจากผลส้มช่วงอายุ 5 เดือน อยู่ในระยะผลอ่อน ซึ่งต้องการแคลเซียมสูงในการสร้างผนังเซลล์ ความเข้มข้นแคลเซียมเฉลี่ยของผลส้ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.12-0.26 % (ตารางที่ 4.20 และรูปที่ 4.12) การให้น้ำโพแทสเซียมในรูปของคลอไรด์ ซัลเฟตและไนเตรตไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในผลมีความแตกต่างกันยกเว้นในเดือนที่ 5 การให้น้ำโพแทสเซียมในรูปของซัลเฟตจะมีความเข้มข้นของแคลเซียมสูงสุด การให้น้ำโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรท ซัลเฟตและคลอไรด์ให้ค่าความเข้มข้นในผลส้มไม่แตกต่างกัน

4.3.6 แมกนีเซียม (Magnesium : Mg)

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมที่สะสมในผลส้มมีแนวโน้มลดลง โดยความเข้มข้นแมกนีเซียมในผลสูงสุดในเดือนที่ 5 และลดลงในเดือนที่ 7 และ 9 ส่วนเดือนที่ 10 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมทุกค่ารับเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ความเข้มข้นของแมกนีเซียมเฉลี่ยของผลส้ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.015-0.025 % (ตารางที่ 4.20 และรูปที่ 4.13) การให้น้ำอัตราเกษตรกรหว่านทางดิน และอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในผลส้มแตกต่างกัน เช่นเดียวกับการให้น้ำโพแทสเซียมในรูปของคลอไรด์ ซัลเฟตและไนเตรตก็ไม่มีผลทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในผลส้มมีความแตกต่างกัน

4.3.7 ซัลเฟอร์ (sulfur : S)

ความเข้มข้นของกำมะถันที่สะสมในผลส้มอายุ 10 เดือน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.038-0.082 % โดยค่ารับที่ 2 ที่มีการให้น้ำอัตราเกษตรกรและให้ทางระบบน้ำ (Mini-sprinkler) มีความเข้มข้นกำมะถันสูงสุดส่วนค่ารับที่ 6 ที่มีการให้น้ำโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรตมี ความเข้มข้นกำมะถันต่ำสุด ความเข้มข้นกำมะถันในผลส้มที่วิเคราะห์ได้ถือว่ามีปริมาณที่ไม่มากเมื่อเทียบกับความเข้มข้นกำมะถันที่วิเคราะห์ได้ในพืช ซึ่งกำมะถันที่วิเคราะห์ได้เมื่อเทียบกับค่าที่เหมาะสมในพืช 0.2-0.4 % (ตารางที่ 4.20 และรูปที่ 4.13) ถือว่าต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม การให้น้ำโพแทสเซียมในรูปของเกลือคลอไรด์และเกลือซัลเฟตมีความเข้มข้นของกำมะถันในผลมากกว่ารูปของเกลือไนเตรต การให้น้ำอัตราเกษตรกรหว่านทางดินและอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำ และ

การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางดินและทางระบบน้ำให้ความเข้มข้นของกำมะถันในผลส้มไม่มีความแตกต่างกัน

4.3.8 คลอรีน (chlorine: Cl)

ความเข้มข้นของคลอไรด์ในผลส้มอายุ 10 เดือน พบว่า มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.068-0.071 % หรือ 692-703 mg kg⁻¹ (ตารางที่ 4.22 และรูปที่ 4.14) ความเข้มข้นของคลอไรด์ในผลส้มที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงกับในใบ แต่เมื่อเทียบกับค่าที่เหมาะสมในใบ (ต่ำกว่า 0.3 % : Reuter and Robinson, 1988) ถือว่าต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมมาก การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปแบบของเกลือคลอไรด์ เกลือซัลเฟต และเกลือไนเตรตไม่มีผลต่อการสะสมของคลอไรด์ในผล นอกจากนี้ การให้อัตราเกษตรกรหว่านทางดินและอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำ และการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางดินและทางระบบน้ำไม่มีผลต่อการสะสมของคลอไรด์ในผลส้ม



ตารางที่ 4.19 ความเข้มข้นของ N,P และ K ในผลส้มอายุ 5,7,9 และ 10 เดือน

กรรมวิธี	%N				%P				%K			
	อายุผลส้ม (เดือน)				อายุผลส้ม (เดือน)				อายุผลส้ม (เดือน)			
	5	7	9	10	5	7	9	10	5	7	9	10
T1	1.11	1.09abc	1.02	1.05ab	0.13	0.13ab	0.12	0.11	1.11	1.05ab	1.01b	1.06b
T2	1.17	1.17c	1.08	1.11b	0.13	0.14b	0.12	0.12	1.09	1.06ab	1.00ab	1.11b
T3	1.18	1.03a	0.98	1.03ab	0.14	0.13ab	0.11	0.12	1.07	1.04ab	0.90a	0.95a
T4	1.11	1.07abc	0.98	1.00a	0.13	0.14b	0.11	0.11	1.12	1.05ab	0.95ab	0.88a
T5	1.18	1.16bc	1.01	1.01ab	0.13	0.15c	0.11	0.11	1.13	1.12b	0.96ab	0.94a
T6	1.15	1.04ab	1.03	0.97a	0.13	0.12a	0.11	0.11	1.08	1.00a	0.95ab	0.93a
P<0.05	ns	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	*	*

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมิมนทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิมน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิมน K ในรูปของ K_2SO_4 (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิมน K ในรูปของ KNO_3 (13-0-46)

ตารางที่ 4.20 ความเข้มข้นของ Ca, Mg และ S ในผลส้มอายุ 5,7,9 และ 10 เดือน

กรรมวิธี	%Ca				%Mg				%S			
	อายุผลส้ม (เดือน)				อายุผลส้ม (เดือน)				อายุผลส้ม (เดือน)			
	5	7	9	10	5	7	9	10	5	7	9	10
T1	0.24ab	0.18	0.12ab	0.11	0.023	0.020	0.013a	0.015	-	-	-	0.078b
T2	0.21a	0.17	0.11ab	0.11	0.023	0.020	0.014ab	0.017	-	-	-	0.082b
T3	0.27b	0.18	0.13ab	0.12	0.026	0.020	0.015ab	0.018	-	-	-	0.079b
T4	0.29b	0.19	0.14b	0.12	0.025	0.020	0.017b	0.019	-	-	-	0.077b
T5	0.29b	0.18	0.12ab	0.12	0.027	0.021	0.014ab	0.019	-	-	-	0.070b
T6	0.26ab	0.16	0.10a	0.12	0.026	0.019	0.016ab	0.018	-	-	-	0.038a
P<0.05	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	-	-	-	*

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบพ่วงทางดิน

T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมิินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.21 ความเข้มข้นของ Fe, Mn และ Cu ในผลส้มอายุ 5, 7, 9 และ 10 เดือน

กรรมวิธี	mgkg ⁻¹ Fe				mgkg ⁻¹ Mn				mgkg ⁻¹ Cu			
	อายุผลส้ม (เดือน)				อายุผลส้ม (เดือน)				อายุผลส้ม (เดือน)			
	5	7	9	10	5	7	9	10	5	7	9	10
T1	45.6	57.4c	18.1	24.1ab	5.92ab	5.56b	5.82b	4.71	28.1b	18.5b	4.21a	12.0
T2	37.0	38.1abc	18.1	16.9ab	5.21a	5.69b	4.97ab	4.95	20.6ab	25.6b	3.95a	12.6
T3	46.4	40.3abc	34.7	27.8b	6.43ab	5.71b	4.34a	4.20	17.7ab	26.2b	6.94ab	10.8
T4	44.1	48.2bc	23.2	7.94ab	6.46ab	5.67b	5.44ab	4.58	26.8ab	25.0b	8.02ab	15.3
T5	70.1	30.7ab	16.8	7.91ab	6.67ab	5.80b	4.81ab	5.19	17.4ab	19.6b	10.6b	11.1
T6	39.4	20.6a	22.4	2.85a	6.81b	4.08a	4.82ab	5.57	15.1a	2.22a	9.28ab	10.3
P<0.05	ns	*	ns	*	*	*	*	ns	*	*	*	ns

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้อัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้อัตราเกษตรกรแบบน้ำอัตรากษตรกร

T3 : ให้อัตรา N,P,K อัตราประเมิณทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้อัตรา N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

ตารางที่ 4.22 ความเข้มข้นของ Zn และ Cl ในผลส้มอายุ 5,7,9 และ 10 เดือน

กรรมวิธี	mgkg ⁻¹ Zn				mgkg ⁻¹ Cl				%Cl			
	อายุผลส้ม (เดือน)				อายุผลส้ม (เดือน)				อายุผลส้ม (เดือน)			
	5	7	9	10	5	7	9	10	5	7	9	10
T1	34.2	22.0b	20.1	15.2	-	-	-	692	-	-	-	0.069ab
T2	29.5	21.2b	19.9	14.8	-	-	-	703	-	-	-	0.071b
T3	34.5	21.0b	18.8	14.7	-	-	-	669	-	-	-	0.067a
T4	23.0	21.1b	18.4	13.7	-	-	-	684	-	-	-	0.069ab
T5	32.3	20.7b	17.0	13.7	-	-	-	678	-	-	-	0.068ab
T6	26.5	17.7a	18.9	15.0	-	-	-	697	-	-	-	0.070ab
P<0.05	ns	*	ns	ns	-	-	-	ns	-	-	-	*

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรรมแบบหวานทางดิน

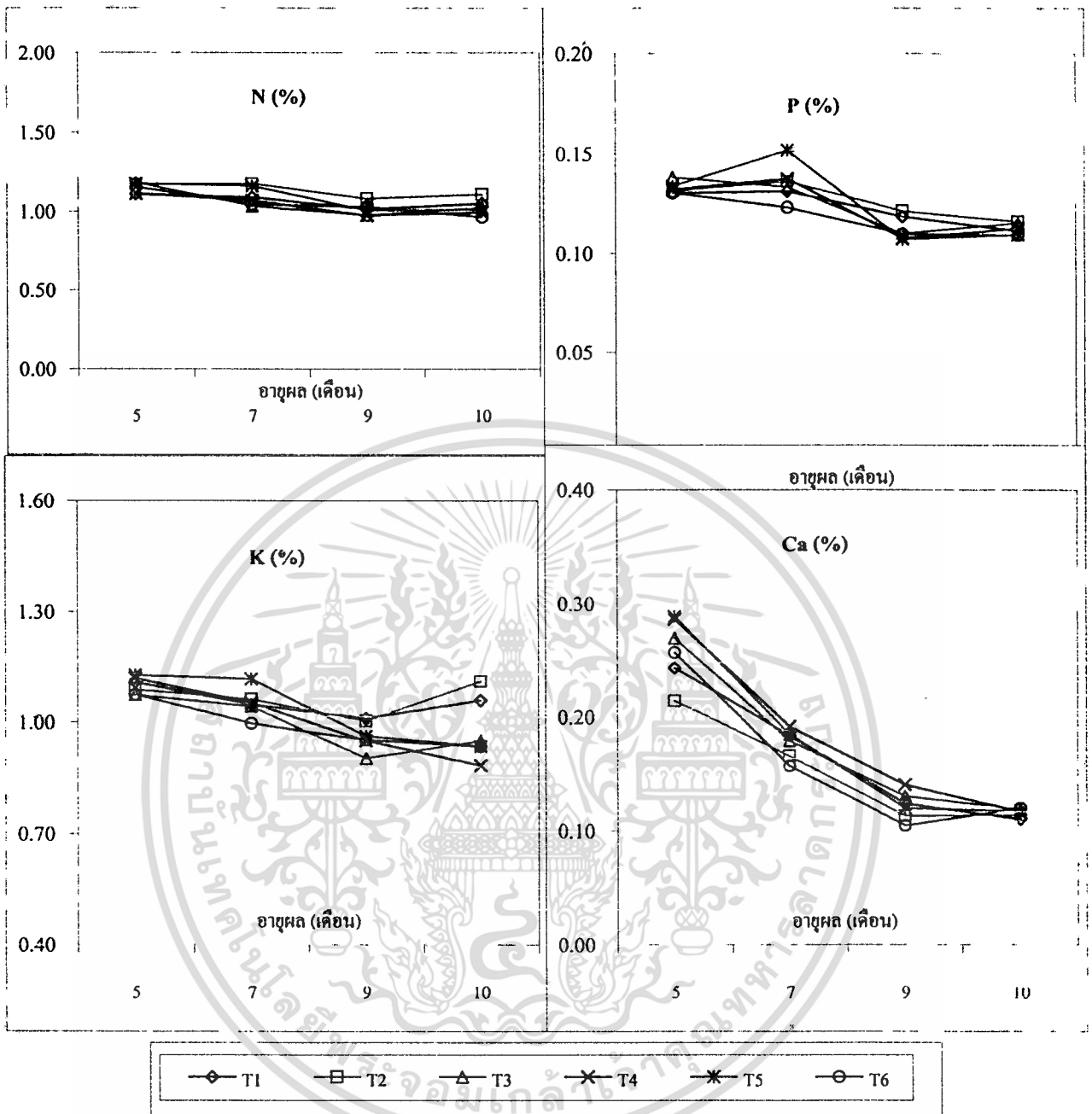
T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกรรม

T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)



T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

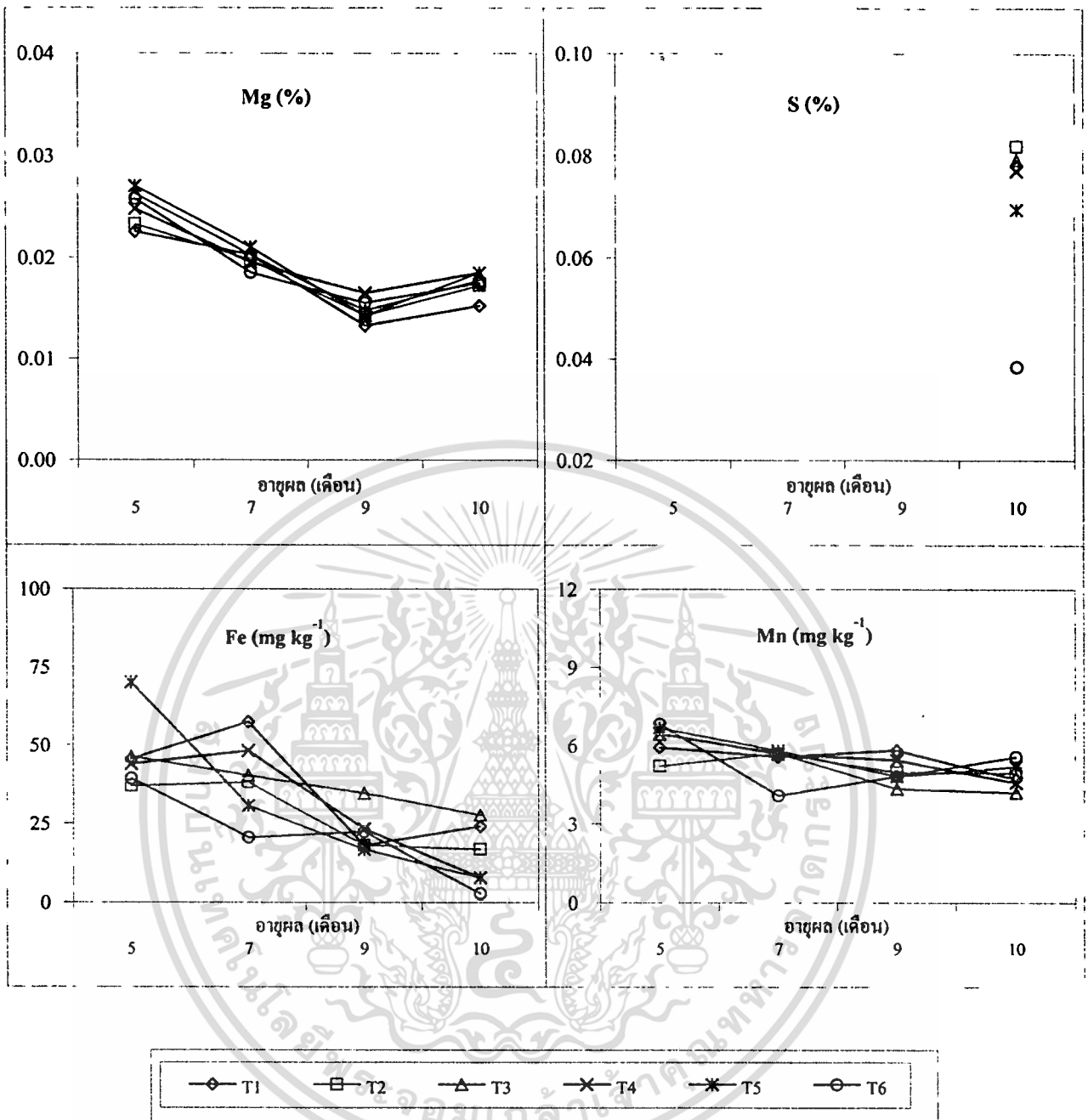
T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมนทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมน K ในรูปของ K_2SO_4 (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมน K ในรูปของ KNO_3 (13-0-46)

รูปที่ 4.12 ผลของการให้น้ำปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ N,P,K และ Ca ในผลส้ม
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเชิงในเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่เห็นว่าประโยชน์ของการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

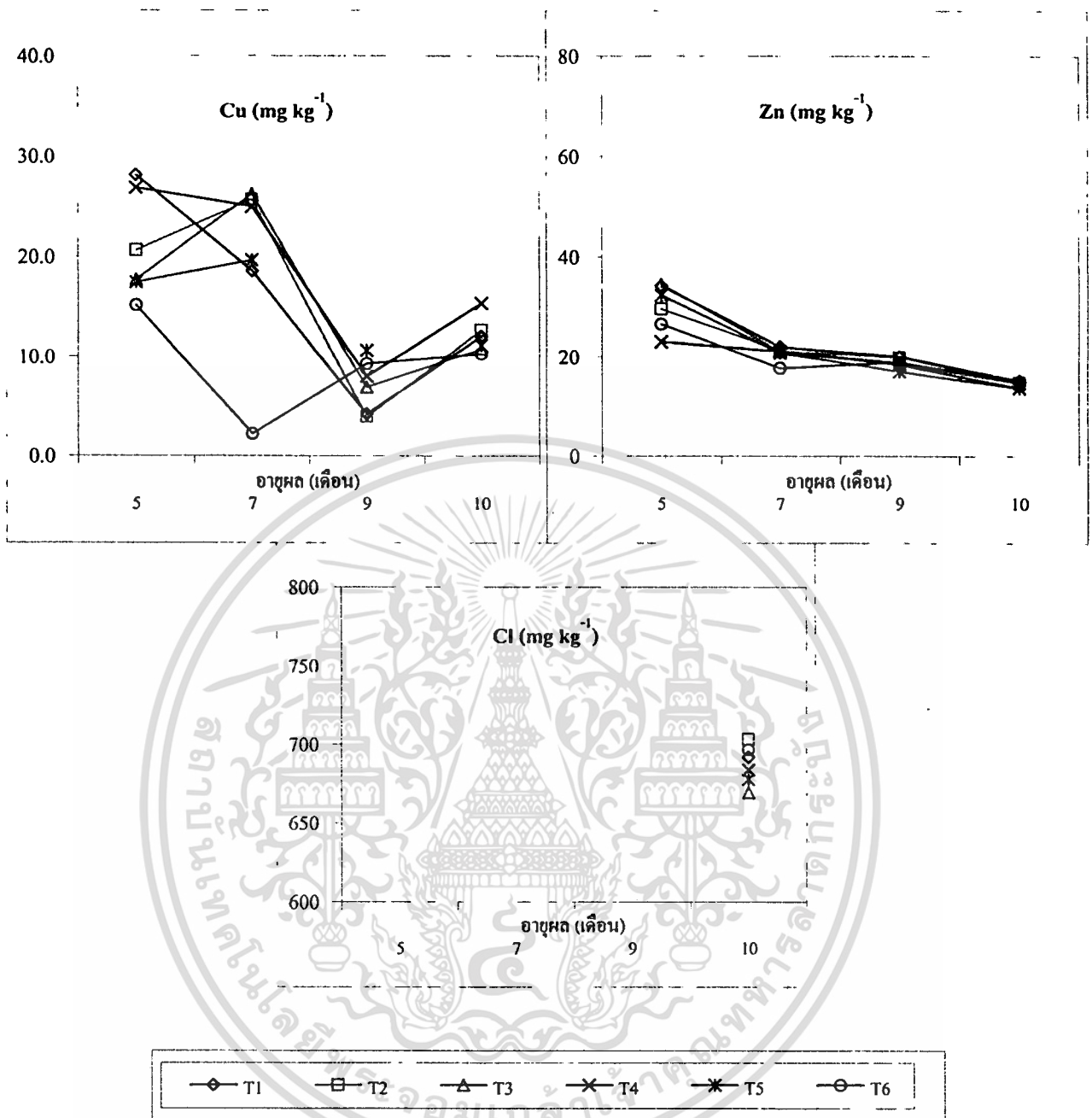
T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

รูปที่ 4.13 ผลของการให้น้ำปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Mg,S,Fe และ Mn ในผลส้ม
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



T1 : ให้น้ำปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหว่านทางดิน

T2 : ให้น้ำปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้น้ำปุ๋ย N,P,K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K₂SO₄ (0-0-50)

T6 : ให้น้ำปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO₃ (13-0-46)

รูปที่ 4.14 ผลของการให้น้ำปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Cu,Zn และ Cl ในผลส้ม
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของผลส้มต่อปุ๋ยที่ให้

จากการทดลองให้ปุ๋ยในวิธีที่แตกต่างกันต่อน้ำหนักผล และเส้นผ่านศูนย์กลางของผลส้มที่อายุ 5, 7, 9 และ 10 เดือน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้ตั้งแต่ฤดูการผลิตปี 2546/47 โดยทำการเก็บผลส้มอายุ 5, 7, 9 และ 10 นำมาชั่งน้ำหนักและวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผล พบว่า น้ำหนักผลส้มมีค่าเฉลี่ย 1 ผล อยู่ในช่วง 73.58-157 กรัม และเส้นผ่านศูนย์กลางของผลส้มมีค่าเฉลี่ย 1 ผล อยู่ในช่วง 50.85-64 มม. (ตารางที่ 4.24) การเจริญเติบโตของผลส้มในช่วงเดือนที่ 5 จะมีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้าโดยจะมีค่าเฉลี่ย 1 ผล เท่ากับ 73.58 กรัม และในเดือนที่ 7 ผลส้มจะมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วมากโดยมีค่าเฉลี่ย 1 ผล เท่ากับ 113.5 กรัม ส่วนในเดือนที่ 9 และ 10 ผลส้มเริ่มมีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างคงที่โดยมีค่าเฉลี่ย 1 ผล เท่ากับ 151 กรัม และ 157 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.23) การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำในอัตราที่น้อยกว่าหรือเท่ากับอัตราที่ให้ทางดิน ไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตและเส้นผ่านศูนย์กลางของผลส้มแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำเป็นวิธีการให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการให้ปุ๋ยทางดิน นอกจากนี้ การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมอยู่ในรูปของเกลือคลอไรด์ซึ่งเป็นปุ๋ยที่มีราคาถูกที่สุดก็ทำให้ผลส้มมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือ ซัลเฟต หรือเกลือไนเตรตซึ่งมีราคาแพงกว่าถึง 2-3 เท่า นอกจากนี้การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางดินปี ละ 1 ครั้ง และให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบน้ำทุกสัปดาห์ให้น้ำหนักผลส้มเฉลี่ย 1 ผล และเส้นผ่านศูนย์กลางผลไม่แตกต่างกัน

4.5 การเปลี่ยนแปลงของความยาวเส้นรอบวงของต้นส้มต่อปุ๋ยที่ให้

จากการทดลองให้ปุ๋ยในวิธีที่แตกต่างกันต่อความยาวเส้นรอบวงของต้นส้มที่อยู่เหนือรอยต่อ 5 เซนติเมตร และใต้รอยต่อ 10 เซนติเมตร พบว่า ความยาวเส้นรอบวงไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางเหนือรอยต่อ 5 ซม. อยู่ในช่วง 14.1 -30.8 ซม. (ตารางที่ 4.25 และรูปที่ 4.15) และค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงใต้รอยต่อ 10 ซม. อยู่ในช่วง 17.9-38.5 ซม. (ตารางที่ 4.26 และรูปที่ 4.15) ความยาวของเส้นรอบวงที่อยู่ใต้รอยต่อและเหนือรอยต่อมีความสัมพันธ์กับอายุของต้นส้มคือ ความยาวเส้นรอบวงเพิ่มขึ้นตามอายุต้นส้มที่เพิ่มขึ้น โดยอัตราการเจริญเติบโตของเส้นรอบวงที่อยู่เหนือรอยต่อจะมีอัตราที่โตเร็วกว่าส่วนที่อยู่ใต้รอยต่อ การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปของเกลือคลอไรด์ ซัลเฟต และไนเตรตไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นรอบวงของต้น นอกจากนี้ การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางดินปี ละ 1 ครั้ง และให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบน้ำทุกสัปดาห์ให้การเจริญเติบโตของเส้นรอบวงที่เหนือรอยต่อและใต้รอยต่อต้นส้มไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.23 แสดงน้ำหนักผลผลิต (กรัม) ที่ให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	อายุผลผลิต				
	5 เดือน	7 เดือน	9 เดือน	10 เดือน	
	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	
T1: การให้ปุ๋ยเคมีอัตราเกษตรกรรมแบบหวานทางดิน	72.7	111.9	147.5	154.0	
T2: การให้ปุ๋ยเคมีอัตราเกษตรกรรมทางระบบน้ำ	76.5	112.4	150.1	158.4	
T3: ให้ปุ๋ย NPK ในระบบน้ำ อัตราประเมิณ K ในรูปของ KCl(0-0-60)	71.9	112.8	147.9	153.2	
T4: ให้ปุ๋ย N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KCl (0-0-60)	76.1	113.3	151.4	156.4	
T5: ให้ปุ๋ย N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ K ₂ SO ₄ (0-0-50)	71.4	113.3	154.9	158.6	
T6: ให้ปุ๋ย N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิณ K ในรูปของ KNO ₃ (13-0-46)	73.4	117.3	154.2	161.4	
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	ns	ns

ns : ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.24 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางผล (มม) ที่ให้ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธี	อายุผลส้ม			
	5 เดือน เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	7 เดือน เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	9 เดือน เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	10 เดือน เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)
T 1: การให้ปุ๋ยเคมีอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน	50.8	58.5	61.79	63.1
T 2: การให้ปุ๋ยเค้อัตราเกษตรกรทางระบบน้ำ	51.1	58.7	62.39	64.7
T 3: ให้ปุ๋ย NPK ในระบบน้ำ อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl(0-0-60)	50.7	58.8	62.42	63.2
T 4: ให้ปุ๋ย N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)	51.1	58.9	62.53	64.1
T 5: ให้ปุ๋ย N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ $K_2SO_4(0-0-50)$	50.3	59.1	62.39	64.4
T 6: ให้ปุ๋ย N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ $KNO_3(13-0-46)$	51.1	59.6	63.05	64.5
$P \leq 0.05$	ns	ns	ns	ns

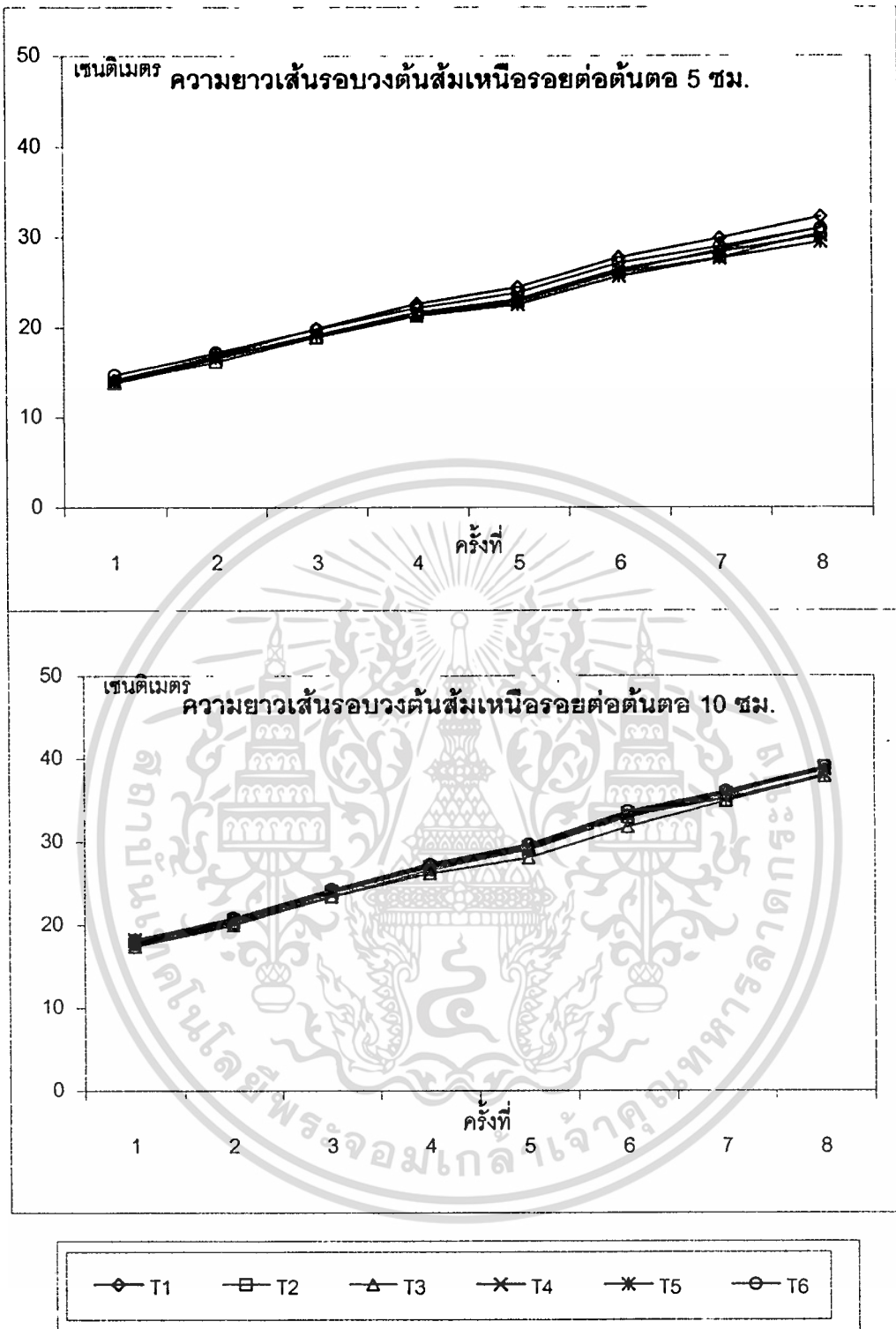
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.25 แสดงความยาวเส้นรอยบวงต้นส้มเขียวชดถอยต่อต้นตอ 5 ซม. โดยวัดทุก 3 เดือน หน่วย ซม. (ชม.)

กรรมวิธี	ครั้งที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T 1 : ให้อัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน	14.2	16.9	19.9	22.7	24.5	27.8	29.9	32.3
T 2 : ให้อัตราเกษตรกร	13.8	16.2	18.9	21.4	22.9	26.1	27.8	30.5
T 3 : ให้อัตรา NPK ในระบบน้ำ อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl(0-0-60)	14.2	16.9	18.9	21.3	23.0	26.2	28.7	31.0
T 4 : ให้อัตรา N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl(0-0-60)	13.9	16.6	19.2	21.7	23.2	26.5	28.4	30.2
T 5 : ให้อัตรา N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K ₂ SO ₄ (0-0-50)	13.9	16.7	19.2	21.3	22.6	25.7	27.7	29.5
T 6 : ให้อัตรา N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO ₃ (13-0-46)	14.7	17.2	19.8	22.2	23.9	27.2	29.0	31.0
Mean	14.1	16.8	19.3	21.8	23.4	26.6	28.6	30.8
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ตารางที่ 4.26 ความยาวเส้นรอยบวงต้นส้มเขียวชดถอยต่อต้นตอ 10 ซม. โดยวัดทุก 3 เดือน หน่วย ซม. (ชม.)

กรรมวิธี	ครั้งที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T 1 : ให้อัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน	17.8	20.7	24.2	27.4	29.7	33.2	35.8	38.6
T 2 : ให้อัตราเกษตรกร	17.7	20.3	23.5	26.6	29.1	32.9	35.5	39.0
T 3 : ให้อัตรา NPK ในระบบน้ำ อัตราประเมิน (0-0-60)	17.4	20.0	23.4	26.2	28.1	31.8	34.9	37.8
T 4 : ให้อัตรา N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl(0-0-60)	18.2	20.5	23.9	27.0	29.4	33.4	35.8	38.7
T 5 : ให้อัตรา N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K ₂ SO ₄ (0-0-50)	18.3	20.7	24.1	27.0	29.0	33.1	35.2	38.0
T 6 : ให้อัตรา N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO ₃ (13-0-46)	18.2	20.9	24.3	27.3	29.7	33.7	36.1	39.0
Mean	17.9	20.5	23.9	26.9	29.2	33.0	35.6	38.5
P ≤ 0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns



รูปที่ 4.15 แสดงความยาวเส้นรอบวงต้นส้มเหนียวรอยต่อต้นต่อ 5 และ 10 ซม.
โดยวัดทุก 3 เดือน หน่วย (ซม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อปุ๋ยที่ให้

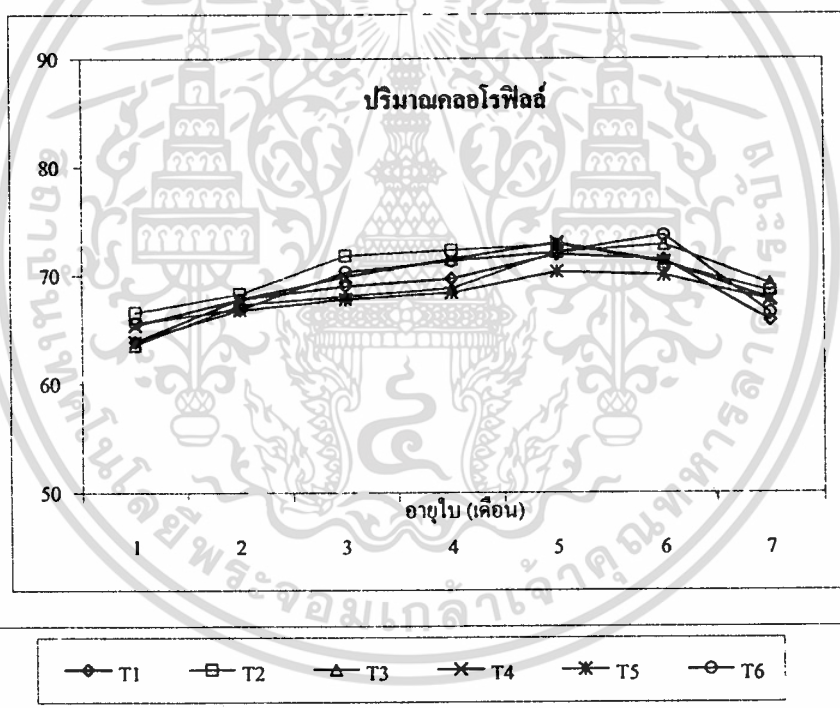
จากการทดลองให้ปุ๋ยในวิธีที่แตกต่างกัน ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ใบส้มที่อายุ 1 –7 เดือน พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ใบส้มไม่มีความแตกต่างกันโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 64.8-72 SPAD units (ตารางที่ 4.27) ปริมาณคลอโรฟิลล์จะเพิ่มขึ้นตั้งแต่ใบส้มอายุ 1 เดือน มีค่าเฉลี่ย 64.8 SPAD units จนถึงอายุ 5 เดือน ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72 SPAD units หลังจากเดือนที่ 6 และเดือนที่ 7 ปริมาณคลอโรฟิลล์จะลดลงเนื่องจากใบอายุ 7 เดือน อยู่ในสภาพใบที่ค่อนข้างแก่ จึงทำให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบลดลง การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปของเกลือคลอไรด์ ซัลเฟต และไนเตรต จะไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบส้ม ในขณะที่ He et al. (2002) รายงานว่า ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต จะช่วยเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบส้ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 แสดงปริมาณของคลอโรฟิลล์ในใบส้มอายุ 1-7 เดือน

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบส้ม อายุ (เดือน)					
	1	2	3	4	5	6
T 1 : ให้อุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน	63.9	67.8	69.0	69.7	71.9	71.4
T 2 : ให้อุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราเกษตรกร	66.6	68.3	71.8	72.3	72.8	71.1
T 3 : ให้อุ๋ย NPK ในระบบน้ำ อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl(0-0-60)	63.6	67.3	68.1	68.8	72.1	72.8
T 4 : ให้อุ๋ย N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)	65.4	67.8	69.9	71.5	73.0	71.2
T 5 : ให้อุ๋ย N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ $K_2SO_4(0-0-50)$	63.9	66.8	67.8	68.4	70.3	70.0
T 6 : ให้อุ๋ย N,K ในระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ $KNO_3(13-0-46)$	65.6	66.9	70.3	71.3	72.1	73.7
Mean	64.8	67.5	69.5	70.3	72.0	71.7
$P \leq 0.05$	ns	ns	ns	ns	ns	ns



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ผลผลิตส้ม และคุณภาพของส้มต่อปุ๋ยที่ให้

4.7.1 น้ำหนักผล

จากการให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้ พบว่าน้ำหนักของส้มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 1 ผล อยู่ในช่วง 154-161.4 กรัม โดยการให้ปุ๋ยดำรับที่ 6 ที่ให้โพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรดให้น้ำหนัก 1 ผล สูงที่สุดคือ 161.4 กรัม ในขณะที่ดำรับที่ 3 ที่ให้โพแทสเซียมในรูปของเกลือคลอไรด์ให้น้ำหนัก 1 ผล ต่ำสุดคือ 153.3 กรัม (ตารางที่ 4.28)

การให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำ ให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลสูงกว่าปุ๋ยอัตราเกษตรกรหว่านทางดิน ในขณะที่การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางดินมีแนวโน้มที่น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลสูงกว่าการให้ฟอสฟอรัสทางระบบน้ำ โดยเฉพาะในดำรับที่ 6 ให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลสูงสุด

4.7.2 เส้นผ่าศูนย์กลางของผล

การให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้ พบว่า เส้นผ่าศูนย์กลางผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 63.1-64.7 มม. ดำรับที่ 1 ให้ปุ๋ยทางดินอัตราเกษตรกรจะมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 63.1 มม. ในขณะที่ดำรับที่ 2 ที่ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำ (Mini-sprinkler) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 64.7 มม. (ตารางที่ 4.28) การให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรหว่านทางดิน ปุ๋ยอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำ ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบน้ำ และปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของคลอไรด์ ซัลเฟตและไนเตรด ไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้ม

4.7.3 เปอร์เซ็นต์น้ำคั้น

จากการให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้ พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำคั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 59.6-64 % ดำรับที่ 6 ที่ให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรดมีเปอร์เซ็นต์น้ำคั้นต่ำสุด คือ 59.6 % ในขณะที่ดำรับที่ 3 ที่ให้ปุ๋ยอัตราประเมินและให้ทางระบบน้ำให้เปอร์เซ็นต์น้ำคั้นสูงสุด คือ 64 % (ตารางที่ 4.28) จากการทดลองจะเห็นว่าดำรับที่ 6 จะให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลสูงสุด แต่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำคั้นต่ำสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะดำรับที่ 6 มีความหนาของเปลือกส้มที่สูงจึงส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำคั้น การให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรหว่านทางดินและอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำมีเปอร์เซ็นต์น้ำคั้นใกล้เคียงกัน ในขณะที่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบน้ำมีแนวโน้มที่เปอร์เซ็นต์น้ำคั้นสูงกว่าการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางดิน

4.7.4 เเปอร์เซ็นต์น้ำตาล (Total Soluble Solid)

จากการให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้พบว่า เเปอร์เซ็นต์น้ำตาลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำตาลอยู่ในช่วง 9.9-11 % คำรับที่ 5 ที่ให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือซัลเฟตมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลต่ำสุด คือ 9.9 % ในขณะที่คำรับที่ 2 ที่มีการให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรและให้ทางระบบน้ำมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงสุด คือ 11 % (ตารางที่ 4.28) การให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงกว่าปุ๋ยอัตราเกษตรกรหว่านทางดิน การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบน้ำมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงกว่าคำรับอื่น

4.7.5 เเปอร์เซ็นต์กรด (Citric acid)

จากการให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้พบว่า เเปอร์เซ็นต์กรด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.79-1.01 % โดยคำรับที่ 6 ที่ให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรตมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กรดต่ำสุด คือ 0.79 % ส่วนคำรับที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินอัตราเกษตรกรมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กรดสูงสุด คือ 1.01 % (ตารางที่ 4.28) การให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรหว่านทางดินมีเปอร์เซ็นต์กรดสูงกว่าทุกคำรับ ในขณะที่การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบดินทุกคำรับมีเปอร์เซ็นต์กรดต่ำกว่าการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบน้ำ โดยปกติค่าที่เหมาะสมของเปอร์เซ็นต์กรดไม่ควรเกิน 1 %

4.7.6 สัดส่วน TSS / CA

จากการให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้ พบว่า สัดส่วนของ TSS / CA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ TSS / CA อยู่ในช่วง 10.4-13.6 โดยคำรับที่ 1 ที่ให้ปุ๋ยทางดินอัตราเกษตรกรมีค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ TSS / CA ต่ำสุด คือ 10.4 ส่วนคำรับที่ 6 ที่ให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรตมีค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ TSS / CA สูงสุด คือ 13.6 (ตารางที่ 4.28) การให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำมีสัดส่วน TSS / CA สูงกว่าปุ๋ยอัตราเกษตรกรหว่านทางดิน ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสและทางระบบน้ำมีค่า TSS / CA ใกล้เคียงกัน สำหรับค่าที่เหมาะสมของสัดส่วน TSS / CA ไม่เกิน 12

4.7.7 สีน้ำคั้น

จากการให้ปุ๋ยทุกวิธีการให้ต่อสีน้ำคั้นส้ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยสีน้ำคั้นมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าเฉลี่ยของสีน้ำคั้นอยู่ในช่วง (YO20A-YO24A) เมื่อเทียบกับสีมาตรฐาน RH colour chart คำรับที่ 1 จะมีสีน้ำคั้นจางสุดคือ YO20A และคำรับที่ 3 จะมีสีน้ำคั้นเข้มสุดคือ YO24A (ตารางที่ 4.28) แต่มีแนวโน้มว่าการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต โพแทสเซียมไนเตรต และโพแทสเซียมคลอไรด์ทางระบบการให้น้ำให้สีน้ำคั้นจางเข้มกว่าการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางดิน นอกจากนี้ การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางดินปี 1 ครั้งและให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทางระบบน้ำทุกสัปดาห์ให้สีน้ำคั้นไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.28 ผลของการให้ปุ๋ยแบบต่าง ๆ ต่อคุณภาพผลส้มที่เก็บเกี่ยวเดือนพฤษภาคม 2547 แปลงทดลองเกษตรกรอำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี (ข้อมูลเฉลี่ยจาก 30 ผล/ต้น)

กรรมวิธี	น้ำหนัก (กรัม/ผล)	ขนาดผล (มม.)	% น้ำคั้น	% น้ำตาล (TSS)	% กรด (CA)	TSS/CA	สีน้ำคั้น
T1	154	63.1	62.6	10.2	1.01	10.4	YO20A
T2	158.4	64.7	63.2	11	0.88	13.1	YO23B
T3	153.3	63.2	64	10.6	0.89	12.4	YO24A
T4	156.4	64.1	61.7	10.4	0.81	13.5	YO22B
T5	158.6	64.4	61.4	9.9	0.86	12.2	YO22A
T6	161.4	64.5	59.6	10.3	0.79	13.6	YO22A
P<0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
CV (%)	4.6	3	6.1	4.4	10.9	12.2	-

ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

T1 : ให้ปุ๋ยอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

T2 : ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราเกษตรกร

T3 : ให้ปุ๋ย N,P และ K อัตราประเมินทางระบบน้ำ K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T4 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KCl (0-0-60)

T5 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ K_2SO_4 (0-0-50)

T6 : ให้ปุ๋ย N,K ทางระบบน้ำ P ให้ทางดิน อัตราประเมิน K ในรูปของ KNO_3 (13-0-46)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดลองเปรียบเทียบการให้น้ำด้วยเครื่องจักรกร การให้น้ำด้วยเครื่องจักรกรโดยให้ทางระบบน้ำ (Mini-sprinkler) และการให้น้ำด้วยเครื่องจักรกรโดยให้น้ำฟอสฟอรัสทางดินและน้ำโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรท กลอไรด์และซัลเฟต กับส้มโชกุน จังหวัดจันทบุรี พบว่า การให้น้ำทุกวิธีไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตของผลส้ม และคุณภาพผลผลิตของส้ม เช่น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล ขนาดของผล เปอร์เซ็นต์น้ำคั้น (Juice content), เปอร์เซ็นต์น้ำตาล (Total Soluble Solid), เปอร์เซ็นต์กรด (Citric acid), สัดส่วนของเปอร์เซ็นต์น้ำตาลต่อเปอร์เซ็นต์กรด (TSS/CA) และสีของน้ำคั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การให้น้ำโพแทสเซียมในรูปของเกลือไนเตรท กลอไรด์ และซัลเฟต ให้ความยาวเส้นรอบวงของคั่นตอเหนือรอยต่อและใต้รอยต่อ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบส้มไม่แตกต่างกัน

การให้น้ำฟอสฟอรัสทางดิน 1 ครั้งต่อปี ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพไม่แตกต่างจากการให้น้ำฟอสฟอรัสทางระบบน้ำ เนื่องจากเมื่อน้ำฟอสฟอรัสทางระบบน้ำมีราคาแพงมากทำให้เพิ่มต้นทุนในการผลิตส้ม โชกุนดังนั้นจึงเป็นวิธีที่จะช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนในส่วนของการให้น้ำฟอสฟอรัส

เปรียบเทียบราคาต่อหน่วยของน้ำฟอสฟอรัสทางดินและทางระบบน้ำ

ชนิดของน้ำฟอสฟอรัส	ราคา (บาท/กก.)	ปริมาณที่ใช้ในการทดลอง (g P ₂ O ₅)	คิดเป็นเงิน (บาท)	ส่วนต่างค่าน้ำเทียบกับ 0-46-0
0-46-0	13	200	5.65	-
12-60-0	50	200	16.66	11.01

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของน้ำฟอสฟอรัสที่ให้ทางดินและให้ทางระบบน้ำ โดยใช้ 0-46-0 เป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า ถ้าใช้ 12-60-0 จะต้องเสียต้นทุนเพิ่มประมาณ 3 เท่า ซึ่งจากการทดลองการให้น้ำฟอสฟอรัสทางดินปีละ 1 ครั้ง เทียบกับน้ำฟอสฟอรัสทางระบบน้ำให้ผลผลิตที่มีคุณภาพของส้มไม่แตกต่างกันซึ่งน่าจะเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรลดต้นทุนค่าน้ำฟอสฟอรัส

การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือคลอไรด์ ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของเกลือซัลเฟตและไนเตรท และไม่มีคลอไรด์ตกค้างในผล ดังนั้น การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ทางระบบการให้น้ำ นอกจากจะมีคุณสมบัติการละลายที่ดีแล้ว ยังสามารถทดแทนปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรท หรือใช้ทดแทนบางส่วน จะทำให้ค่าใช้จ่ายปุ๋ยโพแทสเซียมทางระบบการให้น้ำในการผลิตส้มลดลง 30-50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ การให้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่มีผลตกค้างในดินซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรลดความกังวลของเกลือคลอไรด์

เปรียบเทียบราคาต่อหน่วยของชนิดปุ๋ยโพแทสเซียมทางระบบน้ำ

ชนิดของปุ๋ยโพแทสเซียม	ราคา (บาท/กก.)	ปริมาณที่ใช้ในการทดลอง (g K ₂ O)	คิดเป็นเงิน (บาท)	ส่วนต่างค่าปุ๋ยเทียบกับ0-0-60
0-0-60	10	330	5.5	-
0-0-50	28	330	18.48	12.98
13-0-46	32	330	22.95	17.45

จากการเปรียบเทียบราคาชนิดของปุ๋ยโพแทสเซียมโดยใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์เปรียบเทียบพบว่า เมื่อใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตต้นทุนเพิ่มประมาณ 3 เท่า และใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรดต้นทุนเพิ่ม 4 เท่า

บรรณานุกรม

- นารี พันธุ์จินดาวรรณ. 2548. อิทธิพลของปุ๋ยคอกโรตส์และซัลเฟตที่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีและความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ปัญญาพร เลิศรัตน์ สุขวัฒน์ จันทรปรณิก พิมล เกษสม และภิรมณ์ ขุนจันทิก. 2540. ผลของการให้ปุ๋ยเคมีในระบบน้ำต่อการเจริญเติบโตพัฒนาการและผลผลิตของเงาะ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2540. สถาบันวิจัยพืชสวน ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี.
- เปรมปรี ฅ สงขลา. 2537. ทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ. เลหะการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- เปรมปรี ฅ สงขลา. 2544. คู่มือการลงทุนทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ. ห้างหุ้นส่วนจำกัดมิตรเกษตรการ ตลาดและโฆษณา, กรุงเทพฯ.
- รวี เสรฐักดิ์. 2541. เอกสารประกอบการฝึกอบรม “วิทยาการส้มเขียวหวาน”. ศูนย์วิจัยพัฒนาไม้ผลเขตร้อนและกิ่งเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนา และภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตร. กรุงเทพฯ.
- สุรินทร์ ไวยเจริญ. 2544. การพัฒนาระบบให้น้ำและปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับสวนทุเรียน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ ปัญญาพร เลิศรัตน์ และสุรินทร์ ไวยเจริญ. 2542. การพัฒนาระบบการให้ปุ๋ยและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับสวนทุเรียน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- Alva, A.K. and S. Paramasivam, 1998. Nitrogen Management for High Yield and Quality of Citrus in Sandy Soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 62 : 1335-1342.
- Anon. 2004. [On line]. Available : <http://polkhort.ifas.ufl.edu/citrus.htm>.
- Berger, K.C. 1968. Introductory Soils. MacMillan, New York. 371p.
- Blair, G.J. 1979. Sulphur in the Tropics the Sulphur Institute and International Fertilizer Development Center. Alabama, U.S.A. 69p.
- Boman, B.J. 1996. Fertigation Enhance Grapefruit. Fluid J. 4(5) : 10-13.
- Chang, S., W.T. Haung, S. Lian, A. Chang and W.L. Wu. 1994. Research on Leaf diagnosis criteria and its application to fertilization recommendations for citrus orchards in Taiwan. Extension Bulletin 396. 17p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Charles, D. S. and J.V. Baird. 1978. Soils and Soil Management. Reston Pub., Virginia, U.S.A. 238p.
- Cohen, A. 1976. Citrus fertilization. International Potash Institute, Berne, Switzerland. IPI Bull. 47 : 10-12.
- Cook, J.A. 1968. Potassium builds grape quality. Better Crop with Plant Food. 52 (1) : 8-9.
- Daniel, F. 1986. Sulphur fertization of grain legumes. Proceedings of the International Conference on the Manaement and Fertilization of Upland soils in Tropical and Subtropics, Nanjing, People's Republic of China, 7-11 September 1986. 215-218p.
- Dasberg, S., A. Bar-Akiva, S. Spazisky and A. Cohen. 1988. Fertigation versus broadcasting in an orange grove. Fertilizer Research. 15 : 147-154.
- Evan, H.J. and G.J. Sorger. 1966. Role of mineral elements with emphasis on the univalent cations. Ann. Rev. Plant Physiol. 17 : 47-76.
- Frenay, J.R., G.E. Melville and C.H. Williams. 1975. Soil organic matter fractions as source of plant available sulphur. Soil Biochem. 7 : 217-221.
- Griffith, W.K. 1977. Fertilizing for Quality Grains Dollars. Potash and Phosphate Inst. J. 70 : 8-9.
- Hamdy, H., S.M. Sherif, M.B. El-Motaz and A. Zein. 1971. The effect of sulphur on growth and yield of tomato. Agric. Res. Rev. 49(5) : 187-196.
- Haynes, R. J. 1985. Principle of fertilizer use for trickle irrigate crops. Fertilizer Research. 6 : 235-355.
- Janssen, G. and R.P. Bartholomew. 1932. The effect of potassium on the production of proteins sugars, and starch in sowpea and in sugar beet plants and relation of potassium to plant growth. J. Amer. Soc. Agron. 24 : 667-680.
- Jones, J.B., Jr. 1998. Plant Nutrition Manual. CRC Press, Boca Raton. 194p.
- Kadman, A. 1963. The uptake and Accumulation of chloride in Avocado Leaves and the Tolerance of Avocado Seedlings under Saline Conditions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83 : 280-286.
- Lanton, K. and R.L. Cook. 1954. Potassium in plant nutrion. Adv. Agron. 6 : 253-263.
- Lehane, L. 1981. Sulphur deficiency and wheat quality. *Cited by* J.S. Platou and R. Irish. The Fourth Major Nutrient. The Sulohur Institute, Washington D.C., U.S.A. 32p.
- Ludwick, A.E. 1994. Phosphorous and potassium fertilizer source. pp. 79-82. *In* A.B.Peterson and R.G. Stevens (eds.) Tree Fruit Nutrition. Good fruit Grower, Washington.

- Miller, G. and H.J. Evan. 1957. The influence of salt on pyruvate kinase from tissue of higher plant. *Plant Physiol.* 32 : 346-354.
- Mosolov, I.V. and L.P. Volleidt. 1957. The effect of sulphur on crop yield. *Udobr. Urozh.*, no. 7 : 14-20 (Abstr. In *Soils and Fertilizers.* 20 : 346-347.)
- Papadopoulos, I. 1986. Microirrigation and fertigation in irrigate agriculture. *Proceedings of NATO Advance Research Workshop on Sustainability of Irrigated Agriculture.* Vimeiro : NATO.
- Papadopoulos, I. And G. Eliades. 1987. A fertigation system for experimental purpose. *Plant and Soil.* 102 : 141-143.
- Patricia, I. and H. Magen. 2004. Chloride, an Essential Micronutrient in Crop Management. IFA international symposium on micronutrient, 23-25 February 2004, New Dehli, India.
- Peck, N.H. and J.R. Stamer. 1970. Plant Response to Concentrated Superphosphate and Potassium Chloride Fertilizers: III. Cabbage (*Brassica oleracea*). *Agric. Exp. Stn. Bull. New York.* 820p.
- Renner, R., C.F. Bentley and L.W. McElroy. 1953. nine essential amino acid in the protcin of wheat and barley grown in sulphur deficient soil. *Soil Sci. Amer. Proc.* 17 : 270-273.
- Saul, J.W. and D. Pennington. 1999. Nutrition and fertilization. [On line]. Available : <http://www.horticulture.tamu.edu/>.
- Syverten, J.P. and M.L. Smith. 1996. Nitrogen uptake efficiency and leaching losses from lysimeter grown citrus trees fertilized at three nitrogen rate. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(1) : 57-62.
- Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1963. *Soil fertility and Fertilizer.* Macmillan, New york. 430p.
- Tisdale, S.L., J.L. Haavlin, J.D. Beaton and W.L. Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to nutrient Management.* 6th ed. Prentice Hall, New Jersey. 499p.
- Tolley, I.S. 1993. *Citrus Nursery Report No. 2. Report of visit to Thailand. Thai-German plant protection program : IPM in selected fruit tree.* 32p.
- Vock, N.T. 1997. *Citrus Information Kit.* Department of Primary Industries, Queensland, Australia.
- Weir, R.G. and G.C. Cresswell. 1995. *Plant Nutrient Disorders 2 : Tropical Fruit and Nut Crops.* Inkata Press, Melbourne, Australia.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายสมชาย ศรีสเกตุ
วัน เดือน ปี เกิด	17 สิงหาคม 2517
ที่อยู่	35/1 หมู่ 4 ตำบลเตาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ 54120 โทรศัพท์ 054-508274
ประวัติการศึกษา	
2536	มัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่
2540	ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) เคมีการเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2544-ปัจจุบัน	กำลังศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
ประสบการณ์การทำงาน	
2540-2542	ตำแหน่งพนักงานส่งเสริมการขาย บริษัทโปรครอป จำกัด แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร
2542-2544	ตำแหน่งพนักงานฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัทจินทบุรีคัลเลอร์ จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี
2547-ปัจจุบัน	ตำแหน่งพนักงานฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัทออสการ์ อะโกร จำกัด อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้