รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การจัดการธาตุอาหารและการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยในสวนทุเรียน

โดย รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม และคณะ

มิถุนายน 2547

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สัญญาเลขที่ RDG4420021

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การจัดการธาตุอาหารและการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยในสวนทุเรียน

คณะผู้วิจัย	สังกัด
รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.
น.ส.พรทิวา กัญยวงศ์หา	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.
น.ส.นุจรี บุญแปลง	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.
นายพิมล เกษสยม	ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี กรมวิชาการเกษตร

ชุดโครงการ " ไม้ผลและผลิตภัณฑ์จากผลไม้ "
สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

S
667
.D8
ร451
เลขหมู่.....
67934
เลขทะเบียน.....
17 ส.ค. 2550
วัน,เดือน,ปี.....

b.11484950
i.....

มิถุนายน 2547

Executive Summary

Project Title : Nutrients management and improvement of fertilizer use efficiency in durian orchards

During the past three years, the project on " Plant analysis as a means of diagnosing nutritional status and fertilizer recommendations for durian" was carried out and the two most important objectives were achieved 1) established a standardize leaf sampling method which can collect representative leaf sample for durian 2) established standard levels of concentrations for nutritional diagnosis of durian. For leaf analysis to be effectively used as an aid for fertilizing orchards, it is necessary that field experiments on the effect of fertilizer applications on leaf nutrient concentrations and yield be carried out. The experiments should also be conducted for many years because concentrations of nutrient can remain fairly constant for many years before the response to fertilizer applications can be observed. Thus, the experiments started during 2000/2001 growing season stated above were continued in present project. The project also addressed whether KCl, which is 3 times cheaper, can be effectively replaced K_2SO_4 in durian production on acid sandy soil of Eastern Thailand.

Objectives :

1. To establish a sound diagnosis and fertilizer recommendations for durian using leaf analysis
2. To obtain the differential effects of potassium sulfate versus potassium chloride on yield and yield quality of durian

Methodology

1. Field experiments on the effects of N and K on leaf nutrient concentrations and yield started during the 2000/2001 growing season were followed up for 1-3 consecutive years depended on the experiment. Concentrations of nutrients in durian leaves were monitored after fertilizer applications in grower orchards and Chantaburi Horticultural Research Center.

2. The experiment on the effects of potassium sulfate and potassium chloride together with various sources of N were conducted. Soil pH, Electrical conductivity, K, $SO_4^{=}$-S, and Cl^- in soil were monitored throughout the growing seasons to determine if salinity problem may develop following the use of such fertilizers. Nutrient concentrations in durian leaves and fruits were collected and analyzed.

Results

1. It was found that application of various rates of N and K fertilizers to durian for three to four consecutive years resulted in higher N and K in leaves depended on the individual orchard studied.

2. The results indicated that when leaf N and K were sufficient especially at the upper limit of the nutrient standards, it is not necessary for growers to apply high amounts of N and K. The amounts of N and K applications may be at the rate of 1,000-1,500 gN/tree/year and 2,000 gK_2O/tree/year.

3. Application of K fertilizer resulted in lower amounts of leaf Ca and Mg. Thus care must be exercise in order to prevent deficiency of these two elements in plants.

4. Phosphorous application does not induce early flowering as widely believed by growers. When P is sufficient, it is not necessary for growers to apply any P fertilizers.

5. Application of all forms of fertilizers caused EC to increase for 2-3 weeks before return to its original level.

6. The highest EC of 600 $\mu S\ cm^{-1}$ was far below the unacceptable level suggesting that sulfate fertilizers can be replaced with chloride compounds without harmfully affect on the EC of the soil.

7. In acid sandy soils of Eastern Thailand, KCl can be effectively replaced K_2SO_4 without any harmful effect on durian trees as previously believed by growers.

บทคัดย่อ

การทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยต่าง ๆ ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนพันธุ์หมอนทอง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ยแก่เกษตรกรจากผลการวิเคราะห์พืช โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อให้ได้แนวทางการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพจากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ และ 2) เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงความแตกต่างระหว่างการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟต โดยแยกออกเป็น 3 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ย N หรือ K เพิ่มขึ้นจากอัตราที่เกษตรกรใช้อยู่ตามปกติ ปุ๋ย N ใส่เพิ่มในอัตรา 400-500 กรัม N/ต้น ส่วนปุ๋ย K ใส่เพิ่มในอัตรา 550-1,000 กรัม K_2O/ต้น ขึ้นกับค่าวิเคราะห์ใบทุเรียนของสวนเกษตรกร ซึ่งเป็นการทดลองต่อเนื่องจากการทดลองเดิมที่ทำไว้ในโครงการ "ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน" ทำการทดลองในสวนเกษตรกรโดยมีสวนที่ได้รับปุ๋ย N จำนวน 3 สวนและได้รับปุ๋ย K จำนวน 7 สวนเป็นเวลา ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ย N หรือ K มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ค่อนข้างน้อย แต่มีการตอบสนองที่แตกต่างกันขึ้นกับสวนที่ศึกษา การใส่ปุ๋ยในปริมาณเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตทุเรียนสูงขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนั้น จากการทดลองศึกษาผลของการไม่ใส่ปุ๋ย P แต่ใส่ปุ๋ย N เพิ่มด้วยต่อระยะเวลาการออกดอกของทุเรียน โดยทำการทดลองในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ซึ่งมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินประมาณ 60 mg kg^{-1} เปรียบเทียบระหว่างต้นที่ได้รับปุ๋ย N, P และ K ครบกับต้นที่ได้รับเฉพาะปุ๋ย N และ K ปรากฏว่า การออกดอก และระยะเวลาการออกดอกของต้นทุเรียนทั้ง 2 กลุ่มและผลผลิตไม่แตกต่างกัน การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ถ้าดินและพืชได้รับ P อย่างเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ย P เพื่อกระตุ้นการออกดอก ซึ่งเป็นการยืนยันผลการทดลองปีที่ผ่านมา

การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ย N (1,000, 1,500 และ 2,000 กรัม N/ ต้น) และ K (2,000 และ 3,000 กรัม K_2O/ต้น) ต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบและผลผลิตทุเรียน วางแผนการทดลองแบบ factorial in RCBD จำนวน 6 ซ้ำ เก็บตัวอย่างใบทุเรียนทุกเดือนตั้งแต่ใบอายุ 2 เดือน ทำการทดลองในสวนเกษตรกร 2 แห่ง แห่งที่ 1 เป็นการทดลองต่อเนื่องจากฤดูการเจริญเติบโต 2543/44 แห่งที่ 2 เป็นแปลงทดลองที่เริ่มต้นทดลองในฤดูการเจริญเติบโต 2544/45 ผลการทดลองปรากฏว่าการใส่ปุ๋ย K ในระดับสูงสุดถึง 3,000 กรัม K_2O/ต้น/ปี ต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี ทำให้ปริมาณ K ที่สกัดได้ในดินเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยปริมาณ K ของดินทั้ง 2 สวนอยู่ในระดับต่ำกว่า 50 mg kg^{-1} ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำมาก สำหรับการตอบสนองต่อปุ๋ย N และ K ของสวนทั้ง 2 แห่งแตกต่างกัน โดยสวนเอ มีความเข้มข้นของ N ในใบของปีที่ 2, 3 และ 4 เพิ่มสูงขึ้นกว่าปีที่ 1 แต่ทั้ง 6 ตำรับการทดลองไม่แตกต่างกัน ยกเว้นปีที่ 4 ซึ่งความเข้มข้นของ N

แตกต่างกันเล็กน้อย แต่การใส่ปุ๋ย K ในระดับสูงเป็นเวลาต่อเนื่องหลายปีในสวนนี้ไม่ได้ทำให้ K ในใบสูงขึ้น ส่วนสวนเอี่ยน ไม่พบการตอบสนองต่อปุ๋ย N แต่พบการตอบสนองต่อปุ๋ย K ในปีที่ 2 อาจเนื่องจากความเข้มข้นของ K ในใบสวนเอี่ยนในปีแรกค่อนข้างต่ำคืออยู่ในระดับประมาณ 1.6-1.7% ในขณะที่ปีที่ 2 และ 3 เพิ่มขึ้นเป็น 2.2-2.3% แต่ทั้ง 6 ตำรับการทดลองไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังพบว่า เมื่อความเข้มข้นของ K ในใบเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของ Ca และ Mg ลดลง โดยความเข้มข้นของ Ca และ Mg มีความแตกต่างกันระหว่างตำรับการทดลองเช่นกัน สำหรับธาตุอื่นพบว่า Mn ในตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย N และ K ในระดับสูงทำให้ความเข้มข้นของ Mn ในใบสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ ธาตุที่พบมีแนวโน้มจะขาดแคลนได้แก่ Zn และ B เนื่องจากมีอยู่ในปริมาณต่ำทั้งในดินและใบทุเรียน

การทดลองที่ 3 ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยคลอไรด์และซัลเฟตที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (pH), ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC), โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K^+), ซัลเฟอร์ที่สกัดได้ (Extractable S) และคลอไรด์ (Chloride) ในสวนทุเรียน 2 แห่ง โดยฤดูการเจริญเติบโต 2545/46 ทำการศึกษาในสวนชูศักดิ์ ส่วนฤดูการเจริญเติบโต 2546/47 ในสวนชูศักดิ์ ทำการศึกษาเฉพาะอิทธิพลของปุ๋ยต่อสมบัติของดิน ส่วนสวนจิมาภรณ์ ทำการศึกษาทั้งดินและใบทุเรียน วางแผนการทดลองแบบ factorial in RCDB ประกอบด้วย 6 ตำรับการทดลอง 6 ซ้ำ ดังนี้ 1) Urea+KCl 2) NH_4Cl+KCl 3) $(NH_4)_2SO_4$+KCl 4) Urea+K_2SO_4 5) NH_4Cl+K_2SO_4 และ 6) $(NH_4)_2SO_4$+K_2SO_4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 1,500 กรัม N/ต้น/ปี และปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 2,000 กรัม K_2O/ต้น/ปี ปุ๋ยไนโตรเจนแบ่งใส่ 3 ครั้ง ส่วนปุ๋ยโพแทสเซียมแบ่งใส่ 4 ครั้ง ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนใส่ปุ๋ย 1 วัน หลังใส่ปุ๋ย 1 สัปดาห์และทุก 2–8 สัปดาห์หลังจากนั้น ผลการศึกษาพบว่าการใส่ปุ๋ยทำให้ค่า pH ของทุกตำรับการทดลองลดลงในช่วงสัปดาห์แรกหลังการใส่ปุ๋ย หลังจากนั้นค่า pH ของดินค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับระดับเดิมก่อนใส่ปุ๋ย แต่ชนิดปุ๋ยไม่มีผลทำให้ค่า pH แตกต่างกัน ในทางกลับกัน การใส่ปุ๋ยทำให้ K ในดินทั้ง 6 ตำรับการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 3 จากนั้นปริมาณ K ในดินลดลงจนใกล้เคียงกับระดับเดิม ช่วงที่ K ในดินมีค่าสูงสุดในแต่ละตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันพอสมควร แต่ในช่วงที่ K ลดลง ปริมาณ K ในแต่ละตำรับการทดลองค่อนข้างใกล้เคียงกัน การใส่ปุ๋ย NH_4Cl ทำให้ค่า EC และ Cl^- เพิ่มขึ้นอย่างมากไม่ว่าจะใส่ร่วมกับ KCl หรือ K_2SO_4 โดยในสวนชูศักดิ์ ค่า EC เพิ่มขึ้นจาก 100 เป็น 600 $\mu S\ cm^{-1}$ ส่วนสวนจิมาภรณ์ เพิ่มจากประมาณ 50 ไปเป็น 520 $\mu S\ cm^{-1}$ ภายใน 1 สัปดาห์หลังการใส่ปุ๋ย หลังจากนั้นค่า EC ค่อย ๆ ลดลง ซึ่งแตกต่างจากความเข้มข้นของ Cl^- ที่ลดลงอย่างรวดเร็ว ในทำนองเดียวกัน การใส่ปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$ ไม่ว่าจะใส่ร่วมกับ K_2SO_4 หรือ KCl มีผลทำให้ปริมาณ $SO_4^=$-S ที่สกัดได้สูงที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตำรับการทดลองที่ไม่ได้รับปุ๋ยในรูปซัลเฟตมีปริมาณ $SO_4^=$-S ค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง นอกจากนั้น ยังพบว่ามีการเคลื่อนย้าย $SO_4^=$-S ลงไป

สะสมที่ดินล่างด้วย การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 ซม. เป็นไปในทำนองเดียวกับดินบนแต่มีค่าต่ำกว่าดินบนเล็กน้อย ปุ๋ย N ในรูปต่างกัน มีผลทำให้ความเข้มข้นของ N ในใบแตกต่างกันส่วนการใส่ปุ๋ย K ในรูปของ KCl และ K_2SO_4 ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของ K ในใบของทั้ง 2 สวน อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่แตกต่างกันค่อนข้างน้อย การใส่ปุ๋ยคลอไรด์มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนค่อนข้างน้อย โดยตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยคลอไรด์ในปริมาณสูง ทำให้ความเข้มข้นของ Cl ในใบเพิ่มสูงขึ้นกว่าตำรับที่ไม่ได้ปุ๋ยคลอไรด์ อย่างไรก็ตาม ปริมาณ Cl ในใบทุเรียนสูงสุดอยู่ที่ระดับ 1,400 mg kg^{-1} (0.14%) และ 1,600 mg kg^{-1} (0.16%) สำหรับสวนชูศักดิ์ และ สวนจิมาภรณ์ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณ Cl ในใบทุเรียนสูงสุดที่พบในการทดลองนี้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับพืชส่วนใหญ่ที่กำหนดเอาไว้ <0.3% (3,000 mg kg^{-1}) การใส่ปุ๋ยคลอไรด์มีผลต่อสีเนื้อทุเรียนและความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนค่อนข้างน้อย ถึงแม้ว่าปริมาณ S และ Cl ในเนื้อทุเรียนจะแตกต่างกันบ้างก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของธาตุทั้ง 2 นี้ พบว่าไม่ได้สัมพันธ์กับปริมาณซัลเฟตหรือคลอไรด์ที่ใส่ ผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ย KCl แทน K_2SO_4 โดยปุ๋ย KCl มีผลต่อค่า EC ของดินเพียงชั่วคราวเท่านั้น ในกรณีที่ต้องการปริมาณ S เพิ่มในดินอาจเลือกใช้ปุ๋ยอื่น ที่มี S เป็นองค์ประกอบ เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต หรือยิปซัม

Abstract

Various experiments were conducted to study the effects of fertilizer applications on nutrient concentrations in "Mon Thong" durian leaves with the following objectives 1) to establish a sound diagnosis and fertilizer recommendations for durian using leaf analysis and 2) to obtain the differential effects of potassium sulfate and potassium chloride on yield and yield quality of durian. The project was carried out in three separated experiments. The first and second experiments were continued from previous project "Plant analysis as a means of diagnosing nutritional status and fertilizer recommendations for durian".

In the first experiment, the effect of additional fertilizer N or K applications, compared to normal rates applied by growers, on leaf composition of durian trees in 10 orchards was examined only for year one. Very slight change in leaf composition was observed following additional amount of either N or K. Durian yield was not significantly different by both N and K applications due to large variations in yield within the orchards. In addition, the effects of omitting P fertilizer on durian flowering was tested for second consecutive year. It was found that both sets of durian trees were able to flower at similar period. The result indicated that when plant was sufficient in P, it was not necessary to apply P to durian tree to stimulate flowering, a method normally practices by grower which was similar to the result obtained last year.

The objective of the second experiment was to study the effects of fertilizer N (1,000, 1,500 และ 2,000 gN/ tree) and K (2,000 และ 3,000 gK_2O/tree) on nutrient concentrations and yield of durian. The experiment was carried out in factorial arrangement in RCBD with 6 replicates in two mature durian orchards. The experiment in the first orchard was started during the 2000/2001 growing season. Another new orchard was added to this experiment in 2001/2002 growing season. It was found that in both orchards, application of K fertilizer to soil for 3-4 consecutive years resulting in slightly higher K in soil but the level of K was still below 50 mg kg^{-1}. In the first orchard, leaf N was higher in the last 3 years of experiment compared to the first year but was not significantly different among the treatments. In contrast, leaf K was relatively unchanged. The opposite result was obtained from the second orchard where K was higher in second year but rather constant relatively afterward. When K increased, it was found that Ca and

Mg decreased. Applications of highest rate of N and K enhanced Mn uptake by durian tree. In addition, it was found that Zn and B were low in both soil and leaves.

The third experiment was carried out to test whether sulfate fertilizers can be effectively replaced with chloride fertilizers. The effects of N and K fertilizers containing chloride and sulfate on electrical conductivity (EC), exchangeable K, extractable S, chloride in soil, and nutrient concentrations in durian leaf and fruit from two mature orchards at Chantaburi, Thailand were examined. The effects of fertilizer applications on soil properties were conducted for two years at the first orchard. For the second orchard, the experiment was carried out for only year. The experiment consisted of six treatments, i.e. 1) Urea + KCl, 2) NH_4Cl + KCl, 3) $(NH_4)_2SO_4$ + KCl, 4) Urea + K_2SO_4, 5) NH_4Cl + K_2SO_4 and 6) $(NH_4)_2SO_4$ + K_2SO_4. Each treatment was repeated six times on six different trees. Nitrogen and K were applied at 1,500 gN $tree^{-1}$ yr^{-1} and 2,000 gK_2O $tree^{-1}$ yr^{-1}, respectively. In all cases the amount of exchangeable K increased for three weeks before returning to approximately its original level. All six treatments also caused the EC to increase for two to three weeks before decreasing. The highest EC of 600 μS cm^{-1} obtained from treatment with NH_4Cl applied together either with KCl or K_2SO_4 was far below the unacceptable level suggesting that sulfate fertilizers can be replaced with chloride compounds without harmfully affecting the EC of the soil. Leaf N concentration was significantly different among various forms of N in one orchard. In contrast, all forms of K fertilizers did not significantly affect K concentration in durian leaves, whereas S was higher in treatments containing sulfate either with N or K. The highest leaf S concentration of 0.19% was from the $(NH_4)_2SO_4$ + K_2SO_4 treatment. In the case of chloride, it was found that NH_4Cl, either applied with KCl or K_2SO_4, resulted in the highest amount of 0.14-0.16% chloride in leaves. The lowest amount of 0.02% chloride was observed in treatments without chloride application. Nonetheless, it was found that higher level of S and chloride in the leaves did not translate into a higher S and chloride concentration in durian fruit. In conclusion, this study suggested that KCl could be effective used as replacement of K_2SO_4.

สารบัญ

	หน้า
Executive Summary	i
บทคัดย่อ	iii
Abstract	vi
สารบัญ	viii
สารบัญตาราง	ix
สารบัญรูป	xiii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
การทดลองที่ 1	8
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลการทดลองและวิจารณ์	11
การทดลองที่ 2	43
ผลการทดลองและวิจารณ์	44
การทดลองที่ 3	94
ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย	94
อุปกรณ์การและวิธีการ	94
ผลการทดลองและวิจารณ์	96
สรุปผลการทดลอง	136
เอกสารอ้างอิง	138
ภาคผนวก	144

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	รายละเอียดการใส่ปุ๋ยในสวนเกษตรกร และ ศวส. จบ.	8
ตารางที่ 2a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย N เพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544	12
ตารางที่ 2b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย N เพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544	12
ตารางที่ 3a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย K เพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544	13
ตารางที่ 3b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย K เพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544	14
ตารางที่ 4	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนอายุ 5-7 เดือน ในสวนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มจากอัตราปกติ	16
ตารางที่ 5	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนอายุ 5-7 เดือน ในสวนที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ	18
ตารางที่ 6	ผลผลิตและน้ำหนักผลเฉลี่ยของสวนทุเรียนที่ได้รับไนโตรเจนเพิ่มเติมจากการใส่ปุ๋ยตามปกติของเกษตรกร	20
ตารางที่ 7	ผลผลิตและน้ำหนักผลเฉลี่ยของสวนทุเรียนที่ได้รับโพแทสเซียมเพิ่มเติมจากการใส่ปุ๋ยตามปกติของเกษตกร	21
ตารางที่ 8a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544	48
ตารางที่ 8b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544	49
ตารางที่ 9a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2545	50
ตารางที่ 9b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2545	51
ตารางที่ 10a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546	52
ตารางที่ 10b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 11	ECEC, %Al saturation และ %Base saturation ของดินทุเรียน สวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) (มิถุนายน 2546)	54
ตารางที่ 12a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง จ.จันทบุรี เก็บตัวอย่างเมื่อกรกฎาคม 2544	55
ตารางที่ 12b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง จ.จันทบุรี เก็บตัวอย่างเมื่อกรกฎาคม 2544	56
ตารางที่ 13a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง จ.จันทบุรี เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2545	57
ตารางที่ 13b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง จ.จันทบุรี เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2545	58
ตารางที่ 14a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง จ.จันทบุรี เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546	59
ตารางที่ 14b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง จ.จันทบุรี เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546	60
ตารางที่ 15	ECEC, %Al saturation และ %Base saturation ของดินทุเรียน สวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง.จันทบุรี (n=6) (มิถุนายน 2546)	61
ตารางที่ 16	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุระหว่าง 5-7 เดือน ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี ฤดูการเจริญเติบโต 2543/44, 2544/45, 2545/46 และ 2546/47	70
ตารางที่ 17	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุระหว่าง 5-7 เดือน ของสวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี ฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2545/46 และ 2546/47	71
ตารางที่ 18	ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น (กก.) และผลผลิตรวมทุเรียนสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี ฤดูการเจริญเติบโต 2543/44, 2544/45, 2545/46 และ 2546/47	73
ตารางที่ 19	ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น (กก.) และผลผลิตรวมทุเรียนสวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี ฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2545/46 และ 2546/47	73
ตารางที่ 20	สีเนื้อทุเรียนและความเข้มข้นธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 21	สีเนื้อทุเรียนและความเข้มข้นธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนสวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี	77
ตารางที่ 22a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อเมษายน พ.ศ. 2545 (ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46)	97
ตารางที่ 22b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อเมษายน พ.ศ. 2545 (ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46)	98
ตารางที่ 23a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ. จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน พ.ศ. 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)	99
ตารางที่ 23b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน พ.ศ. 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)	100
ตารางที่ 23c	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 40-60 ซม. ของสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน พ.ศ. 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)	101
ตารางที่ 24	ECEC, %Al saturation และ %Base saturation ของดินทุเรียนสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)	102
ตารางที่ 25	ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุระหว่าง 5-7 เดือน (สวนชูศักดิ์) ปี 2545/46	108
ตารางที่ 26	ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตทุเรียนสวนชูศักดิ์ ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46	109
ตารางที่ 27	ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนสวนชูศักดิ์ ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46	110
ตารางที่ 28a	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนจิมาภรณ์ อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน พ.ศ. 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)	111

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 28b	ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนจิมาภรณ์ อ.เมือง จ.จันทบุรี(n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน พ.ศ. 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)	112
ตารางที่ 29	ECEC, %Al saturation และ %Base saturation ของดินทุเรียน สวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)	113
ตารางที่ 30	ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุระหว่าง 5-7 เดือน (สวนจิมาภรณ์) ปี 2546/47	118
ตารางที่ 31	ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตทุเรียนสวนจิมาภรณ์ ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47	118
ตารางที่ 32	ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนสวนจิมาภรณ์ ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47	119

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนทรงธรรม	23
รูปที่ 2	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี	25
รูปที่ 3	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนนภาพร	27
รูปที่ 4	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนกรรณิการ์	29
รูปที่ 5	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนอัมรินทร์	31
รูปที่ 6	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนชัยสิทธิ์	33
รูปที่ 7	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนสุภาพร	35
รูปที่ 8	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนวาศิลป์	37
รูปที่ 9	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนบุญชู	39
รูปที่ 10	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนปวุฒิ	41
รูปที่ 11	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียน สวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี ฤดูปลูก 2543/44, 2544/45, 2545/46 และ 2546/47	78
รูปที่ 12	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียน สวนเอี่ยน ต.แสลง อ.มะขาม จ.จันทบุรี ฤดูปลูก 2544/45, 2545/46 และ 2546/47	82
รูปที่ 13	เปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน สวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี ในฤดูการเจริญเติบโต 2543/44, 2544/45, 2545/46 และ 2546/47	86
รูปที่ 14	เปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน สวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี ในฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2545/46 และ 2546/47	88
รูปที่ 15	อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน (สวนเอ) เปรียบเทียบระหว่างปี 2543/44, 2544/45, 2545/46 และ 2546/47	90
รูปที่ 16	อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน (สวนเอี่ยน) เปรียบเทียบระหว่างปี 2544/45, 2545/46 และ 2546/47	92
รูปที่ 17	การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ความลึก 0-20 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนซูศักดิ์	120
รูปที่ 18	การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ความลึก 20-40 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนซูศักดิ์	122

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 19	การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ความลึก 40-60 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนชูศักดิ์	124
รูปที่ 20	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนสวนชูศักดิ์ ต.วังแซ้ม อ.มะขาม จ.จันทบุรี ในฤดูการเจริญเติบโต 2545/46	126
รูปที่ 21	การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ความลึก 0-20 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนจิมาภรณ์	128
รูปที่ 22	การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ความลึก 20-40 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนจิมาภรณ์	130
รูปที่ 23	การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ความลึก 40-60 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนจิมาภรณ์	132
รูปที่ 24	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนสวนจิมาภรณ์ อ.เมือง จ.จันทบุรี ในฤดูการเจริญเติบโต 2546/47	134

คำนำ

ระหว่างปี 2541-2544 โครงการวิจัยเรื่อง "ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน" ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้ทำการวิจัยและ 1) กำหนดวิธีการมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบทุเรียนเพื่อการวิเคราะห์สำหรับเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ย 2) กำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นสำหรับทุเรียน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแนะนำปุ๋ย (สุมิตรา และคณะ 2544; 2545a,b, Poovarodom et al., 2001; 2002) ซึ่งทำให้เกษตรกรสนใจในการใช้ค่าวิเคราะห์ดินและพืชเพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยเพิ่มมากขึ้น

สิ่งสำคัญประการหนึ่งในการใช้ค่าวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยคือ จะต้องมีการศึกษาการตอบสนองของพืชต่อการใส่ปุ๋ย เพราะการใส่ปุ๋ยชนิดหนึ่งให้กับพืช อาจมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารหลายชนิดทั้งทางบวกและทางลบ (synergistic และ antagonistic) ซึ่งในปีที่ 3 ของโครงการ "ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน" ได้ทำการทดสอบอิทธิพลของปุ๋ยต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารและผลผลิตของทุเรียน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ย N และ K ในสวนของเกษตรกร การที่เน้นเฉพาะ N และ K นั้นเนื่องจากเมื่อตรวจเอกสารจำนวนมาก จะมีความเห็นค่อนข้างตรงกันว่า ในไม้ผลนั้น หากดินมีธาตุ P อย่างเพียงพอ การใส่ปุ๋ย P ไม่ใช่สิ่งที่จำเป็น เพราะ P เป็นธาตุที่สะสมในดิน และไม่ค่อยมีการสูญเสีย การดูดใช้ P ของพืช จะขึ้นกับระบบรากของพืช เมื่อพืชโตขึ้นและมีระบบรากที่ใหญ่ จะสามารถดูด P ไปใช้ได้มาก พืชสวนที่ปลูกเป็นการค้า และมีการวิเคราะห์ดินมาก่อนว่ามี P เพียงพอ พืชมักจะไม่ตอบสนองต่อปุ๋ย P ที่ใส่เพิ่ม ตำรับการทดลองประกอบด้วย

- ปุ๋ยไนโตรเจน 3 อัตรา : 1,000, 1,500 และ 2,000 กรัม N/ต้น/ปี
- โพแทสเซียม 2 อัตรา : 2,000 และ 3,000 กรัม K_2O/ต้น/ปี
- วางแผนการทดลองแบบ factorial รวมทั้งสิ้นเป็น 6 ตำรับการทดลอง จำนวน 6 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น

2. ทำการทดสอบอย่างง่าย ๆ กึ่งสาธิต ในสวนเกษตรกร โดยเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ย N หรือ K เพิ่ม จากที่ชาวสวนปฏิบัติอยู่ จำนวนทั้งสิ้น 10 สวน

3. ทำการเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ย P กับไม่ใส่ปุ๋ย P (และใส่ปุ๋ย N เพิ่มอีก 500 กรัม N/ต้น) โดยทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี เนื่องจากชาวสวนและนักวิชาการจำนวนมากมีความเชื่อมาแต่เดิมว่า การใส่ปุ๋ย P จะเร่งการออกดอกของพืช ถ้าไม่ใส่ปุ๋ย P จะทำให้พืชไม่ออกดอก หรือออกดอกช้า จึงนิยมใช้ปุ๋ยสูตร P สูงคือ 8-24-24 ซึ่งการใส่ปุ๋ย P ที่ต่อเนื่องยาวนานนี้มีผลทำให้เกิดการสะสม P ขึ้นในดินมาก สวนบางแห่งมีการสะสม P สูงมากกว่า 500 mg kg^{-1} ยังผลให้

เกิดการขาดจุลธาตุโดยเฉพาะ Zn, Fe และ Mn ทั้ง ๆ ที่ดินบริเวณภาคตะวันออกของประเทศมีความเป็นกรดสูง ทำให้จุลธาตุอาหารอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช แต่ในความเป็นจริงกลับพบว่าพืชมีอาการขาด Zn และ Fe มาก สาเหตุส่วนใหญ่มาจากการที่ดินมี P สูงมาก จากการทดลองตั้งแต่เริ่มฤดูปลูก 2543/44 ที่ผ่านมา ปรากฏว่า ปริมาณ P ในใบระหว่างตำรับที่ใส่ปุ๋ย P และไม่ใส่ปุ๋ย P มีค่าใกล้เคียงกัน การออกดอกของทั้ง 2 ตำรับการทดลองไม่แตกต่างกัน (สุมิตรา และคณะ 2544) ผลการทดลองนี้คล้ายคลึงกับการทดลองจำนวนมากที่รายงานเอาไว้ในวารสารต่าง ๆ ที่มักไม่พบการตอบสนองของพืชต่อการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เช่น ในการประชุมวิชาการ Mineral Nutrition of Fruit Trees (Atkinson et al., 1980) กล่าวว่า "99% of soils showed no response to added P" การตอบสนองต่อฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดในขณะที่พืชมีอายุน้อยหรือเพิ่งย้ายปลูก (Nielsen, 1994) ในการทดลองปุ๋ย P ระยะยาว Cummings (1983) รายงานว่า การใส่ปุ๋ย P ในอัตรา 0, 15 และ 30 กก.P/เฮกตาร์/ปี ให้ต้นพีช (peach) เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 20 ปี ไม่มีผลต่อ ขนาดของต้น (tree size) ผลผลิต และการอยู่รอด (tree survival) ของต้นพีชแต่อย่างใด และพืชจะตอบสนองต่อ P เมื่อดินมี P ต่ำมากเท่านั้น

โดยทั่วไปแล้ว การศึกษาการตอบสนองของพืชต่อปุ๋ยที่ใส่ในไม้ผลจะต้องมีการศึกษาต่อเนื่องหลายปี เนื่องจากการตอบสนองในไม้ผลส่วนใหญ่จะค่อนข้างช้า เพราะไม้ผลมักจะเก็บสะสมอาหารไว้ที่ส่วนต่าง ๆ ของต้น เช่น ลำต้น กิ่งก้าน และ ราก Smith et al. (1985) รายงานว่า ความเข้มข้นของ N ในใบถั่วพีแคน (pecan) มีความสัมพันธ์ในทางสถิติกับปริมาณปุ๋ย N ที่ใส่ และมีการตอบสนองค่อนข้างเร็ว ส่วน K นั้น การตอบสนองจะช้า และไม่พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณ K ในใบจนกระทั่งปีที่ 3 และมีการเพิ่มขึ้นของ K อย่างเด่นชัดในปีที่ 5 และ 6 ส่วน Worley (1990) รายงานว่า ถ้าพืชได้รับ N อย่างเพียงพอมาก่อน ความเข้มข้นของ N ในใบจะมีค่าค่อนข้างคงที่เป็นเวลาหลายปี ซึ่งในการศึกษาที่ใช้เวลา 16 ปี พบว่าจะต้องใช้เวลาถึง 6 ปี จึงจะพบความแตกต่างของ N ในใบระหว่างตำรับการทดลองต่าง ๆ จากที่กล่าวมาแล้วจะพบว่า การทดลองที่ดำเนินการมาเพียง 1 ปีนั้น ไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ปฏิบัติจริง ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาวิจัยอย่างต่อไป

ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งของการใช้ปุ๋ยในทุเรียนคือ ชาวสวนส่วนใหญ่มีความเชื่อว่าการใส่โพแทสเซียม ในรูปของโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) จะทำให้เนื้อทุเรียนมีสีเหลืองและคุณภาพดีขึ้น จึงทำให้ชาวสวนส่วนมากไม่กล้าใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของคลอไรด์ (KCl) ทั้งๆ ที่ปุ๋ย K_2SO_4 มีราคาสูงกว่า ปุ๋ย KCl 2-3 เท่า ในทางทฤษฎีนั้น ปุ๋ยทั้งสองชนิดไม่มีผลแตกต่างกันในแง่ของการให้ K เพราะพืชจะดูด K เข้าไปใช้ในรูปของ K^+ ซึ่งปุ๋ยทั้งสองชนิดคือ KCl และ K_2SO_4 เมื่อใส่ลงไปในดินจะแตกตัวให้ K^+ หากปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดให้ผลที่แตกต่างกันน่าจะมาจากส่วนของคลอไรด์ (Cl^-) หรือซัลเฟต ($SO_4^{=}$) มากกว่าที่จะมาจากส่วนของ K ถ้าเป็นเช่นนั้นแสดงว่าพืชน่าจะขาดซัลเฟอร์ สำหรับการแก้ปัญหาการขาดซัลเฟอร์อาจจะใช้ปุ๋ยอื่นที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ เช่น

แอมโมเนียมซัลเฟต เนื่องจากราคาถูกกว่าการใช้ K_2SO_4 มาก สำหรับคำแนะนำทั่วไปของการใช้ปุ๋ย KCl คือ ไม่ควรใช้ในบริเวณที่ดินมีปัญหาเกี่ยวกับความเค็ม (salinity) เพราะอาจเกิดการสะสมของคลอไรด์ได้ง่าย จากการตรวจเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม ในประเทศต่าง ๆ เช่น การปลูกส้มในรัฐฟลอริดา ก็แนะนำให้ใช้ KCl (Alva and Tucker, 1999) ในออสเตรเลีย ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใช้กันมากในไม้ผลและถั่วต่าง ๆ ก็คือ KCl ส่วน K_2SO_4 จะแนะนำให้ใช้เฉพาะบริเวณที่มีปัญหาความเค็ม (Weir and Cresswell, 1995) หรือพืชมีความไวต่อปริมาณคลอไรด์ หรือเมื่อพืชต้องการทั้งโพแทสเซียมและซัลเฟอร์ (Ludwick, 1994) สำหรับพื้นที่ปลูกทุเรียนในภาคตะวันออกทั้ง 3 จังหวัดนั้น เนื่องจากดินส่วนใหญ่มีเนื้อหยาบและมีฝนตกชุกมาก ทำให้การชะล้างสูง การสะสมของคลอไรด์จึงไม่น่าจะเกิดขึ้น จากการวัดค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายของดิน (Electrical conductivity, EC) จากสวนทุเรียนส่วนใหญ่พบว่า ค่า EC จะอยู่ระหว่าง 100-200 µS/cm ซึ่งจัดว่าต่ำมาก (สุมิตรา และคณะ 2544; 2545a,b) ดังนั้น เพื่อให้เกษตรกรเกิดความมั่นใจในการเลือกใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม จึงควรจะศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมทั้ง 2 ชนิดต่อผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในเนื้อทุเรียน เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ถ้ามีความแตกต่างกันจริง สาเหตุหลักคือธาตุโพแทสเซียม หรือมาจากธาตุซัลเฟอร์ ผลการทดลองที่ได้นี้ สามารถนำไปใช้กับไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญอื่น ๆ ได้ด้วย

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อให้ได้แนวทางการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพจากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ
2. เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงความแตกต่างระหว่างการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟต

การตรวจเอกสาร

การตอบสนองต่อปุ๋ย N และ K ในไม้ผล

การศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารในทุเรียน ในประเทศไทยและประเทศต่าง ๆ มีค่อนข้างน้อย จากการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในทุเรียนที่ผ่านมาปรากฏว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหาร คล้ายคลึงกับพืชอื่น ๆ (สุมิตรา และคณะ 2545a,b; Poovarodom et al., 2001; Poovarodom et al., 2002) และความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน ก็มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกับที่รายงานในพืชอื่น ๆ ทั้งในเขตร้อนและเขตหนาว (Jones, 1998; Koo and Young, 1977, Menzel et al., 1987, และ Brown, 1994) สำหรับช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบเพื่อการวิเคราะห์สำหรับทุเรียนคือ เมื่อใบมีอายุประมาณ 5-7 เดือน ซึ่งเป็นช่วงเวลาใกล้เคียงกับในส้ม (Chang et al., 1992) อโวกาโด (Koo and Young, 1977) และลิ้นจี่ (Kotur and Singh, 1993)

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ในไม้ผล การตอบสนองต่อปุ๋ยจะค่อนข้างช้า เพราะไม้ผลมักจะเก็บสะสมอาหารไว้ที่ส่วนต่าง ๆ ของต้นเช่น ลำต้น กิ่งก้าน และ ราก Legaz et al. (1982) ใช้ ^{15}N ศึกษาอัตราการดูดใช้ (absorption rate) ไนโตรเจนในพืชตระกูลส้ม พบว่า ปุ๋ย N ที่ใส่ในช่วงออกดอกจะเคลื่อนไปอยู่ที่ส่วนของพืชที่สร้างใหม่ (new organs) และบริเวณที่สะสมอาหาร (reserved organs) ส่วนในผลที่กำลังพัฒนา N ส่วนใหญ่จะมาจากอาหารที่เก็บสะสมเอาไว้ในต้น ในทำนองเดียวกัน Dasberg et al. (1983) รายงานว่า ไนโตรเจนที่ใช้ในการแตกใบอ่อนในช่วงฤดูใบไม้ผลิ (spring flush) มาจาก N ที่เก็บสะสมไว้ในต้นเช่นกัน ต่อมา Dasberg (1987) ตรวจเอกสารเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย N ในพืชตระกูลส้มและรายงานว่า มากกว่า 80% ของ N ในส่วนที่กำลังเจริญเติบโต (new growth) เคลื่อนย้ายมาจากอาหารที่สะสมอยู่ภายในต้น มี N เพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่มาจากปุ๋ย N ที่ใส่ให้กับพืชในช่วงของการเจริญเติบโต (growth period) ซึ่งแสดงว่า ปุ๋ย N ที่ใส่ให้กับพืชนั้น ไม่ได้ดูดไปใช้เพื่อสร้างผลหรือเกี่ยวข้องกับการพัฒนาการของผลโดยตรง แต่จะไปสะสมอยู่ตามส่วนที่ถาวรของต้น (permanent tree parts) เช่น ลำต้น กิ่งก้านและรากของพืช เหตุนี้เองจึงทำให้ผลผลิตในไม้ผลไม่ลดลงในทันทีถึงแม้ว่าพืชจะไม่ได้รับปุ๋ย N ก็ตาม โดยทั่วไปแล้ว ปริมาณ N ในใบจะลดลงก่อน หลังจากนั้น ผลผลิตจึงจะลดลง Dasberg (1987) สรุปว่า จุดประสงค์สำคัญของการใส่ปุ๋ย N ให้กับพืชคือ ให้พืชมีอาหารสำหรับเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง ไม่ใช่ให้ปุ๋ยเพื่อนำไปสร้างผลโดยตรง

ในทุเรียนนั้น ชาวสวนและนักวิชาการหลายท่านให้ข้อมูลที่ตรงกันว่า หากปล่อยให้ทุเรียนมีจำนวนผลบนต้นมากเกินไป ภายหลังการเก็บเกี่ยวต้นทุเรียนจะมีอาการที่เรียกว่า "โทรม" กล่าวคือ ใบจะร่วงมาก ทำให้เหลือใบบนต้นน้อย และต้นที่ไม่สมบูรณ์ หรือบางกิ่งอาจแห้งตาย อาการที่กล่าวมานี้ น่าจะเกิดจากการที่ต้นทุเรียนมีธาตุอาหารโดยเฉพาะ N ไม่เพียงพอ ทำให้ไนโตรเจนส่วน

ที่สะสมเอาไว้ถูกนำไปใช้และไม่มีการสะสมใหม่ อาการที่เกิดขึ้นนี้น่าจะใกล้เคียงกับที่พบในพีชทะเลทราย (desert peach) ในออสเตรเลีย ซึ่งชาวสวนนิยมใส่ปุ๋ย N ต่ำ เนื่องจากเชื่อว่าจะทำให้ผลแก่เร็ว และคุณภาพดี (เหมือนกับที่ชาวสวนทุเรียนนิยมปฏิบัติ) ปัญหาที่ตามมาคือ ความสมบูรณ์ของต้น (tree vigorous) ลดลง แต่จากการสำรวจสวนที่มี N สูงและต้นสมบูรณ์ดี ก็ไม่พบว่าทำให้ผลแก่ช้า (delay maturity) กว่าต้นที่มี N ต่ำแต่อย่างใด (Leece and Barkus, 1974) ในทำนองเดียวกัน Dasberg et al. (1983) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงปานกลาง (170 kgN/ha) ทำให้ผลผลิตของส้ม Shamouti สูงใกล้เคียงกับเมื่อใส่ปุ๋ยในอัตรา 310 kgN/ha แต่ปุ๋ยอัตราสูงจะทำให้ผลส้มแก่ช้า (delay in ripening) และมีเปลือกหนา

การใส่ปุ๋ย N, P และ K นั้นนอกจากจะมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของธาตุนั้น ๆ โดยตรงแล้ว ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารชนิดอื่นในใบด้วย Leece (1976a) รายงานว่า การใส่ปุ๋ย N มีผลทำให้ความเข้มข้นของ N, Fe, Cu, Mn และ Zn เพิ่มขึ้น แต่ทำให้ความเข้มข้นของธาตุ K, Ca, Mg และ B ลดลง ส่วนการใส่ปุ๋ย P และ K นั้นมีผลต่อความเข้มข้นของธาตุทั้ง 2 ชนิด และธาตุอื่น ๆ ในใบค่อนข้างน้อย ในทำนองเดียวกัน Smith et al. (1985) รายงานว่า การใส่ปุ๋ย N จะทำให้ K ในใบถั่วพีแคนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของ Ca และ Mg ในใบ ส่วน Zn นั้นจะลดลงเฉพาะในบางปีเท่านั้น ส่วน Sparks (1988) รายงานว่า การใส่ปุ๋ย P มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในใบถั่วพีแคนค่อนข้างน้อย ยกเว้นในกรณีที่พืชแสดงอาการขาดธาตุ P อย่างชัดเจนเท่านั้น

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า การจัดการธาตุอาหารเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพนั้นจะต้องมีการศึกษาอย่างลึกซึ้ง และจำเป็นต้องมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานจึงจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด

อิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปต่าง ๆ (Sources of potassium)

ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูป KCl เป็นปุ๋ยที่มีผู้นิยมใช้มากเป็นอันดับหนึ่งในสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ ทั่วโลก ในทวีปอเมริกาเหนือ KCl มีส่วนแบ่งการตลาดมากถึง 95% (Ludwick, 1994) รองลงมาได้แก่ K_2SO_4 ส่วนปุ๋ยอื่น ๆ เช่น KNO_3 และ โพแทสเซียม แมกนีเซียมซัลเฟต (K_2SO_4, $MgSO_4$) ใช้กันค่อนข้างน้อย ปุ๋ย K ทั้งหมดมีผลตกค้างเป็นกลางในดินยกเว้น KNO_3 ซึ่งมีผลตกค้างเป็นด่างเล็กน้อย

ปุ๋ย KCl เรียกกันว่า Muriate of potash มี K เป็นองค์ประกอบ 60-63% K_2O มีสีขาว หรือชมพู หรือแดงขึ้นกับวิธีการผลิต เป็นปุ๋ยที่มีราคาต่อหน่วยของ K ถูกที่สุด ปุ๋ย KCl ไม่เหมาะกับดินที่มีปัญหาเรื่องความเค็ม หรือในพืชที่ไวต่อคลอไรด์เช่น ไม้ผลหลายชนิด รวมทั้งองุ่น (Ludwick, 1994)

ปุ๋ย K_2SO_4 มี K เป็นองค์ประกอบ 50-53% K_2O และมี 18%S ปุ๋ย K_2SO_4 สามารถใช้ได้กับดินทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในดินที่มีปัญหาความเค็ม ปัญหาสำคัญคือ ปุ๋ย K_2SO_4 มีราคาสูงกว่า KCl มาก ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง

การผลิตส้มในมลรัฐฟลอริดามีการใช้ปุ๋ย KCl อย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นปุ๋ยที่มีราคาถูก (Alva and Tucker, 1999) ในประเทศออสเตรเลียก็เช่นกัน (Weir and Cresswell, 1995) ปุ๋ย KCl ไม่แนะนำให้ใช้ในดินเค็ม เนื่องจากจะเกิดการสะสมของ Cl^- ในดินดังที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปแล้ว อิทธิพลของชนิดของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินจะเป็นไปตามลำดับดังนี้ $KCl>KNO_3>K_2SO_4>K_2CO_3$ (Yamasaki and Kishita, 1972)

การศึกษาเกี่ยวกับปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปของ K_2SO_4 และ KCl ได้มีรายงานไว้ในพืชหลายชนิด (Edelbauer, 1979; Zehler et al., 1981; Cline and Gradt, 1980) ผลการศึกษาส่วนใหญ่สอดคล้องกันว่า โดยทั่วไปแล้ว ปุ๋ย K_2SO_4 และ KCl ให้ผลใกล้เคียงกันถ้าดินไม่ได้มี Cl^- สะสมอยู่ในปริมาณมาก

Cline and Gradt (1980) รายงานว่า การใส่ปุ๋ย K ในรูป KCl และ K_2SO_4 อัตรา 232 และ 465 กก/เฮกตาร์ ในองุ่นที่ใช้ทำไวน์ ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่ การใส่ปุ๋ย KNO_3 ทำให้ผลผลิตลดลงในทั้ง 2 อัตราปุ๋ย เนื่องจากการใส่ปุ๋ยในรูป KNO_3 ทำให้เกิด winter injury ซึ่งเป็นผลจากการที่มี N ในอัตราสูง อย่างไรก็ตาม Edelbauer (1979) รายงานว่า ถ้ามากกว่า 62% ของ K ทั้งหมดที่ใส่อยู่ในรูป KCl ผลผลิตขององุ่น "Gruner Veltliner" ที่ปลูกในสารละลายลดลง แต่เมื่อใส่ KCl น้อยกว่า 62% ของ K ทั้งหมด ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพขององุ่นแต่อย่างใด

การทดลองที่ 1

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียน โดยเป็นการศึกษาแบบการสาธิตในสวนของเกษตรกร เป็นการทดลองที่ต่อเนื่องจากการทดลองของโครงการ "ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน"

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ทดลอง

ทำการทดสอบปุ๋ยในสวนเกษตรกรจำนวน 9 สวน และศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี (ศวส.จบ.) อีก 1 แห่ง เป็นการทดลองต่อเนื่องจากฤดูการเจริญเติบโต 2543/44 โดยดูจากค่าวิเคราะห์ใบและวิเคราะห์ดินของปีที่ผ่านมาเป็นแนวทางในการให้ปุ๋ย และเปรียบเทียบปัจจัยเดียว เช่น ให้ N หรือ K เพิ่มขึ้นประมาณ 20-30% ของอัตราปุ๋ยที่เกษตรกรใช้อยู่ โดยเลือกต้นทุเรียนจำนวนตั้งแต่ 8-10 ต้น เป็นการทดลองแบบ demonstration ให้แก่เกษตรกร แต่ละสวนใช้ปุ๋ยต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดการใส่ปุ๋ยในสวนเกษตรกร และ ศวส.จบ.

หมายเลข	สวน	อัตราปุ๋ยที่ใส่เพิ่ม	หมายเลข	สวน	อัตราปุ๋ยที่ใส่เพิ่ม
33	ทรงธรรม	400 กรัม N/ ต้น	24	กรรณิการ์	1,000 กรัม K_2O / ต้น
81	นภาพร	400 กรัม N/ ต้น	4	อัมรินทร์	1,000 กรัม K_2O / ต้น
6	ศวส.จบ.	500 กรัม N/ ต้น และไม่ใส่ปุ๋ย P	44	ชัยสิทธิ์	1,000 กรัม K_2O / ต้น
			51	สุภาพร	1,000 กรัม K_2O / ต้น
			52	วาศิลป์	1,000 กรัม K_2O / ต้น
			72	บุญชู	550 กรัม K_2O / ต้น
			73	ปวุฒิ	650 กรัม K_2O / ต้น

2. การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

2.1 เก็บตัวอย่างดินรอบทรงพุ่มที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-40 ซม.จากต้นทุเรียนที่ศึกษาในช่วงต้นฤดูปลูก 2544/45

2.2 นำดินที่เก็บได้มาวิเคราะห์สมบัติของดินได้แก่ เนื้อดิน (texture), pH, EC, OM, CEC, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn และ B โดยใช้วิธีดังนี้

สมบัติดิน	วิธีวิเคราะห์
pH	1 : 1 Soil : H_2O
Electrical conductivity	1 : 1 Soil : H_2O
Organic matter	Walkley and Black
Available P	Bray II
CEC, Extractable K, Ca, Mg	1 N NH_4OAc pH 7.0
Extractable Fe, Cu, Mn, Zn	DTPA
B	Hot water
เนื้อดิน	Pipette method

3. การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ใบทุเรียน

3.1 Tag ใบทุเรียนตำแหน่งที่ 2-3 ของใบรุ่นที่ 1 เพื่อเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2544 โดยเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน ยกเว้นเมื่อใบอายุ 5-7 เดือน เก็บตัวอย่างใบทุกเดือน

3.2 นำตัวอย่างใบที่เก็บใส่ในถุงพลาสติก ใส่ในถังน้ำแข็งที่มีน้ำแข็งอยู่ด้านล่าง นำกลับมายังห้องปฏิบัติการ ล้างทำความสะอาดด้วยกรด HCl 0.1 N ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 °C จนแห้ง

3.3 บดตัวอย่างใบทุเรียนด้วยเครื่องบด Wiley Cutting Mill ผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh (0.42 มม.)

3.4 ตัวอย่างใบที่ได้นำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn และ B โดยใช้วิธีดังนี้

- N : ย่อยสลายด้วยวิธี microKjeldahl และกลั่นหาปริมาณ NH_4^+ ในสารละลาย
- P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn : ย่อยสลายด้วยกรด HNO_3 – $HClO_4$ (5:1) หลังจากที่ตัวอย่างใสแล้ว ทิ้งไว้ให้เย็น เติมกรด HCl 3 N จำนวน 5 มล. แล้วนำไปย่อยสลายต่อจนตัวอย่างใสอีกครั้งหนึ่ง ปรับปริมาตรเป็น 50 มล. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในสารละลายด้วยวิธีต่อไปนี้
  - P โดยวิธี molybdate - vanadate yellow color (Yoshida et al., 1976)
  - K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

- B ย่อยสลายด้วยวิธี dry ashing ที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นวิเคราะห์หา B ในสารละลายโดยวิธี azomethine-H (Gaines and Mitchell, 1979)

4. <u>การเก็บข้อมูลผลผลิตของทุเรียน</u>

การเก็บข้อมูลผลผลิตของทุเรียนที่แท้จริงทำได้ค่อนข้างยาก เพราะจะต้องเก็บในเวลาที่เฉพาะเจาะจงเท่านั้น นอกจากนั้นทุเรียนยังแก่ไม่พร้อมกัน ทำให้ต้องตัดผลทุเรียนหลายครั้ง การตัดผลทุเรียนต้องทำโดยผู้ที่มีความชำนาญ ดังนั้น ทางโครงการจึงใช้วิธีประมาณการผลผลิตทุเรียน โดยแบ่งขนาดผลทุเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ขนาดมาตรฐาน เล็กกว่ามาตรฐาน และใหญ่กว่ามาตรฐาน นับจำนวนผลทุเรียนของแต่ละกลุ่ม แล้วสุ่มวัดความกว้างและความยาวของผลแต่ละกลุ่ม จำนวน 5-10 ผลต่อกลุ่ม เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการคำนวณน้ำหนักผลทุเรียน โดยใช้สมการสหสัมพันธ์ข้างล่าง ตามแนวทางของ Koseki et al. (1987)

$$Y = 0.0083X - 0.0595 \qquad (r=0.932)$$

เมื่อ Y = น้ำหนักผลผลิต (กรัม)

X = L x W

L = ความยาวของผลทุเรียน (ซม.)

W = ความกว้างของผลทุเรียน (ซม.)

5. <u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ</u>

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยวิเคราะห์ค่า Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ Duncan's multiple range test

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติของดินที่ศึกษา

สมบัติของดินของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย N และ K เพิ่มจากการใส่ปุ๋ยตามปกติของเกษตรกรทั้ง 10 สวน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2a-b สำหรับสวนที่ได้รับปุ๋ย N เพิ่ม และตารางที่ 3a-b สำหรับสวนที่ได้รับ K เพิ่ม ซึ่งสวนทั้งหมด เป็นสวนที่ได้ทดลองตั้งแต่ฤดูการเจริญเติบโต 2543/44 และมีสมบัติของดินใกล้เคียงกับปีที่ผ่านมาดังนี้

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) : ค่า pH ของดินในสวนทุเรียนทั้ง 10 สวนที่เก็บตัวอย่าง มีค่าระหว่าง 3.7–5.0 สำหรับดินบน (0-20 ซม.) ซึ่งจัดว่าเป็นกรดจัด สำหรับค่า pH ของดินที่อยู่ด้านล่าง คือ 20-40 ซม. มีค่าต่ำกว่าดินบนเล็กน้อย

การนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC) : ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ส่วนใหญ่ค่อนข้างต่ำ คือประมาณ 58-366 $\mu S\ cm^{-1}$ โดยสวนส่วนมากมีค่า EC ต่ำกว่า 250 $\mu S\ cm^{-1}$ ซึ่งจัดเป็นดินที่ไม่มีความเค็ม

อินทรียวัตถุ (Organic matter) : มีค่าผันแปรค่อนข้างมากคือตั้งแต่ ประมาณ 1.3-3.8% โดยสวนส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรียวัตถุ ประมาณ 2.0-3.5% สำหรับดินบน และมีค่าลดลงตามลำดับสำหรับดินที่อยู่ลึกลงไป

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) : มีค่าผันแปรมากคือมีค่าตั้งแต่ประมาณ 10-328 mg kg^{-1} ส่วนในดินล่าง (ระดับความลึก 20-40 ซม.) มีปริมาณ P ลดลงจากดินบนค่อนข้างมาก

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) : มีค่าตั้งแต่ต่ำถึงปานกลางคือ ตั้งแต่ 2.9–14.9 cmol(+) kg^{-1} เนื่องจากดินสวนมากมีเนื้อดินเป็นทรายจัด และค่า pH ค่อนข้างต่ำ ทำให้มี CEC ต่ำ

โพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extractable K) : สวนที่ศึกษาส่วนใหญ่มีปริมาณ K ต่ำกว่า 100 mg kg^{-1} มีเพียง 2 สวนเท่านั้นที่มี K สูงกว่า 100 mg kg^{-1} ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ทุเรียนต้องการใช้ K ค่อนข้างสูง ทำให้มีผลตกค้างของ K ในดินน้อย นอกจากนั้น ดินยังมีเนื้อหยาบ และมีฝนตกชุก ทำให้ K ถูกชะล้างออกไปจากดินได้ง่าย สำหรับชั้นดินที่อยู่ลึกลงไป มีปริมาณ K ในดินลดลง

แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extractable Ca & Mg) : ความเข้มข้นของ Ca ในดินแตกต่างกันค่อนข้างมากระหว่างสวนคือ ตั้งแต่ 40-413 mg kg^{-1} มีจำนวน 6 สวนที่มี Ca ต่ำกว่า 250 mg kg^{-1} ส่วน Mg ในดิน ส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 25-50 mg kg^{-1} ซึ่งจัดว่าค่อนข้างต่ำสำหรับดินปลูกไม้ผล (Vock, 1997)

เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และ สังกะสี (Fe, Mn, Cu & Zn) : สวนทั้งหมดมีธาตุทั้ง 4 ใกล้เคียงกันในช่วงค่อนข้างแคบ มีบางสวนเท่านั้นที่ปริมาณธาตุเหล่านี้สูงกว่าสวนอื่น ๆ ค่อนข้างมาก

ตารางที่ 2a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย N เพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544

สวน	ตำรับ	pH (1:1)	EC(1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})							
	การทดลอง	น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
ทรงธรรม	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	4.45	58	1.38	136.6	4.90	31.3	279.3	27.3	70.4	6.30	1.38	1.35	0.10
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.99	67	1.53	147.1	5.60	45.0	413.0	35.6	72.1	7.05	1.33	1.47	0.20
นภาพร	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	3.90	181	3.31	40.5	14.9	96.9	251.0	41.4	130.5	6.35	1.00	0.87	0.15
	ใส่ปุ๋ยปกติ	3.94	162	3.82	58.6	13.8	92.0	294.5	45.8	181.3	9.92	0.92	0.74	0.20
ศวส.จบ.	ครบสูตร	3.67	122	1.83	107.7	5.21	54.3	40.2	9.6	76.0	1.34	4.81	1.34	0.20
	(+N, -P)	3.89	130	1.69	92.4	5.10	51.3	40.5	9.7	60.9	3.65	4.10	1.68	0.20

ตารางที่ 2b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย N เพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544

สวน	ตำรับ	pH (1:1)	EC(1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})							
	การทดลอง	น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
ทรงธรรม	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	4.24	115	1.33	47.8	5.09	20.6	151.1	14.2	59.6	3.41	0.55	0.64	0.10
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.55	59	1.43	49.6	4.87	26.9	218.5	19.0	50.5	3.25	0.60	0.71	0.10
นภาพร	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	3.84	126	2.35	11.7	14.2	54.4	102.6	22.6	74.5	4.42	0.52	0.46	0.10
	ใส่ปุ๋ยปกติ	3.82	88	1.82	4.78	15.0	47.9	127.8	25.9	35.7	3.58	0.22	0.36	0.15
ศวสจ.	ครบสูตร	3.71	101	0.95	24.8	4.89	44.5	10.1	4.8	39.2	0.63	0.90	0.82	0.20
	(+N, -P)	3.88	86	0.97	13.6	5.64	40.4	12.1	3.0	25.6	0.88	0.50	0.90	0.20

ตารางที่ 3a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย K เพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544

สวน	ตำรับ	pH (1:1)	EC(1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})							
	การทดลอง	น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
กรรณิการ์	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	4.12	76	2.69	14.2	8.83	68.1	110.9	24.3	59.0	115.8	2.93	5.35	0.10
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.18	76	2.79	10.2	9.73	58.9	163.5	33.1	81.8	159.3	2.98	5.28	0.15
อัมรินทร์	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	4.53	115	3.20	24.4	10.1	69.3	194.2	45.4	61.4	2.77	1.76	3.59	0.10
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.32	113	3.39	14.0	9.13	56.4	183.6	46.4	70.6	2.74	1.86	0.69	0.10
ชัยสิทธิ์	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	4.53	214	3.27	83.3	12.4	91.0	383.0	46.7	70.4	10.4	3.96	1.79	0.20
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.43	202	3.71	94.6	10.2	85.5	413.1	42.9	71.2	10.4	4.20	2.00	0.25
สุภาพร	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	3.92	212	1.39	180.8	3.98	49.9	145.7	13.0	56.8	6.22	0.50	1.32	0.25
	ใส่ปุ๋ยปกติ	3.94	196	1.45	119.5	4.19	41.3	157.4	13.5	61.0	6.07	0.40	1.19	0.25
วาศิลป์	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	4.10	157	1.60	34.6	5.55	61.5	157.7	29.8	44.8	19.6	0.22	0.46	0.20
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.09	191	1.52	33.4	6.17	57.0	132.3	27.7	49.5	19.7	0.21	0.50	0.25
บุญชู	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	3.84	366	2.72	127.5	6.90	117.1	132.2	26.9	128.4	34.6	5.93	2.65	0.40
	ใส่ปุ๋ยปกติ	3.79	288	2.49	119.0	7.21	108.0	118.4	27.5	133.3	30.5	3.47	2.46	0.35
ปวุฒิ	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	4.30	215	2.98	289.1	8.60	134.8	286.7	90.6	264.5	4.54	4.39	3.46	0.20
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.09	217	3.04	325.0	9.46	98.3	243.8	63.2	279.8	5.40	4.97	3.75	0.20

ตารางที่ 3b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย K เพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544

สวน	ตำรับ	pH (1:1)	EC(1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})							
	การทดลอง	น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
กรรณิการ์	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	4.16	43	1.39	0.8	9.66	45.4	101.2	17.9	24.2	68.8	0.70	1.66	0.10
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.23	38	1.44	1.1	10.2	40.6	137.9	24.2	38.6	92.2	0.83	2.07	0.10
อัมรินทร์	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	4.28	85	1.67	5.1	9.36	46.0	85.1	24.8	37.2	1.12	0.52	1.56	0.10
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.16	74	1.88	2.7	10.9	32.0	73.4	21.1	46.8	1.52	0.61	0.29	0.10
ชัยสิทธิ์	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	4.30	130	1.97	17.5	10.1	55.6	177.6	25.8	37.7	3.92	1.07	0.58	0.20
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.24	220	2.01	20.2	11.1	58.3	204.3	24.3	39.7	4.44	1.24	0.68	0.25
สุภาพร	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	3.96	126	0.86	34.8	2.98	30.4	46.8	4.73	23.9	3.43	0.20	0.53	0.15
	ใส่ปุ๋ยปกติ	3.87	123	1.09	66.9	4.24	25.2	72.2	6.60	37.7	3.92	0.31	0.76	0.19
วาศิลป์	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	3.94	112	0.97	8.67	6.63	35.9	83.9	15.3	25.6	9.05	0.11	0.36	0.20
	ใส่ปุ๋ยปกติ	3.90	143	0.96	8.64	6.70	29.2	69.2	13.4	23.7	9.11	0.10	0.45	0.20
บุญชู	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	3.80	249	1.60	15.4	6.50	78.2	55.9	13.9	57.5	14.8	0.92	0.77	0.25
	ใส่ปุ๋ยปกติ	3.76	264	1.62	17.7	9.53	83.3	61.5	16.3	61.9	15.4	0.74	0.79	0.20
ปวุฒิ	ใส่ปุ๋ยเพิ่ม	3.89	265	1.78	127.2	8.67	84.8	115.5	36.5	134.3	1.85	1.66	1.30	0.15
	ใส่ปุ๋ยปกติ	4.06	142	1.75	138.4	8.68	71.4	204.7	29.2	138.9	2.13	2.01	1.31	0.20

ทั้งนี้อาจเนื่องจากสวนเหล่านั้นมีค่า pH ค่อนข้างต่ำ หรืออาจเนื่องจากมีการฉีดพ่นจุลธาตุทางใบค่อนข้างสูง จึงมีการตกค้างของจุลธาตุในดินบนมาก

โบรอน : ความเข้มข้นของ B ในดินมีค่าระหว่าง 0.1-0.4 mg kg^{-1} สำหรับดินบน (0-20 ซม.) โดยสวนส่วนใหญ่มีค่าความเข้มข้นของ B อยู่ระหว่าง 0.1-0.2 mg kg^{-1} สำหรับดินล่างมีค่าเฉลี่ยของ B ต่ำกว่าดินบนเล็กน้อย ความเข้มข้นของ B ในระดับนี้จัดว่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย และ pH ต่ำ

2. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนทุเรียน

1. สวนที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่ม

สวนที่มีการใส่ปุ๋ย N เพิ่มเติมจากที่เกษตรกรปฏิบัติมี 3 แห่งได้แก่ สวนทรงธรรม สวนนภาพร และศวส.จบ. ซึ่งปีนี้เป็นปีที่ 2 ผลการทดลองปรากฏว่า

สวนทรงธรรม การใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนยกเว้นธาตุ K และ Fe เท่านั้นที่มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 1) โดยตำรับที่ได้รับปุ๋ย N เพิ่มขึ้น มีความเข้มข้นของ K เพิ่มขึ้น แต่ความเข้มข้นของ Fe ลดลง เมื่อคำนวณความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุ 5-7 เดือนพบว่า ความเข้มข้นของ K เพิ่มขึ้นจาก 1.58 ไปเป็น 1.68% ส่วนเหล็กลดลงจาก 137 เหลือ 103 mg kg^{-1} เมื่อมีการใส่ปุ๋ย N เพิ่มขึ้น ซึ่งค่าทั้ง 2 นี้มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 4) ส่วน B ไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะมีการใส่ปุ๋ยเพิ่มหรือไม่ก็ตาม โดยความเข้มข้นของ B มีค่า 38 และ 39 mg kg^{-1} สำหรับตำรับที่ได้รับปุ๋ย N เพิ่ม และใส่ปุ๋ยแบบปกติของเกษตรกร ตามลำดับ

ศวส.จบ. ในแปลงทดลองนี้ ต้นทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย N เพิ่มไม่ได้รับปุ๋ย P (+N,-P) ตลอด 2 ฤดูปลูกที่ผ่านมา ผลการศึกษาปรากฏว่า ต้นทุเรียนที่ได้รับปุ๋ยแบบ +N,-P นี้มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบคล้ายคลึงกันและความเข้มข้นของธาตุอาหารใกล้เคียงกันกับต้นที่ได้รับปุ๋ยครบสูตร N-P-K มีเพียงไม่กี่ธาตุเท่านั้นที่มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 2) เมื่อคำนวณความเข้มข้นของธาตุอาหารเมื่อใบทุเรียนมีอายุ 5-7 เดือนปรากฏว่า มีเพียงความเข้มข้นของ N, Ca และ Cu เท่านั้นที่มีความแตกต่างในทางสถิติระหว่างต้นทุเรียนทั้ง 2 กลุ่ม กล่าวคือ ความเข้มข้นของ N เพิ่มขึ้นเป็น 2.36% จาก 2.17% และ Ca เพิ่มจาก 1.01% เมื่อใส่ปุ๋ยปกติ เป็น 1.20% เมื่อได้รับปุ๋ย N เพิ่มเมื่อได้รับปุ๋ย N เพิ่ม สำหรับ Cu นั้น ความเข้มข้นค่อนข้างสูง น่าจะปนเปื้อนจากการฉีดพ่นสารปราบศัตรูพืช (ตารางที่ 4) ส่วน B มีความเข้มข้นค่อนข้างต่ำคือ 32 และ 31 mg kg^{-1} สำหรับตำรับที่ได้รับปุ๋ย N เพิ่ม และใส่ปุ๋ยแบบปกติของเกษตรกร ตามลำดับ

สวนนภาพร ความเข้มข้นของธาตุอาหารระหว่างตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเพิ่มและได้รับปุ๋ยปกติของสวนนี้มีความแตกต่างค่อนข้างมากระหว่างธาตุ K, Ca และ Fe แต่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารของทุเรียนทั้ง 2 ตำรับการทดลองคล้ายกัน (รูปที่ 3) เมื่อคำนวณความเข้ม

ข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุ 5-7 เดือนปรากฏว่า ธาตุ N, P, K, Ca, Fe และ Zn มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 4) โดยตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย N เพิ่ม จะมีความเข้มข้นของ N, K, Fe และ Zn เพิ่มขึ้น แต่ P และ Ca ลดลง ซึ่งคล้ายกับที่พบในปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของธาตุ N, P และ Zn ระหว่างทั้ง 2 ตำรับการทดลองค่อนข้างน้อย มีเพียง K (1.99% และ 1.75%) Ca (2.06% และ 2.36%) และ Fe (213 mg kg^{-1} และ 167 mg kg^{-1}) ที่มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก สำหรับอิทธิพลของปุ๋ย N ต่อ K, Ca และ Fe นั้น สอดคล้องกับที่พบในพืชตามรายงานของ Leece (1976b) สำหรับ B มีค่าใกล้เคียงกันระหว่างตำรับการทดลอง

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนอายุ 5-7 เดือน ในสวนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มจากอัตราปกติ

ตำรับการ	มหธาตุ (%)					จุลธาตุ (mg kg^{-1})				
ทดลอง	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
ทรงธรรม										
เพิ่มปุ๋ย N	1.87	0.24	1.68	2.58	0.37	103	55	29	17	38
ใส่แบบเกษตรกร	1.84	0.25	1.58	2.65	0.39	137	51	23	17	39
P = 0.05			*			*				
ศวส.จบ.										
(+N, -P)	2.36	0.20	2.23	1.20	0.23	221	87	45	18	32
ใส่ปุ๋ยครบสูตร	2.17	0.18	2.29	1.01	0.19	212	83	19	18	31
P = 0.05	*			*				*		
นภาพร										
เพิ่มปุ๋ย N	2.16	0.17	1.99	2.06	0.34	213	98	16.	14	34
ใส่แบบเกษตรกร	2.10	0.19	1.75	2.36	0.38	167	102	16	13	33
P = 0.05	*	*	*	*		*			*	
ค่ามาตรฐานธาตุ	2.1-	0.15-	1.5-	1.7-	0.25-	40-	50-	10-25	10-30	30-
อาหารทุเรียน	2.4	0.25	2.5	2.5	0.50	150	120			70

2. สวนที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่ม

สวนที่ได้รับปุ๋ย K เพิ่มจากปกติมีทั้งสิ้น 7 สวน โดยทั่วไปแล้ว แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารของแต่ละสวนใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างกันมากนักระหว่างตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเพิ่มกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยปกติ (รูปที่ 4-10) โดยมีรายละเอียดดังนี้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ไนโตรเจน การใส่ปุ๋ย K เพิ่มมีผลต่อความเข้มข้นของ N ในใบทุเรียนค่อนข้างน้อย ซึ่งเหมือนกับในปีที่ผ่านมา ความเข้มข้นของ N ในใบผันแปรอยู่ในช่วงแคบ ๆ ทั้ง 7 สวน และมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันในทุเรียนทั้ง 2 กลุ่ม สวนส่วนมากมีความเข้มข้นของ N ประมาณ 2%

ฟอสฟอรัส การใส่ปุ๋ย K ทำให้ความเข้มข้นของ P ในใบทุเรียนลดลงเล็กน้อย แตกต่างกันไปในแต่ละสวน ยกเว้นสวนสุภาพรที่ความเข้มข้นของ P เพิ่มขึ้น

โพแทสเซียม ความเข้มข้นของ K ในใบมีแนวโน้มลดลงเมื่อใบทุเรียนมีอายุมากขึ้น ซึ่งคล้ายคลึงกันในทุกสวน การใส่ปุ๋ย K มีผลต่อความเข้มข้นของ K ค่อนข้างน้อยในทุกสวนที่ทำการศึกษา ทั้งนี้อาจเนื่องจากสวนส่วนมากมีความเข้มข้นของ K อยู่ในระดับเพียงพอ

แคลเซียมและแมกนีเซียม ความเข้มของ Ca มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันในตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K เพิ่มและตำรับที่ได้รับปุ๋ยปกติ ยกเว้นสวนชัยสิทธิ์ ที่ความเข้มข้นของ Ca ลดลงเมื่อใส่ปุ๋ย K เพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งน่าจะมาจากการที่สวนนี้มีการเพิ่มขึ้นของ K ในใบเล็กน้อยในตำรับที่ได้รับปุ๋ยเพิ่ม สำหรับสวนปวุฒิมีการลดลงของ Ca เช่นกัน แต่ปริมาณ K ในใบไม่เพิ่มขึ้น ส่วนความเข้มข้นของ Mg ไม่แตกต่างกันมากนักระหว่างตำรับการทดลอง ยกเว้นสวนกรรณิการ์ ซึ่ง Mg ในตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K ลดลงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยแบบปกติ

จุลธาตุอาหาร ความเข้มข้นของ Fe ในแต่ละสวนค่อนข้างผันแปร ทำให้ไม่สามารถสรุปแนวโน้มได้ชัดเจนระหว่างทั้ง 2 ตำรับการทดลอง ในสวนบุญชู ซึ่งการใส่ปุ๋ย K เพิ่ม ทำให้ความเข้มข้นของ Fe เพิ่มขึ้น แต่สวนวาศิลป์ การใส่ปุ๋ย K ทำให้ Fe และ Mn ในใบลดลงหรือมีปริมาณใกล้เคียงกับตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเพิ่ม มีเพียงสวนกรรณิการ์เท่านั้น ที่การใส่ปุ๋ย K มีแนวโน้มทำให้ Mn ในใบเพิ่มขึ้น แต่สวนนี้มีประวัติการฉีดพ่น Mn ทางใบอยู่เสมอ และมีความผันแปรระหว่างต้นค่อนข้างมาก สำหรับความเข้มข้นของ Cu นั้นพบว่าค่อนข้างสูง ไม่น่าจะมาจากการดูดใช้ Cu ทางรากโดยปกติของพืช แต่น่าจะมาจากการปนเปื้อนของ Cu ในสารปราบศัตรูพืช ในทำนองเดียวกัน สวนส่วนมากมีความเข้มข้นของ Zn ในทั้ง 2 ตำรับการทดลองใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเหมือนกัน

สำหรับความเข้มข้นของ B ในใบทุเรียนทุกสวนมีค่าค่อนข้างคงที่และใกล้เคียงกันตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างคือ มีความเข้มข้นระหว่าง 30-45 mg kg^{-1} ยกเว้นช่วงที่ใบมีอายุประมาณ 5 เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่ทุเรียนออกดอก ความเข้มข้นของ B ในใบเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเฉพาะสวนบุญชูซึ่งความเข้มข้นของ B ในใบเพิ่มขึ้นค่อนข้างมาก เนื่องจากในระยะนี้เกษตรกรจะฉีดพ่นปุ๋ย B ทางใบ ปริมาณ B ในใบมีค่าประมาณ 30 mg kg^{-1} ซึ่งยังอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหาร

67934

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุระหว่าง 5-7 เดือนในสวนที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ

ตำรับการ	มหธาตุ (%)					จุลธาตุ (mg kg^{-1})				
ทดลอง	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
กรรณิการ์										
เพิ่มปุ๋ย K	1.77	0.19	1.98	1.87	0.31	137	278	168	20	34
ใส่แบบเกษตรกร	1.89	0.20	1.92	1.83	0.36	129	217	152	19	33
P = 0.05	*				*					
อัมรินทร์										
เพิ่มปุ๋ย K	2.00	0.20	1.69	2.00	0.46	177	72	86	44	38
ใส่แบบเกษตรกร	1.93	0.23	1.65	2.12	0.45	174	75	65	39	41
P = 0.05		*						*		
ชัยสิทธิ์										
เพิ่มปุ๋ย K	2.00	0.25	1.97	2.16	0.36	167	109	81	37	39
ใส่แบบเกษตรกร	1.97	0.26	1.83	2.77	0.37	184	140	46	33	44
P = 0.05			*	*			*	*		
สุภาพร										
เพิ่มปุ๋ย K	2.17	0.21	1.98	2.33	0.22	161	167	8.7	14	51
ใส่แบบเกษตรกร	2.14	0.18	1.93	1.44	0.26	183	203	4.7	12	91
P = 0.05								*	*	
วาศิลป์										
เพิ่มปุ๋ย K	2.13	0.22	1.94	1.86	0.43	137	182	14	17	44
ใส่แบบเกษตรกร	2.19	0.21	1.86	1.68	0.43	196	189	13	15	43
P = 0.05						*				
บุญชู										
เพิ่มปุ๋ย K	2.18	0.18	2.27	1.54	0.21	161	130	126	75	82
ใส่แบบเกษตรกร	2.27	0.20	2.32	1.50	0.21	124	137	138	84	85
P = 0.05	*					*				
ปวุฒิ										
เพิ่มปุ๋ย K	2.13	0.21	2.05	1.52	0.30	187	92	82	19	38
ใส่แบบเกษตรกร	2.21	0.24	2.15	1.84	0.32	174	106	80	20	45
P = 0.05	*		*	*					*	
ค่ามาตรฐานธาตุอาหารของทุเรียน	2.0-2.4	0.15-0.25	1.5-2.5	1.7-2.5	0.25-0.50	40-150	50-120	10-25	10-30	30-70

3. ความเข้มข้นของธาตุอาหารเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในสวนที่ได้รับปุ๋ย N และ K เพิ่มได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 และ 5 จากตารางจะพบว่า สวนส่วนมากมีความเข้มข้นของธาตุอาหารอยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน ยกเว้นสวนกรรณิการ์ที่มีความเข้มข้นของ N ต่ำกว่าค่ามาตรฐานอย่างเห็นได้ชัด ส่วนสวนอื่น ๆ บางสวนมีความเข้มข้นของ N ต่ำกว่า 2.0% (lower limit) เล็กน้อย แต่ไม่น่าจะมีผลในทางปฏิบัติ สำหรับ P และ K ไม่มีสวนที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าค่ามาตรฐานแต่อย่างใด ในขณะที่ Ca นั้นพบว่า ศวส.จบ. และสวนบุญชูมีความเข้มข้นต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โดย ศวส.จบ.มีความเข้มข้นของ Ca ในใบเพียง 1.01-1.20% ในขณะที่ค่ามาตรฐานเท่ากับ 1.70-2.50% นอกจากนั้นยังพบว่า ทั้ง 2 สวนนี้ก็มีความเข้มข้นของ Mg ต่ำกว่าค่ามาตรฐานเช่นเดียวกัน สาเหตุน่าจะมาจากการที่ทั้ง 2 สวนนี้มีความเข้มข้นของ K ในใบค่อนข้างสูง (ประมาณ 2.2-2.35%) เป็นผลให้เกิด antagonism ระหว่างธาตุทั้ง 2 นี้ ซึ่งพบได้ในไม้ผลทั่วไป (Forshey,1969) ส่วนจุลธาตุทั้ง Fe, Mn, Cu และ Zn นั้น ทุกสวนมีปริมาณเพียงพอและอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานทั้งหมด มีบางสวนที่ Zn ค่อนข้างต่ำเช่น สวนนภาพร สวนสุภาพร และสวนวาศิลป์ แต่ก็ยังอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

สำหรับความเข้มข้นของ B ในใบทุเรียนในช่วงอายุใบ 5-7 เดือนพบว่า ปริมาณ B ในใบมีค่าประมาณ 30 mg kg^{-1} ซึ่งยังอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหารของทุเรียน ที่กำหนดให้ความเข้มข้นของ B อยู่ระหว่าง 30-70 mg kg^{-1} (สุมิตราและคณะ, 2544) แต่จัดอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างต่ำและอาจเกิดการขาดได้ง่าย เนื่องจากดินสวนใหญ่ที่ปลูกทุเรียนเป็นดินกรดจัดและมีเนื้อดินหยาบ ทำให้การชะล้าง B เกิดได้มาก (Weir and Cresswell, 1995) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า โอกาสที่ทุเรียนจะขาด B เกิดขึ้นได้ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในช่วงที่ทุเรียนออกดอก เพราะเป็นช่วงที่ต้องการ B สูงและเนื่องจาก B จัดเป็นธาตุไม่เคลื่อนย้ายในพืช พืชอาจขาด B ได้แม้ว่าในใบจะมี B อยู่เพียงพอก็ตาม การขาดในลักษณะนี้เป็นการขาดแบบชั่วคราว (transient deficiency) สามารถแก้ไขด้วยการฉีดพ่นทางใบ (Brown, 2001) ซึ่งชาวสวนปฏิบัติกันเป็นประจำอยู่แล้วหรือสามารถส่งเสริมให้ปฏิบัติได้โดยไม่ยากนัก ค่าความเข้มข้นของ B ในใบทุเรียนที่วิเคราะห์ในปีนี้ต่ำกว่าปีก่อนที่ความเข้มข้นของ B ในใบทุเรียนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 40 mg kg^{-1} อาจเนื่องจากปีนี้มีฝนตกชุกกว่าปีที่แล้ว สภาพอากาศและปริมาณฝนมีผลต่อการดูดใช้ B ของทุเรียนค่อนข้างมาก (Clark et al., 1989)

4. ผลผลิต

ผลผลิตของสวนย่อยที่ได้รับปุ๋ย N และ K เพิ่มได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 และ 7 จากตารางจะพบว่าผลผลิตของแต่ละสวนมีค่าผันแปรระหว่างต้นค่อนข้างมาก ทำให้ค่าที่ได้ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยทั่วไปแล้ว ผลผลิตจากตำรับที่ได้รับปุ๋ยเพิ่ม มีแนวโน้มสูงกว่าตำรับที่ได้รับปุ๋ยปกติเล็กน้อย การเก็บผลผลิตในสวนย่อยทำได้ค่อนข้างยาก เพราะมีหลายสวน และบางสวนมีทุเรียนหลายรุ่น ถึงแม้ว่าคณะผู้วิจัยจะได้ Tag ผลของทุเรียนเอาไว้เพื่อนำมาชั่งน้ำหนักในห้องปฏิบัติการก็ตาม แต่เมื่อตัดทุเรียน ผู้ตัดได้ตัดเอาทุเรียนที่ Tag ไว้ไปด้วย เช่น สวนบุญชู ทำให้ไม่สามารถหาผลผลิตได้ นอกจากนั้น บางสวนยังมีทุเรียนหลายรุ่นและเกิดปัญหาการตัดลูกที่ Tag เอาไว้แล้วบางรุ่นไปด้วย ทำให้ไม่ได้น้ำหนักที่ถูกต้อง

ตารางที่ 6 ผลผลิตและน้ำหนักผลเฉลี่ยของสวนทุเรียนที่ได้รับไนโตรเจนเพิ่มเติมจากการใส่ปุ๋ยตามปกติของเกษตรกร

สวน	ตำรับการทดลอง	น้ำหนักเฉลี่ย/ต้น (กก.)	Standard deviation	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กก.)	Standard deviation
ทรงธรรม	เพิ่มปุ๋ย N	243.3	77.4	3.25	0.34
	ใส่ปุ๋ยปกติ	231.7	80.4	3.06	0.48
ศวส.จบ.	(+N, -P)	186.2	81.1	3.80	0.54
	ใส่ปุ๋ยครบสูตร	214.0	69.0	3.13	0.72
นภาพร	เพิ่มปุ๋ย N	115.8	28.3	4.66	1.50
	ใส่ปุ๋ยปกติ	145.0	50.5	3.86	0.87

ตารางที่ 7 ผลผลิตและน้ำหนักผลเฉลี่ยของสวนทุเรียนที่ได้รับโพแทสเซียมเพิ่มเติมจากการใส่ปุ๋ยตามปกติของเกษตรกร

สวน	ตำรับการทดลอง	น้ำหนักเฉลี่ย/ต้น (กก.)	Standard deviation	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กก.)	Standard deviation
กรรณิการ์	เพิ่มปุ๋ย K	276.0	79.3	3.73	0.68
	ใส่แบบเกษตรกร	217.8	70.3	3.21	0.65
อัมรินทร์	เพิ่มปุ๋ย K	346.7	88.9	2.93	0.38
	ใส่แบบเกษตรกร	331.2	94.1	3.18	0.74
ชัยสิทธิ์	เพิ่มปุ๋ย K	206.9	53.7	4.16	0.90
	ใส่แบบเกษตรกร	182.2	20.4	3.35	0.69
สุภาพร	เพิ่มปุ๋ย K	119.7	54.5	2.90	0.24
	ใส่แบบเกษตรกร	111.5	46.6	3.06	0.55
วาศิลป์	เพิ่มปุ๋ย K	210.3	46.8	3.45	0.75
	ใส่แบบเกษตรกร	246.1	67.4	3.38	0.45
บุญชู	เพิ่มปุ๋ย K	-	-	-	-
	ใส่แบบเกษตรกร	-	-	-	-
ปวุฒิ	เพิ่มปุ๋ย K	108.1	29.0	3.96	0.88
	ใส่แบบเกษตรกร	91.4	26.0	3.30	0.60

หมายเหตุ : สวนบุญชู ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้

5. การศึกษาผลของการไม่ใส่ปุ๋ย P ต่อการออกดอก

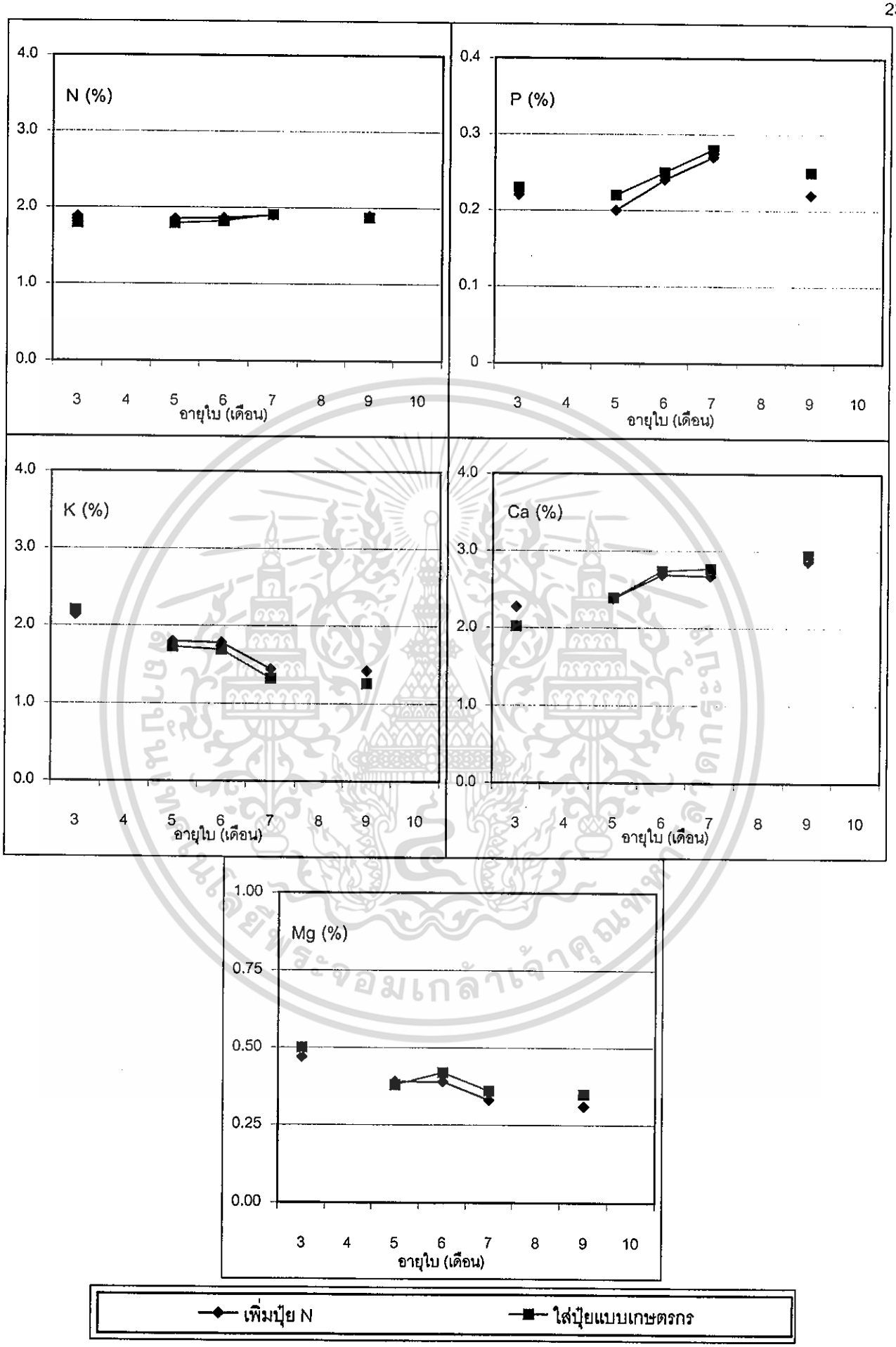
เป็นการทดลองต่อเนื่องจากฤดูการเจริญเติบโต 2543/44 ของโครงการความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน โดยทำการใส่ปุ๋ยเฉพาะ N และ K เพียง 2 ชนิด เปรียบเทียบกับต้นที่ได้รับปุ๋ย N-P-K ทั้ง 3 ชนิดโดยทำการทดลองที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี (ศวส.จบ.) ปรากฏว่า ความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn และ B มีค่าใกล้เคียงกันมากในพืชทั้ง 2 กลุ่มที่ทำการศึกษา มีเพียงธาตุ Cu เท่านั้นที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารแตกต่างกันค่อนข้างมาก (รูปที่ 2 และตารางที่ 4) ซึ่งน่าจะมาจากการปนเปื้อนของสารปราบศัตรูพืชที่ฉีดพ่นให้กับทุเรียนในแปลงที่อยู่ติดกัน เพราะค่าความเข้มข้นของ Cu ที่พบค่อนข้างสูง สำหรับการออกดอกของต้นทุเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ไม่แตกต่างกัน และระยะเวลาการเก็บเกี่ยวก็ใกล้เคียงกัน ข้อมูลที่ได้รับนี้สามารถใช้ยืนยันกับเกษตรกรได้ว่า ถ้าทุเรียนได้รับ P อย่างเพียงพอแล้ว การใส่ปุ๋ย P ไม่ได้ทำให้ทุเรียนออกดอกเร็วขึ้น ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถประหยัดปุ๋ยในส่วนที่เป็น P ได้ เพราะปุ๋ย P มีราคาแพง ผลทางอ้อมที่ได้รับคือ จะทำให้ทุเรียนหรือไม้ผลขาดจุลธาตุน้อยลง เพราะถ้าดินมี P สูงมากจะมีผลทำให้ขาดจุลธาตุโดยเฉพาะสังกะสี ทำให้เกษตรกรต้องฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอยู่เสมอ

สรุปผลการทดลอง

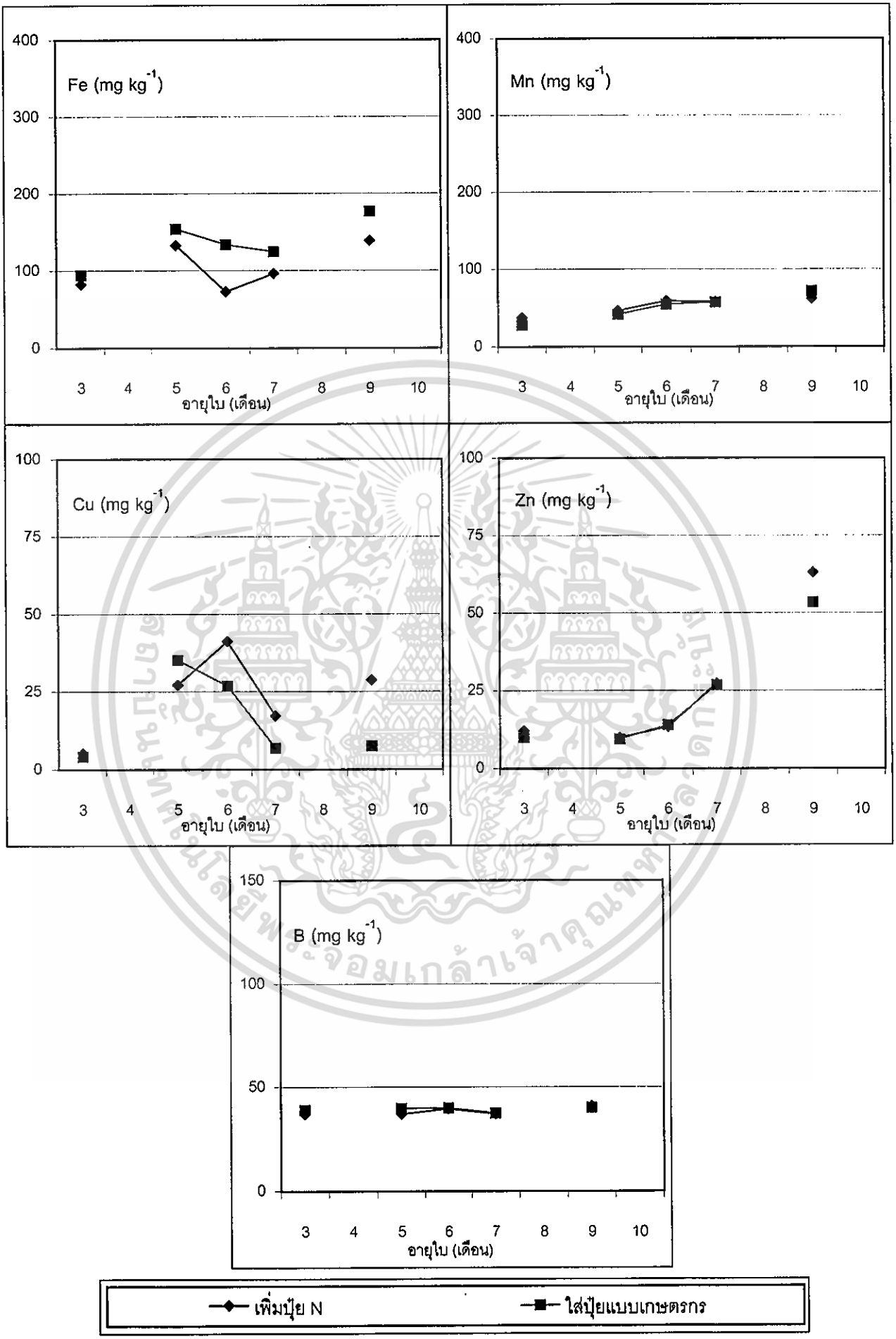
1. จากการทดลองในสวนเกษตรกรเป็นเวลา 2 ปี ปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบค่อนข้างน้อย ส่วนหนึ่งอาจเนื่องจาก ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ไม่มากนัก และเป็นการศึกษาในสภาพที่เป็นสวนเกษตรกร (field trial) ซึ่งมีความผันแปรระหว่างต้นสูง จึงไม่เห็นผลชัดเจน นอกจากนั้น ในไม้ผลอาจใช้เวลานาน จึงจะพบการตอบสนองต่อปุ๋ย ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Smith et al. (1985) และ Worley (1990) ที่พบว่าการตอบสนองของปุ๋ยในไม้ผล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง K อาจต้องใช้เวลานานกว่า 5 ปี

2. การใส่ปุ๋ย N มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารชนิดอื่นค่อนข้างน้อย แต่การใส่ปุ๋ย K มีผลต่อการดูดใช้ธาตุ Ca และ Mg โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าดินมีธาตุทั้ง 2 ชนิดอยู่ในน้อย ดังนั้น การใส่ปุ๋ย K ในอัตราสูง จึงต้องทำด้วยความระมัดระวัง และควรใส่ Ca และ Mg เพิ่มให้กับพืชด้วย

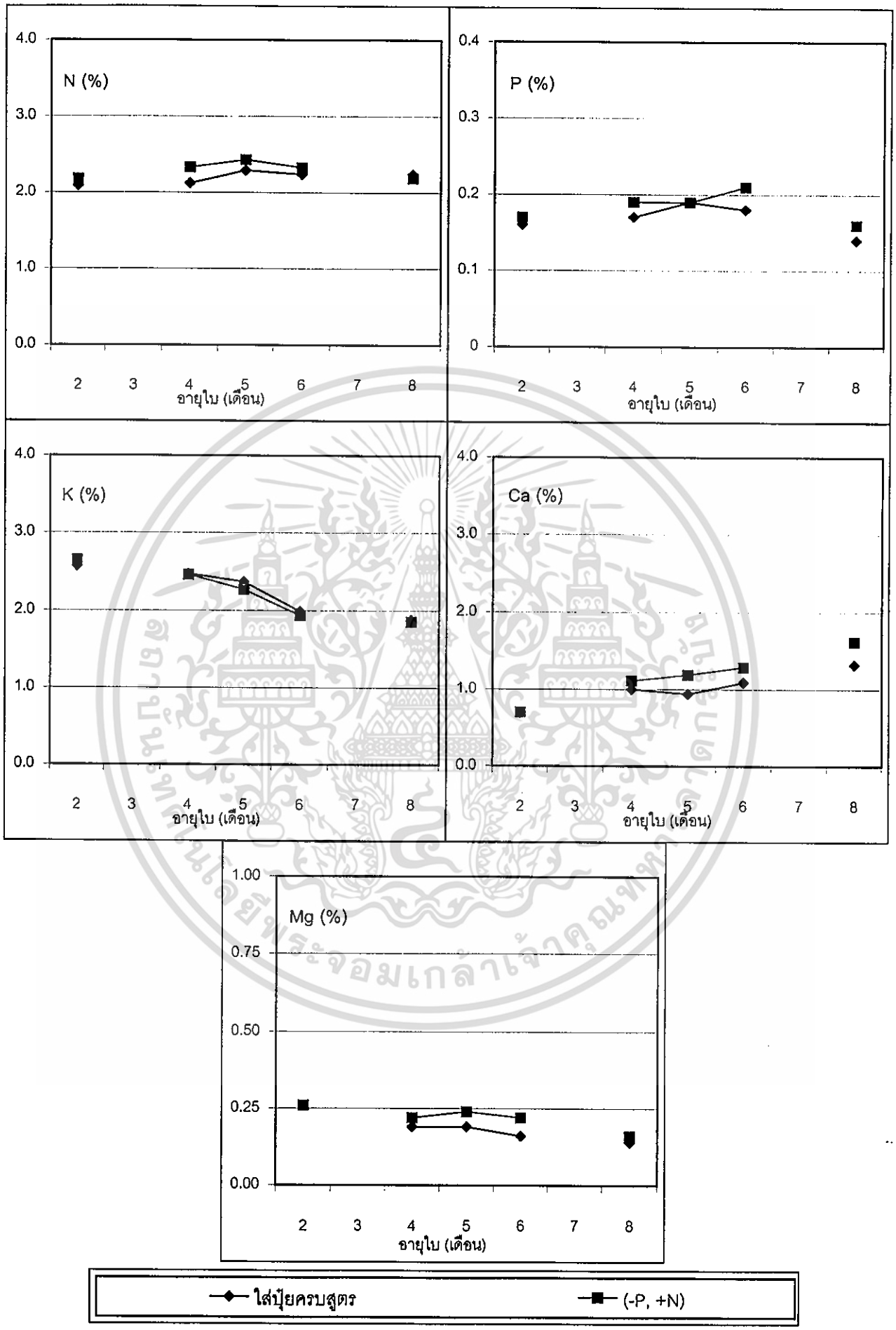
3. เมื่อดินมี P ในปริมาณสูงและพืชได้รับ P อย่างเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย P ให้กับพืชอีก เนื่องจาก P สามารถสะสมอยู่ในดินได้นาน การใส่ P เพิ่มขึ้น ไม่ได้ทำให้พืชออกดอกเร็วขึ้น แต่มีผลเสียคือ มีแนวโน้มจะทำให้พืชขาดจุลธาตุอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Zn ได้ง่าย เนื่องจากดินในภาคตะวันออกมี Zn ต่ำ ซึ่งเป็นการยืนยันผลการทดลองที่ผ่านมา (สุมิตรา และคณะ, 2544)



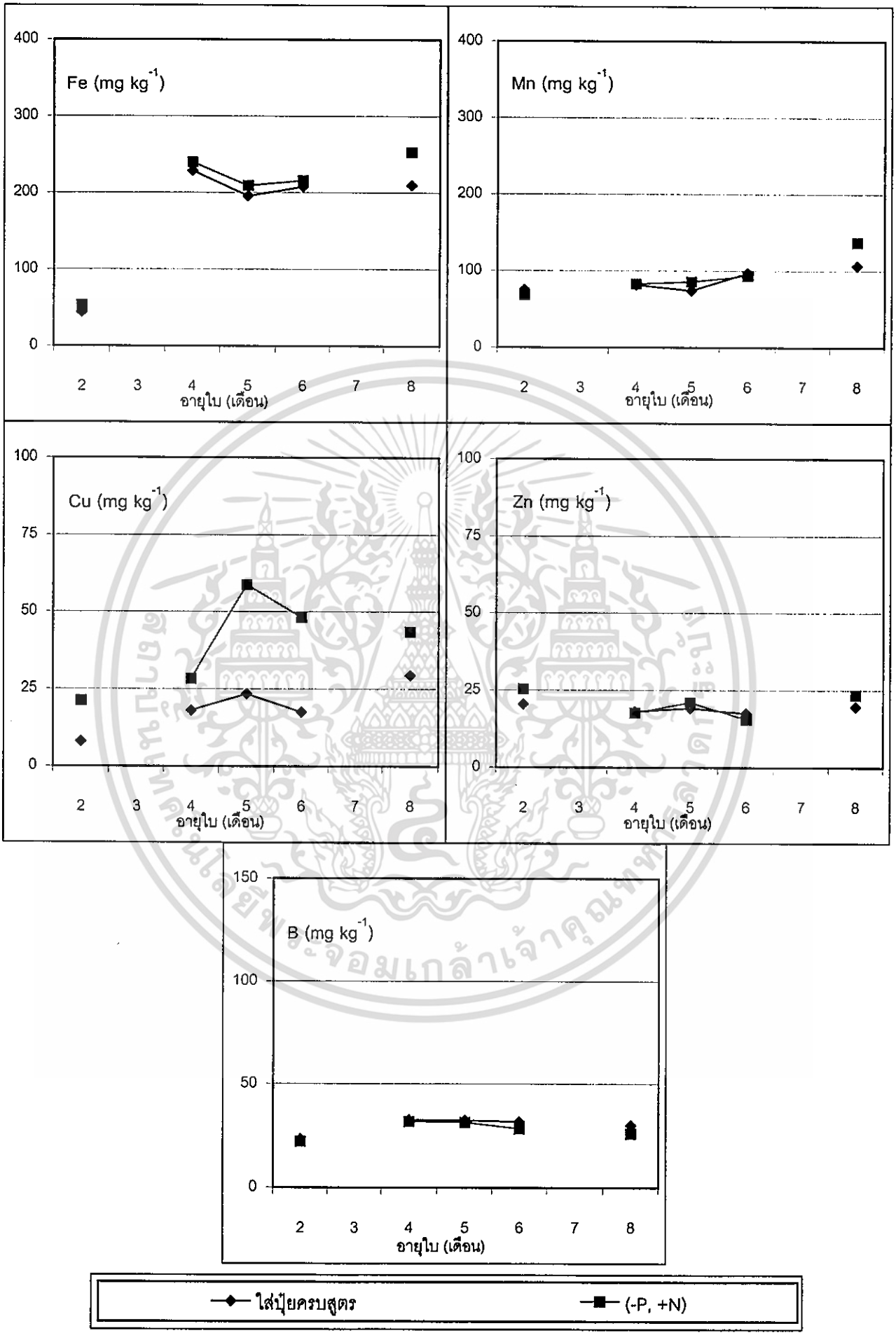
รูปที่ 1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนทรงธรรม


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
เพิ่มปุ๋ย N
ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

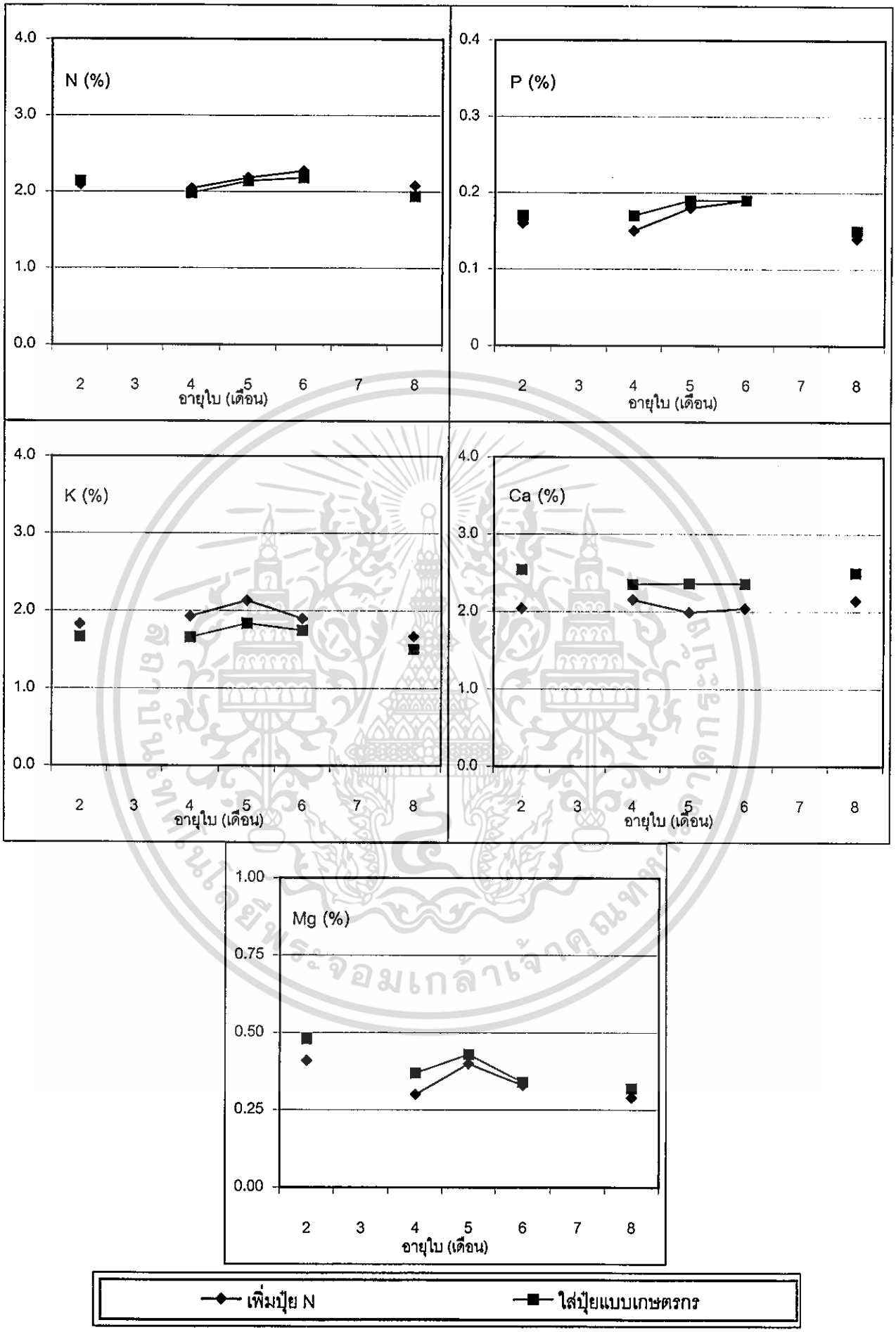
รูปที่ 1 (ต่อ)



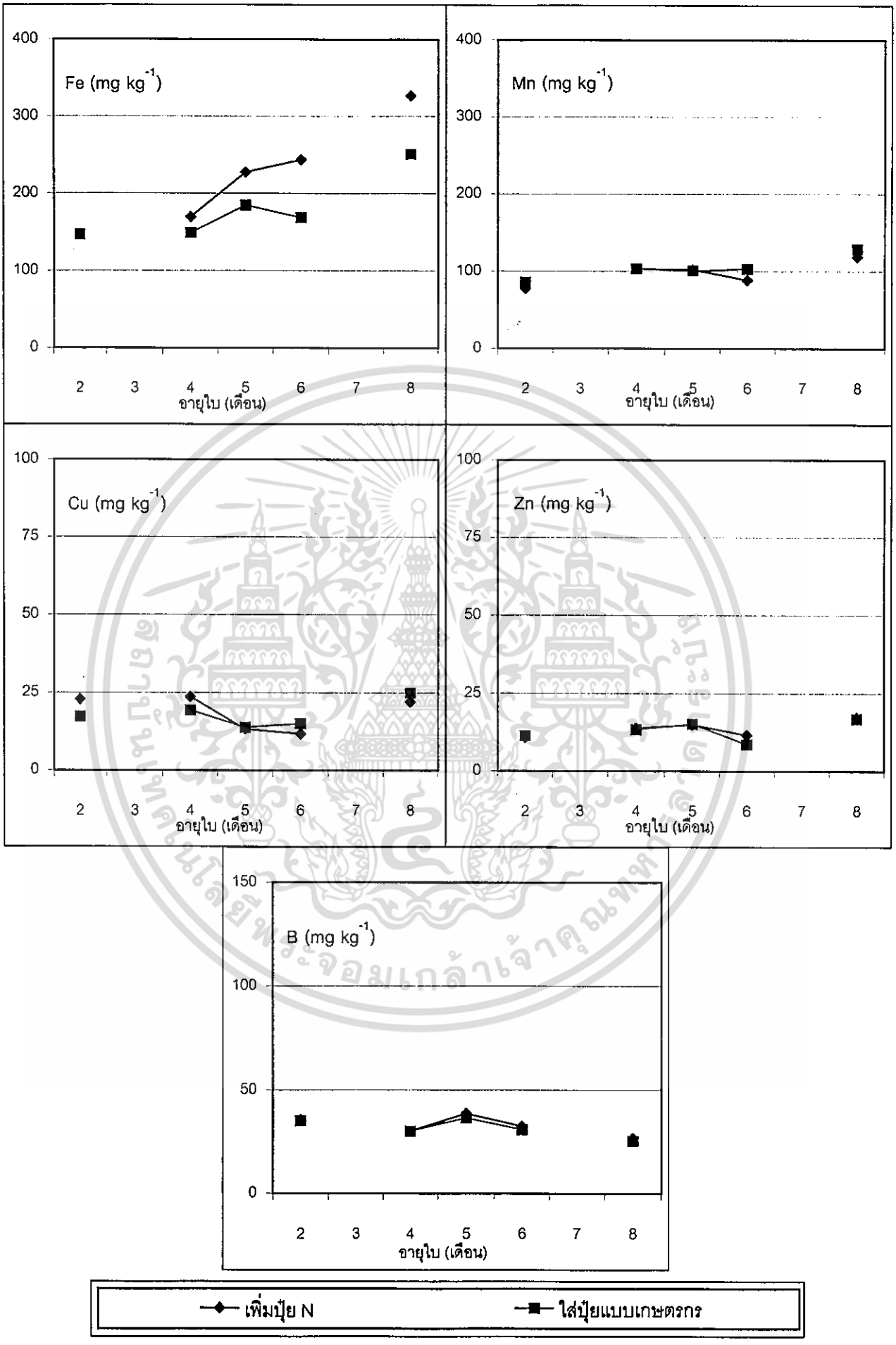
รูปที่ 2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
ใส่ปุ๋ยครบสูตร
(-P, +N)

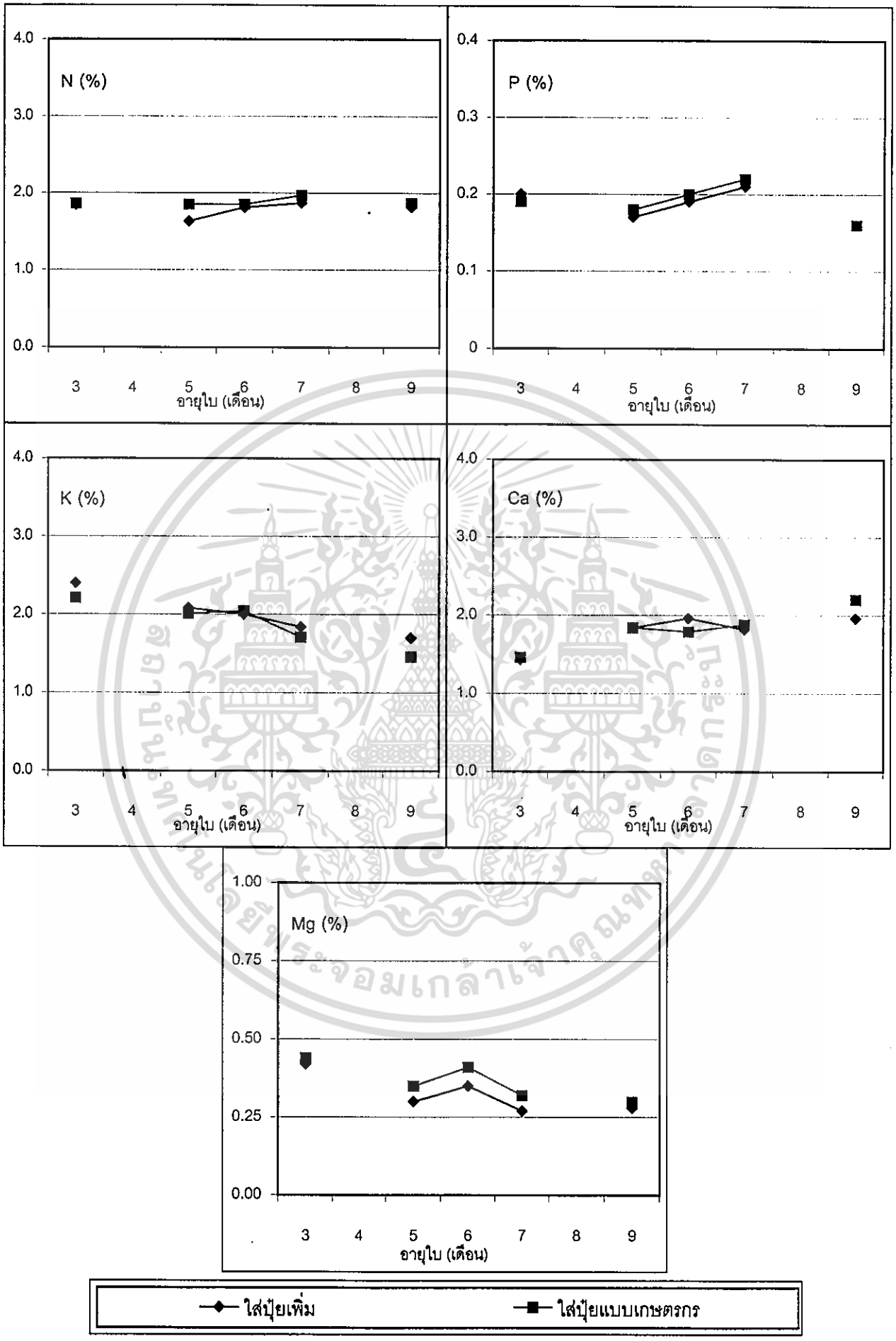
รูปที่ 2 (ต่อ)



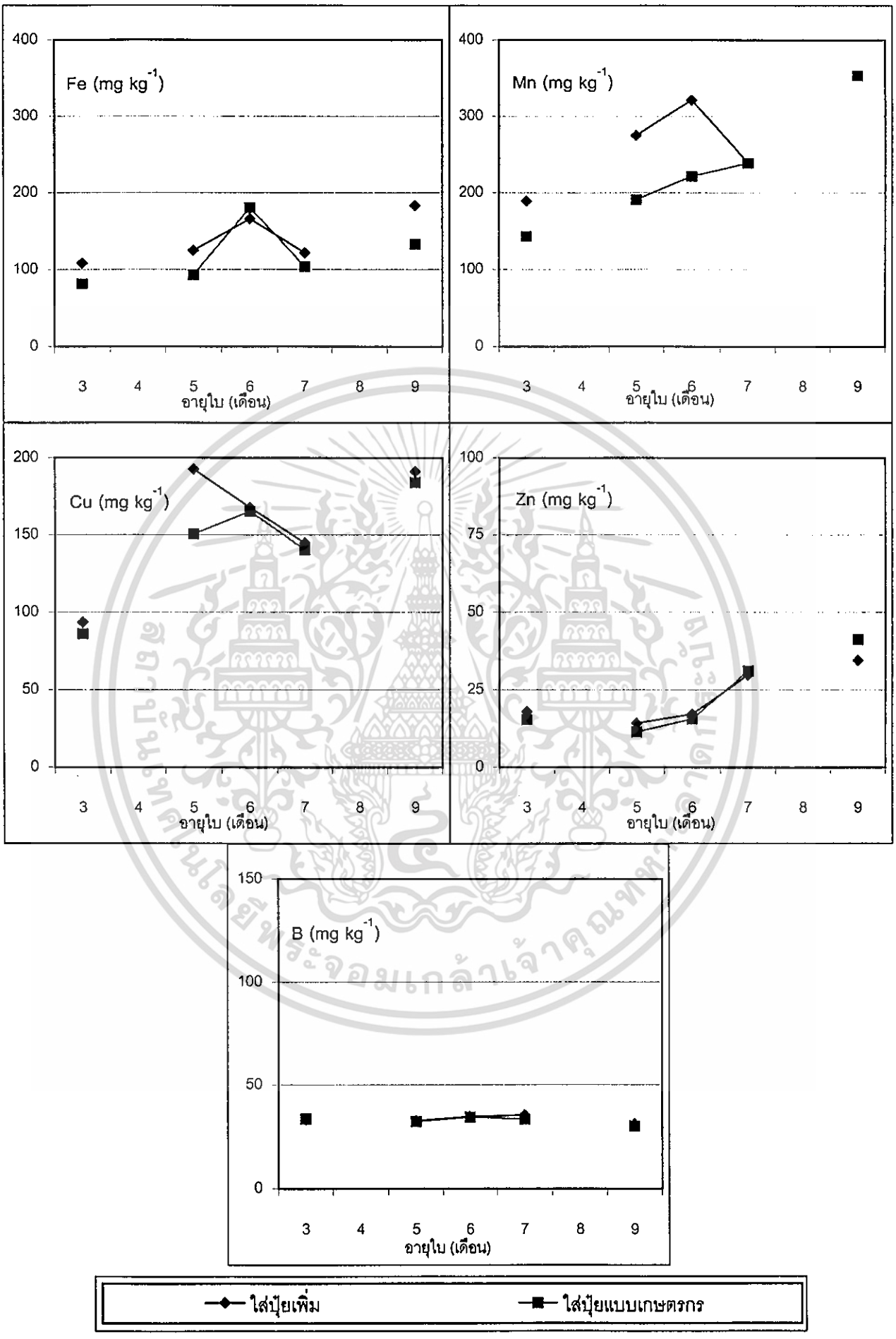
รูปที่ 3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนนภาพร


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
เพิ่มปุ๋ย N
ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

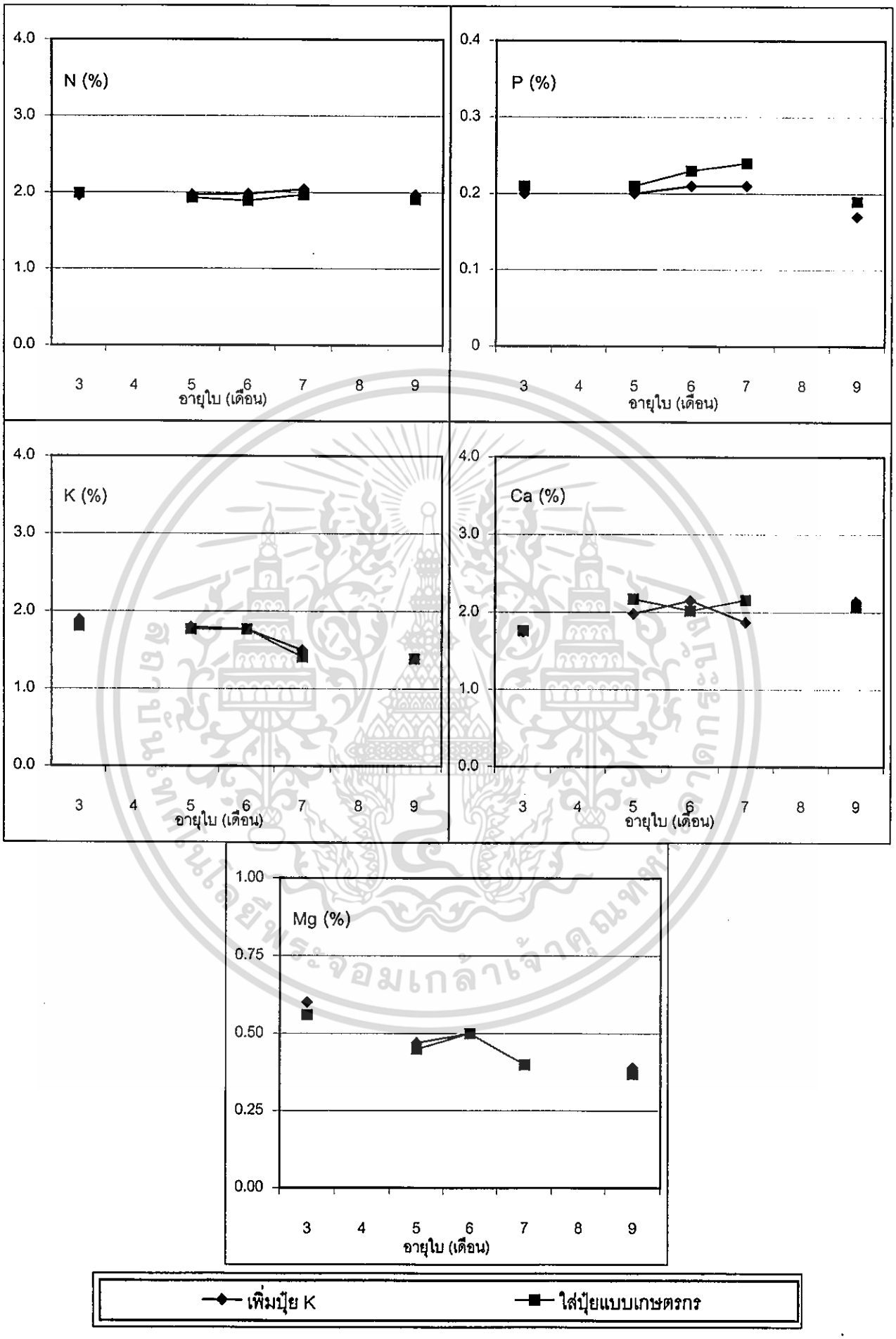
รูปที่ 3 (ต่อ)



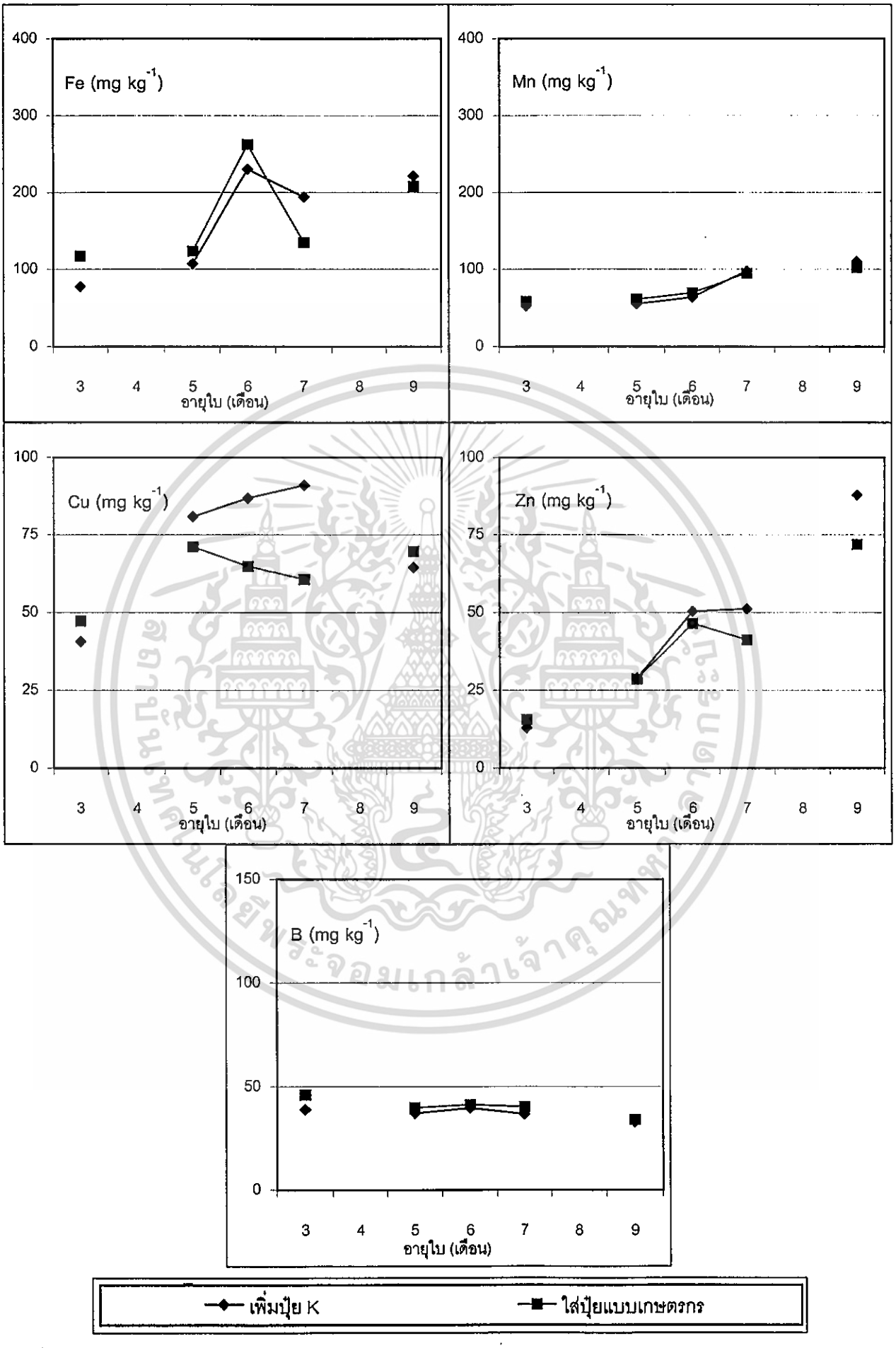
รูปที่ 4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนกรรณิการ์


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
ใส่ปุ๋ยเพิ่ม
ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

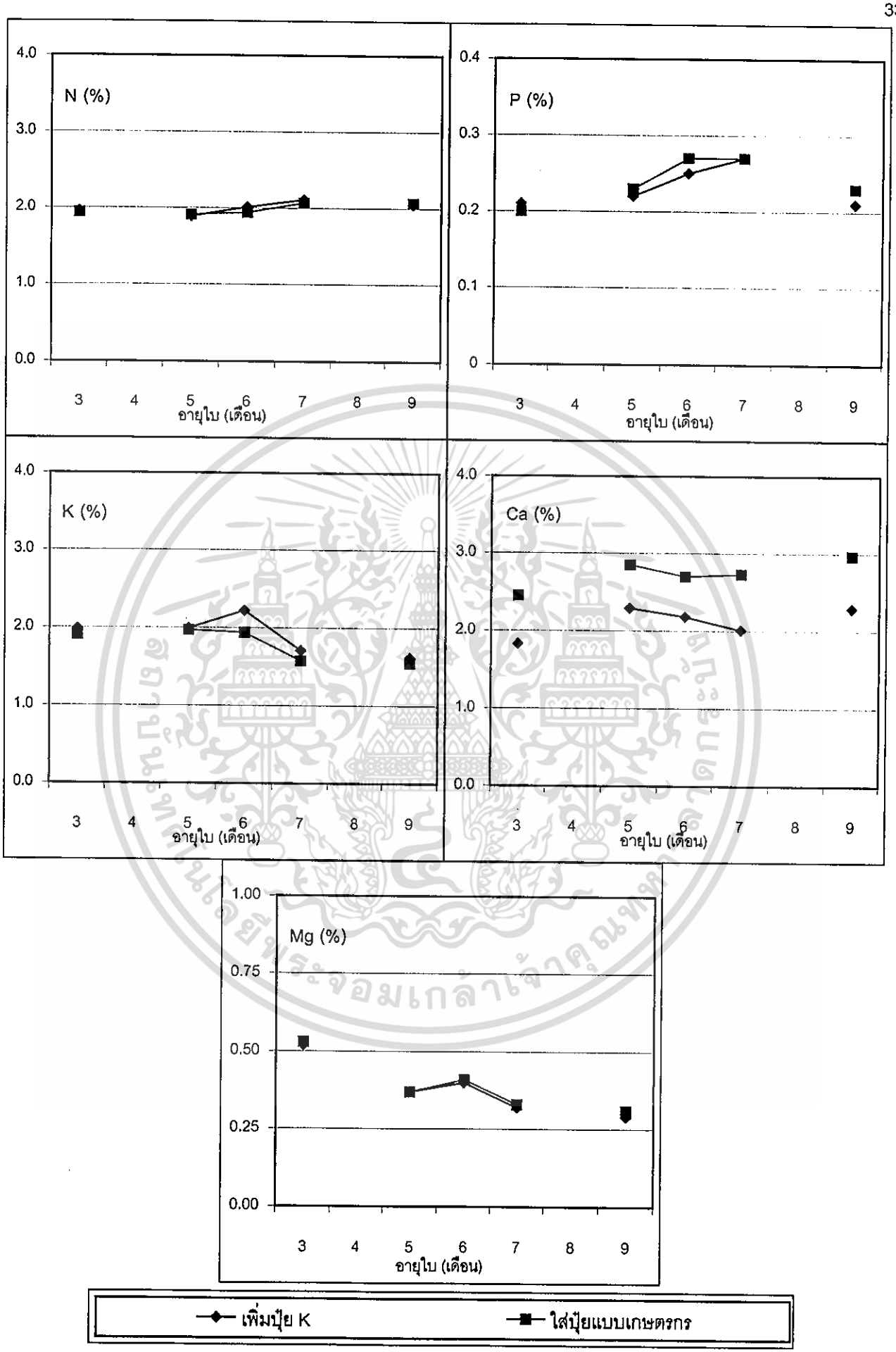
รูปที่ 4 (ต่อ)



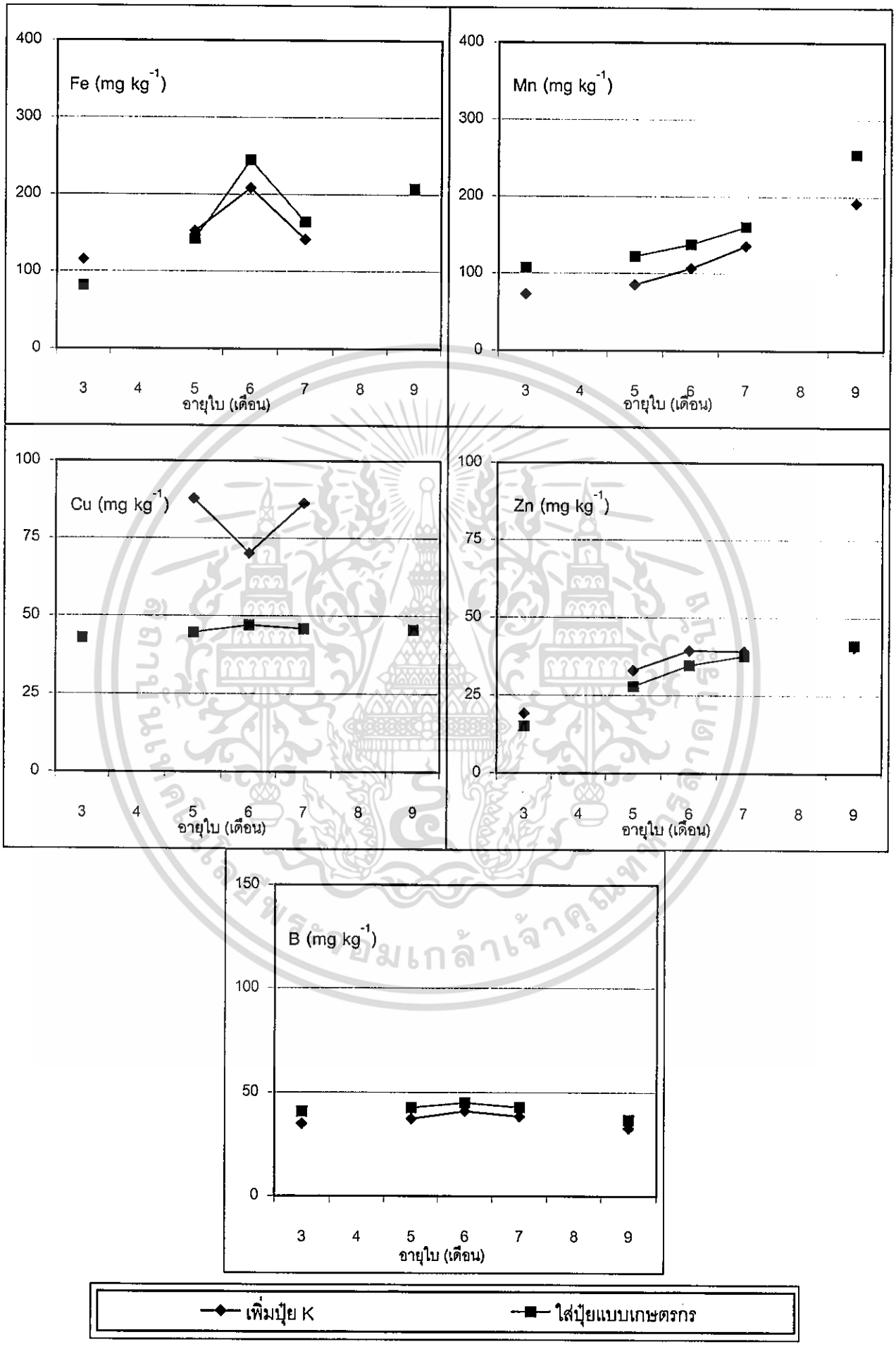
รูปที่ 5 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนอัมรินทร์


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
เพิ่มปุ๋ย K
ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

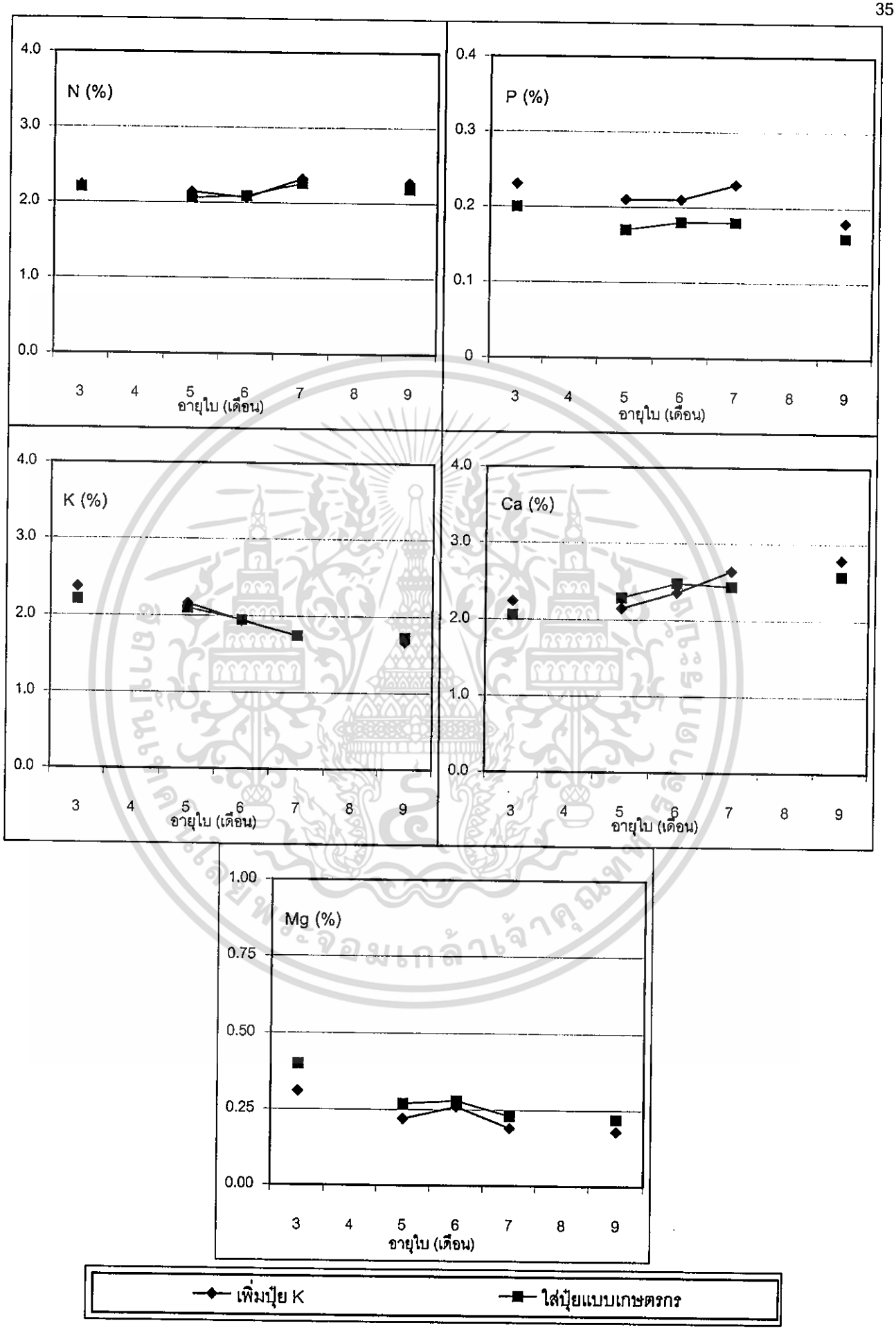
รูปที่ 5 (ต่อ)



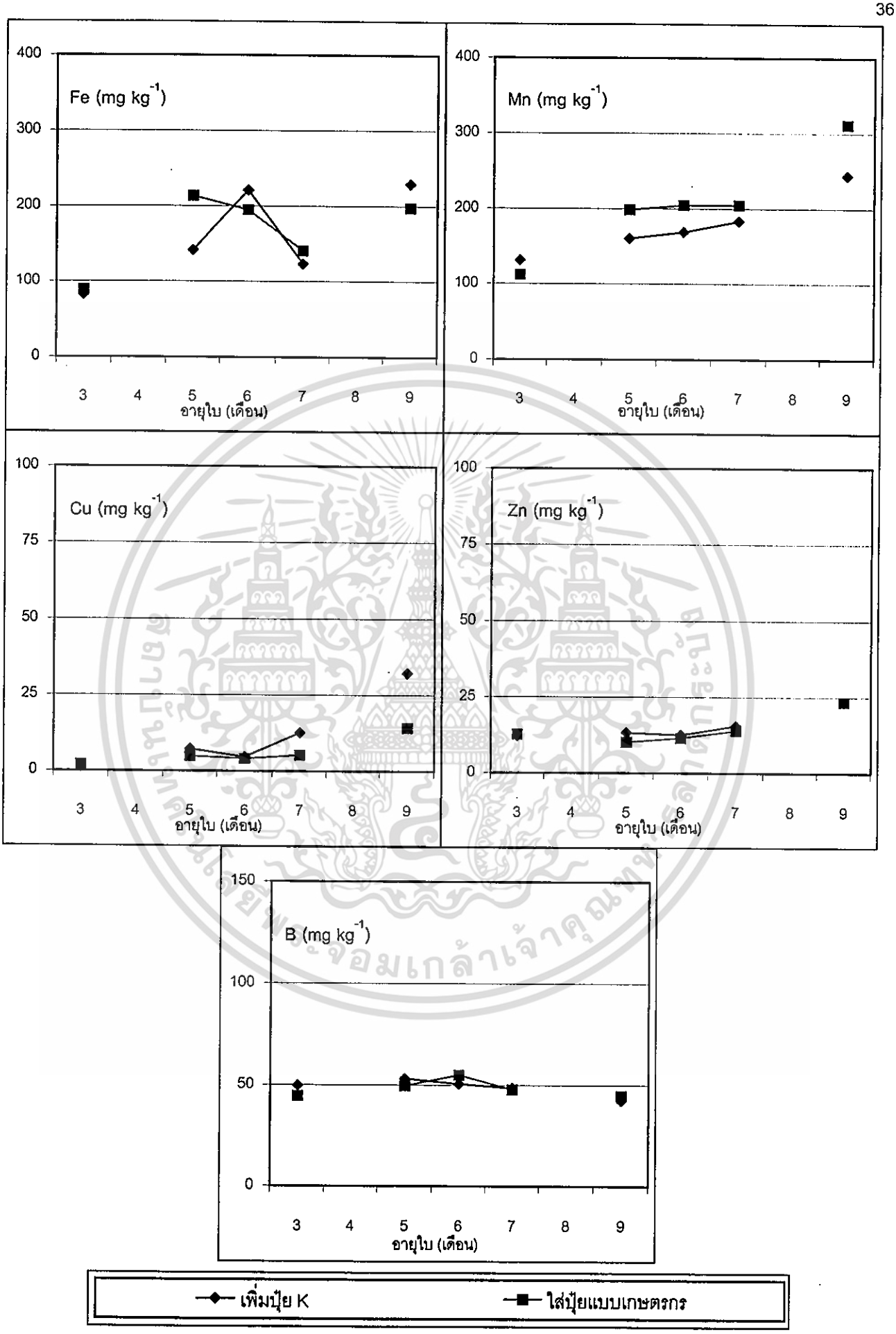
รูปที่ 6 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนชัยสิทธิ์


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
เพิ่มปุ๋ย K
ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

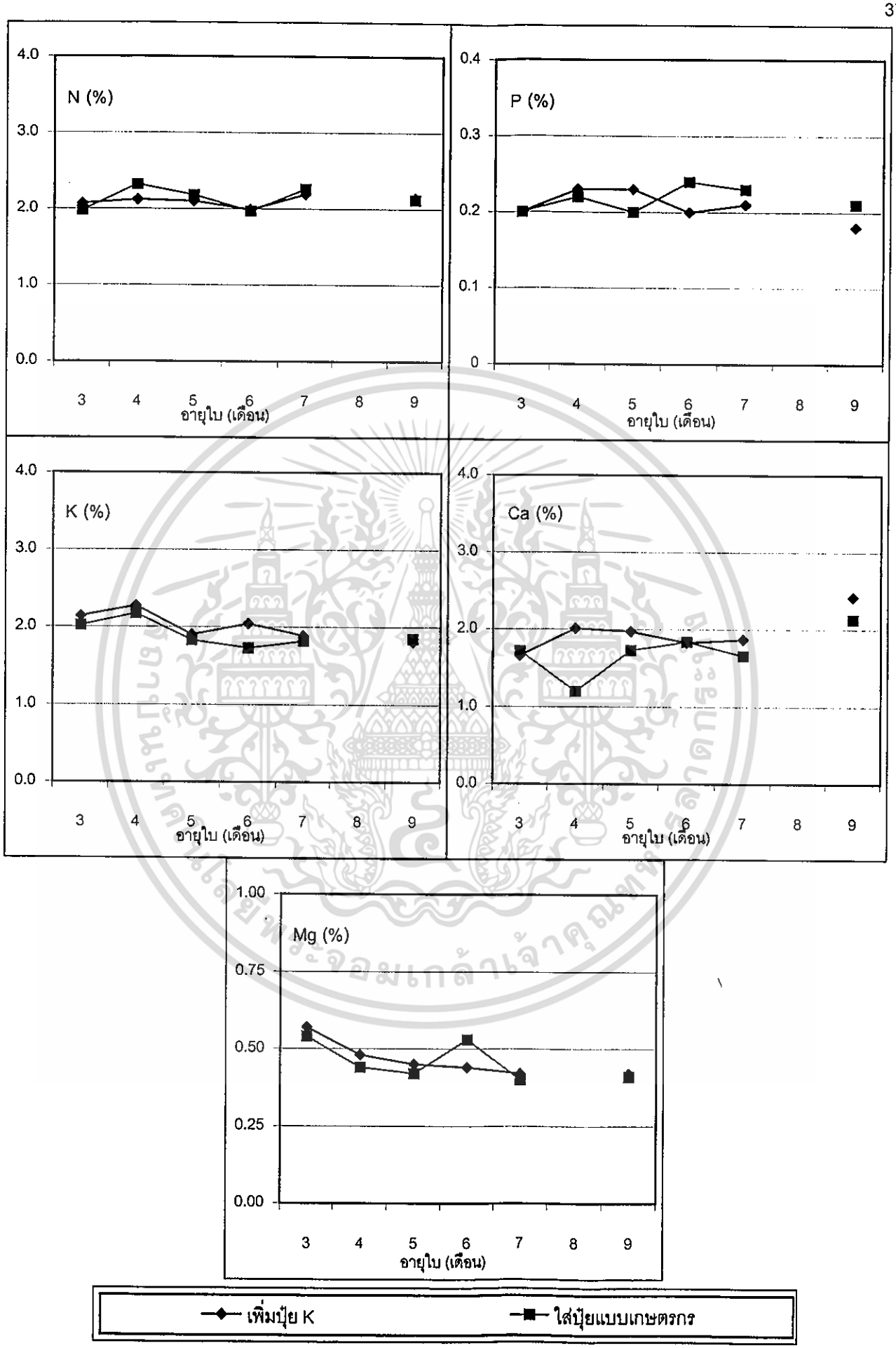
รูปที่ 6 (ต่อ)



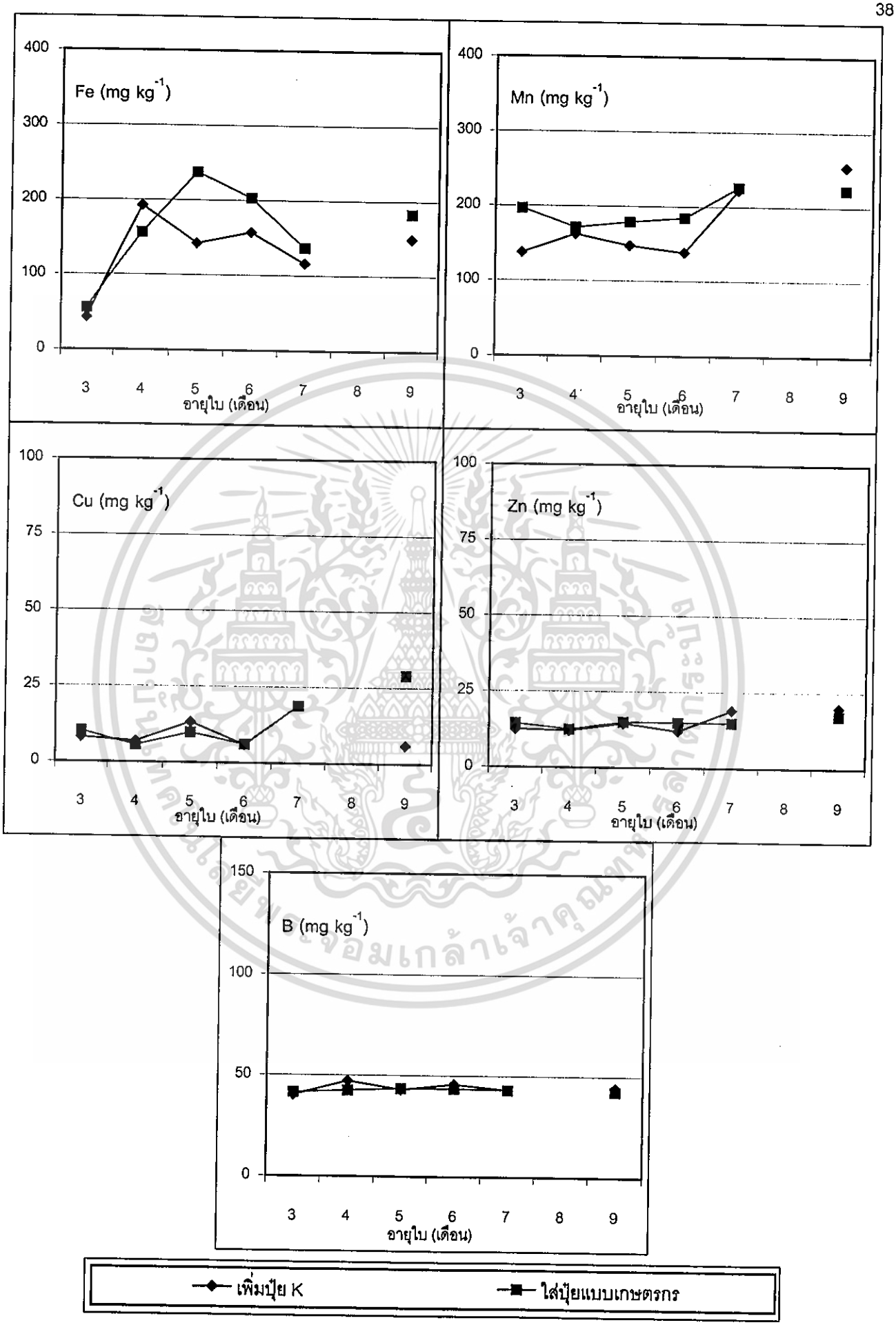
รูปที่ 7 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนสุภาพร


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
เพิ่มปุ๋ย K
ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

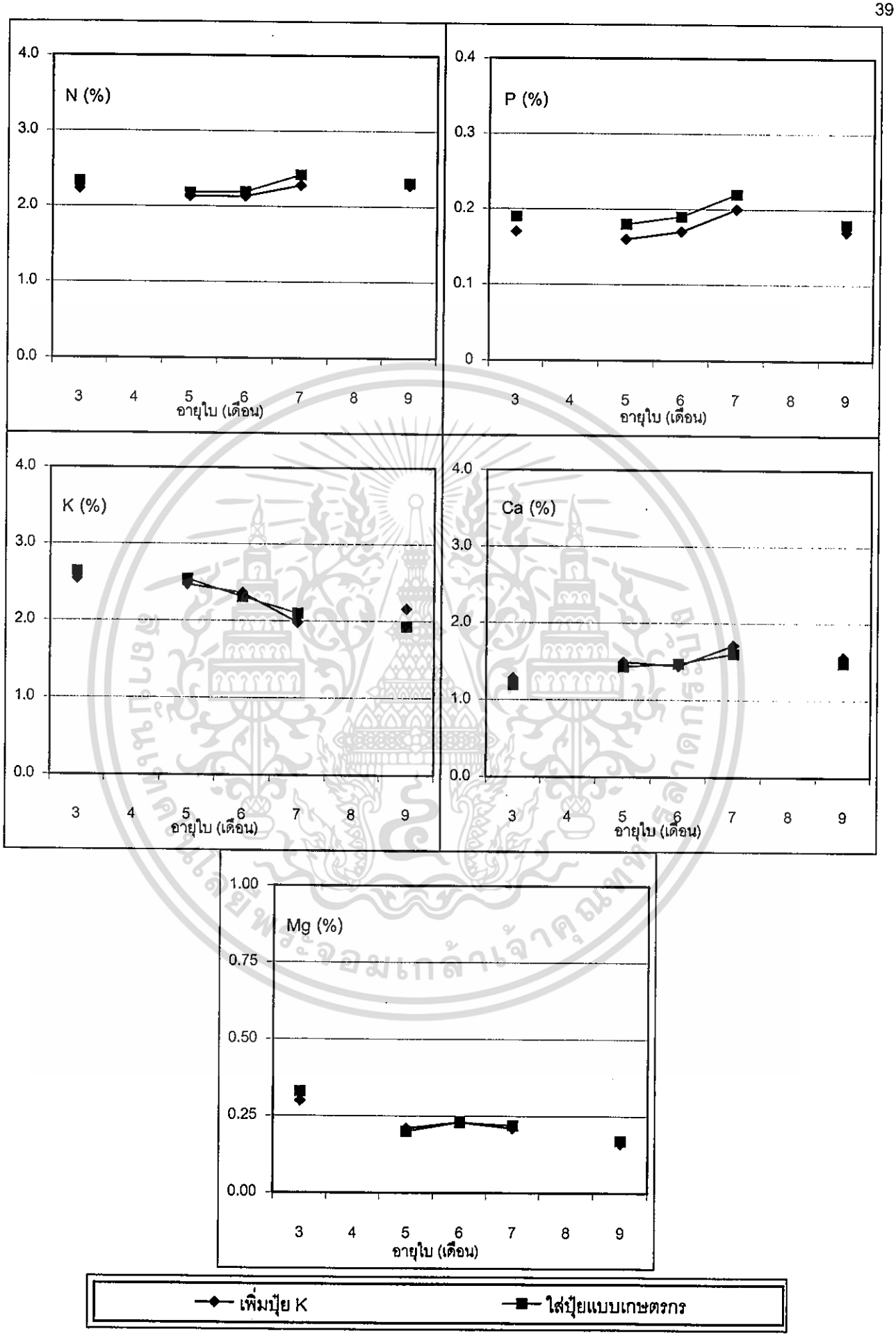
รูปที่ 7 (ต่อ)



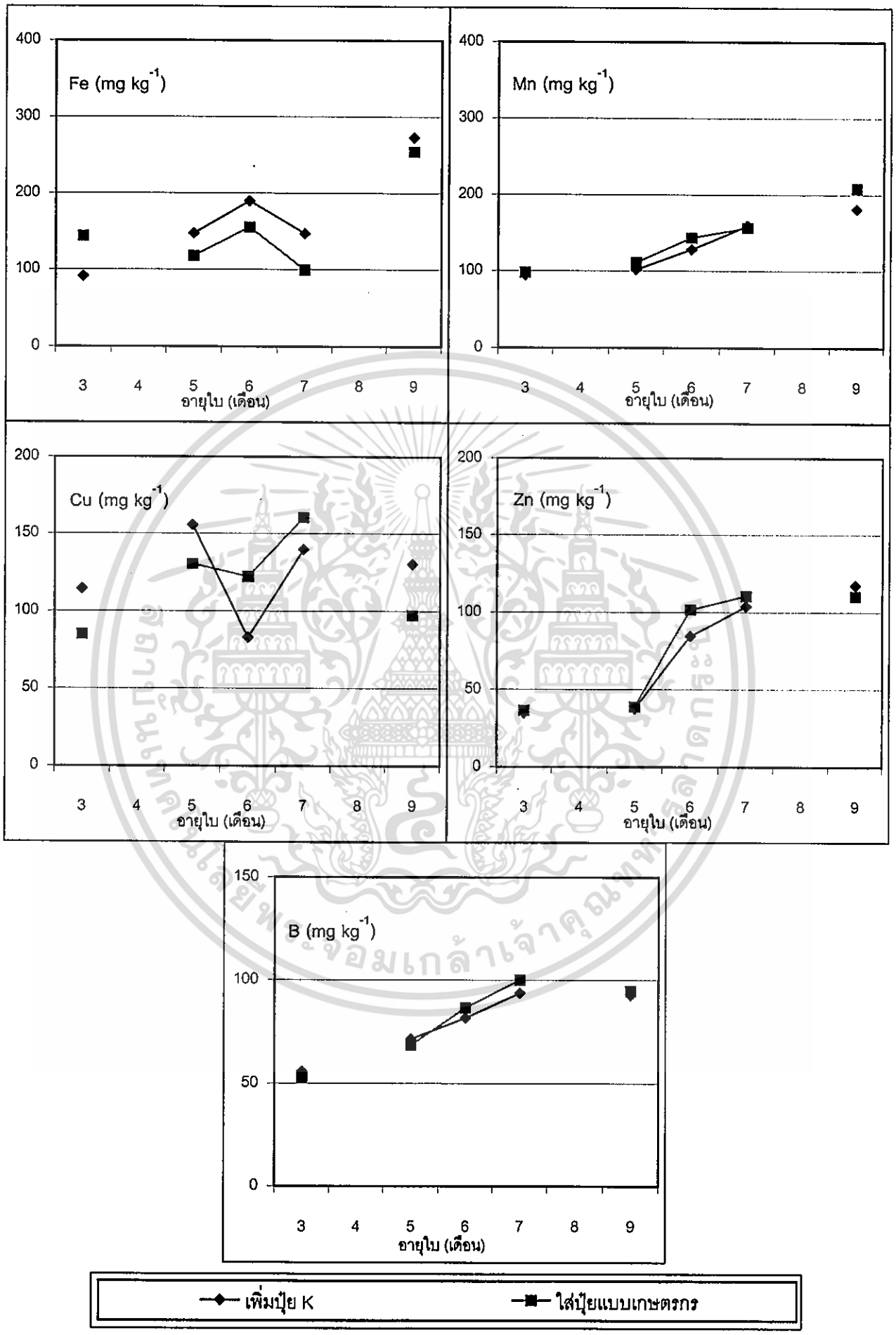
รูปที่ 8 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนวาศิลป์


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
เพิ่มปุ๋ย K
ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

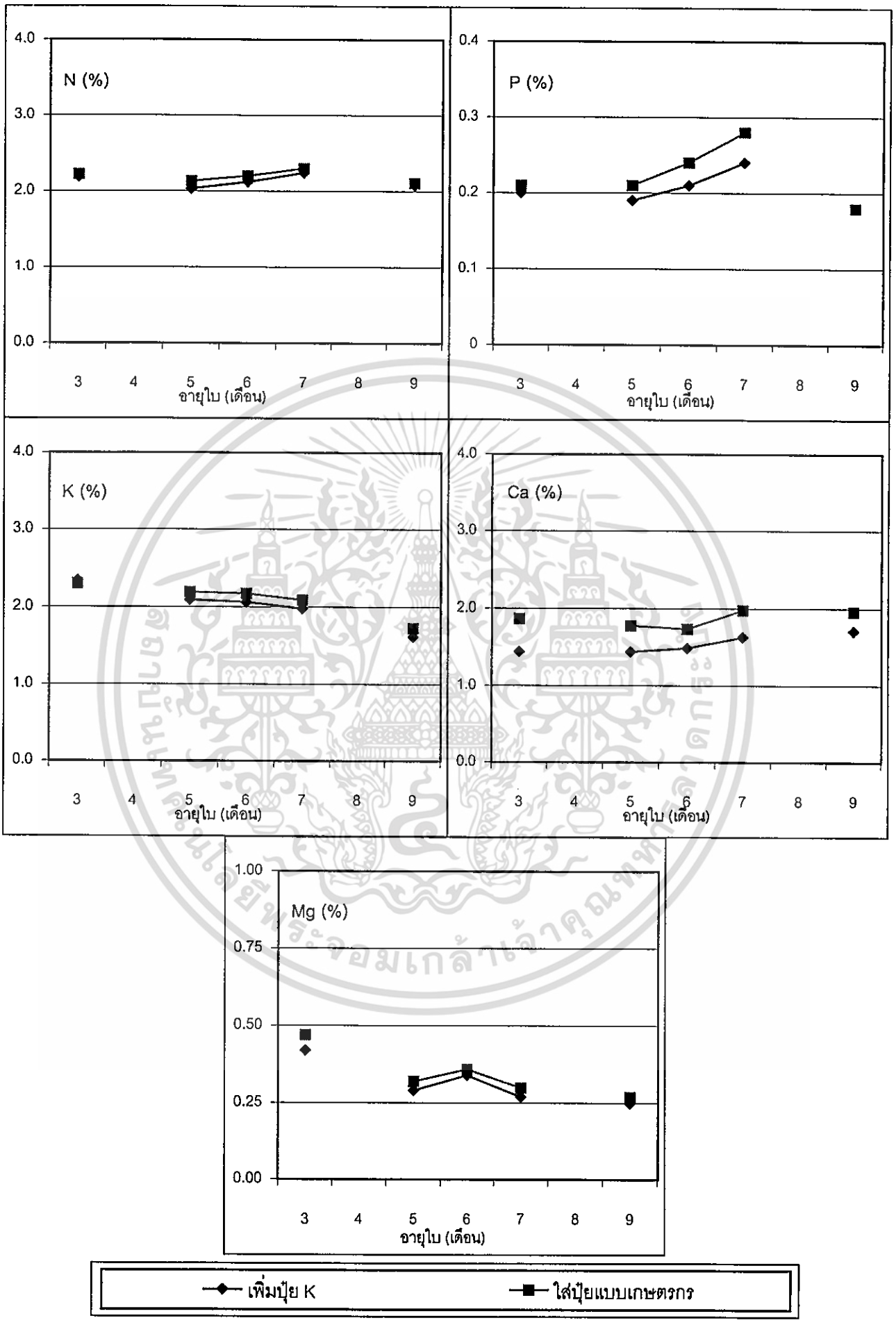
รูปที่ 8 (ต่อ)



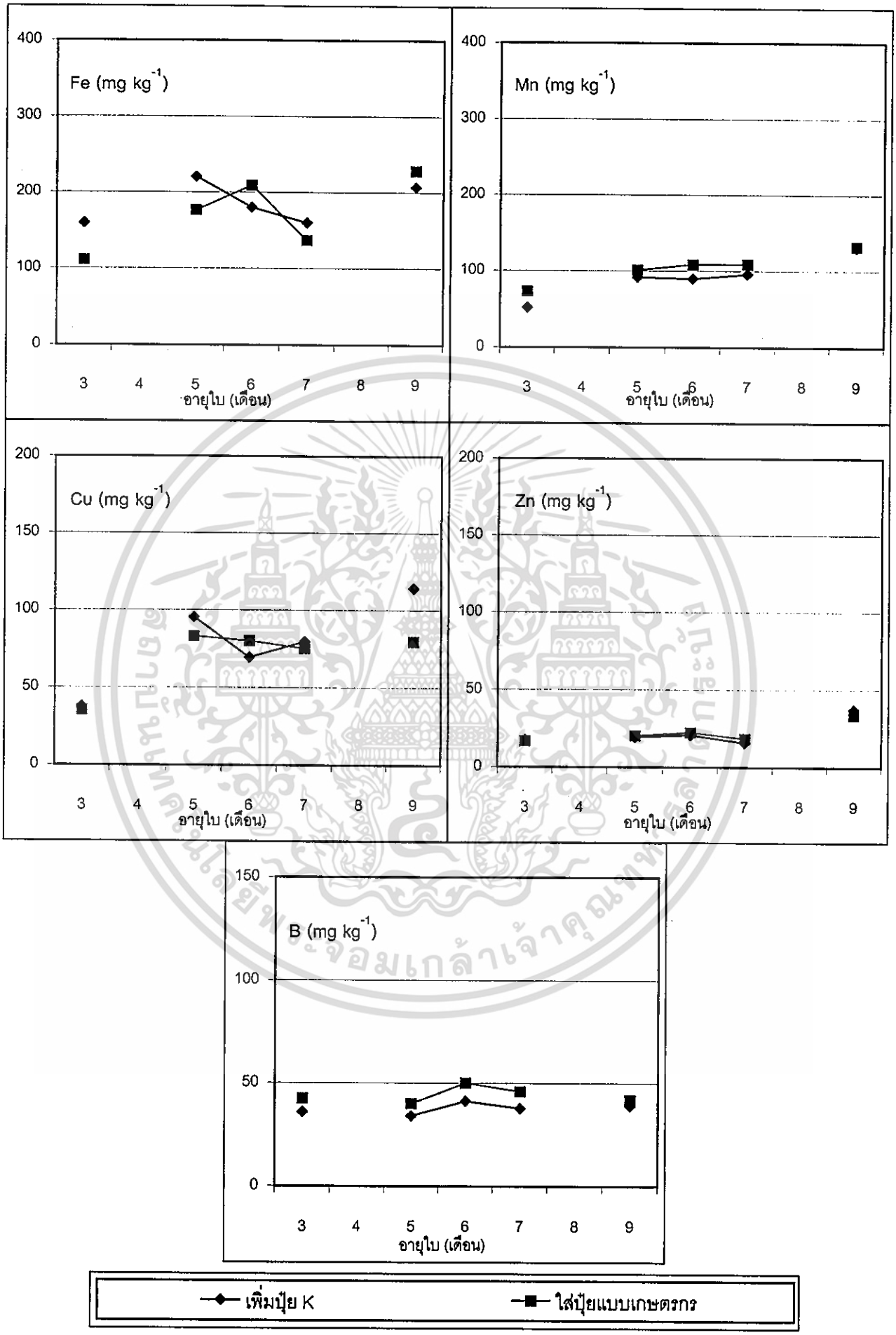
รูปที่ 9 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนบุญชู


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
เพิ่มปุ๋ย K
ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

รูปที่ 9 (ต่อ)



รูปที่ 10 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนปาวุฒิ


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
เพิ่มปุ๋ย K
ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

รูปที่ 10 (ต่อ)

การทดลองที่ 2

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ย N และ K ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนและผลผลิต

การที่เน้นเฉพาะ N และ K นั้น เนื่องจาก จากการตรวจเอกสารจำนวนมาก จะมีความเห็นค่อนข้างตรงกันว่า ในไม้ผลนั้น หากดินมีธาตุ P อย่างเพียงพอ การใส่ปุ๋ย P ไม่ใช่สิ่งที่จำเป็น เพราะ P เป็นธาตุที่สะสมในดิน และไม่ค่อยมีการสูญเสีย การดูดใช้ P ของพืช จะขึ้นกับระบบรากของพืช เมื่อพืชโตขึ้นและมีระบบรากที่ใหญ่ จะสามารถดูด P ไปใช้ได้มาก พืชสวนที่ปลูกเป็นการค้า และมีการวิเคราะห์ดินมาก่อนว่าเพียงพอมักจะไม่ตอบสนองต่อปุ๋ย P

1. ตำรับการทดลอง

ทำการทดลองในสวนเกษตรกร 2 แห่ง คือ สวนเอ อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นสวนเดิมที่ทำการศึกษามาตั้งแต่ฤดูการเจริญเติบโต 2543/44 และสวนเอี่ยน ตำบลแสลง อ.เมือง จังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นสวนที่เริ่มศึกษาในฤดูการเจริญเติบโต 2544/45 ตำรับการทดลองประกอบด้วย

- N จำนวน 3 อัตรา (1,000, 1,500 และ 2,000 กรัม N/ต้น)
- K จำนวน 2 อัตรา (2,000 และ 3,000 กรัม K_2O /ต้น)

รวมทั้งสิ้นเป็น 3 x 2 ตำรับการทดลอง แต่ละตำรับการทดลองใช้ต้นทุเรียน จำนวน 6 ต้น รวมเป็น 36 ต้น/สวน การใส่ปุ๋ยในฤดูการเจริญเติบโต 2543/44 และ 2544/45 ใส่ปุ๋ย P ในอัตราแนะนำทั่วไปของศวส.จบ. ส่วนฤดูการเจริญเติบโต 2545/46 และ 2546/47 ไม่ใส่ปุ๋ย P กล่าวคือใส่เฉพาะ N และ K ตามอัตราที่กำหนดไว้ในแต่ละตำรับการทดลอง การใส่ปุ๋ย N และ K แบ่งใส่เป็น 3 ครั้งดังนี้

- การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ใช้สูตร 15-15-15 อัตรา 2 กก./ต้น + ปุ๋ย N และ K จนครบอัตราที่กำหนดในแต่ละตำรับการทดลอง ใส่ในเดือนมิถุนายน ปุ๋ยไนโตรเจนใส่ในรูปยูเรีย ส่วนปุ๋ยโพแทสเซียมใส่ในรูปโพแทสเซียมซัลเฟต
- การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ยสูตร 8-24-24 อัตรา 2 กก./ต้น ในเดือนกันยายน
- การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ใช้ปุ๋ยสูตร 12-12-17 อัตรา 2 กก./ต้น + ปุ๋ย N และ K จนครบอัตราที่กำหนดในแต่ละตำรับการทดลอง ใส่ในเดือนกุมภาพันธ์

2. การเก็บตัวอย่างดินและตัวอย่างใบ

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-40 ซม. ตอนต้นฤดูปลูกของทุกปี นำดินตัวอย่างมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีตามวิธีที่รายงานการทดลองที่ 1 ข้างต้น สำหรับฤดูการเจริญ

เติบโต 2546/47 นำตัวอย่างดินที่ได้มาวิเคราะห์หา exchangeable Al และ H โดยสกัดด้วย KCl แล้ววิเคราะห์ด้วยวิธี titration (Thomas, 1982) หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่า ECEC และ Al-saturation

การเก็บตัวอย่างใบ ทำตามวิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบทุเรียน คือเก็บตัวอย่างใบที่ 2 หรือ 3 ของใบรุ่นที่ 1 ที่แตกออกมาหลังเก็บเกี่ยวเมื่อใบมีอายุ 2 เดือน หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างทุก เดือน นำใบที่ได้มาวิเคราะห์ธาตุอาหาร N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn และ B ตามวิธีที่กล่าว ไว้ข้างต้นสำหรับตัวอย่างที่เก็บในปีที่ 1 และ 2 ส่วนในปีที่ 3 การวิเคราะห์ P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B และ Al ใช้วิธี dry ashing ที่อุณหภูมิ 550 °C หลังจากนั้น ละลายเถ้าที่ได้ด้วย 1 N HCl แล้วนำไปวัดความเข้มข้นของธาตุต่างๆ ด้วยเครื่อง Inductively Couple Plasma (ICP)

3. <u>การเก็บผลผลิตและการวัดสีเนื้อทุเรียน</u>

ในปีที่ 1 และ 2 ประมาณการผลผลิตโดยการนับจำนวนผลทุเรียนตามที่รายงานไว้ใน การทดลองที่ 1 สำหรับปีที่ 3 และ 4 ทำการเก็บน้ำหนักจริงของผลทุเรียน สำหรับการวิเคราะห์ ปริมาณธาตุอาหารและวัดสี ทำโดยการสุ่มผลทุเรียนจำนวน 5 ผล นำเนื้อทุเรียนที่ได้ไปวัดสีเนื้อโดย เทียบกับ RH color chart ให้ค่าตั้งแต่ 1-7 (สีเหลืองกว่า) ตัดเนื้อทุเรียนที่อยู่บริเวณกลางผูไปทำให้ แห้งโดย freeze dry และวิเคราะห์ธาตุอาหารตามวิธีที่รายงานเอาไว้ข้างต้น

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองอิทธิพลของปุ๋ย N-K ได้ดำเนินการทดลองต่อเนื่องเป็นเวลา 4 ปี สำหรับสวน เอ คือ ฤดูการเจริญเติบโต 2543/44 (โครงการความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยใน ทุเรียน), 2544/45, 2545/46 และ 2546/47 และ ทำการทดลองเป็นเวลาต่อเนื่อง 3 ปี ในสวนเอี่ยน คือ ฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2545/46 และ 2546/47 ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงผลการทดลองทั้ง หมดของแต่ละสวนรวมกันไป

1. สมบัติของดินที่ใช้ศึกษา

<u>สวนเอ</u>

ดินสวนเอจัดอยู่ในชุดดินมะขาม [Ma Kham series (Mak), Aeric Tropauepts] มีเนื้อดิน เป็น sandy loam สำหรับสมบัติทางเคมีของดินสวนเอ ของฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2545/46 และ 2546/47 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 8a-b, 9a-b และ 10a-b ตามลำดับ ซึ่งสมบัติของดินทั้ง 3 ปี แตกต่างกันไม่มากดังนี้

<u>pH</u> : ค่า pH ของสวนเอในปีที่ 1 ชั้นความลึก 0-20 ซม อยู่ระหว่าง 4.28-4.75 แต่ในปีที่ 2 ค่า pH ลดลงเหลือ 4.06-4.33 อาจเนื่องจากในปีที่ 1 มีการใส่ปูนโดโลไมท์ ก่อนเก็บตัวอย่างดิน จึง

ทำให้ค่า pH สูง ส่วนปีที่ 3 ค่า pH เพิ่มขึ้นจากปีที่ 2 เล็กน้อยไปเป็น 4.34-4.58 เนื่องจากมีการใส่ปูนโดโลไมท์

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) : ค่า EC ของดินปีที่ 1 ประมาณ 50 $\mu S\ cm^{-1}$ ซึ่งจัดว่าไม่มีความเค็ม ในปีที่ 2 ค่า EC เพิ่มขึ้น โดยมีค่าระหว่าง 120-140 $\mu S\ cm^{-1}$ ในขณะที่ปีที่ 3 ค่า EC ลดลงเหลือประมาณ 100-110 $\mu S\ cm^{-1}$ ซึ่งยังจัดว่าต่ำ และไม่มีปัญหาในด้านความเค็มแต่อย่างใด

อินทรียวัตถุ (OM) : ค่าอินทรียวัตถุสวนนี้มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ปีคือประมาณ 1.58-1.88% ซึ่งจัดอยู่ในช่วงปานกลาง

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) : ปริมาณ P ในดินสวนเอทั้ง 3 ปีมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย โดยปีที่ 2 และ 3 สูงกว่าปีที่ 1 ค่าความเข้มข้นของ P ในดินทั้ง 3 ปีอยู่ระหว่าง 83 – 149 mg kg^{-1} ซึ่งจัดว่าสูง เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ย P สูงต่อเนื่องกันมาหลายปี สำหรับดินล่างมี P ต่ำกว่าดินบนค่อนข้างมาก แสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสลงไปที่ดินชั้นล่างเกิดได้น้อย ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จึงสะสมอยู่ที่บริเวณหน้าดิน

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation exchange capacity, CEC) : ดินสวนเอมีค่า CEC ค่อนข้างต่ำ คือมีค่าตั้งแต่ 1.64-10.1 cmol(+) kg^{-1} โดยปีที่ 2 และ 3 มีค่าสูงกว่าปีที่ 1 เล็กน้อย เนื่องจากเป็นดินที่มีเนื้อหยาบ มีความเป็นกรดสูง

โพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extractable K) : มีค่าใกล้เคียงกันและจัดว่าต่ำมากทั้ง 3 ปี โดย K ในปีที่ 2 ต่ำกว่าปีที่ 1 และ 3 เล็กน้อย ปริมาณ K ในดินทุกตำรับการทดลองทั้ง 3 ปี มีค่าระหว่าง 28-50 mg kg^{-1} เนื่องจากดินเป็นกรดจัด และมีเนื้อหยาบทำให้ K ถูกชะล้างออกไปจากดินได้ง่าย ถึงแม้ว่าจะมีการใส่ปุ๋ย K ในระดับสูงแก่ทุเรียนมาต่อเนื่องหลายปีก็ตาม Wolf (1999) กล่าวว่า ถึงแม้ว่าระดับค่า K ที่เหมาะสมใน solution cultures จะอยู่ระหว่าง 200-800 mg kg^{-1} แต่พืชบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อสารละลายมีความเข้มข้นเพียง 50 mg kg^{-1} สำหรับในดินนั้น ดินที่มีค่า CEC ต่ำ พืชหลายชนิดสามารถเจริญเติบโตได้อย่างดี และได้รับ K ในปริมาณเพียงพอกับความต้องการเมื่อดินมีความเข้มข้นของ K ในรูปของ soluble และexchangeable K เพียง 50 mg kg^{-1} ในขณะที่ถ้าเป็นดินที่มีค่า CEC สูง ปริมาณ K ในดินอาจต้องสูงกว่า 5-10 เท่า พืชจึงจะได้รับ K อย่างเพียงพอ นอกจากนั้น Wolf (1999) ยังกล่าวว่า ในดินที่มี CEC ต่ำ การรักษาระดับ K ให้มีความเข้มข้น 50 mg kg^{-1} อาจทำได้ยาก เนื่องจากมีการชะล้างในดินมาก Obreza (1993) ศึกษาการใส่ปุ๋ยในดินทรายเนื้อหยาบของฟลอริดา รายงานว่า ถึงแม้ว่าจะมีการใส่ปุ๋ย K ในอัตรา 465 lb $acre^{-1}$ (ประมาณ 200 กก. K/ไร่) เป็นเวลาติดต่อกัน 3 ปี ปริมาณ K ในดินยังอยู่ที่ระดับ 56 mg kg^{-1} แต่ใบส้มมีความเข้มข้นของ K เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต สวนเอเป็นส่วนที่มีเนื้อดินหยาบ ซึ่งคล้ายกับดินที่ปลูกส้มของฟลอริดา จังหวัดจันทบุรียังเป็นบริเวณที่มีฝนตกชุกมาก จึงเกิด

การชะล้างได้สูง สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้ทุเรียนได้รับธาตุ K อย่างเพียงพอ (ดูจากค่าวิเคราะห์ใบที่ยังอยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน) อาจเนื่องจากมีการใส่ปุ๋ย K ค่อนข้างสูงให้กับทุเรียนอย่างต่อเนื่องถึง 4 ครั้งต่อปี รากอาจดูดธาตุอาหารขึ้นไปสะสมอยู่ในลำต้นและนำไปใช้ในภายหลัง เนื่องจากในไม้ผล การเก็บสะสมและการนำธาตุอาหารไปใช้ใหม่มีบทบาทสำคัญมาก

<u>แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้</u> (Extractable Ca & Mg) : แคลเซียมในดินสวนนี้จัดอยู่ในระดับต่ำมากคือ ประมาณ 84-214 mg kg^{-1} โดยทั้ง 3 ปีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วน Mg ก็มีปริมาณต่ำมากเช่นกัน คืออยู่ระหว่าง 9-21 mg kg^{-1} โดย Mg ปีที่ 1 สูงกว่าปีที่ 2 และ 3 สอดคล้องกับค่า pH ซึ่งปีที่ 1 สูงกว่าปีที่ 2 เช่นกัน

<u>จุลธาตุอาหาร</u> (Micronutrients) : Fe ในดินมีค่าสูงตลอดทั้ง 3 ปีที่ศึกษา โดยปีที่ 1 มีค่า 126-214 mg kg^{-1} ส่วนปีที่ 2 และ 3 มีค่าลดลงมาเหลือประมาณ 40-80 mg kg^{-1} ส่วน Mn ในปีที่ 1 มีค่าสูงเช่นกัน (18-26 mg kg^{-1}) ส่วนปีที่ 2 และ 3 ปริมาณ Mn จัดอยู่ในระดับปานกลาง และมีค่าใกล้เคียงกัน (3.6-6.9 mg kg^{-1}) สำหรับ Cu และ Zn ทั้ง 3 ปีไม่แตกต่างกันมากนักและจัดอยู่ในระดับปานกลาง โดย Cu มีค่าตั้งแต่ 0.9-1.8 mg kg^{-1} ส่วน Zn มีค่าระหว่าง 1.1-3.5 mg kg^{-1} สำหรับ B มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ปีที่ศึกษาคือ อยู่ระหว่าง 0.1-0.3 mg kg^{-1} เนื่องจากเป็นดินเนื้อหยาบและเป็นกรดจัด ฝนตกชุก จึงมีการชะล้าง B ออกไปจากดินได้มาก

<u>Al และ %Al saturation</u> : ในฤดูการเจริญติบโต 2546/47 ได้วิเคราะห์หาปริมาณ Al และ %Al saturation เพื่อให้ทราบว่าดินมีปัญหาในเรื่องการเป็นพิษของ Al หรือไม่ โดยข้อมูลของสวนเอได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 จากตารางจะพบว่า ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. มีปริมาณ Al ตั้งแต่ 0.5-0.7 cmol(+)kg^{-1} ส่วนที่ระดับความลึก 20-40 ซม. มีปริมาณ Al สูงกว่าดินบนคือ 0.8-0.9 cmol(+) kg^{-1} เมื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณหา ECEC และ %Al saturation ปรากฏว่า ECEC (ไม่รวม Na และเมื่อนำดินตัวอย่างมาลองวิเคราะห์ Na ปรากฏว่าดินมี Na ประมาณ 45-60 mg kg^{-1} หรือประมาณ 0.25-0.3 cmol(+) kg^{-1} เมื่อรวม Na แล้ว ค่า ECEC จะสูงขึ้นและ %Al saturation จะต่ำลง) ประมาณ 1.5 cmol(+) kg^{-1} และ Al saturation อยู่ระหว่าง 30.5-45.6% สำหรับดินบนที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ส่วนที่ระดับความลึก 20-40 ซม. มีค่า ECEC ใกล้เคียงกับดินบน แต่ค่า Al saturation อยู่ระหว่าง 52.2-59.1% ซึ่งจัดว่าต่ำกว่า ค่า Al saturation 75% ที่น่าจะเป็นพิษต่อพืช (Kamprath, 1984)

<u>สวนเอี่ยน</u>

ดินสวนเอี่ยนจัดอยู่ในชุดดินมะขาม (Ma Kham series, Typic Paleudults) มีเนื้อดินเป็น sandy clay loam สำหรับสมบัติทางเคมีของดินสวนเอี่ยน ของฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2545/46 และ 2546/47 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12a-b, 13a-b และ 14a-b ตามลำดับ ซึ่งสมบัติของดินทั้ง 3 ปี ค่อนข้างใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างจากสวนเอมากนัก จึงกล่าวรวมกันไป

ค่า pH ของดินสวนเอี่ยนทั้ง 3 ปี และทั้ง 6 ตำรับการทดลองใกล้เคียงกันคืออยู่ระหว่าง 4.0-4.4 ซึ่งจัดว่าเป็นกรดจัดเช่นกัน สำหรับค่า EC สวนนี้ค่อนข้างต่ำ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 100 µS/cm จึงจัดว่าไม่มีปัญหาด้านความเค็มแต่อย่างใด ปริมาณอินทรียวัตถุสวนนี้สูงกว่าสวนเอเล็กน้อย คืออยู่ระหว่าง 1.8–2.2% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง (62-183 mg kg^{-1}) โดยปีที่ 2 และ 3 สูงกว่าปีที่ 1 เล็กน้อย มี CEC ต่ำ มีโพแทสเซียมต่ำกว่า 50 mg kg^{-1} ในทำนองเดียวกัน Ca และ Mg ค่อนข้างต่ำเช่นกัน ปริมาณ Fe สูง Mn และ Zn ปานกลาง ส่วน B ต่ำ

สวนเอี่ยน มีปริมาณ Al ในดินสูงกว่าสวนเอ คือที่ระดับความลึก 0-20 ซม. มีปริมาณ Al ตั้งแต่ 0.7-1.0 cmol(+) kg^{-1} (ตารางที่ 15) สำหรับดินล่างสูงกว่าดินบนเล็กน้อยเช่นกันคือ 1.0-1.3 cmol(+) kg^{-1} เมื่อคำนวณหาค่า Al saturation (ไม่รวม Na) ปรากฏว่า มีค่าตั้งแต่ 41.6-65.9% สำหรับดินบน และ 56.4-69.3% สำหรับดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ซึ่งสูงกว่าดินสวนเอเล็กน้อย ในสวนเอี่ยนนี้ อาจเกิดการเป็นพิษของ Al ได้ แต่ไม่น่าจะรุนแรงมาก เพราะยังต่ำกว่า 75% ที่ระบุว่า Al อาจเป็นพิษได้ (Kamprath, 1984) อย่างไรก็ตาม ภายหลังเก็บตัวอย่างดินแล้วได้มีการใส่ปูนโดโลไมท์ ยิปซัม และแมกนีเซียมซัลเฟตให้แก่ดินดังที่รายงานไว้ข้างต้น

ตารางที่ 8a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม.ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544

ตำรับ		pH	EC(1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})							
		(1:1) น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
1	Average	4.60	40	1.81	94.3	4.53	38.4	161.0	17.5	177.6	21.0	1.33	2.15	0.10
(N1K1)	SD	0.31	6	0.34	23.6	-	8.4	93.8	6.4	65.5	12.0	0.42	2.39	-
2	Average	4.58	59	1.61	86.9	2.71	41.2	214.3	20.7	160.3	22.2	1.30	2.28	0.10
(N2K1)	SD	0.51	8	0.20	43.8	-	8.7	138.2	11.0	61.1	21.1	0.75	1.91	-
3	Average	4.28	48	1.65	96.5	4.79	38.0	126.4	16.4	203.8	20.5	1.45	1.22	0.10
(N3K1)	SD	0.18	14	0.36	17.4	-	7.2	31.6	2.5	93.1	15.0	0.23	0.41	-
4	Average	4.53	46	1.70	102.6	3.57	48.7	166.9	18.4	194.7	20.4	1.32	1.71	0.10
(N1K2)	SD	0.23	7	0.14	30.7	-	10.5	129.1	9.1	75.8	9.9	0.40	1.17	-
5	Average	4.71	46	1.79	100.1	2.11	37.5	147.7	19.2	150.3	18.5	1.34	1.46	0.10
(N2K2)	SD	0.31	6	0.13	23.6	-	9.6	65.2	7.9	60.7	6.9	0.33	0.68	-
6	Average	4.75	45	1.83	98.6	4.16	38.5	164.4	18.5	121.2	26.4	1.44	3.21	0.10
(N3K2)	SD	0.34	18	0.25	29.7	-	9.5	107.6	7.7	51.1	20.1	0.64	3.50	-

ตารางที่ 8b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม.ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อสิงหาคม 2544

ตำรับ		pH	EC(1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})							
		(1:1) น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
1	Average	4.24	32	1.17	31.7	7.82	28.6	76.1	9.43	71.3	5.62	0.39	1.05	0.10
(N1K1)	SD	0.21	6	0.24	19.6	-	9.0	66.2	6.0	9.3	2.9	0.18	0.80	-
2	Average	4.56	45	1.11	47.4	5.72	35.4	135.0	13.6	87.4	9.84	0.69	1.33	0.10
(N2K1)	SD	0.55	7	0.25	18.5	-	9.0	124.2	10.4	43.5	12.8	0.56	1.24	-
3	Average	3.99	37	1.11	33.4	5.70	29.3	59.1	7.43	85.0	4.98	0.44	0.79	0.10
(N3K1)	SD	0.07	9	0.08	12.8	-	8.0	31.1	2.1	24.2	2.7	0.19	0.16	-
4	Average	4.09	42	1.01	33.9	8.28	35.5	62.4	8.42	69.5	3.59	0.45	0.79	0.10
(N1K2)	SD	0.12	13	0.11	19.4	-	11.0	49.2	5.7	10.9	1.3	0.15	0.14	-
5	Average	4.36	44	1.07	27.0	3.28	31.0	59.4	7.72	60.7	4.37	0.44	0.63	0.10
(N2K2)	SD	0.30	23	0.22	7.7	-	5.3	31.4	3.1	8.2	2.1	0.11	0.18	-
6	Average	4.48	35	1.17	32.7	2.59	33.3	87.5	10.3	78.4	8.72	0.53	1.94	0.10
(N3K2)	SD	0.25	8	0.26	18.3	-	13.2	77.9	5.7	25.6	7.7	0.21	2.30	-

ตารางที่ 9a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2545

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})								
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Al
1	Average	4.13	137	1.88	88.6	6.25	28.6	150	12.2	74.8	5.69	1.77	3.49	0.30	71.2
N1K1	SD	0.44	31.2	0.24	31.2	-	10.7	151	8.41	31.3	1.84	1.33	5.78	-	38.4
2	Average	4.08	140	1.66	114	3.84	31.7	105	11.1	57.7	6.91	1.22	2.71	0.20	58.6
N2K1	SD	0.21	34.1	0.25	51.2	-	12.4	24.8	1.23	12.9	2.46	0.53	2.10	-	17.5
3	Average	4.06	127	1.66	108	4.03	29.7	104	10.1	56.8	5.11	1.51	1.46	0.10	58.9
N3K1	SD	0.12	12.9	0.17	47.8	-	11.1	33.8	3.32	13.3	2.71	0.76	1.32	-	12.5
4	Average	4.31	120	1.75	83.7	5.64	28.7	162	18.5	47.4	4.82	1.01	1.23	0.20	44.0
N1K2	SD	0.25	23.4	0.19	18.1	-	6.37	63.2	12.2	7.74	1.54	0.40	0.33	-	17.1
5	Average	4.11	131	1.65	129	3.99	37.7	96.8	10.2	50.8	4.53	0.91	1.09	0.20	61.9
N2K2	SD	0.28	24.5	0.23	29.2	-	20.3	104	8.26	7.12	1.54	0.17	0.51	-	25.7
6	Average	4.33	116	1.74	92.9	3.64	32.9	169	15.5	41.6	5.20	1.52	3.47	0.10	41.5
N3K2	SD	0.36	18.8	0.24	34.0	-	8.60	159	9.08	9.70	3.44	0.83	5.18	-	25.1

ตารางที่ 9b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2545

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})								
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Al
1	Average	4.22	76.6	1.23	42.0	5.86	23.5	86.8	7.43	51.2	2.25	0.52	1.23	0.20	79.1
N1K1	SD	0.39	40.0	0.28	20.8	-	9.54	81.0	6.27	11.8	0.77	0.37	1.44	-	29.5
2	Average	4.12	72.8	1.10	57.7	3.88	24.9	52.1	5.70	52.2	2.94	0.38	1.35	0.30	84.1
N2K1	SD	0.17	18.0	0.20	59.4	-	13.2	28.3	2.18	10.9	0.95	0.15	1.45	-	18.4
3	Average	4.15	77.8	1.21	23.2	5.17	28.7	55.3	6.38	45.4	2.65	0.47	0.81	0.20	101
N3K1	SD	0.10	28.5	0.22	15.8	-	10.2	25.1	2.76	8.14	1.59	0.33	0.61	-	50.4
4	Average	4.37	55.1	1.14	24.6	3.72	20.6	79.8	13.5	35.7	1.78	0.32	0.61	0.10	68.3
N1K2	SD	0.19	9.24	0.15	9.72	-	7.60	42.5	13.9	8.58	0.62	0.10	0.34	-	17.3
5	Average	4.16	85.8	1.11	25.8	3.32	27.5	53.3	6.33	29.1	1.58	0.20	0.41	0.20	80.3
N2K2	SD	0.20	32.9	0.20	11.0	-	11.9	39.2	5.53	8.20	0.79	0.07	0.32	-	11.7
6	Average	4.37	62.2	1.09	33.4	3.74	22.6	100	10.3	33.6	2.01	0.49	1.27	0.30	61.1
N3K2	SD	0.38	9.26	0.22	21.4	-	7.25	103	8.50	7.50	1.38	0.42	1.62	-	30.5

ถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	Extractable (mg kg^{-1})							
1	Average	4.42	96.9	1.58	96.2	6.17	44.2	87.7	8.96	57.7	3.59	1.27	1.72	0.20
N1K1	SD	0.31	16.8	0.21	16.0	-	12.4	73.5	4.49	9.42	1.78	0.31	2.26	-
2	Average	4.45	112	1.70	115	4.33	42.6	84.5	10.1	49.4	4.77	1.60	2.42	0.20
N2K1	SD	0.30	15.4	0.14	32.5	-	9.73	70.1	3.55	13.2	4.22	0.40	2.47	-
3	Average	4.44	110	1.60	98.7	4.12	41.0	110	9.45	56.5	4.62	1.56	1.48	0.20
N3K1	SD	0.24	34.9	0.17	30.6	-	17.7	64.4	4.20	11.5	2.21	1.03	0.85	-
4	Average	4.34	116	1.84	133	4.47	47.3	103	9.93	55.1	4.77	1.33	1.39	0.20
N1K2	SD	0.16	27.9	0.16	39.8	-	18.4	56.4	2.88	10.4	3.56	0.74	0.81	-
5	Average	4.35	110	1.77	149	4.43	44.8	87.2	9.06	53.2	4.31	1.30	1.34	0.20
N2K2	SD	0.27	19.7	0.22	48.2	-	14.9	42.6	2.62	12.4	2.40	0.51	0.70	-
6	Average	4.58	93.0	1.85	100	4.81	50.5	121	10.8	44.0	4.42	1.30	1.71	0.20
N3K2	SD	0.29	17.3	0.24	37.1	-	12.3	89.4	3.65	10.5	3.10	0.86	2.11	-

ตารางที่ 10b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	Extractable (mg kg^{-1})							
1	Average	4.34	101	1.15	42.1	5.72	32.5	62.8	6.01	38.0	1.94	0.44	0.88	0.20
N1K1	SD	0.29	30.7	0.17	23.6	-	9.20	71.0	4.20	9.02	0.94	0.19	1.19	-
2	Average	4.35	105	1.10	47.9	3.69	35.0	54.7	6.34	35.4	2.85	0.65	1.49	0.10
N2K1	SD	0.21	32.8	0.25	14.0	-	6.97	44.7	2.70	11.6	2.33	0.30	1.75	-
3	Average	4.37	95.7	1.07	46.5	4.14	33.7	64.0	4.78	35.9	2.03	0.43	0.67	0.20
N3K1	SD	0.13	43.3	0.12	24.3	-	22.7	56.6	1.85	3.69	1.25	0.21	0.21	-
4	Average	4.35	104	1.18	60.7	3.74	37.4	66.8	8.89	43.1	2.92	0.78	0.70	0.20
N1K2	SD	0.15	39.8	0.26	30.9	-	13.5	48.5	8.25	12.4	1.97	0.65	0.21	-
5	Average	4.29	90.9	1.18	65.7	4.05	37.0	47.3	4.89	36.7	2.02	0.39	0.43	0.20
N2K2	SD	0.19	20.6	0.24	24.2	-	16.5	31.8	1.68	7.49	1.16	0.12	0.27	-
6	Average	4.48	74.0	1.17	49.5	4.28	39.0	67.9	5.96	30.7	3.04	0.41	0.59	0.20
N3K2	SD	0.28	13.9	0.17	23.3	-	15.8	80.1	4.58	5.42	3.20	0.26	0.75	-

ตารางที่ 11 ECEC, %Al saturation และ %Base saturation ของดินทุเรียนสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) (มิถุนายน 2546)

ตำรับ	Depth	K	Ca	Mg	Al*	H^+	ECEC	%Al sat	%BS
การทดลอง	cm	cmol(+) kg^{-1}							
1	0-20	0.113	0.439	0.075	0.694	0.202	1.522	45.6	41.1
N1K1	20-40	0.083	0.314	0.050	0.914	0.198	1.559	58.6	28.7
2	0-20	0.109	0.423	0.084	0.633	0.197	1.447	43.8	42.6
N2K1	20-40	0.090	0.274	0.053	0.884	0.209	1.510	58.6	27.6
3	0-20	0.105	0.550	0.079	0.610	0.222	1.566	39.0	46.9
N3K1	20-40	0.086	0.320	0.040	0.940	0.242	1.628	57.7	27.4
4	0-20	0.121	0.515	0.083	0.579	0.260	1.558	37.2	46.1
N1K2	20-40	0.096	0.334	0.074	0.813	0.240	1.557	52.2	32.4
5	0-20	0.115	0.436	0.076	0.649	0.242	1.517	42.8	41.3
N2K2	20-40	0.095	0.236	0.041	0.898	0.250	1.520	59.1	24.5
6	0-20	0.129	0.607	0.090	0.498	0.308	1.632	30.5	50.6
N3K2	20-40	0.100	0.339	0.050	0.808	0.190	1.487	54.3	32.9

* exchangeable Al และ H สกัดด้วย KCl แล้ววิเคราะห์โดยวิธี titrtion (Thomas, 1982)

ตารางที่ 12a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม.ของสวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อกรกฎาคม 2544

ตำรับ		pH	EC(1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})							
		(1:1) น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
1	Average	4.07	79	2.04	109.3	10.7	20.7	72.6	14.1	66.0	9.57	2.13	3.02	0.30
(N1K1)	SD	0.12	11	0.49	51.8	-	3.5	34.4	6.5	13.9	2.1	0.68	0.98	0.00
2	Average	4.26	75	1.83	94.3	6.28	23.9	89.9	17.4	52.0	7.48	1.78	2.24	0.10
(N2K1)	SD	0.12	12	0.18	45.1	-	2.5	38.7	6.2	11.2	1.0	0.68	0.54	0.08
3	Average	4.20	76	1.90	79.9	5.56	20.9	84.4	16.2	73.8	7.61	1.92	2.51	0.10
(N3K1)	SD	0.21	7	0.31	61.5	-	4.5	68.3	11.4	33.6	2.0	1.18	0.50	0.08
4	Average	4.05	90	2.06	96.1	6.44	22.9	64.9	12.6	71.2	7.82	2.04	2.76	0.30
(N1K2)	SD	0.22	25	0.22	81.5	-	2.6	27.6	3.9	23.2	2.6	1.00	1.24	0.05
5	Average	4.22	73	1.89	65.7	6.99	19.9	67.8	10.9	54.0	6.95	1.47	2.22	0.29
(N2K2)	SD	0.19	19	0.24	24.0	-	3.0	49.9	4.2	12.4	2.7	0.57	0.46	0.08
6	Average	4.13	71	1.88	91.1	7.03	20.8	71.5	12.3	59.8	7.01	1.87	2.50	0.10
(N3K2)	SD	0.19	13	0.19	63.9	-	5.1	42.4	8.5	25.1	1.3	0.85	0.73	0.08

ตารางที่ 12b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม.ของสวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อกรกฎาคม 2544

ตำรับ		pH	EC(1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})							
		(1:1) น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
1	Average	4.00	73	1.02	21.9	7.28	15.4	39.4	8.36	25.1	4.63	0.36	0.88	0.30
(N1K1)	SD	0.13	26	0.08	12.5	-	2.6	13.5	1.9	7.1	1.6	0.13	0.42	0.05
2	Average	4.08	66	0.96	20.8	4.88	18.3	61.3	15.3	20.1	4.40	0.38	0.79	0.20
(N2K1)	SD	0.16	23	0.10	14.2	-	3.1	30.6	10.1	5.7	1.3	0.17	0.58	0.06
3	Average	4.07	62	0.99	15.7	7.42	14.9	45.1	10.6	26.4	3.47	0.32	0.60	0.20
(N3K1)	SD	0.21	17	0.15	16.6	-	4.1	41.1	13.5	6.7	1.3	0.16	0.14	0.08
4	Average	3.98	73	1.09	21.0	6.13	15.7	39.2	8.69	26.6	3.41	0.39	0.75	0.20
(N1K2)	SD	0.19	25	0.08	24.8	-	4.6	25.6	5.3	9.4	0.8	0.16	0.38	0.08
5	Average	4.04	70	0.95	11.8	6.13	14.4	35.2	7.31	19.2	3.85	0.21	0.55	0.30
(N2K2)	SD	0.16	33	0.17	5.0	-	2.9	32.0	4.9	2.7	1.7	0.09	0.30	0.05
6	Average	3.99	75	1.00	18.5	5.03	17.0	37.8	6.36	22.5	3.52	0.38	0.78	0.20
(N3K2)	SD	0.14	31	0.11	8.6	-	5.7	31.0	4.5	7.3	0.9	0.16	0.32	0.05

ตารางที่ 13a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2545

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})								
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Al
1	Average	4.29	95.0	2.19	143	5.80	44.5	73.7	15.0	75.9	11.2	2.80	3.67	0.40	86.9
N1K1	SD	0.21	23.2	0.30	84.6	-	20.5	32.9	5.15	24.2	4.69	1.28	0.71	-	20.1
2	Average	4.42	94.1	2.25	182	5.72	41.7	105	16.8	81.0	11.1	3.31	3.87	0.30	83.6
N2K1	SD	0.24	18.1	0.33	73.0	-	7.05	52.8	6.78	27.8	3.08	1.18	2.01	-	28.0
3	Average	4.33	78.1	1.91	91.3	5.45	30.4	78.6	13.8	78.2	8.89	2.25	2.54	0.10	101
N3K1	SD	0.14	18.3	0.41	67.9	-	10.1	27.4	3.53	22.2	4.56	1.03	1.07	-	24.2
4	Average	4.40	101	2.14	132	6.09	45.0	92.3	16.1	73.4	6.92	2.50	2.17	0.30	78.4
N1K2	SD	0.20	13.7	0.11	108	-	19.0	56.2	8.06	30.7	2.65	1.56	0.33	-	30.5
5	Average	4.37	110	2.13	149	5.95	44.1	110	16.0	82.2	10.5	3.45	3.21	0.30	87.9
N2K2	SD	0.18	36.3	0.42	69.4	-	25.2	75.7	7.93	14.7	3.54	1.94	0.69	-	23.5
6	Average	4.23	105	2.08	183	6.31	33.8	66.5	11.1	82.2	9.46	3.17	2.56	0.20	109
N3K2	SD	0.18	15.8	0.35	93.5	-	10.2	37.1	4.35	22.0	2.04	1.12	0.88	-	16.6

ตารางที่ 13b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอี่ยน ต.แสลง อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2545

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})								
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Al
1	Average	4.29	63.8	1.23	25.4	4.92	27.3	33.6	5.98	35.5	5.42	0.57	1.06	0.20	110
N1K1	SD	0.15	20.3	0.12	15.8	-	13.6	10.0	1.56	7.89	3.05	0.32	0.68	-	12.0
2	Average	4.47	61.2	1.25	64.0	5.14	28.3	77.3	12.7	38.9	6.16	0.98	1.72	0.20	94.5
N2K1	SD	0.26	19.0	0.26	47.2	-	8.77	59.0	9.22	11.0	1.98	0.46	0.96	-	37.9
3	Average	4.29	70.0	1.34	29.2	5.75	22.8	50.8	8.39	39.4	4.30	0.58	0.90	0.20	110
N3K1	SD	0.17	16.6	0.37	18.9	-	13.0	24.8	5.51	6.24	2.17	0.20	0.38	-	20.5
4	Average	4.37	75.0	1.31	36.3	5.81	31.8	52.8	8.87	40.0	4.17	0.68	0.96	0.20	117
N1K2	SD	0.16	27.9	0.14	45.5	-	16.2	19.1	2.77	22.8	2.28	0.62	0.75	-	9.77
5	Average	4.42	80.6	1.23	40.7	5.03	33.0	85.3	13.5	36.0	4.71	0.87	1.17	0.30	96.0
N2K2	SD	0.23	23.6	0.19	24.1	-	19.8	84.4	13.8	5.68	0.84	0.52	0.46	-	36.8
6	Average	4.31	68.9	1.11	41.2	8.84	26.1	55.9	6.56	34.4	4.58	0.65	0.92	0.20	116
N3K2	SD	0.18	5.95	0.20	22.3	-	7.77	32.1	2.98	4.75	0.76	0.19	0.33	-	21.2

ตารางที่ 14a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่าง มิถุนายน 2546

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	Extractable (mg kg^{-1})							
1	Average	4.40	95.1	1.99	93.6	6.05	31.5	126	17.5	73.7	10.3	2.74	3.93	0.30
N1K1	SD	0.24	18.8	0.39	27.3	-	12.4	98.0	9.35	12.5	1.24	0.86	2.34	-
2	Average	4.42	96.7	1.85	130	6.67	37.1	134	21.9	58.9	8.38	2.89	2.98	0.40
N2K1	SD	0.48	28.9	0.30	121	-	13.6	206	28.2	14.8	3.19	1.58	1.44	-
3	Average	4.20	80.2	1.79	61.9	6.01	27.7	39.0	8.05	77.9	8.35	1.62	2.07	0.29
N3K1	SD	0.16	14.6	0.30	42.6	-	11.5	23.9	3.22	19.7	3.80	0.56	0.42	-
4	Average	4.33	74.4	2.18	74.6	7.39	29.7	65.8	10.1	74.9	7.03	2.53	2.73	0.30
N1K2	SD	0.25	13.4	0.32	35.9	-	12.8	73.6	6.49	15.2	1.88	1.06	1.10	-
5	Average	4.29	80.3	1.95	135	6.53	39.2	58.4	9.89	85.2	8.66	2.77	2.66	0.30
N2K2	SD	0.15	18.8	0.22	95.1	-	6.81	25.7	2.35	28.4	3.41	1.70	0.56	-
6	Average	4.15	95.8	1.90	120	6.36	41.8	35.7	8.48	87.2	12.18	3.41	2.78	0.40
N3K2	SD	0.11	16.1	0.21	56.4	-	11.2	21.1	2.83	26.2	4.14	1.64	1.29	-

ตารางที่ 14b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546

ตำรับ		pH (1:1) น้ำ	EC (1:1) uS cm^{-1}	OM %	Avail. P mg kg^{-1}	CEC cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
							Extractable (mg kg^{-1})							
1	Average	4.27	77.2	1.20	30.6	5.88	20.4	76.6	11.9	38.8	5.85	0.70	1.24	0.40
N1K1	SD	0.14	13.5	0.29	24.4	-	6.17	74.9	8.42	7.82	1.21	0.29	0.37	-
2	Average	4.43	81.7	1.08	40.1	5.50	27.9	53.4	10.4	37.5	5.33	0.88	1.31	0.39
N2K1	SD	0.66	29.5	0.14	35.0	-	12.9	61.0	10.7	5.66	1.58	0.33	0.50	-
3	Average	4.14	69.4	0.85	14.7	6.28	21.7	20.7	4.32	41.0	4.24	0.41	0.99	0.30
N3K1	SD	0.17	15.8	0.35	11.9	-	11.7	12.6	1.69	7.37	2.07	0.18	0.23	-
4	Average	4.29	55.0	1.19	15.7	6.36	19.8	36.4	7.63	38.1	4.17	0.54	1.20	0.30
N1K2	SD	0.15	11.4	0.15	8.06	-	7.59	32.5	4.63	9.20	1.04	0.21	0.39	-
5	Average	4.30	59.9	1.11	45.1	6.14	27.9	45.8	6.79	38.6	4.18	0.66	1.55	0.30
N2K2	SD	0.16	17.1	0.16	52.6	-	5.21	35.0	3.74	4.48	1.26	0.32	0.66	-
6	Average	4.17	79.3	1.16	40.3	5.41	29.2	30.2	5.95	45.3	7.14	1.01	1.58	0.30
N3K2	SD	0.17	9.84	0.14	32.0	-	6.51	38.1	3.63	11.8	3.04	0.73	0.90	-

ตารางที่ 15 ECEC, %Al saturation และ %Base saturation ของดินทุเรียนสวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) (มิถุนายน 2546)

ตำรับ	Depth	K	Ca	Mg	Al	H^+	ECEC	%Al sat	%BS
การทดลอง	cm	cmol(+) kg^{-1}							
1	0-20	0.081	0.628	0.146	0.747	0.196	1.797	41.6	47.6
N1K1	20-40	0.052	0.383	0.099	0.987	0.230	1.752	56.4	30.5
2	0-20	0.095	0.669	0.182	0.830	0.182	1.959	42.4	48.3
N2K1	20-40	0.071	0.267	0.087	1.036	0.206	1.667	62.2	25.5
3	0-20	0.071	0.195	0.067	1.064	0.218	1.615	65.9	20.6
N3K1	20-40	0.056	0.103	0.036	1.333	0.270	1.798	74.2	10.8
4	0-20	0.076	0.329	0.085	1.023	0.232	1.745	58.6	28.1
N1K2	20-40	0.051	0.182	0.064	1.215	0.241	1.752	69.3	16.9
5	0-20	0.101	0.292	0.082	0.954	0.251	1.680	56.8	28.3
N2K2	20-40	0.071	0.229	0.057	1.133	0.229	1.719	65.9	20.8
6	0-20	0.107	0.179	0.071	1.054	0.267	1.677	62.8	21.3
N3K2	20-40	0.075	0.151	0.050	1.161	0.258	1.695	68.5	16.3

* exchangeable Al และ H สกัดด้วย KCl แล้ววิเคราะห์โดยวิธี titrtion (Thomas, 1982)

2. **ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน**

<u>สวนเอ</u>

ความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B และ Al ในใบทุเรียนแต่ละตำรับการทดลอง ตลอดฤดูการเจริญเติบโตทั้ง 4 ของสวนเอได้แสดงไว้ในรูปที่ 11 จากรูปจะพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารของสวนนี้ในทั้ง 4 ปีที่ศึกษา มีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในการศึกษาธาตุอาหารในทุเรียนที่พบในการศึกษาอื่น (สุมิตรา ภู่วโรดม และคณะ 2544; 2545a,b; Poovarodom et al. 2001,2002) โดยมีรายละเอียดดังนี้

<u>ไนโตรเจน</u> : ความเข้มข้นของ N ในทั้ง 4 ปีที่ศึกษามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคล้ายกันคือค่อนข้างคงที่หรือลดลงเล็กน้อย ตลอดฤดูการเจริญเติบโต และทั้ง 6 ตำหรับการทดลองไม่แตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากไม้ผลในเขตหนาวที่ความเข้มข้นของ N มักจะลดลงค่อนข้างมากเมื่อใบอายุมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากในไม้ผลเขตร้อนมีการเจริญเติบโตตลอดทั้งปี จึงไม่จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายอาหารออกจากใบแก่ นอกจากนั้น อัตราปุ๋ย N ที่ใช้นี้ค่อนข้างสูง และมีการแบ่งใส่หลายครั้ง ทำให้มีอาหารเพียงพอสำหรับเลี้ยงผล ซึ่งจะเห็นได้จากการใส่ปุ๋ย N อัตรา 1,000, 1,500 และ 2,000 กรัม N/ต้น ไม่มีผลหรือมีผลค่อนข้างน้อยต่อความเข้มข้นของ N ในใบทุเรียน เมื่อพิจารณาทั้ง 4 ฤดูการเจริญเติบโต พบว่า ความเข้มข้นของ N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีที่ 2 และ 3 หลังจากนั้น ความเข้มข้นของ N มีค่าค่อนข้างคงที่ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก เมื่อมีการใส่ปุ๋ยในอัตราที่ค่อนข้างสูงต่อเนื่องกันเป็นเวลาหลายปี จึงทำให้ความเข้มข้นของ N มีค่าสูงขึ้น โดยในปีที่ 1 ความเข้มข้นของ N สูงสุดอยู่ที่ประมาณ 2.3% ส่วนปีที่ 2, 3 และ 4 ความเข้มข้นของ N สูงสุดประมาณ 2.5, 2.7 และ 2.4% ตามลำดับ ซึ่งระดับ N ที่พบนี้ จัดอยู่ในระดับสูง (maximum limit) ของค่ามาตรฐานสำหรับทุเรียน (สุมิตรา ภู่วโรดม และคณะ 2544; 2545a,b; Poovarodom et al., 2001,2002) การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า หากปริมาณธาตุ N ในใบมีระดับเพียงพอแล้ว อาจไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย N ในปริมาณที่สูงมากก็ได้

<u>ฟอสฟอรัส</u> : ความเข้มข้นของ P ในใบทุเรียนในปีแรกที่ศึกษา (ฤดูการเจริญเติบโต 2543/44) มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงแรกของการเจริญเติบโต หลังจากนั้นความเข้มข้นของ P ในใบมีแนวโน้มลดลง นอกจากนั้นยังพบว่า ความเข้มข้นของ P มีความแตกต่างกันบ้างระหว่างตำรับการทดลอง โดยตำรับการทดลองที่ N2K1 มีค่าสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ แต่มีความผันแปรระหว่างแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่างค่อนข้างสูง ในปีที่ 2 ของการทดลอง ความเข้มข้นของ P มีค่าค่อนข้างคงที่จนกระทั่งเมื่อใบอายุ 7 เดือน หลังจากนั้น P ในใบลดลงค่อนข้างมาก ส่วนปีที่ 3 ของการเก็บตัวอย่าง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารและความเข้มข้นของ P ในใบคล้ายกับปีที่ 2 ในปีที่ 4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ P ในใบคล้ายกับที่พบในปีที่ 1 คือมีความเข้มข้น

เพิ่มขึ้นในระยะแรก หลังจากนั้นความเข้มข้นลดลง เนื่องจาก P เป็นธาตุที่เคลื่อนที่ในพืช ดังนั้น เมื่อใบอายุมากจึงมีการเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปเลี้ยงผลและใบอ่อน

<u>โพแทสเซียม</u> : ความเข้มข้นของ K ในใบลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงพัฒนาผล เพราะผลต้องการ K ค่อนข้างสูง (Menzel et al. 1992) จากการศึกษาทั้ง 4 ปีพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ K มีลักษณะคล้ายกัน เมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอื่น ๆ ความเข้มข้นของ K ในใบลดลงค่อนข้างมาก คือ ลดลงจากประมาณ 3% เหลือ 2% โดยความเข้มข้นของ K ในปีที่ 3 และ 4 สูงกว่า ปีที่ 1 และ 2 เล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีการใส่ปุ๋ย K ในอัตราค่อนข้างสูงต่อเนื่องกันหลายปี แต่ทั้ง 6 ตำรับการทดลองมีความเข้มข้นของ K ใกล้เคียงกัน ถึงแม้จะมีการใส่ K ในอัตราที่แตกต่างกันค่อนข้างมากคือ ระหว่าง 2,000 และ 3,000 กรัม K_2O/ ต้น/ปี ก็ตาม ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Smith et al. (1985) ที่พบว่า การตอบสนองต่อ K ของไม้ผลค่อนข้างจะช้า

<u>แคลเซียม</u> : ความเข้มข้นของ Ca มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อใบมีอายุมากขึ้น ซึ่งพบในทั้ง 4 ปีที่ศึกษา เนื่องจาก Ca เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ในพืช การใส่ปุ๋ย N และ K ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของ Ca มากนัก แต่ตำรับการทดลองที่มีค่า K ต่ำสุด มีแนวโน้มจะให้ค่า Ca สูงสุด เนื่องจาก antagonistic ระหว่าง Ca และ K ซึ่งพบทั่วไปในไม้ผลอื่นเช่นกัน (Van-Peterson, 1980) ความเข้มข้นของ Ca ในปีที่ 1 สูงกว่าปีที่ 2, 3 และ 4 เล็กน้อย อาจเนื่องจาก ในปีที่ 1 ค่าความเข้มข้นของ K ในใบต่ำกว่าปีอื่น ๆ นอกจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ K แล้ว ความเข้มข้นของ Ca อาจผันแปรได้ระหว่างปีค่อนข้างมาก เนื่องจาก การดูดใช้ Ca ของพืชจะดูดไปกับน้ำที่เข้าไปในพืช ในปีที่อากาศแห้ง และมีการคายน้ำสูง การดูดใช้ Ca ของพืชจะมากกว่าปีที่พืชมีการคายน้ำน้อย โดยทั่วไปจึงพบความแตกต่างของ Ca ระหว่างปีได้มาก (Righetti et al., 1990)

<u>แมกนีเซียม</u> : ความเข้มข้นของ Mg ลดลงเมื่อใบมีอายุเพิ่มขึ้น ซึ่งพบในทั้ง 4 ปีที่ศึกษา โดยปีที่ 1 มีความเข้มข้นของ Mg ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งความเข้มข้นของ Mg ใน 3 ปีหลังมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน เนื่องจากในปีที่ 1 มีการใส่ปูนโดโลไมท์มากในตอนต้นฤดูการเจริญเติบโต ทำให้ค่า pH สูงกว่าอีก 3 ปีต่อมา แต่ความเข้มข้นของ Mg ในปีแรกลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับปีอื่น ๆ นอกจากนั้นการที่ Mg ในปีที่ 1 ค่อนข้างสูงอาจเนื่องจากในปีนี้ความเข้มข้นของ K ในใบค่อนข้างต่ำ ซึ่ง antagonistic effect ระหว่าง K และ Mg เป็นสิ่งที่พบได้ทั่วไปในไม้ผล เช่น ส้ม (Embleton et al., 1973) แอปเปิ้ล (Forshey, 1969) ปริมาณ Mg ในใบทุเรียนที่พบในปีที่ 3 และ 4 จัดอยู่ในช่วงต่ำจนน่าจะขาดแคลน เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (สุมิตรา และคณะ 2544, 2545b; Pooavrodom et al., 2002)

<u>เหล็ก</u> : ความเข้มข้นของ Fe เพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงท้ายของการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากเหล็กเป็นธาตุที่จัดว่าไม่เคลื่อนที่ในพืช ความเข้มข้นของ Fe ในใบมีความผัน

แปรค่อนข้างมากระหว่างแต่ละตำรับการทดลอง ใน 3 ปีแรกที่ศึกษา น่าจะเกิดจากการปนเปื้อนของเหล็กในยาปราบศัตรูพืช หรือ ปุ๋ยที่ฉีดพ่นทางใบ แต่ในปีที่ 4 ความเข้มข้นของ Fe มีความแปรปรวนน้อยลง อาจเนื่องจากในช่วงหลัง ไม่มีการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบมากเหมือนในระยะแรก ความเข้มข้นของ Fe ในปีที่ 4 เพิ่มขึ้นจากประมาณ 40 ไปเป็น 140 mg kg^{-1} ในช่วงท้ายของการฤดูการเจริญเติบโต

<u>แมงกานีส</u> : เช่นเดียวกับ Fe ความเข้มข้นของ Mn ในใบเพิ่มสูงขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของ Mn ทั้ง 4 ปีที่ศึกษามีลักษณะคล้ายกัน แต่ความเข้มข้นของ Mn ในปีที่ 2 และ 3 สูงกว่าปีที่ 1 และ 4 อาจเนื่องจากในปีที่ 1 มีการใส่ปูนก่อนเริ่มต้นการทดลองเป็นจำนวนมาก ดังที่กล่าวมาแล้ว ทำให้ค่า pH สูงกว่าปีที่ 2 และ 3 จึงทำให้ Mn ต่ำกว่าเล็กน้อย โดยทั่วไปแล้ว เมื่อดินมีความเป็นกรดมากขึ้น Mn จะละลายออกมาได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับจุลธาตุตัวอื่น ๆ (Righetti et al., 1990) สำหรับอิทธิพลของการใส่ปุ๋ย ปรากฏว่า การใส่ปุ๋ย N ในอัตราต่างๆ มีผลต่อความเข้มข้นของ Mn ในใบเล็กน้อย ในขณะที่การใส่ปุ๋ย K ทำให้ความเข้มข้นของ Mn เพิ่มขึ้น โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N และ K ในอัตราสูง (2,000 กรัม N/ต้น และ 3,000 กรัม K_2O/ต้น) ทำให้ Mn ในใบสูงที่สุด ซึ่งแตกต่างจากผลการทดลองของ Leece (1976b) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ย N ทำให้ความเข้มข้นของ Mn ในใบสูงขึ้น เนื่องมาจากการลดลงของค่า pH ในดิน ยังผลให้ Mn ละลายออกมามาก อย่างไรก็ตาม Leece(1976b) ใช้ปุ๋ย N ในรูปแอมโมเนียมซัลเฟต ส่วนการทดลองครั้งนี้ใช้ปุ๋ยยูเรีย ซึ่งมีผลตกค้างเป็นกรดน้อยกว่า

<u>ทองแดง</u> : ในปีแรกที่ทำการศึกษา ความเข้มข้นของ Cu ในใบทุเรียนค่อนข้างต่ำและผันแปรในช่วงแคบ ๆ ในปีที่ 2 ความเข้มข้นของ Cu ในใบสูงขึ้น และในช่วงท้ายของการเก็บตัวอย่างมีความเข้มข้นผันแปรมาก ซึ่งน่าจะมาจากการปนเปื้อนจากสารเคมีที่ใช้ฉีดพ่นทางใบสำหรับปีที่ 4 นั้น ความเข้มข้นของ Cu แปรปรวนมากจนไม่สามารถหาทิศทางได้ ซึ่งน่าจะเกิดจากการปนเปื้อนจากสารเคมีที่ฉีดพ่นเช่นกัน โดยทั่วไปแล้ว การปนเปื้อนของจุลธาตุอาหารเกิดได้ค่อนข้างง่าย โดยเฉพาะสารปราบศัตรูพืชมักมี Cu ผสมอยู่

<u>สังกะสี</u> : ความเข้มข้นของ Zn มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใบอายุมากขึ้น โดยในปีที่ 1 ความเข้มข้น Zn เพิ่มขึ้นจาก 3 mg kg^{-1} ไปเป็นประมาณ 25 mg kg^{-1} เมื่อใบอายุ 8 เดือน หลังจากนั้น ความเข้มข้นของ Zn ในใบลดลงเล็กน้อย ส่วนในปีที่ 2 และ 3 ความเข้มข้นของ Zn มีค่าสูงขึ้นและมีความผันแปรมากขึ้น อาจเนื่องจากใน 2 ปีนี้ เกษตรกรมีการฉีดพ่น Zn ทางใบ ซึ่งมาจากการแนะนำของโครงการ จึงทำให้ความเข้มข้นของ Zn ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปีที่ 3 ในช่วงต้นของฤดูปลูก ความเข้มข้นของ Zn ในใบสูงมาก ในปีที่ 4 ความเข้มข้นของ Zn มีค่าผันแปรอยู่ในช่วงแคบ ๆ และค่อนข้างต่ำคือระหว่าง 13-20 mg kg^{-1} แต่ยังจัดอยู่ในช่วงเพียงพอสำหรับทุเรียน (สุมิตรา และคณะ 2544, 2545b)

โบรอน : ความเข้มข้นของ B ใบทุเรียนของสวนเอในในฤดูการเจริญเติบโต 2543/44 มีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงอายุประมาณ 7 เดือน หลังจากความเข้มข้นของ B ลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากช่วงที่ใบมีอายุประมาณ 5-6 เดือนเป็นช่วงก่อนทุเรียนออกดอก ในฤดูการที่ 2 ความเข้มข้นของ B ในใบใกล้เคียงกับปีที่ผ่านมา แต่ในช่วงก่อนออกดอก เมื่อใบมีอายุประมาณ 5 เดือน ความเข้มข้นของ B ในใบสูงขึ้นค่อนข้างมาก หลังจากนั้น ความเข้มข้นลดลง ซึ่งน่าจะมาจากการฉีดพ่น B ให้กับพืชเช่นกัน สำหรับปีที่ 3 ความเข้มข้นของ B ในใบเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่มีความผันแปรระหว่างช่วงของการเก็บตัวอย่าง และมีค่าสูงกว่า 2 ปีที่ผ่านมา สำหรับปีที่ 4 ความเข้มข้นของ B ในใบเพิ่มขึ้นจนเมื่อใบอายุประมาณ 4 เดือน และค่อนข้างคงที่จนถึงอายุประมาณ 8 เดือน หลังจากนั้นความเข้มข้นของ B เพิ่มขึ้นสูงและผันแปรค่อนข้างมาก ความเข้มข้นของ B ที่พบในสวนนี้ทั้ง 4 ปี ส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 30-40 mg kg^{-1} ซึ่งจัดอยู่ในช่วงค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชอื่นทั่วไป (Reuter and Robinson,1997)

อะลูมินั่ม : ในฤดูการเจริญเติบโต 2546/47 ทางโครงการได้วิเคราะห์ Al ในใบทุเรียนด้วยเพื่อทดสอบว่า มีความเป็นพิษของ Al หรือไม่ เนื่องจากดินที่ศึกษามีค่า pH ค่อนข้างต่ำ ผลการวิเคราะห์ Al ในใบทุเรียน ปรากฏว่า ความเข้มข้นของ Al ในใบทุเรียนเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง โดยความเข้มข้นของ Al ที่พบในสวนนี้มีค่าประมาณ 100 mg kg^{-1} ซึ่งไม่น่าจะเกิดการเป็นพิษของ Al แต่อย่างใด โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของ Al ในรูปของ mol ratio กับ Ca เนื่องจากใบทุเรียนมีความเข้มข้นของ Ca สูงถึง 2% (Bergmann, 1992)

สวนเอี่ยน

การทดลองที่สวนเอี่ยนเริ่มต้นเมื่อฤดูการเจริญเติบโต 2544/45 เมื่อสิ้นสุดโครงการจึงมีการทดลอง 3 ปี ความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B และ Al ในใบทุเรียนแต่ละตำรับการทดลอง ตลอดฤดูการเจริญเติบโตทั้ง 3 ปีของสวนเอี่ยนได้แสดงไว้ในรูปที่ 12 ดังรายละเอียดดังนี้

ไนโตรเจน : ความเข้มข้นของ N ในใบลดลงเล็กน้อย เมื่อใบมีอายุมากขึ้น คือลดลงจากประมาณ 2.5% เหลือ 2.0% และมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้ง 6 ตำรับการทดลอง ถึงแม้ว่าจะมีการใส่ปุ๋ย N ในอัตราที่แตกต่างกันค่อนข้างมากก็ตาม ซึ่งคล้ายกับที่พบในสวนเอ แต่ในสวนนี้ความเข้มข้นของ N ทั้ง 3 ปี ใกล้เคียงกัน

ฟอสฟอรัส : ในปีที่ 1 ของการศึกษา ความเข้มข้นของ P ค่อนข้างคงที่ในช่วงแรกของการเก็บตัวอย่างจนถึงอายุ 6 เดือน หลังจากนั้นความเข้มข้นของ P ลดลง โดยทั้ง 6 ตำรับการทดลองมีความเข้มข้นของ P ค่อนข้างใกล้เคียงกัน สำหรับปีที่ 2 และ 3 ความเข้มข้นของ P มีแนวโน้มลดลงเหมือนปีที่ 1 แต่ความเข้มข้นของ P แตกต่างกันค่อนข้างมากระหว่างตำรับการทดลอง โดยตำรับการทดลองที่ N3K1 มีแนวโน้มที่จะให้ความเข้มข้นของ P สูงกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ

ในการศึกษาทั้ง 2 ปี อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ P ที่พบในตำรับการทดลองนี้มีความผันแปรค่อนข้างสูงระหว่างแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่าง ทำให้ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าเกิดจากการฉีดพ่น P ทางใบหรือไม่ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง P ของสวนนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในสวนเอ และรายงานฉบับอื่น (สุมิตรา และคณะ 2544; 2545a,b)

<u>โพแทสเซียม</u> : ความเข้มข้นของ K ในใบทุเรียนสวนเอี่ยนในปีที่ 1 ที่ศึกษาค่อนข้างต่ำคือ ลดลงจากประมาณ 2% ไปเป็น 1.5% ในช่วงท้ายของการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากเป็นช่วงพัฒนาผล ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว K จะเคลื่อนที่จากใบไปยังผลที่กำลังพัฒนา ซึ่งคล้ายกับที่พบในสวนเอ โดยทั้ง 6 ตำรับการทดลองที่ศึกษา มีความเข้มข้นของ K ในใบใกล้เคียงกัน ในปีที่ 2 และ 3 ของการศึกษา ความเข้มข้นของ K ในใบสูงกว่าปีที่ 1 อาจเนื่องจากมีการใส่ปุ๋ย K ปริมาณสูงให้แก่ทุเรียน (2,000-3,000 กรัม K_2O/ต้น/ปี) แต่แนวโน้มของทั้ง 2 ปีต่างกันเล็กน้อย คือปีที่ 2 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในช่วงแรกค่อนข้างช้าเหมือนปีที่ 1 ส่วนปีที่ 3 การลดลงของ K ในช่วงแรกเกิดขึ้นค่อนข้างเร็ว หลังจากนั้น ความเข้มข้นของ K ในใบค่อนข้างคงที่ ซึ่งคล้ายกับที่พบในสวนเอ โดยทั้ง 6 ตำรับการทดลองยังมีความเข้มข้นใกล้เคียงเหมือนที่พบในปีที่ 1 โดยทั่วไปแล้ว แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารหรือการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช อาจแตกต่างกันไปได้ในแต่ละฤดูปลูก เนื่องจากความชื้นในดิน อุณหภูมิ การคายน้ำ และปัจจัยทางสภาพแวดล้อมอื่น ๆ มีผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช (Righetti et al., 1990)

<u>แคลเซียม</u> : ความเข้มข้นของ Ca มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใบอายุมากขึ้น เนื่องจาก Ca เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ในพืช จึงมีการสะสมในใบแก่ ในการศึกษาปีที่ 1 พบว่า Ca ในใบเพิ่มขึ้นในระยะแรกของการเก็บตัวอย่าง หลังจากนั้น ความเข้มข้นของ Ca ค่อนข้างคงที่ ส่วนในปีที่ 2 ความเข้มข้นของ Ca ในใบแตกต่างจากปีที่ 1 กล่าวคือ ความเข้มข้นของ Ca ในใบในระยะแรกค่อนข้างคงที่ แต่ภายหลังจากใบอายุ 9 เดือน ความเข้มข้นของ Ca ในใบเพิ่มขึ้นค่อนข้างมาก ในขณะที่ความเข้มข้นของ Ca ในปีที่ 3 เพิ่มขึ้นจนถึงเมื่อใบมีอายุ 5 เดือน หลังจากค่อนข้างคงที่หรือเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Ca ในใบของสวนเอี่ยนนี้มีลักษณะคล้ายกับที่พบในสวนเอ คือมีลักษณะแตกต่างกันระหว่างปี ซึ่งพบในพืชอื่นเช่นกัน เนื่องจากการดูดใช้ Ca จะขึ้นกับการคายน้ำของพืช จึงมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากระหว่างปี (Clark et al., 1989) เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลทั้ง 3 ปี พบว่า ความเข้มข้นของ Ca ในปีที่ 2 ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ 1 และ 3 สอดคล้องกับการที่ความเข้มข้นของ K ในใบสูงขึ้น เนื่องจาก antagonistic ระหว่าง 2 ธาตุนี้ (Van-Peterson, 1980)

<u>แมกนีเซียม</u> : ความเข้มข้นของ Mg ในปีที่ 1 ค่อนข้างสูงคือประมาณ 0.4% ในช่วงแรกของการเก็บตัวอย่าง หลังจากนั้นลดลงอย่างรวดเร็ว อาจเนื่องจากการใส่ปูนโดโลไมท์ ให้กับทุเรียนในช่วงต้นฤดูการเจริญเติบโต นอกจากนั้น การที่ Mg ค่อนข้างสูง อาจเนื่องจาก K ในใบของปีที่ 1

ค่อนข้างต่ำจึงเกิด antagonistic ระหว่าง K กับ Mg ซึ่งโดยปกติแล้วจะพบรุนแรงกว่า antagonistic ระหว่าง K และ Ca (สุมิตรา และคณะ 2544; 2545a,b) สำหรับในปีที่ 2 และ 3 เมื่อมีการใส่ปุ๋ย K ในปริมาณสูง ทำให้ความเข้มข้นของ Mg ในใบค่อนข้างต่ำ ถึงแม้ว่าจะมีการใส่โดโลไมท์ ให้กับทุเรียน ในอัตรา 5 กก./ต้น/ปีแล้วก็ตาม ในปีที่ 3 จึงได้ใส่ $MgSO_4$ ให้แก่ทุเรียนในอัตรา 0.5 กก./ต้น ทำให้ความเข้มข้นของ Mg ในใบสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ยังจัดอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

<u>เหล็ก</u> : ความเข้มข้นของ Fe ในใบทุเรียนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อใบมีอายุมากขึ้น ในปีที่ 1 ความเข้มข้นของ Fe มีความผันแปรค่อนข้างสูงเมื่อใบมีอายุ 6-7 เดือน ส่วนปีที่ 2 ความเข้มข้นของ Fe ผันแปรค่อนข้างมาก จนไม่พบแนวโน้มที่ชัดเจน สำหรับปีที่ 3 ความเข้มข้นของ Fe เพิ่มขึ้นจนถึงใบอายุ 5 เดือน หลังจากนั้นค่อนข้างคงที่จนถึงอายุใบ 9 เดือน ในช่วงท้ายของการเก็บตัวอย่าง ความเข้มข้นของ Fe ลดลงเหลือประมาณ 100 mg kg^{-1}

<u>แมงกานีส</u> : ความเข้มข้นของ Mn ระหว่างตำรับการทดลองแตกต่างกันค่อนข้างมากในทั้ง 3 ปีที่ศึกษา ตำรับการทดลองที่มีความเข้มข้นของ Mn สูงสุดได้แก่ตำรับการทดลองที่ N3K2 ซึ่งเหมือนกับที่พบในสวนเอ ความเข้มข้นของ Mn ในใบเพิ่มขึ้นเมื่อใบอายุมากขึ้น เนื่องจาก Mn เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ในพืช แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง Mn ในใบแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างปีที่ศึกษา แต่ทั้ง 3 ปีมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าค่อนข้างสูง คือ ตั้งแต่ประมาณ 100–300 mg kg^{-1}

<u>ทองแดง</u> : ความเข้มข้นของ Cu ทั้ง 6 ตำรับการทดลองใกล้เคียงกัน และค่อนข้างต่ำ (ประมาณ 6-22 mg kg^{-1}) เมื่อเปรียบเทียบกับสวนเอ ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของ Cu ในใบผันแปรค่อนข้างมาก จนไม่สามารถหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุ Cu ในใบได้

<u>สังกะสี</u> : ความเข้มข้นของ Zn ในปีที่ 1 และ 3 ในทั้ง 6 ตำรับการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน โดยในปีที่ 1 ความเข้มข้นของ Zn มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย หลังจากนั้นค่อนข้างคงที่ และลดลงเล็กน้อยในช่วงท้ายของการเก็บตัวอย่าง ส่วนปีที่ 3 ความเข้มข้นของ Zn ในระยะแรกค่อนข้างต่ำ คือมีค่าระหว่าง 12-20 mg kg^{-1} หลังจากนั้นความเข้มข้นของ Zn ในใบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และค่อนข้างสูง ซึ่งน่าจะมาจากการฉีดพ่นทางใบ เนื่องจากพบอาการขาด Zn ในใบค่อนข้างชัดเจนในสวนนี้

<u>โบรอน</u> : แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง B ในใบของปีที่ 1 แตกต่างจากปีที่ 2 และ 3 เล็กน้อย คือ มีแนวโน้มลดลง ส่วนปีที่ 2 และ 3 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งคล้ายกับที่พบในสวนเอ โดยช่วงที่ใบมีอายุ 4-6 เดือน B ในใบค่อนข้างสูง สอดคล้องกับการฉีดพ่น B ของเกษตรกร ความเข้มข้นของ B ในใบค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชทั่วไป (Reuter and Robinson,1997) เนื่องจากดินที่ศึกษาเป็นกรดจัด มีเนื้อหยาบ ทำให้เกิดการชะล้าง B ค่อนข้างสูง

<u>อะลูมินั่ม</u> : เพื่อทดสอบว่า มีความเป็นพิษของ Al หรือไม่ เนื่องจากดินที่ศึกษามีค่า pH ค่อนข้างต่ำ จึงได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ Al ในใบทุเรียน ผลการวิเคราะห์ Al ในใบทุเรียนปรากฏว่า ความเข้มข้นของ Al มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อใบอายุมากขึ้น โดย Al ในใบส่วนใหญ่มีค่า

ประมาณ 50-75 mg kg^{-1} ซึ่งต่ำกว่าที่พบในสวนเอ ถึงแม้ว่า Al saturation ของสวนเอี่ยนนี้จะสูงกว่าสวนเอเล็กน้อยก็ตาม ดังนั้น จึงไม่น่าจะเกิดอาการเป็นพิษของ Al ในสวนนี้

3. **ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุ 5-7 เดือน**

เมื่อนำความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุใบระหว่าง 5-7 เดือน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหาร ดังแสดงไว้ในรูปที่ 13 และตารางที่ 16 สำหรับสวนเอ และรูปที่ 14 และตารางที่ 17 สำหรับสวนเอี่ยน ปรากฏว่า

<u>สวนเอ</u>

ความเข้มข้นของ N สูงขึ้นจนถึงปีที่ 3 หลังจากนั้นความเข้มข้นของ N ค่อนข้างคงที่ ส่วนความเข้มข้นของ P ในปีที่ 1 และ 4 สูงกว่าปีที่ 2 และ 3 แต่ความเข้มข้นของ P ทั้ง 4 ปีจัดอยู่ในระดับสูงทั้งสิ้น สำหรับ K พบว่ามีความผันแปรระหว่างปีค่อนข้างมาก โดยปีที่ 1 มีความเข้มข้นของ K สูงกว่าปีอื่น ๆ ส่วนปีที่ 2 มีความเข้มข้นของ K ต่ำสุด ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ความเข้มข้นของ Ca ในใบเพิ่มขึ้น นอกจากนั้น ผลผลิตของปีที่ 2 ยังสูงกว่าปีอื่น ๆ ทำให้มีการเคลื่อนย้าย K จากใบไปเลี้ยงผลมาก แต่ความเข้มข้นของ K ยังจัดอยู่ในระดับเพียงพอ เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ K ในแต่ละตำรับการทดลองพบว่าความแตกต่างกันทางสถิติยกเว้นปีที่ 2 อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ K ในใบไม่ได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปุ๋ยที่ใส่ กล่าวคือ ตำรับการทดลองที่ N3K2 ในปีที่ 1 มีปริมาณ K ในใบต่ำที่สุดทั้งที่มีการใส่ปุ๋ยสูงสุด ซึ่งตำรับการทดลองนี้มี Ca ในอัตราสูงด้วย ในทางตรงกันข้าม ความเข้มข้นของ Ca และ Mg ในปีที่ 3 และ 4 ต่ำกว่าปีที่ 1 และ 2 ทั้งนี้เนื่องจาก antagonistic ระหว่างธาตุ K, Ca และ Mg (Forshey, 1969) นอกจากนั้น ความเข้มข้นของ N ในปีที่ 3 ยังสูงกว่าปีอื่น ซึ่งอาจทำให้เกิด antagonistic ระหว่าง N กับ Ca ได้เช่นกัน (Leece, 1976b) สำหรับ Fe, Cu และ Zn มีความแตกต่างระหว่างปีค่อนข้างมาก ซึ่งน่าจะเกิดจากการปนเปื้อน ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ส่วน Mn ในปีที่ 1 ต่ำกว่าปีอื่น ๆ เล็กน้อย เนื่องจากค่า pH ในปีที่ 1 สูงกว่าปีอื่น ๆ เมื่อดินมีค่า pH ลดลง Mn จะละลายออกมามาก (Righetti et al., 1990) ซึ่ง Mn ก็มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง 3 ใน 4 ปีที่ศึกษา โดยตำรับการทดลองที่ได้รับ N และ K สูงสุด มีค่า Mn ในใบสูงที่สุด สอดคล้องกับรายงานของ Leece (1976b) ที่กล่าวว่า เมื่อใส่ N ในอัตราที่สูงจะทำให้ Mn ในใบพืชสูงด้วย สำหรับ B มีค่าค่อนข้างคงที่ทั้ง 4 ปีที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของธาตุอาหารระหว่างตำรับการทดลองแตกต่างกันค่อนข้างน้อยถึงแม้จะแตกต่างกันทางสถิติก็ตาม ในทางปฏิบัติอาจไม่มีผลในการแนะนำปุ๋ย

<u>สวนเอี่ยน</u>

ข้อมูลของสวนเอี่ยนมีเพียง 3 ปี ความเข้มข้นของ N และ P ทั้ง 3 ปีค่อนข้างคงที่ ส่วน K มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก ปริมาณ K ในดินของสวนนี้ในปีแรกที่ศึกษาค่อนข้างต่ำ เมื่อมีการใส่

ตารางที่ 16 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุระหว่าง 5-7 เดือนของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี ฤดูการเจริญเติบโต 2543/44, 2544/45, 2545/46 และ 2546/47

ตำรับการ	มหธาตุ (%)					จุลธาตุ ($mg\ kg^{-1}$)				
ทดลอง	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
ฤดูการเจริญเติบโต 2543/44										
N1K1	2.17	0.34b	2.36b	1.98ab	0.50	118ab	53ab	6.9a	14a	35a
N2K1	2.21	0.38c	2.33b	2.21b	0.49	127ab	56ab	6.5a	14a	36a
N3K1	2.25	0.34b	2.44b	2.19b	0.48	95a	50a	6.8a	18b	39b
N1K2	2.20	0.31ab	2.45b	1.94ab	0.49	135b	51a	7.0a	20b	39b
N2K2	2.20	0.29a	2.35b	1.79a	0.48	132b	42a	7.9ab	18b	37a
N3K2	2.15	0.31ab	2.12a	2.20b	0.50	118ab	67b	10b	19b	36a
P=0.05		*	*	*			*	*	*	*
ฤดูการเจริญเติบโต 2544/45										
N1K1	2.24	0.29b	2.00	2.21ab	0.30ab	195	78a	27	35b	35
N2K1	2.32	0.31b	2.03	2.00a	0.25a	192	80a	27	35b	34
N3K1	2.32	0.31b	2.08	2.14a	0.30ab	178	79a	25	32ab	35
N1K2	2.30	0.30b	2.11	2.13a	0.29ab	183	85a	28	29a	37
N2K2	2.32	0.25a	2.02	2.07a	0.26ab	195	82a	25	35b	34
N3K2	2.26	0.27ab	1.93	2.40b	0.31b	149	108b	22	35b	32
P=0.05		*		*			*		*	
ฤดูการเจริญติบโต 2545/46										
N1K1	2.41	0.27b	2.18a	1.80	0.21	101	98	6.7ab	41	36
N2K1	2.50	0.28b	2.27ab	1.79	0.19	90	101	5.9a	33	34
N3K1	2.49	0.27b	2.29ab	1.78	0.19	88	92	7.4ab	35	36
N1K2	2.46	0.27b	2.49b	1.69	0.19	98	102	7.3ab	37	38
N2K2	2.41	0.23a	2.44b	1.70	0.21	87	102	7.9ab	36	36
N3K2	2.47	0.26ab	2.21a	1.70	0.20	101	108	8.8b	35	35
P=0.05			*							
ฤดูการเริญเติบโต 2546/47										
N1K1	2.32a	0.31ab	2.12a	2.13bc	0.23abc	110	77a	82b	18b	37b
N2K1	2.41ab	0.35ab	2.16a	2.25c	0.26c	111	81a	57a	15ab	37b
N3K1	2.37ab	0.32ab	2.31ab	1.95ab	0.19a	104	67a	55a	14a	35ab
N1K2	2.46b	0.38b	2.51b	1.71a	0.24bc	109	74a	56a	17ab	36ab
N2K2	2.40ab	0.29a	2.32ab	1.80a	0.20ab	106	77a	59a	16ab	33ab
N3K2	2.30a	0.32ab	2.18a	1.99abc	0.22abc	106	105b	65ab	17ab	32a
P=0.05	*		*	*	*		*			*
ค่ามาตรฐาน	2.00–2.40	0.15–0.25	1.50–2.50	1.70–2.50	0.25–0.50	40-150	50-120	10-25	10-30	30-70

ตารางที่ 17 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุระหว่าง 5-7 เดือนของสวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี ฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2545/46 และ 2546/47

ตำรับการทดลอง	มหธาตุ (%)					จุลธาตุ (mg kg^{-1})				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
ฤดูการเจริญเติบโต 2544/45										
N1K1	2.26a	0.20b	1.56	2.12b	0.38	194	165ab	10.4abc	70a	39.3
N2K1	2.33ab	0.19ab	1.62	1.92a	0.37	186	153ab	11.4bc	75ab	37.4
N3K1	2.36b	0.20b	1.57	1.93a	0.34	191	168ab	12.2bc	86bc	36.6
N1K2	2.29ab	0.18a	1.71	1.92a	0.36	172	145a	13.5c	89c	42.4
N2K2	2.33ab	0.18a	1.69	1.85a	0.34	153	187b	9.1ab	77abc	37.7
N3K2	2.37b	0.19ab	1.71	1.77a	0.34	158	189b	7.7a	72a	39.1
P=0.05		*		*				*	*	
ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46										
N1K1	2.31ab	0.18ab	2.19	1.23	0.23ab	120ab	132ab	15.8b	125b	42.8ab
N2K1	2.32ab	0.18ab	2.21	1.31	0.23ab	134b	165b	13.2ab	111ab	42.7ab
N3K1	2.34ab	0.22c	2.27	1.25	0.21a	125ab	153b	14.3ab	118ab	40.4ab
N1K2	2.30ab	0.17a	2.32	1.20	0.22ab	120ab	116a	9.8a	114ab	44.4b
N2K2	2.24a	0.18ab	2.15	1.35	0.25b	94ab	158b	12.5ab	107ab	38.2a
N3K2	2.36b	0.20bc	2.28	1.21	0.22ab	89a	155b	11.7ab	88a	41.3ab
P=0.05		*					*			
ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47										
N1K1	2.21a	0.18bcd	2.18	1.91bc	0.27b	187ab	154ab	13.9c	81ab	38.5b
N2K1	2.30ab	0.17abc	1.89	1.95c	0.29b	190ab	200bc	12.6bc	77ab	33.8ab
N3K1	2.34b	0.20d	2.02	1.86bc	0.29b	177a	211c	12.3abc	82ab	35.0ab
N1K2	2.27ab	0.19cd	2.11	1.93c	0.28b	179a	147a	11.6ab	75ab	37.4b
N2K2	2.25ab	0.15a	2.13	1.63ab	0.27b	208b	235c	12.5abc	94b	30.7a
N3K2	2.21a	0.16ab	2.11	1.56a	0.22a	169a	232c	10.6a	71a	30.8a
P=0.05		*		*	*	*	*	*		*
ค่ามาตรฐาน	2.00–2.40	0.15–0.25	1.50–2.50	1.70–2.50	0.25–0.50	40-150	50-120	10-25	10-30	30-70

เป็นประจำอยู่แล้วหรือสามารถส่งเสริมให้ปฏิบัติได้โดยไม่ยากนัก อย่างไรก็ตาม ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม (timing) ของการฉีดพ่น B ก็เป็นสิ่งสำคัญและอาจจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมด้วย

5. ความสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน

เมื่อนำความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุระหว่าง 5-7 เดือน ของสวนมาหาความเข้มข้นเฉลี่ย แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับอัตราปุ๋ยที่ใส่ ปรากฏว่า

<u>สวนเอ</u> : ผลของปุ๋ยต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบได้แสดงไว้ในรูปที่ 15 ซึ่งได้แสดงผลของการทดลองปีที่ 1, 2, 3 และปีที่ 4 ไว้ด้วยกัน จากรูปจะพบว่า ทั้งปุ๋ย N และ K มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนค่อนข้างน้อย และทั้ง 4 ปีมีแนวโน้มคล้ายกัน แต่ความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละปีแตกต่างกัน โดยเฉพาะในกลุ่ม K, Ca และ Mg เนื่องจาก antagonism ของธาตุทั้ง 3 ในการทดลองปีที่ 1 ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K ในอัตราต่ำ (K1) การใส่ปุ๋ยอัตรา N2 ทำให้ความเข้มข้นของ P และ Ca สูงกว่าเมื่อใส่ปุ๋ยในอัตรา N1 และ N3 ซึ่งแตกต่างจากการทดลองในปีที่ 2, 3 และ 4 ที่อัตราปุ๋ย N ทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกัน ในกลุ่มของจุลธาตุก็เช่นเดียวกันคือ อัตราปุ๋ยทั้ง N และ K มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารค่อนข้างน้อย แต่ความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละปีแตกต่างกันค่อนข้างมาก

<u>สวนเอี่ยน</u> : การทดลองในสวนเอี่ยนมีเพียง 3 ปีเท่านั้น และได้แสดงผลไว้ในรูปที่ 16 ซึ่งผลการทดลองในสวนเอี่ยนคล้ายกับที่พบในสวนเอ คือ อัตราปุ๋ยทั้ง N และ K มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้งหมดค่อนข้างน้อย ยกเว้น Fe, Mn และ Zn ซึ่งแตกต่างกันบ้างระหว่างตำรับการทดลอง โดยการใส่ปุ๋ย N มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของ Mn ในใบค่อนข้างมาก

6. ผลผลิต

ผลผลิตสวนเอทั้ง 4 ปีที่ศึกษาได้แสดงไว้ในตารางที่ 18 จากตารางจะพบว่า ผลผลิตมีค่าตั้งแต่ 167-225, 210-245, 178-236 และ 158-219 กก./ต้น สำหรับปีที่ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตทุเรียนเฉลี่ยของภาคตะวันออกเท่ากับ 1,610 กก./ไร่ (ประมาณ 100 กก./ต้น) (สถิติการเกษตรภาคตะวันออก 2542/43 สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคตะวันออก) เมื่อคำนวณผลผลิตสะสม (cumulative yield) ของผลผลิตทุเรียน ปรากฏว่า มีค่าตั้งแต่ 745-893 กก./ต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย N ในระดับสูง มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตรวมสูงกว่าตำรับการทดลองที่ได้ปุ๋ย N ในอัตราต่ำโดยตำรับการทดลองที่มี ผลผลิตสะสมสูงสุดได้แก่ ตำรับการทดลองที่ N3K1 รองลงมาได้แก่ N3K2 และ N1K1 ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ให้ผลผลิตต่ำสุดได้แก่ N2K1 ซึ่งไม่แตกต่างจาก N2K2 ซึ่งให้ผลผลิต 793 กก./ต้น

สำหรับผลผลิตทุเรียนสวนเอี่ยนแสดงไว้ในตารางที่ 19 จากตารางจะพบว่าผลผลิตปีที่ 1 ของสวนเอี่ยนมีค่าตั้งแต่ 172-246 กก./ต้น แต่ผลผลิตแต่ละตำรับการทดลองไม่แตกต่างกัน ส่วนปีที่ 2 ผลผลิตมีค่าตั้งแต่ 137-277 กก./ต้น ซึ่งในปีที่ 2 นี้ ผลผลิตมีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดคือตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยในอัตรา N1K1 มีค่าเท่ากับ 137 กก./ต้น ส่วนตำรับการทดลองที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือตำรับการทดลอง N3K1 ซึ่งให้ผลผลิต 278 กก./ต้น สำหรับปีที่ 3 ผลผลิตมีค่าตั้งแต่ 125-212 กก./ต้น เมื่อนำผลผลิตทั้ง 3 ปีมารวมกันเป็นผลผลิตสะสม ปรากฏว่า ผลผลิตสะสมมีค่าตั้งแต่ 501-657 กก./ต้น ซึ่งไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ การตอบสนองต่อปุ๋ย N และ K ของสวนนี้แตกต่างจากสวนเอเล็กน้อย คือ ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย N และ K ในอัตราสูง กลับมีผลผลิตรวมต่ำที่สุด ถึงแม้ว่าตำรับการทดลองที่ได้รับ N สูงแต่ K ต่ำจะให้ผลผลิตสูงก็ตาม แสดงว่าอาจมีปัจจัยอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคพืชที่เป็นตัวจำกัดผลผลิต

ตารางที่ 18 ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น (กก.) และผลิตรวมทุเรียนสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี ฤดูการเจริญเติบโต 2543/44, 2544/45, 2546/46 และ 2546/47

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต/ต้น (กก.) ปีที่ 1	ผลผลิต/ต้น (กก.) ปีที่ 2	ผลผลิต/ต้น (กก.) ปีที่ 3	ผลผลิต/ต้น (กก.) ปีที่ 4	ผลผลิตรวม 4 ปี (กก.)
N1K1	206.8	216.3	209.9	210.3	843.3
N2K1	194.7	210.8	181.5	158.6	745.6
N3K1	225.9	245.6	228.0	194.0	893.5
N1K2	197.3	226.4	178.7	198.5	800.9
N2K2	167.6	216.0	236.8	173.5	793.9
N3K2	181.7	233.6	231.9	219.6	866.8

ตารางที่ 19 ผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น (กก.) และผลิตรวมทุเรียนสวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี ฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2546/46 และ 2546/47

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต/ต้น (กก.) ปีที่ 1	ผลผลิต/ต้น (กก.) ปีที่ 2	ผลผลิต/ต้น (กก.) ปีที่ 3	ผลผลิตรวม 3 ปี (กก.)
N1K1	214.4	137.3a	172.2	527.9
N2K1	225.3	193.1ab	172.5	590.9
N3K1	227.8	277.6b	140.9	646.3
N1K2	246.0	198.8ab	212.3	657.1
N2K2	227.1	253.3b	129.6	610.0
N3K2	172.2	203.8ab	125.2	501.2

7. สีและปริมาณธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนฤดูการเจริญเติบโต 2545/46 และ 2546/47

สีเนื้อทุเรียนที่เทียบกับกระดาษเทียบ RH Chart ส่วนมากจะอยู่ระหว่างหมายเลข 10 และ 11 (หมายเลข 11 มีสีเข้มกว่าหมายเลข 10) คณะผู้วิจัยได้เปลี่ยนข้อมูลสีออกมาเป็นตัวเลขตั้งแต่ 1-7 โดยตัวเลขมากขึ้นแสดงว่าสีเหลืองเข้มขึ้น ผลการทดลองปรากฏว่า ในฤดูการเจริญเติบโต 2545/46 สีเนื้อทุเรียนสวนเอไม่แตกต่างกันระหว่างตำรับการทดลอง (ตารางที่ 20) แต่สวนเอี่ยนมีความแตกต่างกันบ้าง สำหรับในฤดูการเจริญเติบโต 2546/47 (ตารางที่ 21) สีเนื้อทุเรียนไม่แตกต่างระหว่างตำรับการทดลองทั้ง 2 สวน โดยสวนเอมีสีเนื้อทุเรียนเข้มกว่าสวนเอี่ยนเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม สีที่ได้นั้นเป็นการเปรียบเทียบเบื้องต้นเท่านั้น เนื่องจากความเข้มของสีของเนื้อทุเรียนมีปัจจัยอื่นโดยเฉพาะอายุผลเข้ามาเกี่ยวข้อง หากเก็บผลที่อายุแตกต่างกันเล็กน้อย ก็อาจมีผลต่อความเข้มของสีเช่นกัน

ปริมาณธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนได้แสดงไว้ในตารางที่ 20 สำหรับสวนเอ และ 21 สำหรับสวนเอี่ยน จากตารางจะพบว่าในฤดูการเจริญเติบโต 2545/46 ในสวนเอธาตุอาหารส่วนมากไม่แตกต่างกัน ยกเว้นธาตุ Fe, B และ Cl ส่วนฤดูการเจริญเติบโต 2546/47 ธาตุอาหารที่มีความแตกต่างกันของสวนเอได้แก่ Mg, S, Mn, Cu และ Zn โดยธาตุ S แตกต่างกันค่อนข้างมาก คือมีค่าสูงสุด 0.51% ส่วนต่ำสุด 0.26% สำหรับสวนเอี่ยน ในฤดูการเจริญเติบโต 2545/46 มีเพียงธาตุ B และ Zn เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47 ธาตุอาหารที่แตกต่างกันได้แก่ N, S, Mn, Cu, และ Zn โดย N ทั้ง 6 ตำรับการทดลองมีค่าระหว่าง 0.97-1.23% ซึ่งตำรับที่มีค่าต่ำสุดได้แก่ตำรับการทดลองที่ N1K2 ส่วนตำรับการทดลองที่มีค่าสูงสุดได้แก่ N3K2 สำหรับ S สวนนี้มีค่าแตกต่างกันไม่มากคือ มีต่ำสุดเท่ากับ 0.45% (N3K1) ส่วนสูงสุดมีค่าเท่ากับ 0.59% (N3K2) สำหรับธาตุอื่นแตกต่างกันระหว่างตำรับการทดลองค่อนข้างน้อยเช่น Zn มีค่าต่ำสุดและสูงสุดระหว่าง 5.0-7.5 mg kg^{-1} ส่วน Mn และ Cu แตกต่างกันระหว่างตำรับการทดลองเพียง 1-2 mg kg^{-1} เท่านั้น ทำให้ไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าอิทธิพลของปุ๋ยมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารอย่างไร เนื่องจากไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน และมีความแตกต่างระหว่างสวนและระหว่างปีหรือฤดูปลูกค่อนข้างมาก

ตารางที่ 20 สีเนื้อทุเรียนและความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี

ตำรับการ	สีเนื้อ	มหธาตุ (%)						จุลธาตุ (mg kg^{-1})					
ทดลอง	ทุเรียน	N	P	K	Ca[1]	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl
ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46													
N1K1	3.83	1.19	0.13	1.55	92.5	0.07	0.22	9.05a	7.85ab	3.87	8.60	5.60a	127b
N2K1	3.87	1.31	0.14	1.73	91.4	0.08	0.19	13.2ab	8.74ab	4.81	12.0	6.63bc	112b
N3K1	4.37	1.30	0.13	1.61	94.1	0.07	0.19	21.4b	8.54ab	5.57	9.70	6.11ab	60a
N1K2	3.90	1.25	0.14	1.69	79.4	0.08	0.20	15.0ab	7.74ab	8.18	9.84	7.24c	71a
N2K2	4.03	1.22	0.13	1.69	93.3	0.08	0.22	14.4ab	7.42a	9.53	7.23	7.35c	112b
N3K2	4.47	1.25	0.14	1.60	108	0.07	0.22	17.3b	9.20b	9.78	7.19	8.64d	129b
P=0.05								*				*	*
ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47													
N1K1	3.47	1.48b	0.156ab	2.02b	161b	0.10b	0.26a	10.4	10.3b	4.90b	14.4b	N.D.	177
N2K1	3.17	1.45b	0.159b	1.91ab	123a	0.09ab	0.37b	12.6	8.83ab	5.39b	14.4b	N.D.	117
N3K1	3.03	1.30a	0.148a	1.67a	137ab	0.08a	0.34b	13.2	9.01ab	3.88a	7.96a	N.D.	133
N1K2	3.17	1.40ab	0.160b	1.77ab	142ab	0.08a	0.45c	14.2	10.0b	4.82b	9.39a	N.D.	128
N2K2	3.17	1.39ab	0.150ab	1.86ab	143ab	0.08a	0.49c	12.7	9.40ab	4.45ab	11.6ab	N.D.	140
N3K2	3.13	1.45b	0.157ab	1.83ab	137ab	0.08a	0.51c	12.0	8.21a	4.89b	11.4ab	N.D.	158
P=0.05						*	*		*	*	*		

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

[1]หน่วยเป็น mg kg^{-1}

ตารางที่ 21 สีเนื้อทุเรียนและความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนสวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี

ตำรับการ	สีเนื้อ	มหธาตุ (%)						จุลธาตุ (mg kg^{-1})					
ทดลอง	ทุเรียน	N	P	K	Ca[1]	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl
ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46													
N1K1	4.00	1.07	0.10c	1.23ab	59.3a	0.06a	0.15ab	20.4	8.40	8.67	14.6ab	8.07a	79a
N2K1	4.67	1.05	0.09a	1.14a	110ab	0.06a	0.12a	22.2	7.51	23.2	18.9b	8.47a	91ab
N3K1	3.75	1.08	0.10abc	1.18ab	70.9ab	0.06a	0.15ab	20.1	7.21	13.2	16.0ab	8.86ab	100ab
N1K2	4.50	1.04	0.09ab	1.23ab	85.3ab	0.06ab	0.14ab	20.7	7.64	12.0	13.3a	11.0c	106b
N2K2	3.80	1.09	0.09abc	1.13a	72.5ab	0.06a	0.15ab	17.1	7.81	9.69	11.8a	10.1bc	84ab
N3K2	3.93	1.10	0.10bc	1.37c	168b	0.07b	0.17b	22.8	8.35	9.58	15.8ab	9.95bc	100ab
P=0.05											*	*	
ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47													
N1K1	3.00	1.08ab	0.118ab	1.45	96	0.064	0.56bc	11.3	7.17a	5.73c	5.72ab	N.D.	114
N2K1	3.04	1.08ab	0.115ab	1.33	98	0.059	0.49ab	10.1	9.84b	3.94ab	5.02ab	N.D.	94
N3K1	3.00	1.07ab	0.117ab	1.33	105	0.063	0.45a	12.0	8.76ab	3.61a	6.58bc	N.D.	116
N1K2	3.00	0.97a	0.109a	1.40	95	0.065	0.52abc	9.13	7.56a	4.30ab	5.60ab	N.D.	140
N2K2	2.96	1.03a	0.112ab	1.39	90	0.063	0.53abc	9.61	8.17ab	3.78ab	4.36a	N.D.	112
N3K2	3.04	1.23b	0.124b	1.55	101	0.064	0.59c	12.1	8.86ab	5.01bc	7.50c	N.D.	72
P=0.05		*					*		*	*	*		

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

[1]หน่วยเป็น mg kg^{-1}

สรุป

ผลการทดลองปุ๋ยต่อเนื่องมา 3-4 ปี อาจสรุปได้ดังนี้

1. การใส่ปุ๋ย K ในระดับสูงสูงถึง 3,000 กรัม K_2O/ต้น/ปี ต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี ไม่ได้ทำให้ปริมาณ K ในดินไม่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Wolf (1999) ที่กล่าวว่า ในดินที่มี CEC ต่ำ การที่จะรักษาระดับ K ให้มีความเข้มข้น 50 mg kg^{-1} อาจทำได้ยาก แต่การใส่ปุ๋ย K ทำให้พืชได้รับธาตุ K อย่างเพียงพอ

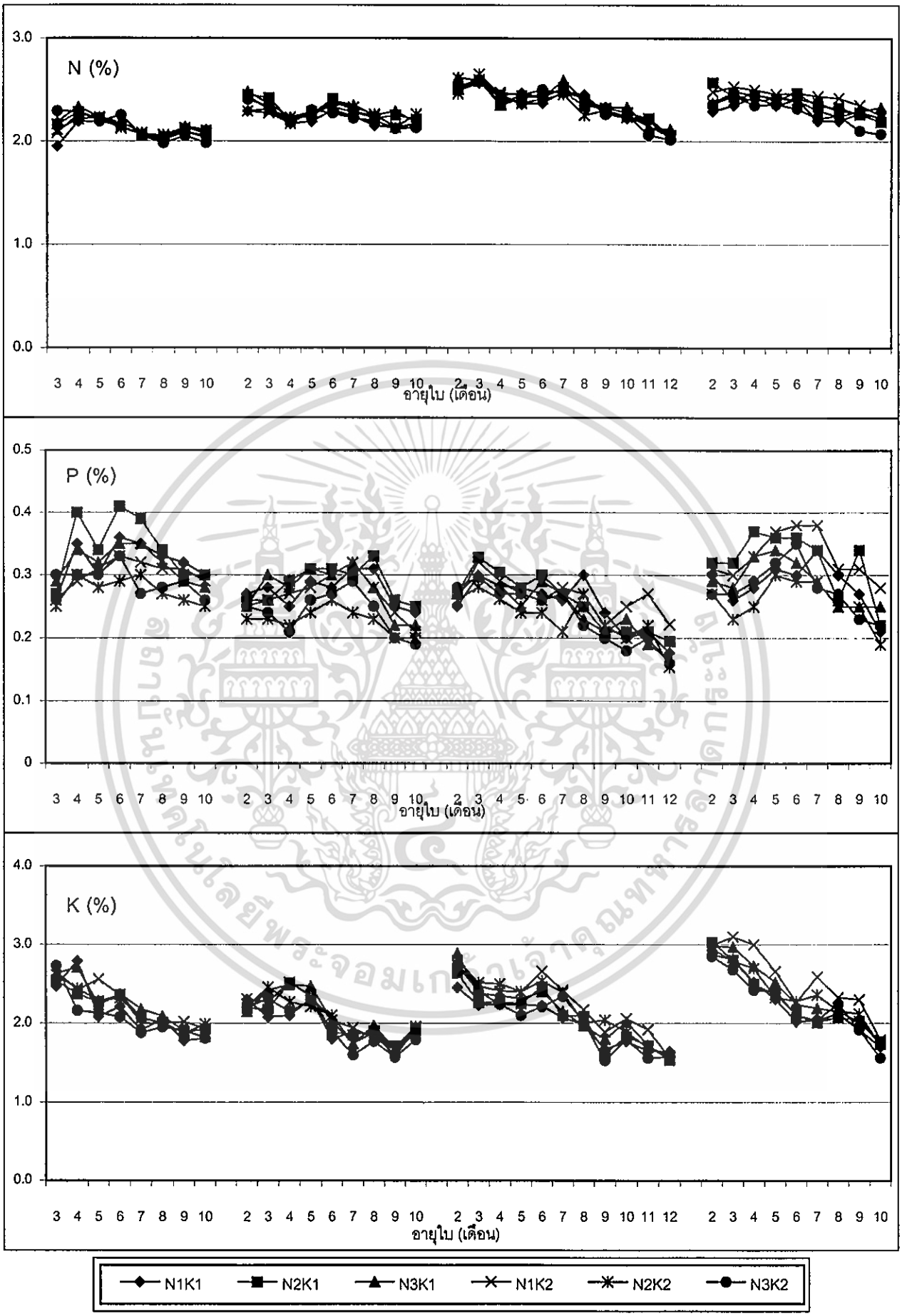
2. การตอบสนองต่อปุ๋ย N และ K ของ 2 สวนที่ศึกษามีลักษณะแตกต่างกัน โดยสวนเอมีความเข้มข้นของ N ในใบเพิ่มขึ้น ในปีที่ 2,3 และ 4 สำหรับ K การใส่ปุ๋ย K ในระดับสูงเป็นเวลาต่อเนื่องหลายปีไม่ได้ทำให้ K ในใบสูงขึ้น ส่วนสวนเอี่ยน ไม่พบการตอบสนองต่อปุ๋ย N แต่พบการตอบสนองต่อปุ๋ย K ในปีที่ 2 อาจเนื่องจากความเข้มข้นของ K ในใบสวนเอี่ยนในปีแรกต่ำกว่าสวนเอมาก

3. จากผลการทดลองทั้ง 2 สวนอาจสรุปได้ว่า เมื่อพืชมีความเข้มข้นของ N ในใบในระดับเพียงพอ อาจใส่ปุ๋ย N ในอัตราต่ำ-ปานกลางคือ 1,000-1,500 กรัม N/ต้น/ปี ส่วน K อาจใสในระดับ 2,000 กรัม K_2O/ต้น/ปี

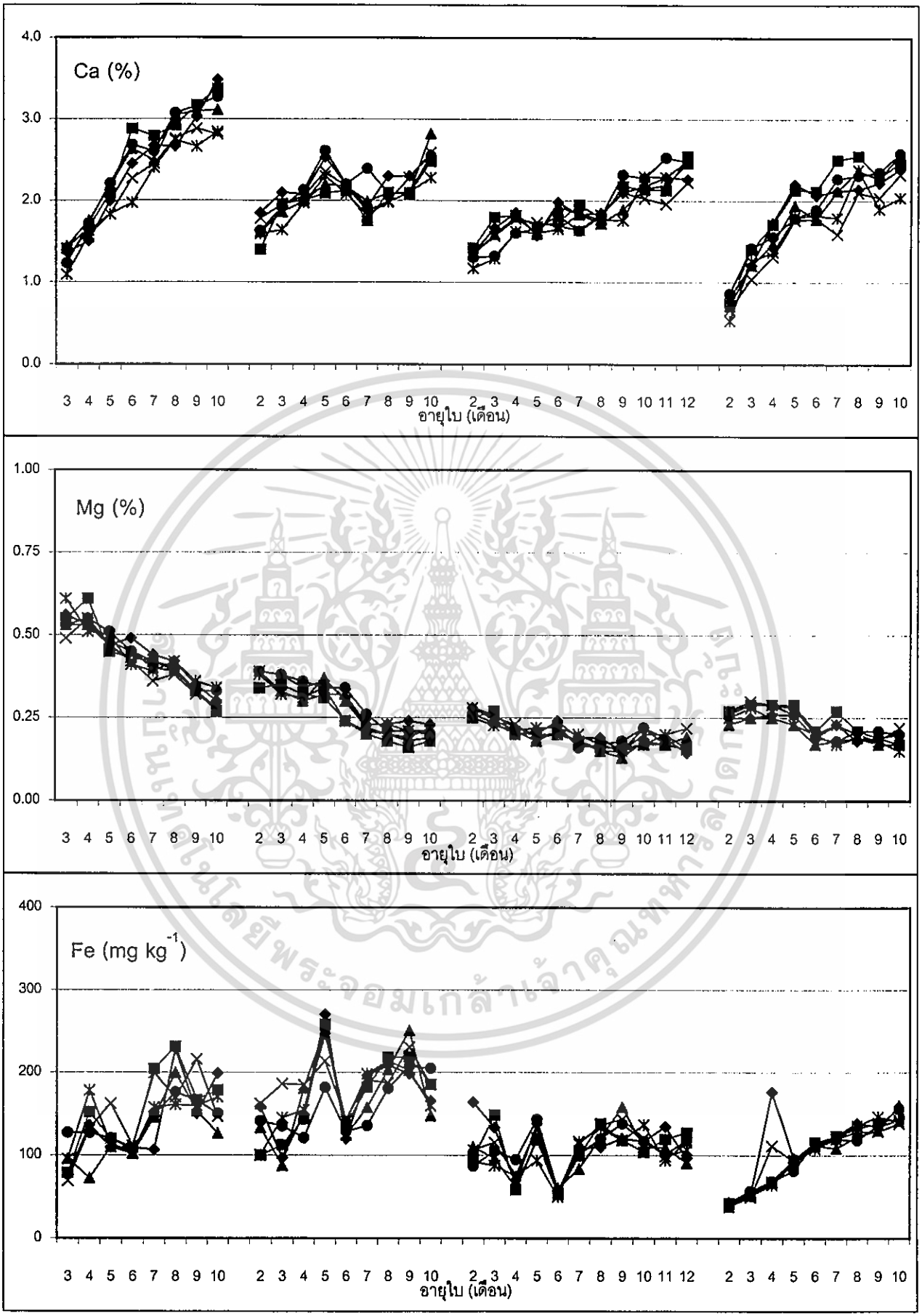
4. การใส่ปุ๋ย K มีผลต่อการดูดใช้ Ca และ Mg ของพืช ดังนั้น การใช้ปุ๋ย K ในระดับสูงจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง และควรใส่ Ca และ Mg ให้เพียงพอกับความต้องการของพืชด้วย

5. การใส่ปุ๋ย N และ K ในระดับสูง มีผลทำให้การดูดใช้ Mn เพิ่มขึ้น แต่ไม่มากจนทำให้เกิดปัญหากับทุเรียน

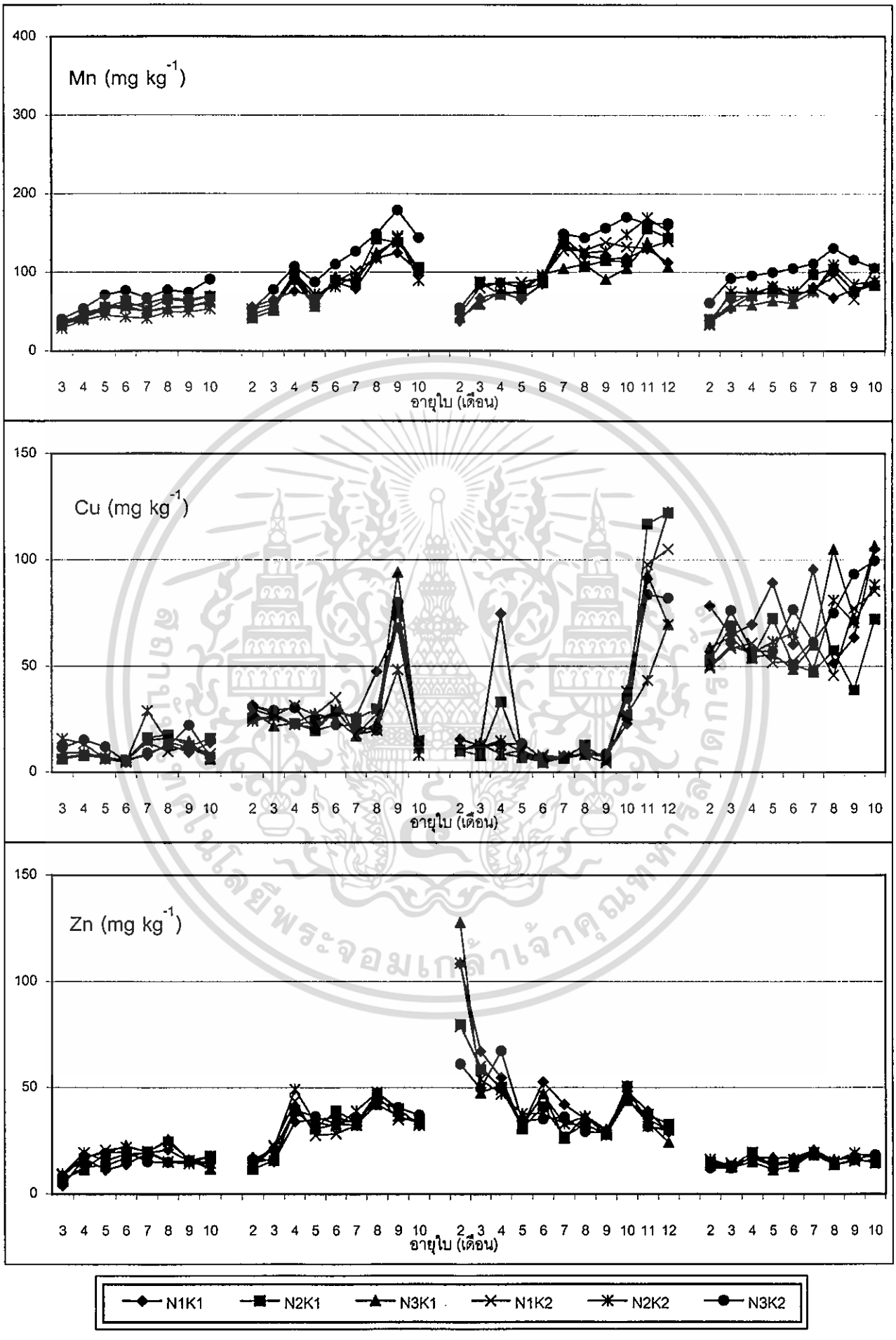
6. ธาตุ Zn และ B เป็นธาตุที่พบว่ามีค่อนข้างน้อยในพืช และอาจเกิดการขาดแคลนได้ง่าย เนื่องจากดินมีธาตุเหล่านี้ในปริมาณน้อย นอกจากนั้น การที่มี P สูงทำให้เกิดการขาด Zn ได้ง่ายจากการทำปฏิกิริยาของ P กับ Zn



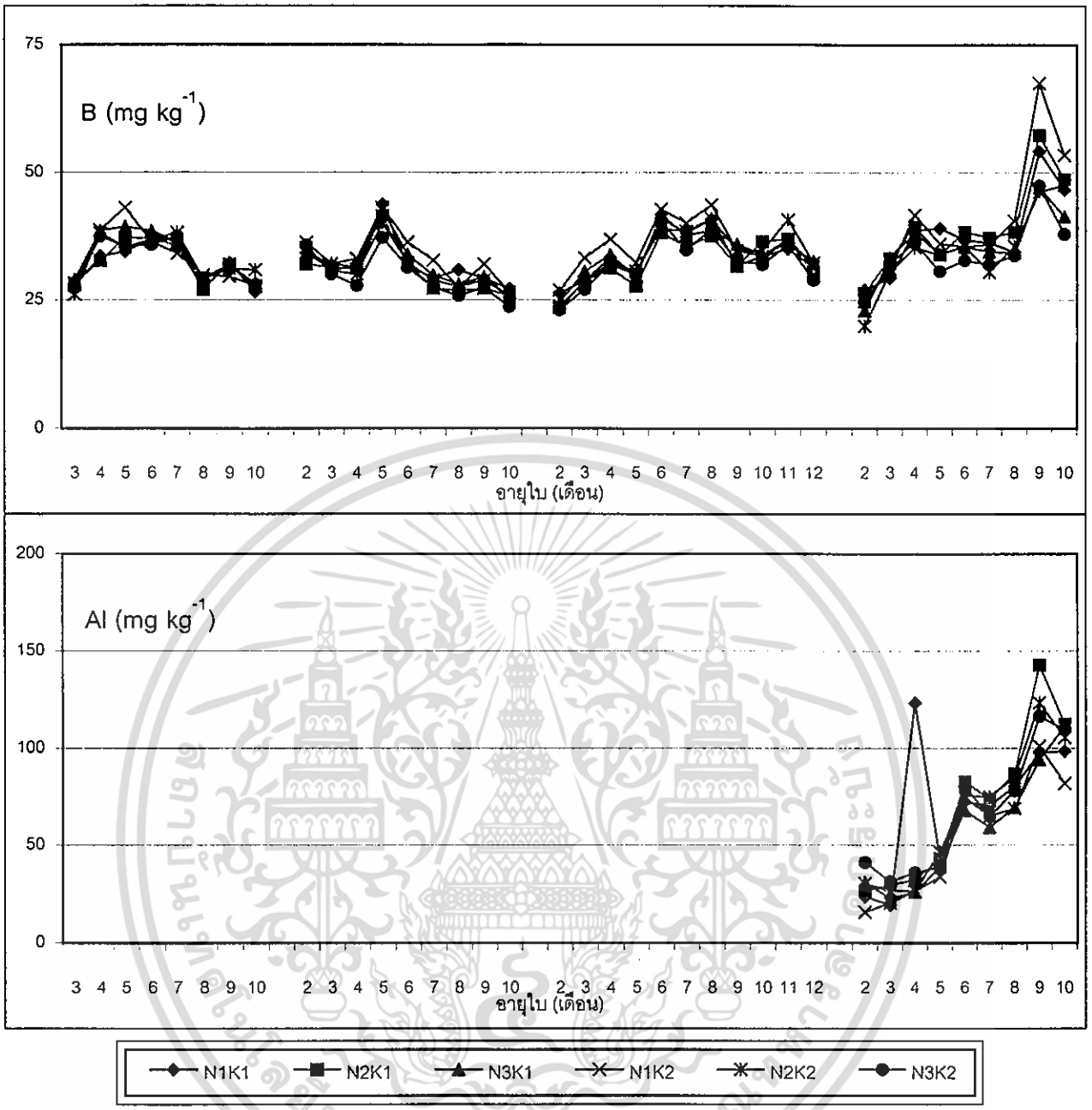
รูปที่ 11 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียน สวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี ฤดูการเจริญเติบโต 2543/44, 2544/45, 2545/46 และ 2546/47


Ca (%)
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10
อายุใบ (เดือน)
Mg (%)
1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10
อายุใบ (เดือน)
Fe (mg kg-1)
400
300
200
100
0
3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10
อายุใบ (เดือน)
N1K1
N2K1
N3K1
N1K2
N2K2
N3K2

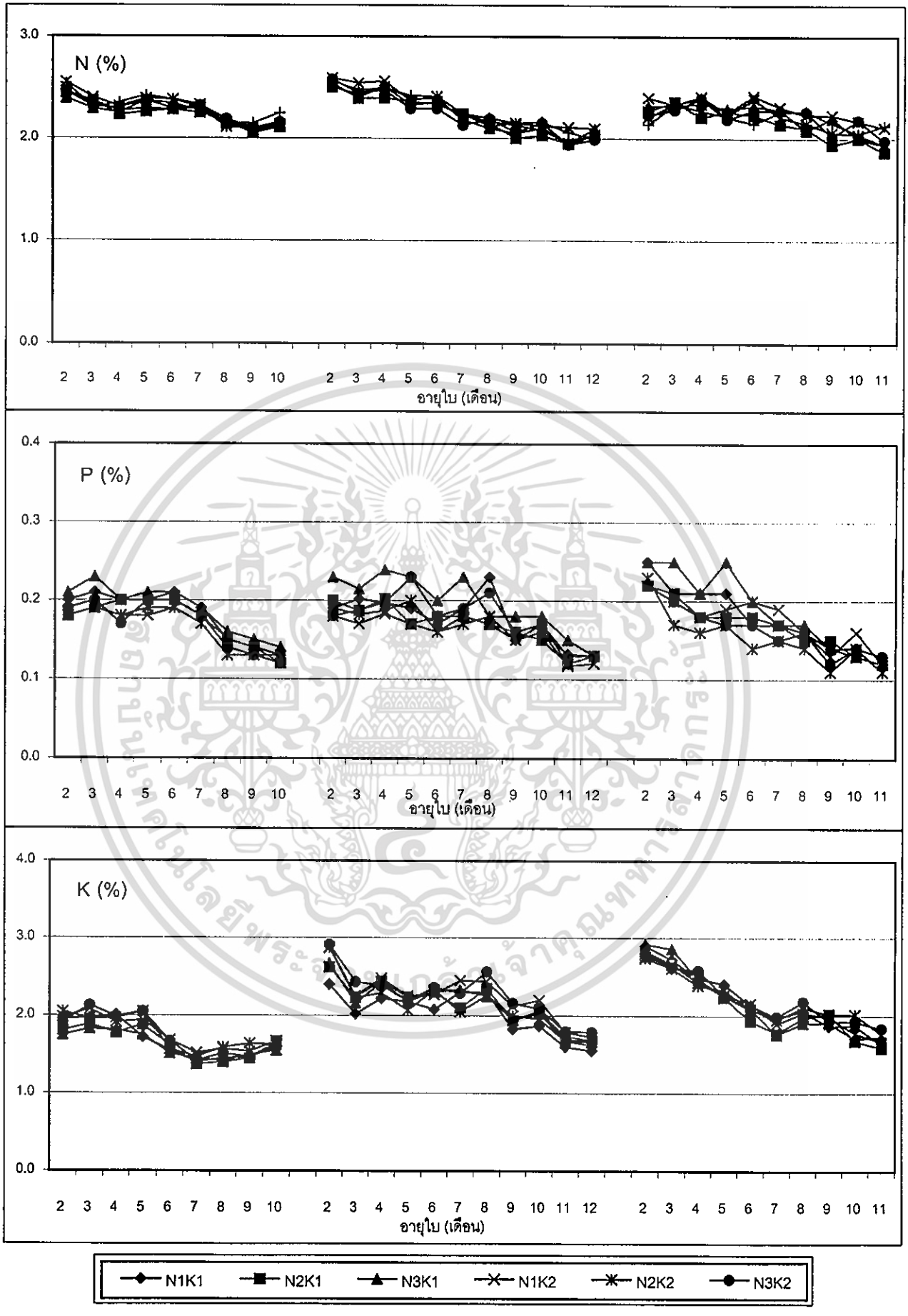
รูปที่ 11 (ต่อ)


Mn (mg kg-1)
400
300
200
100
0
3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10
อายุใบ (เดือน)
Cu (mg kg-1)
150
100
50
0
3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10
อายุใบ (เดือน)
Zn (mg kg-1)
150
100
50
0
3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10
อายุใบ (เดือน)
N1K1
N2K1
N3K1
N1K2
N2K2
N3K2

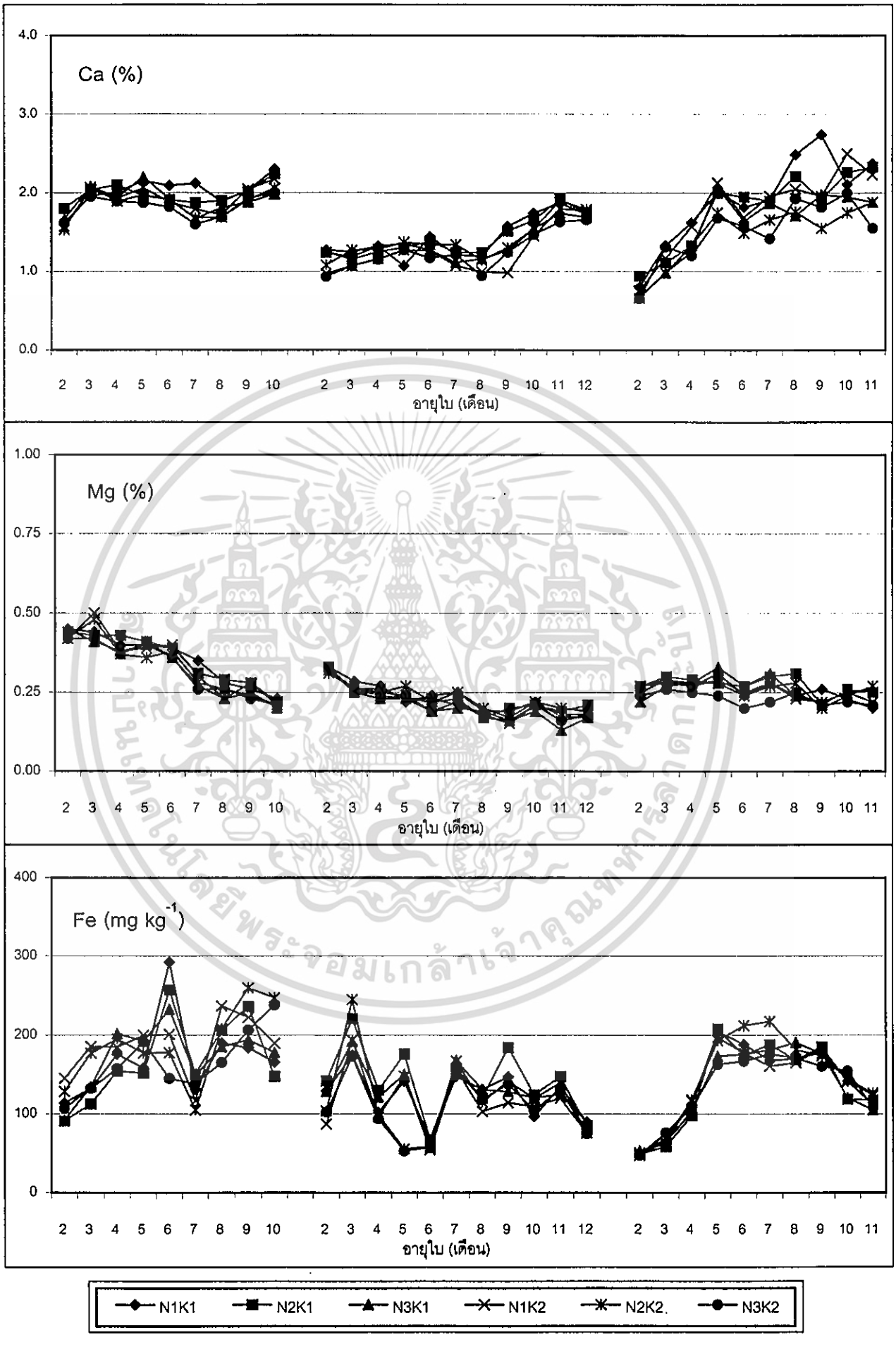
รูปที่ 11 (ต่อ)


B (mg kg-1)
75
50
25
0
3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10
อายุใบ (เดือน)
Al (mg kg-1)
200
150
100
50
0
3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10
อายุใบ (เดือน)
N1K1
N2K1
N3K1
N1K2
N2K2
N3K2

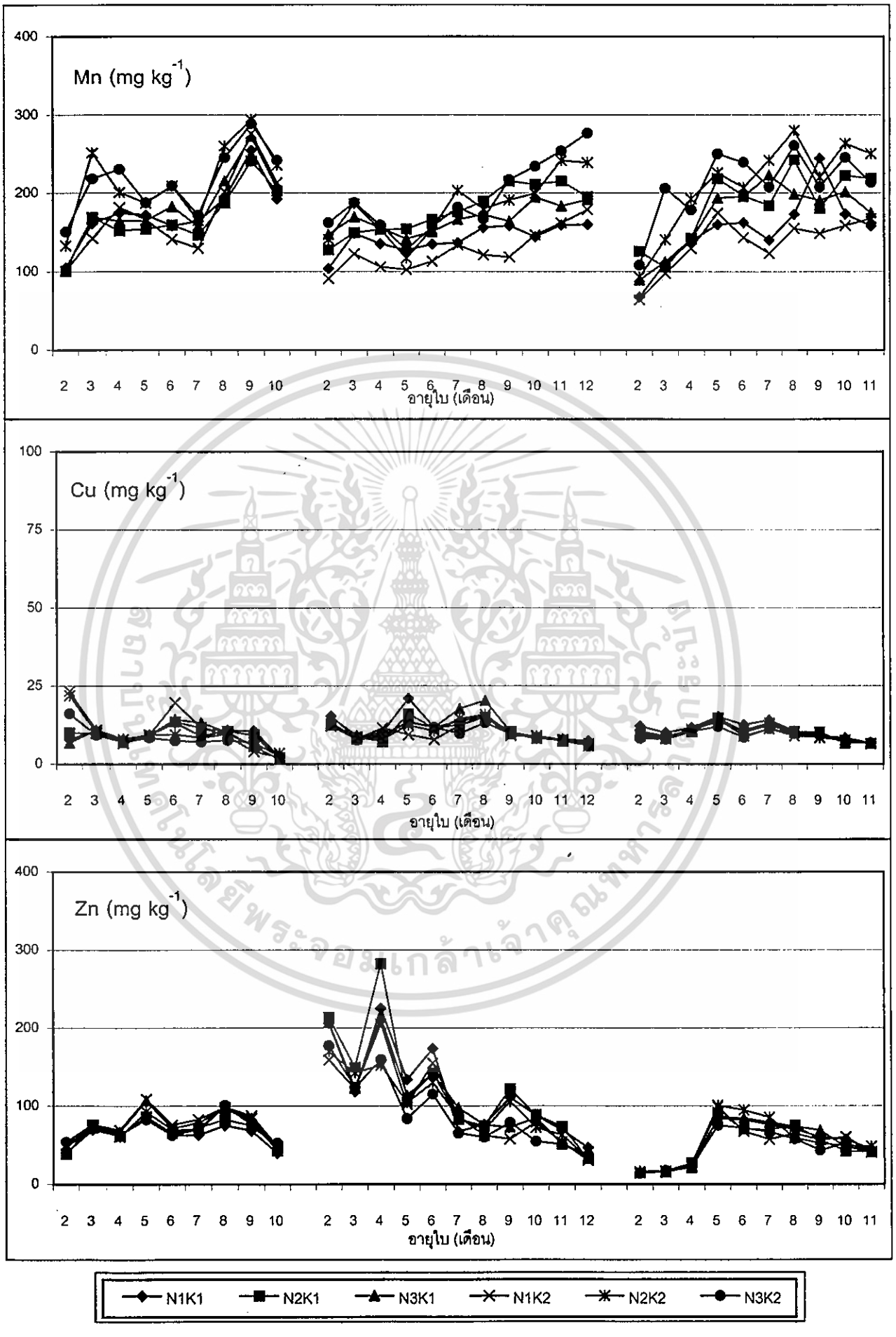
รูปที่ 11 (ต่อ)



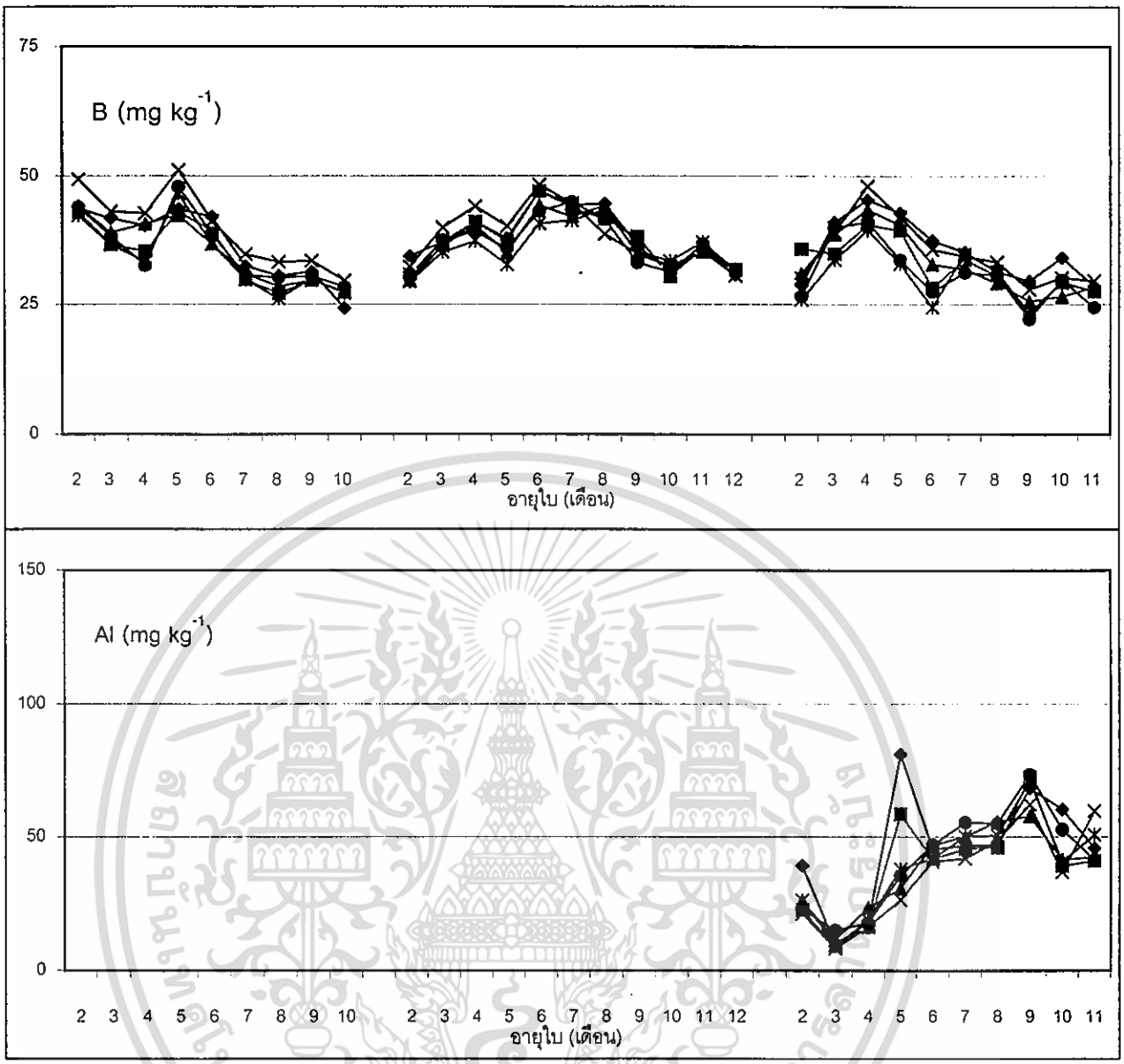
รูปที่ 12 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนสวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี ฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2545/46 และ 2546/47


Ca (%)
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
Mg (%)
1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
Fe (mg kg-1)
400
300
200
100
0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
N1K1
N2K1
N3K1
N1K2
N2K2
N3K2

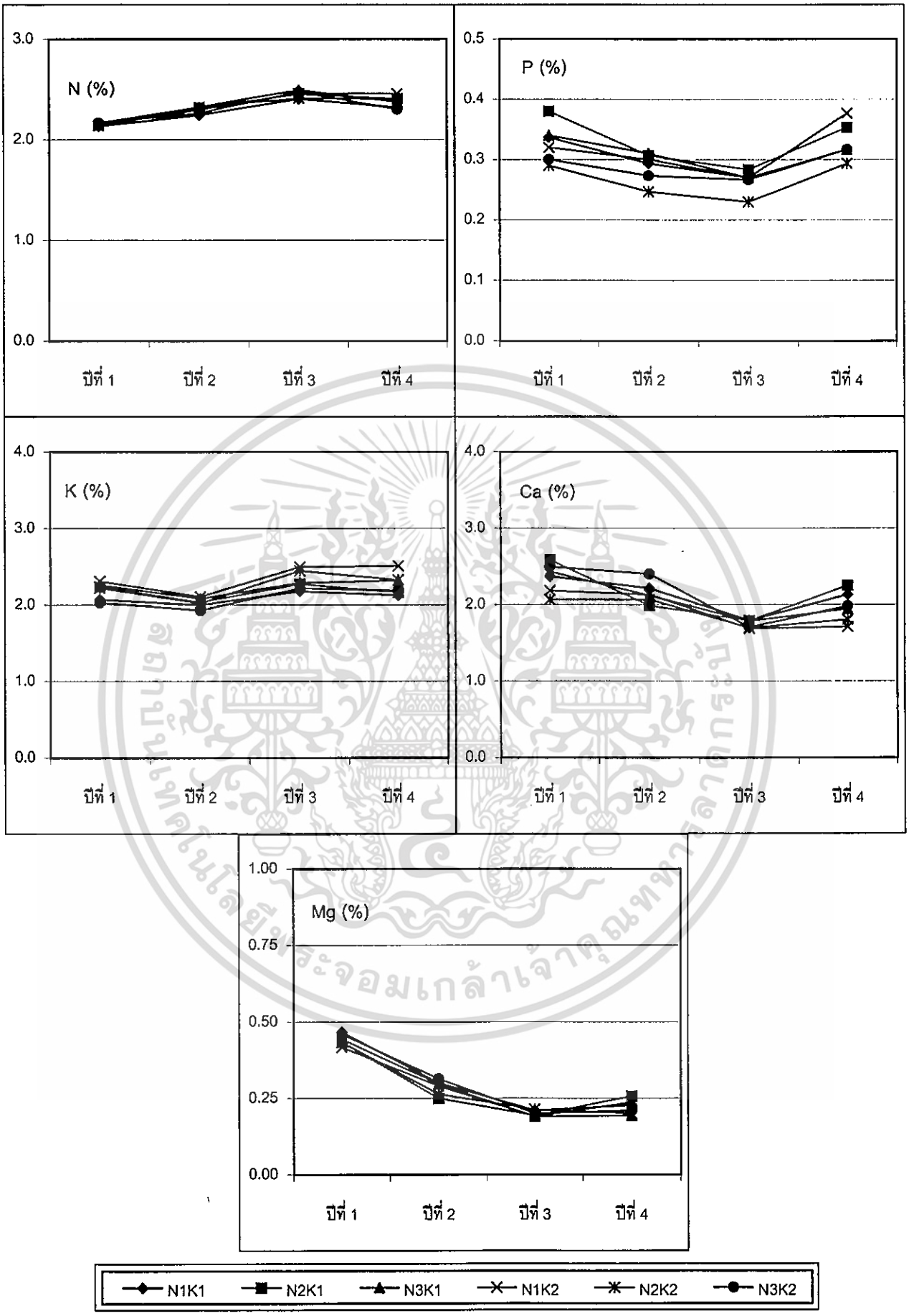
รูปที่ 12 (ต่อ)


Mn (mg kg-1)
400
300
200
100
0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
Cu (mg kg-1)
100
75
50
25
0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
Zn (mg kg-1)
400
300
200
100
0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
N1K1
N2K1
N3K1
N1K2
N2K2
N3K2

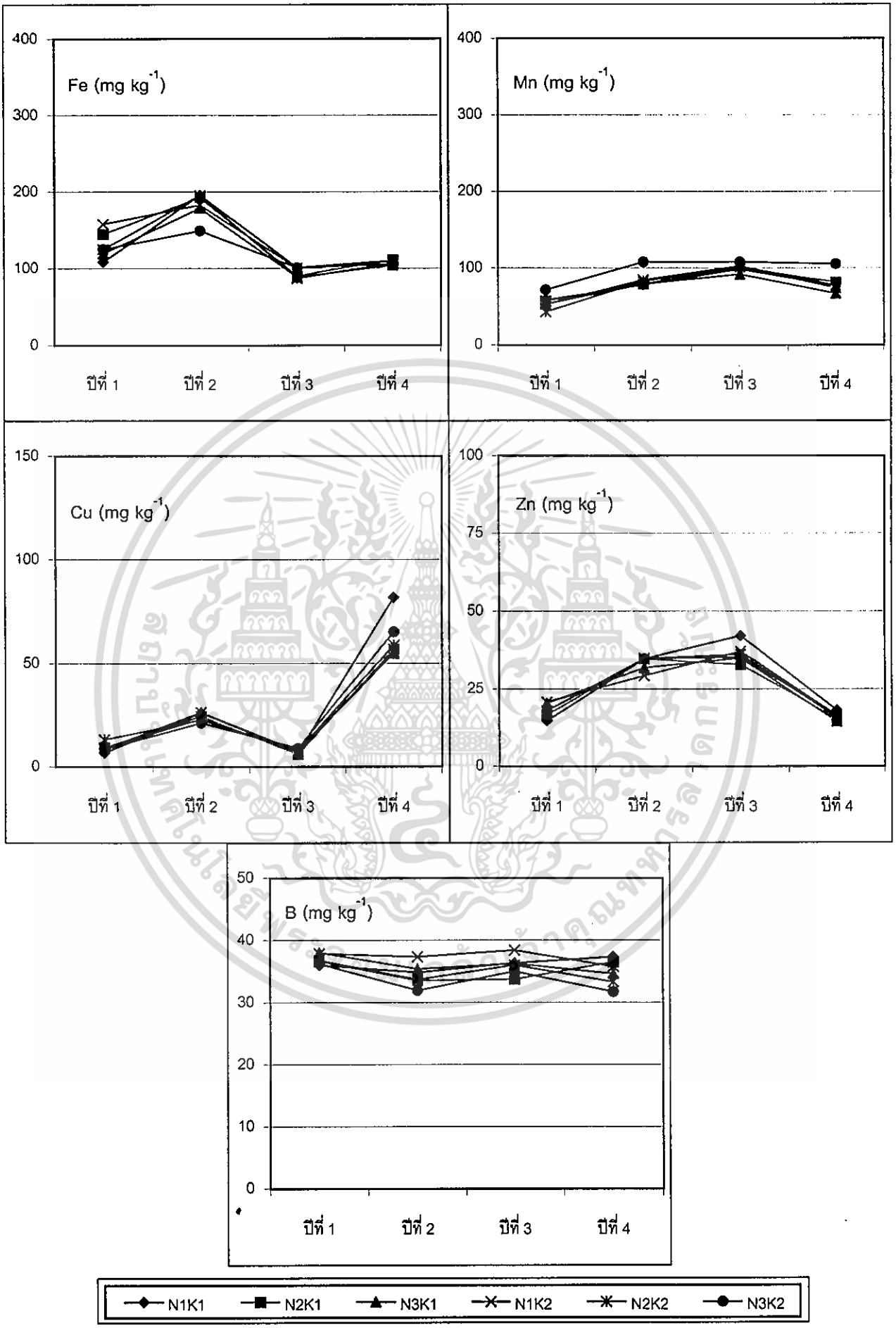
รูปที่ 12 (ต่อ)


B (mg kg-1)
75
50
25
0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
Al (mg kg-1)
150
100
50
0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
N1K1
N2K1
N3K1
N1K2
N2K2
N3K2

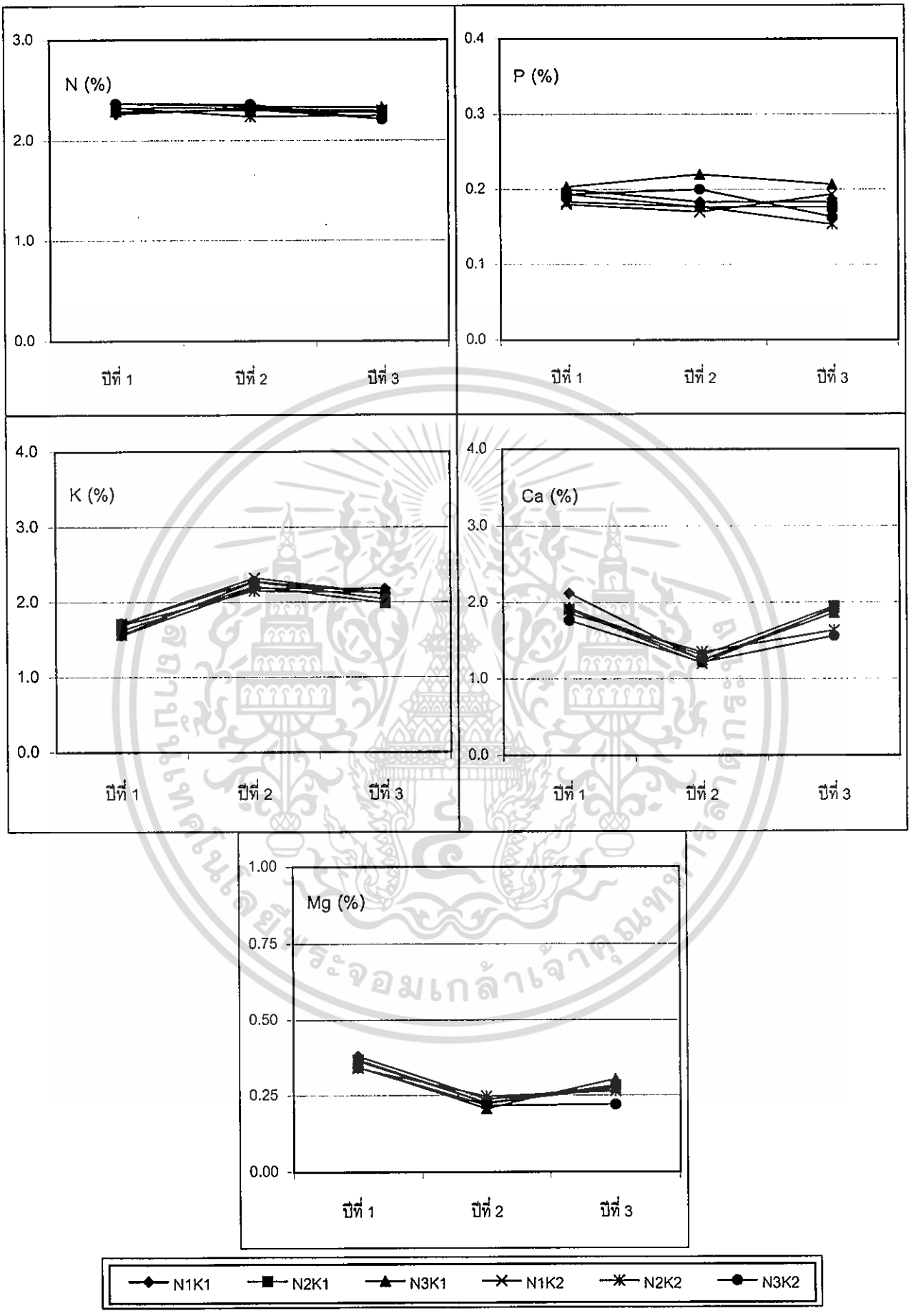
รูปที่ 12 (ต่อ)



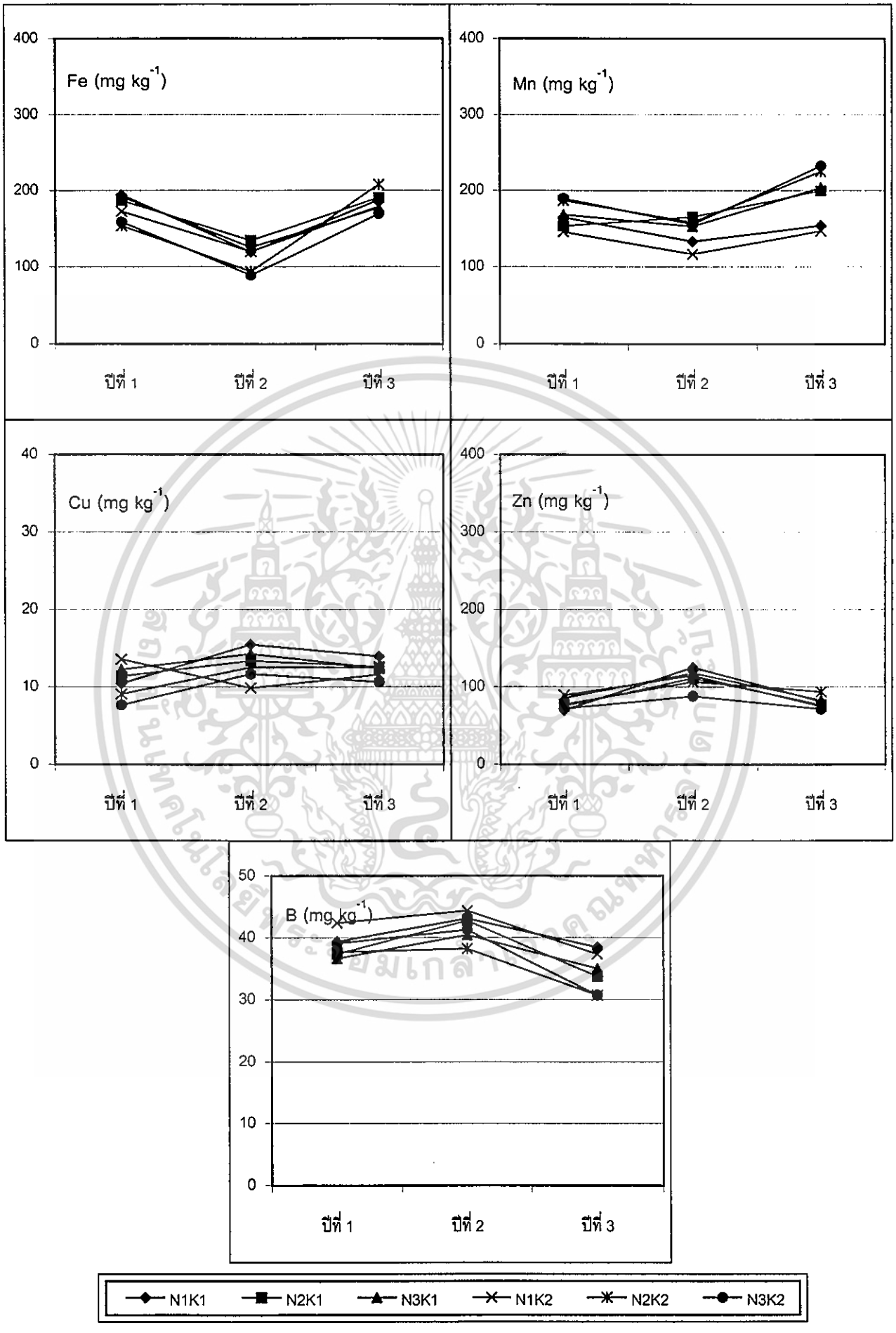
รูปที่ 13 เปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน สวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี ในฤดูการเจริญเติบโต 2543/44, 2544/45, 2545/46 และ 2546/47


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
ปีที่ 1
ปีที่ 2
ปีที่ 3
ปีที่ 4
N1K1
N2K1
N3K1
N1K2
N2K2
N3K2

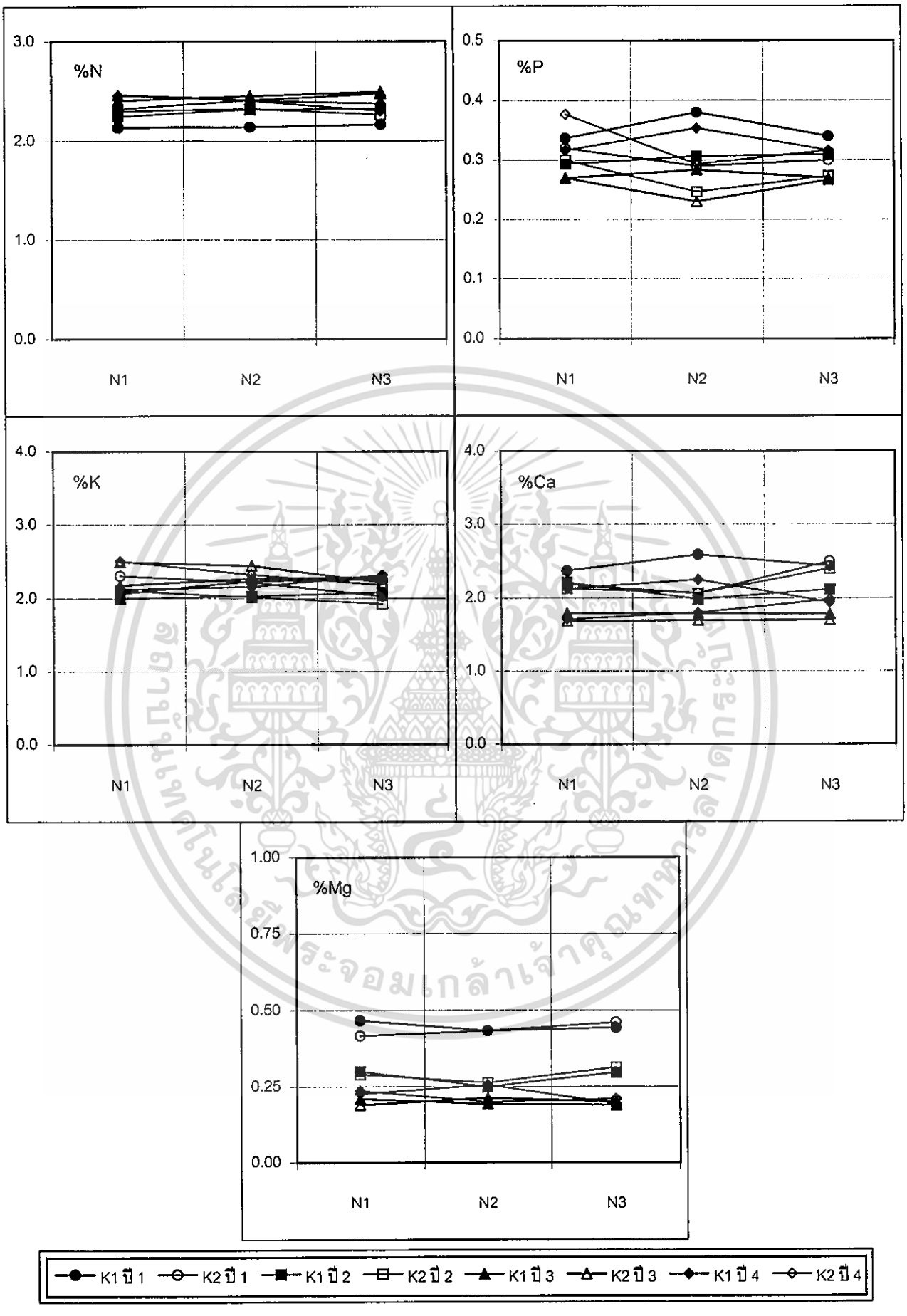
รูปที่ 13 (ต่อ)



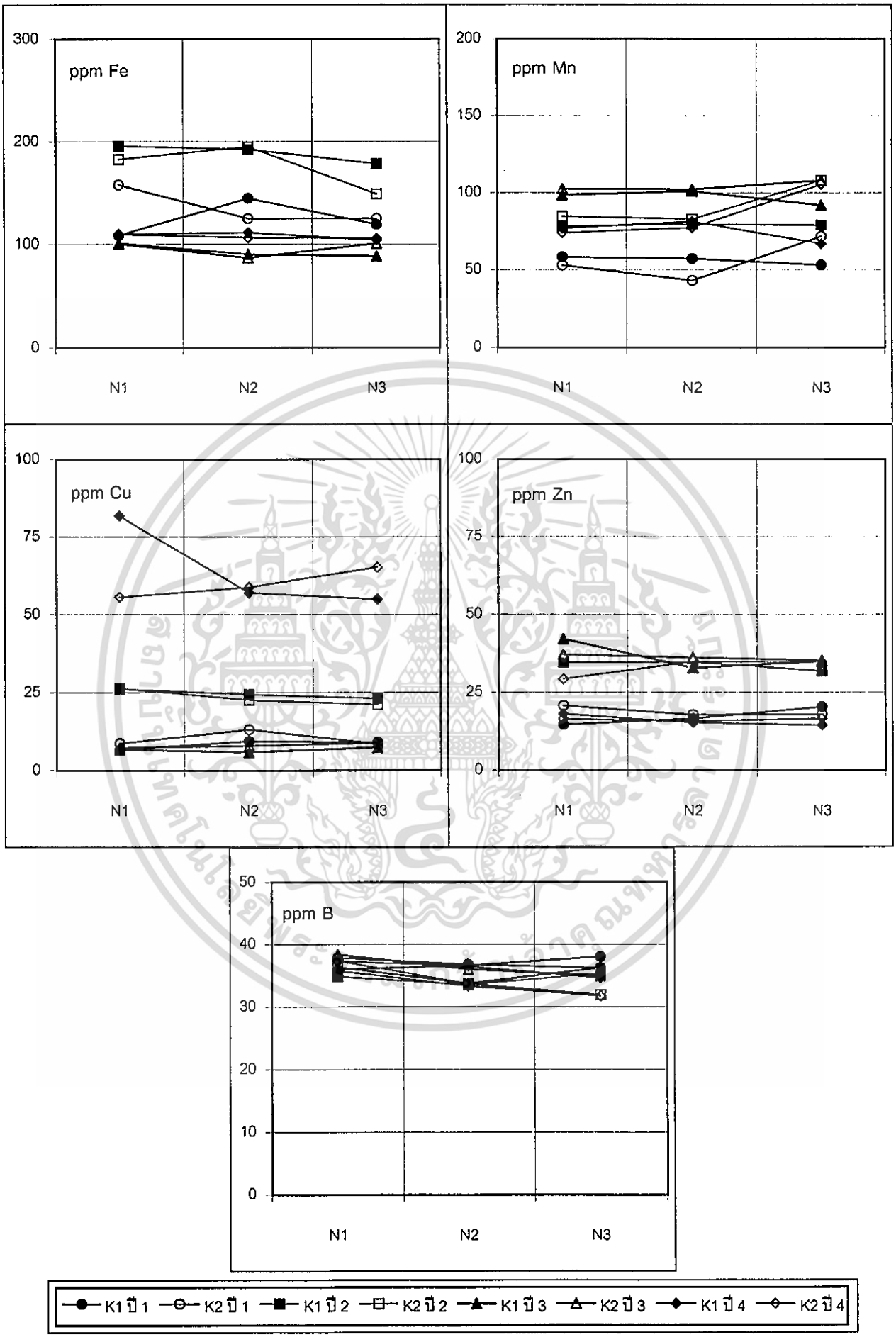
รูปที่ 14 เปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน สวนเอี่ยน อ.เมือง จ.จันทบุรี ในฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2545/46 และ 2546/47


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
ปีที่ 1
ปีที่ 2
ปีที่ 3
N1K1
N2K1
N3K1
N1K2
N2K2
N3K2

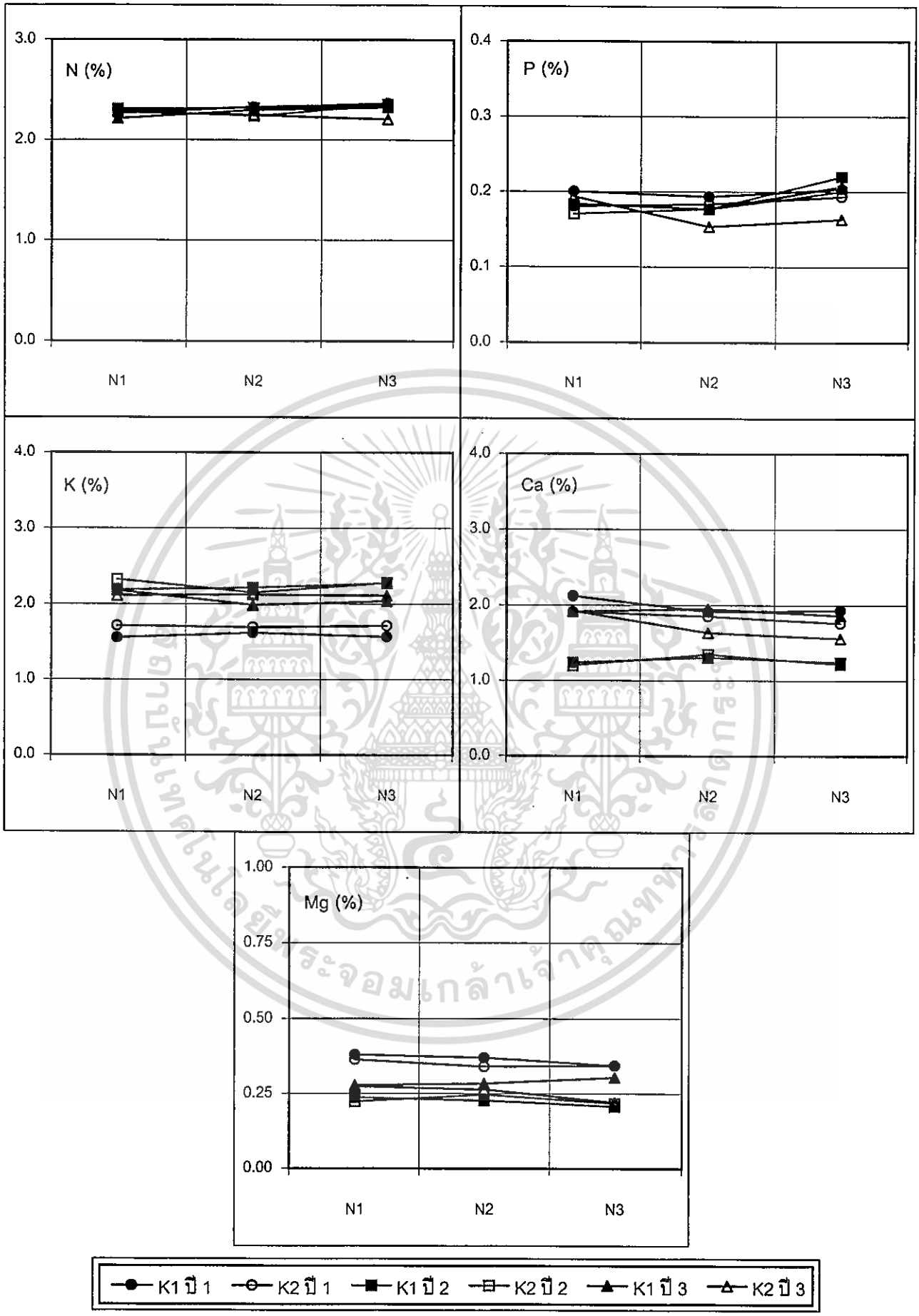
รูปที่ 14 (ต่อ)



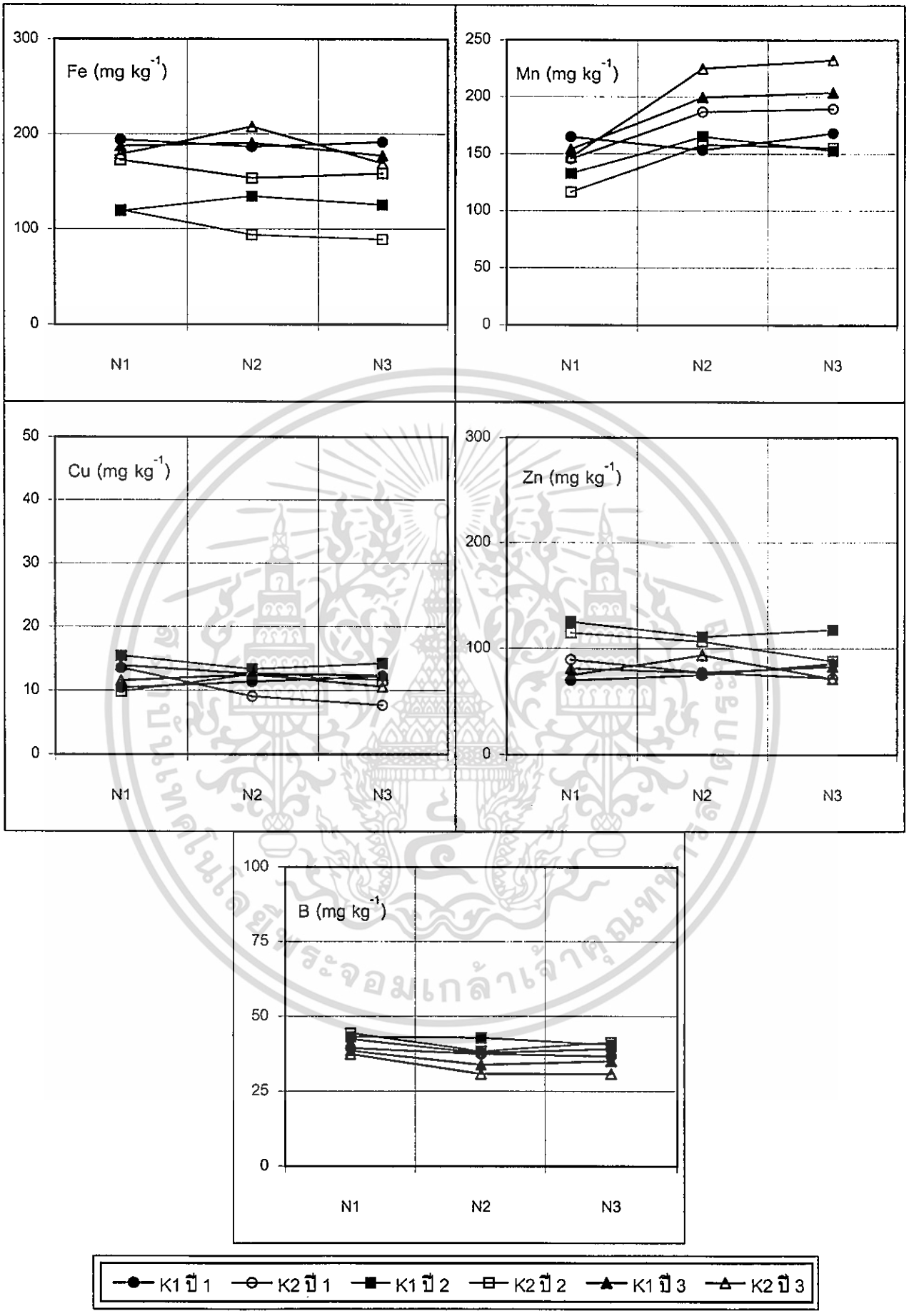
รูปที่ 15 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน (สวนเอ) เปรียบเทียบระหว่างปี 2543/44, 2544/45, 2545/46 และ 2546/47


ppm Fe
300
200
100
0
N1
N2
N3
ppm Mn
200
150
100
50
0
N1
N2
N3
ppm Cu
100
75
50
25
0
N1
N2
N3
ppm Zn
100
75
50
25
0
N1
N2
N3
ppm B
50
40
30
20
10
0
N1
N2
N3
K1 ปี 1
K2 ปี 1
K1 ปี 2
K2 ปี 2
K1 ปี 3
K2 ปี 3
K1 ปี 4
K2 ปี 4

รูปที่ 15 (ต่อ)



รูปที่ 16 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน (สวนเอี่ยน) เปรียบเทียบระหว่างฤดูการเจริญเติบโต 2544/45, 2545/46 และ 2546/47


Fe (mg kg-1)
300
200
100
0
N1
N2
N3
Mn (mg kg-1)
250
200
150
100
50
0
N1
N2
N3
Cu (mg kg-1)
50
40
30
20
10
0
N1
N2
N3
Zn (mg kg-1)
300
200
100
0
N1
N2
N3
B (mg kg-1)
100
75
50
25
0
N1
N2
N3
K1 ปี 1
K2 ปี 1
K1 ปี 2
K2 ปี 2
K1 ปี 3
K2 ปี 3

รูปที่ 16 (ต่อ)

การทดลองที่ 3

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงความแตกต่างระหว่างการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)

ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ปุ๋ย K เป็นปุ๋ยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของทุเรียน ปุ๋ย K ที่นิยมใช้กันแพร่หลายในไม้ผลเขตร้อนและเขตหนาวทั่วไป ได้แก่ KCl และ K_2SO_4 โดยปุ๋ย KCl มีราคาถูกกว่าปุ๋ย K_2SO_4 2-3 เท่า แต่มีข้อจำกัดคือไม่ควรใช้ในดินที่มีปัญหาเรื่องความเค็ม เนื่องจากการสะสม Cl^- อาจเป็นพิษกับพืชได้ (toxicity) เมื่อพิจารณาดินและปริมาณฝนที่ตกในภาคตะวันออกพบว่า ดินส่วนใหญ่มีเนื้อหยาบ มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ และมีฝนตกชุก ไม่น่าจะเกิดปัญหาในเรื่องการสะสม Cl^- จนเป็นพิษ ดังนั้น เพื่อให้เกษตรกรมีความมั่นใจในการใช้ปุ๋ย KCl ทดแทน K_2SO_4 จึงทำการศึกษาอิทธิพลของ KCl และ K_2SO_4 ร่วมกับปุ๋ย N ในรูปที่มีคลอไรด์ หรือ ซัลเฟต หรือ ไม่มีทั้งคลอไรด์และซัลเฟต ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียน และปริมาณธาตุอาหารในเนื้อทุเรียน

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองที่สวนทุเรียนชูศักดิ์ ตำบลวังแซ้ม อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี โดยเริ่มต้นการทดลองในฤดูการเจริญเติบโต 2545/46 แต่ในฤดูการเจริญเติบโตที่ 2546/47 สวนนี้มีปัญหาเรื่องโรครากเน่า และมีน้ำท่วมขังในสวนเป็นครั้งคราว ทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างใบได้ทุกต้น ในฤดูการเจริญเติบโตที่ 2546/47 จึงเก็บเฉพาะตัวอย่างดินเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี เนื่องจากได้ดำเนินการมาแล้ว 1 ปี และได้ทำการศึกษาเพิ่มในสวนจิมาภรณ์ ตำบลแสลง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรีอีก 1 สวน การทดลองทั้ง 2 สวนใช้ตำรับการทดลองเดียวกัน ดินทั้ง 2 สวนเป็นชุดมะขาม (Ma Kham series, Typic Paleudults) มีเนื้อดินเป็น sandy clay loam และต้นทุเรียนมีอายุประมาณ 8-10 ปี มีการดูแลจัดการทั่วไปค่อนข้างดี

<u>ตำรับการทดลอง</u>

วางแผนการทดลองแบบ factorial ประกอบด้วย

N : อัตรา 1,500 กรัม N/ต้น/ปี ในรูปของ ยูเรีย, NH_4Cl และ $(NH_4)_2SO_4$

K : อัตรา 2,000 กรัม K_2O/ต้น/ปี ในรูปของ KCl และ K_2SO_4

รวมทั้งสิ้นเป็น 6 ตำรับการทดลอง ดังนี้

N1K1 : Urea + KCl

N2K1 : NH_4Cl + KCl

N3K1: $(NH_4)_2SO_4$ + KCl

N1K2: Urea + K_2SO_4

N2K2: NH_4Cl + K_2SO_4

N3K2: $(NH_4)_2SO_4$ + K_2SO_4

การใส่ปุ๋ย N แบ่งใส่ 3 ครั้งดังนี้

ครั้งที่ 1 : ช่วงบำรุงต้นหลังเก็บเกี่ยวประมาณเดือนมิถุนายน จำนวน 666 กรัม N/ต้น

ครั้งที่ 2 : ช่วงก่อนออกดอก ประมาณเดือนกันยายน จำนวน 334 กรัม N/ต้น

ครั้งที่ 3 : ช่วงพัฒนาผล ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ จำนวน 500 กรัม N/ต้น

การใส่ปุ๋ย K แบ่งใส่ 4 ครั้ง ๆ ละ 500 กรัม K_2O/ต้น โดยครั้งที่ 1-3 ใส่พร้อมปุ๋ย N ส่วนครั้งที่ 4 ใส่ก่อนเก็บผลผลิตประมาณ 1 เดือน แต่ละตำรับการทดลองมี 6 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น รวมทั้งสิ้นเป็น 36 ต้น

<u>การเก็บตัวอย่างดิน</u>

ในการทดลองที่สวนชูศักดิ์ เก็บตัวอย่างดินที่ชั้นความลึก 0-20, 20-40 และ 40-60 ซม. โดยเก็บก่อนการใส่ปุ๋ย และหลังจากใส่ปุ๋ย 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างดินทุก 2-4 สัปดาห์ สำหรับช่วงต้นของฤดูการเจริญเติบโต ส่วนในช่วงการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 และ 4 เว้นระยะห่างเป็น 6-8 สัปดาห์ นำดินตัวอย่างที่ได้มา วิเคราะห์ค่า pH, EC, Exchangeable K, Extractable Cl^- และ $SO_4^=$

ในสวนจิมาภรณ์ ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนใส่ปุ๋ย แล้วเก็บตัวอย่างดินภายหลังใส่ปุ๋ย 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างดินทุก 4-8 สัปดาห์ นำดินที่ได้มาวิเคราะห์เช่นเดียวกับสวนชูศักดิ์

<u>การเก็บตัวอย่างใบ</u>

การเก็บตัวอย่างใบ เริ่มเก็บครั้งแรกเมื่อใบอายุ 2 เดือน โดยเก็บตัวอย่างใบที่ 2 และ 3 ที่แตกออกมารุ่นแรกหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต และเก็บทุกเดือนหลังจากนั้น แต่สวนชูศักดิ์ ไม่สามารถทำตามแผนการที่วางไว้ เนื่องจากต้นทุเรียนบางต้นไม่แตกใบอ่อน หรือแตกใบอ่อนช้ามาก นอกจากนั้น ใบยังร่วงหรือถูกแมลงทำลายไปมาก ทางโครงการได้พยายามเก็บข้อมูลเท่าที่ดำเนินการได้ สำหรับฤดูปลูก 2546/47 เก็บตัวอย่างใบเฉพาะสวนจิมาภรณ์สวนเดียว

<u>การเก็บผลผลิตและตัวอย่างผลผลิต</u>

การเก็บผลผลิตใช้วิธีชั่งน้ำหนักผลผลิตจริงทุกต้น ส่วนการเก็บตัวอย่างผลผลิตเพื่อนำไปวิเคราะห์ ทำโดยสุ่มตัวอย่างผลทุเรียนต้นละ 5 ผล การวัดสีเนื้อด้วย RH color chart ให้คะแนนตั้ง

แต่ 1-7 (สีเหลืองกว่า) การสุ่มตัวอย่างไปทำให้แห้งโดยวิธี freeze dry ใช้วิธีเดียวกับที่กล่าวไว้ในการทดลองที่ 2

การวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์สมบัติของดินและพืช ทำตามวิธีที่เคยมีรายงานไว้แล้วข้างต้น สำหรับปริมาณ extractable sulfate ในดิน ใช้วิธีสกัดด้วย $Ca(H_2PO_4)_2$ แล้ววิเคราะห์หาปริมาณ S โดยใช้วิธี turbidity ส่วน Cl^- สกัดด้วยน้ำโดยใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:2 แล้ววิเคราะห์หา Cl^- โดยการ titrate กับ $AgNO_3$ (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2527) ส่วน Al ในดินวิเคราะห์โดยวิธี modified aluminon (International Institute of Tropical Agriculture, 1979)

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืชใช้วิธีเดียวกับที่รายงานไว้ในการทดลองที่ 1 และ 2 สำหรับธาตุ S ในพืชวิเคราะห์โดยวิธี wet ashing ด้วย HNO_3-$HClO_4$ หลังจากนั้น นำไปวิเคราะห์หาปริมาณ S ด้วยวิธี turbidity (Tandon, 1993) ส่วน Cl ในพืชวิเคราะห์โดยวิธี dry ashing ที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 90 นาที แล้วนำไปไทเตรทกับ $AgNO_3$ ส่วนฤดูการเจริญเติบโตที่ 2546/47 การวิเคราะห์ธาตุ P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B, S และ Al ใช้วิธี dry ashing ที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากนั้น นำเถ้าที่ได้ไปละลายด้วย 1N HCl แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารด้วยเครื่อง ICP (Allan, 1974)

ผลการทดลองและวิจารณ์

สวนซูศักดิ์

1. สมบัติของดิน

สมบัติของดินสวนซูศักดิ์ที่เก็บเมื่อต้นฤดูการเจริญเติบโต 2545/46 แสดงไว้ในตารางที่ 22a-b ปรากฏว่า ทั้ง 6 ตำรับการทดลองมีสมบัติใกล้เคียงกันคือ มีค่า pH ตั้งแต่ 4.84-5.04 มีค่า EC ค่อนข้างต่ำ อินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (2.45-3.06%) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง (144-236 mg kg^{-1}) มีโพแทสเซียมปานกลาง แคลเซียมต่ำ และแมกนีเซียมสูง เหล็กสูง แมงกานีสต่ำ และสังกะสีปานกลาง ซัลเฟอร์ที่สกัดได้ค่อนข้างสูง (ดินปลูกส้มที่ออสเตรเลียแนะนำให้มี >15 mg kg^{-1}) คลอไรด์ต่ำ (ดินปลูกส้มที่ออสเตรเลียแนะนำให้มี <250 mg kg^{-1}) และโบรอนต่ำ สำหรับดินในระดับ 20-40 ซม. มีปริมาณธาตุอาหารส่วนมากลดลงยกเว้น $SO_4^=$-S เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของ Lewis (1999) ที่กล่าวว่า $SO_4^=$-S ในชั้นดินล่างมักสูงกว่าชั้นดินที่อยู่ด้านบน

ในต้นฤดูการเจริญเติบโต 2546/47 (ปีที่ 2) สมบัติดินของสวนซูศักดิ์แสดงไว้ในตารางที่ 23a-b-c โดยสมบัติดินใกล้เคียงกับปีที่ผ่านมา แต่ pH และ Mg ลดลงเล็กน้อย อาจเนื่องจากดินที่เก็บตัวอย่างในปีที่แล้วเป็นการเก็บตัวอย่างภายหลังการใส่ปูนโดโลไมท์ไม่นาน แต่ดินที่เก็บตัวอย่างในปีนี้ ยังไม่ได้ใส่ปูน ค่า pH จึงลดลงเล็กน้อย ปริมาณ P ที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงค่อนข้างมาก

ตารางที่ 22a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อเมษายน พ.ศ.2545 (ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46)

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})										
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	SO_4^{2-}	Fe	Mn	Cu	Zn	Cl	B	Al
1	Average	5.03	168	2.75	183	6.63	89.3	240	89.7	39.9	89.2	2.05	4.65	1.39	18.7	0.18	40.3
N1K1	SD	0.37	62.2	0.66	146	1.05	34.2	155	36.4	13.2	33.9	0.74	2.79	1.14	5.01	0.04	33.9
2	Average	4.90	221	2.80	202	8.11	118	200	63.0	25.4	98.3	1.69	4.25	1.37	14.0	0.13	53.2
N2K1	SD	0.45	163	0.60	97.6	1.80	61.2	107	18.6	8.40	20.1	0.49	1.60	0.84	4.99	0.05	27.3
3	Average	4.84	223	3.01	177	9.50	118	191	78.4	36.3	97.5	1.98	4.36	1.37	13.5	0.15	53.2
N3K1	SD	0.28	114	0.34	147	0.70	59.0	77.7	45.6	14.7	55.0	0.54	2.24	0.71	6.25	0.05	33.9
4	Average	4.98	252	3.06	236	8.03	114	229	93.3	35.0	96.9	2.17	3.87	1.30	12.9	0.17	38.3
N1K2	SD	0.37	127	0.68	118	0.84	79.3	105	48.0	15.6	30.0	0.69	1.73	0.69	2.93	0.05	33.2
5	Average	5.03	142	2.45	144	9.16	91.4	210	75.4	30.4	84.3	1.98	3.01	0.97	12.0	0.20	29.0
N2K2	SD	0.18	54.1	0.35	40.5	2.28	30.1	86.0	26.5	12.8	20.4	0.60	0.63	0.24	4.29	0.11	20.2
6	Average	5.04	165	2.93	228	8.86	88.0	230	84.4	37.3	141	2.17	5.35	1.62	16.0	0.18	55.4
N3K2	SD	0.55	27.9	0.27	140	2.13	61.9	189	66.0	6.66	77.8	0.69	3.13	1.46	1.44	0.07	37.3

ตารางที่ 22b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อเมษายน พ.ศ.2545 (ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46)

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})										
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	SO_4^{2-}	Fe	Mn	Cu	Zn	Cl	B	Al
1	Average	4.56	111	1.21	27.2	6.87	55.5	69.9	26.6	60.9	32.4	0.94	0.56	0.40	12.2	0.12	105
N1K1	SD	0.29	34.3	0.25	23.7	2.05	34.9	38.6	15.4	22.2	5.98	0.44	0.36	0.46	3.17	0.04	32.0
2	Average	4.51	133	1.62	32.4	7.30	52.9	52.9	19.8	35.3	40.1	0.86	0.69	0.36	11.3	0.10	95.0
N2K1	SD	0.27	56.3	0.39	15.3	1.00	22.2	29.3	5.99	19.6	11.5	0.56	0.39	0.19	4.53	0.06	17.6
3	Average	4.54	116	1.66	37.9	7.16	59.8	74.6	29.3	66.3	46.3	0.92	0.92	0.50	11.8	0.12	104
N3K1	SD	0.14	35.3	0.21	25.1	0.85	27.2	36.0	18.7	19.2	16.1	0.33	0.61	0.30	2.50	0.04	24.8
4	Average	4.63	139	1.76	57.2	7.36	76.3	95.3	37.3	50.2	46.1	1.19	0.86	0.41	7.91	0.12	87.8
N1K2	SD	0.20	62.1	0.38	30.2	1.09	51.6	45.3	20.5	16.9	25.1	0.72	0.69	0.16	3.92	0.04	19.9
5	Average	4.53	103	1.28	16.0	8.83	47.3	63.9	20.2	45.9	40.9	1.15	0.70	0.22	12.8	0.17	98.4
N2K2	SD	0.16	55.0	0.16	4.72	2.44	13.5	22.5	4.71	14.2	9.26	0.59	0.53	0.11	5.06	0.08	32.2
6	Average	4.62	102	1.68	58.9	8.47	51.1	89.6	40.1	50.8	55.4	3.36	1.41	0.58	10.3	0.13	87.9
N3K2	SD	0.31	26.0	0.48	87.6	2.46	21.7	108	49.7	16.5	16.1	6.13	1.86	0.51	1.69	0.05	43.8

ตารางที่ 23a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน พ.ศ.2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})									
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	SO_4^{2-}	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl
1	Average	4.48	118	2.59	58.4	7.38	85.0	210	39.5	29.1	76.5	6.46	3.33	0.88	0.40	14.5
N1K1	SD	0.40	44.1	0.71	26.6	-	41.1	67.4	24.6	16.3	25.4	3.01	1.76	0.49	-	3.52
2	Average	4.37	92.2	2.31	57.9	9.07	70.8	164	22.2	14.7	75.3	6.01	4.85	1.07	0.40	14.3
N2K1	SD	0.15	30.4	0.58	27.0	-	22.3	68.5	6.11	4.01	21.7	1.42	5.12	0.96	-	4.99
3	Average	4.42	107	3.14	69.1	8.18	66.5	207	25.2	29.1	106	7.92	6.03	1.78	0.30	9.82
N3K1	SD	0.34	37.2	0.62	23.8	-	11.8	100	12.4	13.9	61.5	5.77	4.33	1.34	-	2.35
4	Average	4.41	151	2.97	66.3	8.80	103	234	25.4	39.4	88.3	7.61	3.04	0.92	0.40	12.9
N1K2	SD	0.29	46.1	0.45	24.2	-	53.2	200	14.3	17.4	34.4	2.15	1.12	0.27	-	2.73
5	Average	4.47	97.0	2.82	48.5	9.08	70.6	165	25.6	23.0	69.6	7.52	3.55	0.92	0.30	11.7
N2K2	SD	0.21	28.3	0.42	30.3	-	44.3	103	15.2	10.2	28.0	2.45	1.55	0.41	-	4.13
6	Average	4.52	110	2.74	60.8	9.39	78.0	192	27.9	32.9	70.9	4.91	3.92	1.06	0.30	14.0
N3K2	SD	0.25	29.2	0.53	27.2	-	34.0	101	9.00	14.1	41.8	2.79	1.57	0.47	-	2.80

ตารางที่ 23b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนฐุศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน พ.ศ.2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})									
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	SO_4^{2-}	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl
1	Average	4.20	72.2	1.33	19.2	7.17	56.9	118	14.5	50.6	32.7	2.85	0.58	0.35	0.30	14.5
N1K1	SD	0.19	37.3	0.52	15.2	-	26.3	103	7.38	37.2	9.40	0.97	0.33	0.13	-	4.92
2	Average	4.25	60.4	1.34	16.9	7.93	50.4	57.0	9.27	34.1	36.9	2.82	0.62	0.39	0.39	15.4
N2K1	SD	0.14	17.4	0.30	17.5	-	14.9	7.87	2.97	12.3	11.6	1.66	0.46	0.26	-	6.35
3	Average	4.29	79.3	1.57	24.7	7.59	55.9	107	13.6	41.4	46.4	3.50	0.98	0.48	0.29	9.60
N3K1	SD	0.12	30.6	0.30	18.4	-	15.1	53.0	6.05	10.3	16.0	2.59	0.77	0.30	-	1.06
4	Average	4.19	115	1.44	13.7	7.18	76.3	75.6	10.9	71.7	39.0	3.09	0.52	0.32	0.29	16.1
N1K2	SD	0.08	25.2	0.24	6.46	-	16.0	26.2	3.70	29.3	8.22	1.94	0.38	0.10	-	5.86
5	Average	4.28	70.1	1.43	22.2	8.46	53.3	63.5	11.4	43.1	38.1	3.72	0.67	0.38	0.20	14.7
N2K2	SD	0.13	29.8	0.33	34.0	-	33.3	29.9	8.43	20.0	17.2	2.07	0.54	0.18	-	12.2
6	Average	4.25	103	1.47	14.8	7.60	60.1	78.3	13.8	93.6	41.7	2.74	0.45	0.54	0.30	12.4
N3K2	SD	0.23	42.4	0.25	10.4	-	31.6	76.7	11.6	53.9	11.7	1.12	0.23	0.27	-	3.12

ตารางที่ 23c ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 40-60 ซม. ของสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน พ.ศ.2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})									
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	SO_4^{2-}	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl
1	Average	4.13	77.9	1.22	14.2	7.64	65.6	62.1	12.2	54.5	30.3	2.99	0.44	0.36	0.30	19.4
N1K1	SD	0.11	28.2	0.38	7.71	-	30.3	17.8	5.27	28.0	6.29	1.68	0.19	0.20	-	8.16
2	Average	4.21	62.5	1.19	9.78	8.83	48.5	60.5	8.32	39.2	33.3	2.21	0.37	0.39	0.29	19.7
N2K1	SD	0.15	31.1	0.16	8.31	-	13.0	20.8	1.71	12.6	15.8	1.46	0.21	0.18	-	9.97
3	Average	4.21	77.9	1.26	15.0	7.12	48.9	97.3	12.9	46.9	40.2	3.20	0.59	0.43	0.29	11.7
N3K1	SD	0.08	35.6	0.24	11.8	-	11.8	60.6	7.46	16.1	14.5	3.13	0.42	0.23	-	6.75
4	Average	4.19	101	1.12	9.41	7.34	73.2	86.3	10.4	67.5	30.4	3.01	0.37	0.35	0.20	15.2
N1K2	SD	0.08	31.1	0.16	3.21	-	13.8	63.6	3.25	27.6	4.20	2.15	0.32	0.07	-	5.35
5	Average	4.28	66.4	1.06	8.46	8.08	53.9	61.8	10.3	38.6	31.2	3.22	0.39	0.31	0.20	20.1
N2K2	SD	0.21	38.0	0.20	5.08	-	26.4	27.9	6.64	21.2	3.69	2.47	0.32	0.06	-	20.48
6	Average	4.26	101	1.25	16.9	8.30	62.1	83.2	15.2	81.2	30.6	1.73	0.42	0.35	0.29	13.3
N3K2	SD	0.33	54.8	0.32	21.9	-	32.3	96.7	15.8	57.1	19.0	1.04	0.32	0.11	-	2.14

ตารางที่ 24 ECEC, %Al saturation และ %Base saturation ของดินทุเรียนสวนชูศักดิ์ อ.มะขาม จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)

ตำรับการทดลอง	Depth (cm.)	K	Ca	Mg	Al*	H^+	ECEC	%Al sat	%BS
		cmol(+) kg^{-1}							
N1K1	0-20	0.218	1.051	0.329	0.714	0.218	2.530	28.2	63.2
	20-40	0.146	0.588	0.121	1.264	0.250	2.368	53.4	36.1
	40-60	0.168	0.310	0.102	1.467	0.312	2.359	62.2	24.6
N2K1	0-20	0.182	0.819	0.185	0.919	0.370	2.475	37.1	47.9
	20-40	0.129	0.285	0.077	1.179	0.412	2.083	56.6	23.6
	40-60	0.124	0.302	0.069	1.314	0.453	2.262	58.1	21.9
N3K1	0-20	0.170	1.037	0.210	0.946	0.274	2.637	35.9	53.7
	20-40	0.143	0.537	0.113	1.274	0.344	2.412	52.8	32.9
	40-60	0.125	0.487	0.107	1.525	0.301	2.545	59.9	28.3
N1K2	0-20	0.265	1.168	0.212	0.914	0.258	2.817	32.4	58.4
	20-40	0.196	0.378	0.091	1.429	0.324	2.418	59.1	27.5
	40-60	0.188	0.432	0.087	1.496	0.337	2.539	58.9	27.8
N2K2	0-20	0.181	0.823	0.213	0.940	0.191	2.349	40.0	51.8
	20-40	0.137	0.317	0.095	1.336	0.267	2.152	62.1	25.5
	40-60	0.138	0.309	0.086	1.491	0.265	2.289	65.1	23.3
N3K2	0-20	0.200	0.962	0.232	0.980	0.211	2.585	37.9	53.9
	20-40	0.154	0.392	0.115	1.441	0.254	2.355	61.2	28.1
	40-60	0.159	0.416	0.127	1.530	0.396	2.628	58.2	26.7

*exchangeable Al และ H สกัดด้วย KCl แล้ววิเคราะห์โดยวิธี titration (Thomas, 1982)

เช่นกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการสะสมของ P ในดินบนจากการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร แต่ในปีที่ผ่านมาไม่มีการใส่ปุ๋ย อย่างไรก็ตาม ปริมาณ P ในดินในสวนนี้ยังอยู่ในระดับสูงและเพียงพอ คือมีค่าตั้งแต่ 48-69 mg kg^{-1} สำหรับ K ในดินมีความเข้มข้นตั้งแต่ 66.5-103 mg kg^{-1} ซึ่งใกล้เคียงกับปีที่ผ่านมา ในทำนองเดียวกัน Ca ในดิน (164-234 mg kg^{-1}) Fe, Mn, Cu และ Zn ไม่แตกต่างจากปีที่ผ่านมามาก แต่ B เพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือ เพิ่มจาก 0.2 ไปเป็น 0.3-0.4 mg kg^{-1} ซึ่งยังจัดว่าค่อนข้างต่ำ ในส่วนของ $SO_4^{=}$-S (14.7-39.4 mg kg^{-1}) และ Cl^- (9.8-14.5 mg kg^{-1}) ลดลงจากปีที่ผ่านมาเล็กน้อย แต่ $SO_4^{=}$-S ยังจัดอยู่ในช่วงเพียงพอ เมื่อเปรียบเทียบกับคำแนะนำในการปลูกส้มของออสเตรเลีย สำหรับค่า Al saturation นั้นพบว่ามีค่าตั้งแต่ 28.2-40.0% สำหรับดินบนที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ส่วนดินล่างที่ระดับความลึก 20-40 ซม. และ 40-60 ซม. สูงกว่าดินบนโดยอยู่ในระดับประมาณ 60% (ตารางที่ 24) ซึ่งจัดว่าค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม ได้มีการใส่ปูนโดโลไมท์ไปแล้ว 10 กก./ต้น ยิปซัม 3 กก./ต้น และแมกนีเซียมซัลเฟต 0.5 กก./ต้น

2. **การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินภายหลังการใส่ปุ๋ย**

การเปลี่ยนแปลงค่า pH, EC, exchangeable K, extractable $SO_4^{=}$ และ Cl^- ภายหลังการใส่ปุ๋ยของสวนซูศักดิ์ ทั้ง 2 ฤดูการเจริญเติบโต (2545/46 และ 2546/47) ได้แสดงไว้ในรูปที่ 17-19 ดังมีรายละเอียดดังนี้

<u>ความเป็นกรด-ด่างของดิน</u> (pH) : ค่า pH ของดินลดลงหลังจากใส่ปุ๋ย 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นค่า pH เพิ่มขึ้นและลดลงอีกครั้งหนึ่ง แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงระดับใกล้เคียงกับ pH เดิมหลังจากใส่ปุ๋ย 14 สัปดาห์ เมื่อใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ค่า pH ลดลงอีกครั้งหนึ่ง แต่ไม่มากเหมือนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 อาจเนื่องจากการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 มีการใส่ปุ๋ย N น้อยกว่าครั้งที่ 1 ส่วนปุ๋ย K นั้น ผลตกค้างเป็นกรดน้อย (Tisdale et al.,1990) จึงไม่พบการลดลงของ pH มากเหมือนกับการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของชนิดปุ๋ยต่อค่า pH ไม่แตกต่างกันมากนัก ถึงแม้ว่าตำรับที่ได้รับปุ๋ย N ในรูปของยูเรีย จะมีผลทำให้ค่า pH มีแนวโน้มสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ ก็ตาม ภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ทุกตำรับการทดลอง ทำให้ค่า pH ของดินลดลงเช่นกัน ส่วนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 4 มีผลค่อนข้างน้อย เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ย K เพียงอย่างเดียว และปุ๋ย K มีผลค่อนข้างน้อยต่อการเปลี่ยนแปลง pH ดังที่กล่าวข้างต้น

สำหรับดินที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 ซม. มีค่า pH ก่อนใส่ปุ๋ยต่ำกว่าดินที่เก็บจากระดับความลึก 0-20 ซม. เล็กน้อย หลังการใส่ปุ๋ย การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินทั้ง 2 ระดับใกล้เคียงกัน คือ ลดลงหลังการใส่ปุ๋ย 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นและค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาระหว่างสัปดาห์ที่ 5-9 ภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2, 3 และ 4 ค่า pH เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

สำหรับปีที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า pH คล้ายกับที่พบในปีที่ 1 คือลดลงภายหลังการใส่ปุ๋ยหลังจากนั้นเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับระดับเดิม แต่การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินปีที่ 2 น้อยกว่าปีที่ 1 อาจเนื่องจากมีการใส่ปูนโดโลไมท์ในช่วงต้นของการทดลอง การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 ซม. มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับดินบน แต่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าดินบนเล็กน้อย ซึ่งคล้ายกับที่พบในปีที่ผ่านมาเช่นกัน

<u>การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน</u> (EC) : ค่า EC ของดินเพิ่มขึ้นจากประมาณ 100 $\mu S\ cm^{-1}$ ไปเป็น 200-350 $\mu S\ cm^{-1}$ หลังการใส่ปุ๋ย โดยปุ๋ยที่ทำให้ค่า EC สูงสุดได้แก่ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย N2K1 (NH_4Cl+KCl) และ N2K2 (NH_4Cl+K_2SO_4) ส่วนตำรับการทดลอง N3K1 [$(NH_4)_2SO_4$+KCl] มีค่า EC ต่ำกว่าทั้ง 2 ตำรับการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นเล็กน้อย ในขณะที่ตำรับการทดลองที่เหลือมีค่า EC ใกล้เคียงกัน หลังจากนั้น ค่า EC ของทุกตำรับการทดลองลดลงจนถึงระดับเดิมก่อนมีการใส่ปุ๋ย เมื่อมีการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ค่า EC ของดินเพิ่มขึ้น และคงอยู่อย่างเดิม ซึ่งแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะเวลาหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เป็นช่วงเวลาที่ฝนตกน้อยลง จึงทำให้ค่า EC ลดลงไม่มากเหมือนช่วงต้นฤดูฝน การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ทำให้ค่า EC ของดินเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในตำรับการทดลองที่ 5 (NH_4Cl + K_2SO_4) ซึ่งมีค่า EC สูงสุด ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Yamasaki and Kishita (1972) ที่กล่าวว่า ปุ๋ย K ในรูปของ KCl มีผลต่อค่า EC มากกว่าปุ๋ย K ในรูป KNO_3 และ K_2SO_4 อย่างไรก็ตาม การทดลองของ Yamasaki and Kishita (1972) ใส่เฉพาะปุ๋ย K เท่านั้นและใส่ในปริมาณสูง คือ 50 และ 100 me/liter ในขณะที่โครงการนี้มีการใส่ปุ๋ย N ร่วมด้วย สำหรับอิทธิพลของปุ๋ยที่มีผลต่อค่า EC ที่พบในการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 นี้คล้ายกับที่พบในการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 และค่า EC ที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงระยะ 7 สัปดาห์ที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ที่ค่า EC ลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากช่วงระยะเวลาที่ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 และ 3 เป็นช่วงฤดูแล้ง ไม่มีฝนตก จึงเกิดการชะล้างของปุ๋ยน้อย ส่วนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 4 มีผลค่อนข้างน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงค่า EC ของดิน สำหรับดินที่ระดับลึกลงไป ค่า EC จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงระยะเวลา 3 สัปดาห์หลังการใส่ปุ๋ย จึงค่อย ๆ ลดลง แสดงให้เห็นว่า มีการเคลื่อนย้ายของปุ๋ยลงไปในระดับดินล่าง

ในปีที่ 2 ของการศึกษาปรากฏว่า มีการเพิ่มขึ้นของค่า EC ภายหลังการใส่ปุ๋ยเช่นกัน และค่า EC สูงสุดที่พบก็ยังอยู่ในระดับใกล้เคียงกับปีที่ 1

ค่า EC สูงสุดที่พบภายหลังการใส่ปุ๋ยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำคือ ต่ำกว่า 450 $\mu S\ cm^{-1}$ (ดิน: น้ำ = 1:1) เมื่อเปรียบเทียบกับค่า $EC_{1:5}$ 700-1500 $\mu S\ cm^{-1}$ ซึ่งจัดอยู่ในช่วงต่ำมาก (very low) สำหรับดินที่มีปริมาณ clay ตั้งแต่ 20-80% หรือ < 0.95 $dS\ m^{-1}$ สำหรับค่า EC_{se} (Shaw, 1999)

<u>โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้</u> (exchangeable K) : ความเข้มข้นของ K^+ ในดินเพิ่มขึ้นจากระดับ 65-86 mg kg^{-1} ภายหลังการใส่ปุ๋ยไปเป็น 74-127 mg kg^{-1} ภายหลังการใส่ปุ๋ย 3 สัปดาห์ หลังจากนั้น ความเข้มข้นของ K ในดินลดลงจนใกล้เคียงระดับปกติก่อนการใส่ปุ๋ย ก่อนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ความเข้มข้นของ K ลดลงจนต่ำกว่าระดับแรกเริ่มก่อนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 อาจเนื่องจากพืชดูดไปใช้และการชะล้างของ K ตลอดช่วงฤดูฝน ภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ความเข้มข้นของ K เพิ่มขึ้นจนถึงระดับใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ในช่วงที่ K ในดินเพิ่มสูงขึ้นนั้น แต่ละตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันพอสมควร แต่ในช่วงที่ K ลดลง ความเข้มข้นของ K ในแต่ละตำรับการทดลองไม่แตกต่างกันมากนัก ในทำนองเดียวกัน ความเข้มข้นของ K ในดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อยภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 และมีค่าค่อนข้างคงที่จนถึงการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 4 แต่ภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 4 ประมาณ 16 สัปดาห์ความเข้มข้นของ K ในดินลดลงแต่ยังสูงกว่าเมื่อเริ่มการศึกษาในระยะเวลาเกือบ 1 ปีที่ผ่านมา แต่อัตราการเพิ่มค่อนข้างน้อย แสดงว่าการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในดินเกิดได้ช้า ถึงแม้จะมีการใส่ปุ๋ยในอัตราสูงก็ตาม เนื่องจากดินที่มี CEC ต่ำจะมีการชะล้าง K ออกจากดินได้ง่าย (Wolf, 1999)

สำหรับชั้นดินที่อยู่ลึกลงไป มีความเข้มข้นของ K ต่ำกว่าดินบน และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ K คล้ายกับดินบนแต่เกิดขึ้นในปริมาณน้อยกว่า สอดคล้องกับรายงานของ Zehler et al. (1981) ที่พบว่า K ที่ใส่ในรูปปุ๋ย KCl จะถูกชะล้างออกจากดินได้มากกว่า K ที่อยู่ในรูปปุ๋ย K_2SO_4

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ K ในดินในปีที่ 2 มีลักษณะเดียวกับที่พบในปีที่ 1 คือเพิ่มขึ้นหลังการใส่ปุ๋ย หลังจากนั้นลดลงจนใกล้เคียงกับระดับเดิม

<u>ซัลเฟอร์ที่สกัดได้</u> (extractable S) : ปริมาณ $SO_4^=$-S ในดินก่อนการใส่ปุ๋ยอยู่ที่ระดับประมาณ 30-40 mg kg^{-1} ซึ่งจัดว่าเพียงพอสำหรับไม้ผล (Vock, 1997) ภายหลังการใส่ปุ๋ย 1 สัปดาห์ปริมาณ $SO_4^=$-S ในตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยในรูปซัลเฟตเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อได้รับปุ๋ยในรูป $(NH_4)_2SO_4$ เนื่องจากได้รับซัลเฟตในปริมาณสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ แต่ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$+KCl (N3K1) ไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$+K_2SO_4 (N3K2) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K_2SO_4+Urea (N1K2) หรือ K_2SO_4+NH_4Cl (N2K2) ไม่แตกต่างกัน สำหรับตำรับการทดลองที่ไม่ได้รับปุ๋ยซัลเฟต มีปริมาณ $SO_4^=$-S ในดินค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงการเก็บตัวอย่าง ซึ่งเป็นไปตามความคาดหมาย อย่างไรก็ตามตำรับการทดลองที่มี $SO_4^=$-S เพิ่มขึ้นในดินนั้น ภายหลังการใส่ปุ๋ย 14 สัปดาห์ ระดับ $SO_4^=$-S ลดลงจนเกือบเท่าระดับเดิมก่อนมีการใส่ปุ๋ย หลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ปริมาณ $SO_4^=$-S เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ย N ในปริมาณที่น้อยกว่าการใส่ครั้งแรก 50% จากการวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 ซม. พบว่ามีการเคลื่อนย้าย $SO_4^=$-S ลงไปสะสมในดินล่าง เพราะมี

ปริมาณ $SO_4^{=}$-S สูงกว่าดินบนเล็กน้อย ปริมาณ $SO_4^{=}$-S ในดินก่อนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ใกล้เคียงกับก่อนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 แต่น้อยกว่าก่อนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 เล็กน้อย หลังการใส่ปุ๋ย ปริมาณ $SO_4^{=}$-S ในดินในตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$ ร่วมกับ K_2SO_4 (N3K2) มีค่าสูงสุด เนื่องจากได้รับซัลเฟตสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น รองลงมาได้แก่ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$+KCl (N3K1) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K_2SO_4+Urea (N1K2) หรือ K_2SO_4+ NH_4Cl (N2K2) ไม่แตกต่างกัน ภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 4 และสิ้นสุดฤดูการเจริญเติบโต ปริมาณ $SO_4^{=}$-S ต่ำ แต่ยังสูงกว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองเล็กน้อย

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ $SO_4^{=}$-S ในดิน ในปีที่ 2 คล้ายกับที่พบในปีที่ 1 แต่ปริมาณ $SO_4^{=}$-S ในดินต้นฤดูการเจริญเติบโตที่ 2 สำหรับตำรับการทดลองที่ได้รับซัลเฟตจากปุ๋ยที่ใส่ในปีที่ผ่านมาสูงกว่าเดิม ส่วนตำรับที่ได้รับเฉพาะปุ๋ยคลอไรด์มีปริมาณ $SO_4^{=}$-S ในดินต่ำกว่าเดิมเล็กน้อย

<u>คลอไรด์</u> (Chloride) : ความเข้มข้นของ Cl^- ในดินต่ำกว่า 20 mg kg^{-1} ก่อนการใส่ปุ๋ยและเพิ่มขึ้นอย่างมากสำหรับตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยในรูป NH_4Cl ไม่ว่าจะใส่ร่วมกับ KCl หรือ K_2SO_4 ก็ตาม (N2K1และ N2K2) หลังจากนั้นความเข้มข้นของ Cl^- ในดินลดลงค่อนข้างมาก จนถึงก่อนใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ปริมาณ Cl^- ในดินลดลงสู่ระดับปกติก่อนมีการใส่ปุ๋ย หลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ปริมาณ Cl^- ในดินเพิ่มขึ้นอีก แต่ต่ำกว่าที่พบหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 และการลดลงไม่เร็วมากเหมือนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 เพราะเป็นช่วงที่มีฝนตกน้อยกว่าช่วงต้นฤดูการเจริญเติบโต สำหรับตำรับการทดลองอื่น ๆ ที่ได้รับปุ๋ย Cl^- ในรูป KCl มีการเพิ่มขึ้นของ Cl^- ในดินในปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น ภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 และ 4 ความเข้มข้นของ Cl^- ในดินของตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย NH_4Cl ร่วมกับ K_2SO_4 มีปริมาณ Cl^- (N2K2) ในดินเพิ่มขึ้นสูงมากกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ และพบในดินทั้ง 3 ระดับความลึก สาเหตุเนื่องจากตัวอย่างดินจากต้นทุเรียน 2 ต้น (2 replicates) มีปริมาณ Cl^- ในดินสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับดินจากต้นทุเรียนอื่นที่อยู่ในตำรับการทดลองเดียวกัน ซึ่งในการใส่ปุ๋ยทั้ง 2 ครั้งที่ผ่านมาไม่พบปัญหาเช่นนี้ สำหรับตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย NH_4Cl ร่วมกับ KCl มีปริมาณ Cl^- ในดินเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่น้อยกว่าตำรับการทดลอง N2K2 โดยภาพรวมแล้ว ยกเว้นในตำรับ N2K2 ที่กล่าวมาข้างต้น ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย KCl จะมีปริมาณ Cl^- ในดินสูงกว่าตำรับที่ได้รับปุ๋ย K ในรูป K_2SO_4 และมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับการใส่ปุ๋ยทั้ง 2 ครั้งที่ผ่านมา ส่วนในดินชั้นล่างที่อยู่ลึกลงไปพบว่า มีการเคลื่อนย้ายของ Cl^- ลงไปจนถึงระดับ 40-60 ซม.

ความเข้มข้นของ Cl^- ในดินในช่วงต้นฤดูปลูกปีที่ 2 ใกล้เคียงกับเมื่อเริ่มต้นการทดลอง 1 ปีที่ผ่านมา แสดงว่าไม่มีการสะสมคลอไรด์ในดิน หรือมีการสะสมน้อย จนไม่น่าจะเกิดปัญหากับพืช สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณ Cl^- ในดินปีที่ 2 มีลักษณะใกล้กับที่พบในปีที่ 1 คือ ตำรับที่ได้รับปุ๋ยคลอไรด์ ในอัตราสูง (NH_4Cl+KCl) มีการเพิ่มขึ้นของคลอไรด์ในดินสูงที่สุด

ความเข้มข้นของ Cl^- สูงสุดที่พบในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับประมาณ 170 mg kg^{-1} ซึ่งต่ำกว่าระดับแนะนำในการปลูกส้มของออสเตรเลีย ที่กำหนดว่าปริมาณ Cl^- ควรต่ำกว่า 250 mg kg^{-1} (Vock, 1997) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ย K ในรูป KCl ไม่น่าจะมีผลต่อการสะสมของ Cl^- จนถึงระดับที่เป็นปัญหาต่อทุเรียน เนื่องจากดินส่วนมากเป็นดินเนื้อหยาบ และบริเวณนี้มีฝนตกชุก ทำให้เกิดการชะล้างของ Cl^- จนไม่มีการสะสมในดิน

3. อิทธิพลของปุ๋ยซัลเฟตและคลอไรด์ต่อปริมาณธาตุอาหารในใบ

ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46 การเก็บตัวอย่างใบของสวนซูศักดิ์เก็บได้เพียง 6 ครั้งเท่านั้น และบางตำรับการทดลองมีเพียง 3 ต้น เนื่องจากบางต้นไม่แตกใบอ่อน และบางต้นใบร่วงมาก ผลการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 20 โดยมีรายละเอียดดังนี้ ความเข้มข้นของธาตุอาหารส่วนมากไม่มีความแตกต่างระหว่างตำรับการทดลอง โดยธาตุ N ค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงอายุการเก็บตัวอย่าง ส่วน P, K ลดลงเมื่อใบอายุมากขึ้น ทั้ง 3 ธาตุนี้อยู่ในระดับที่เพียงพอสำหรับทุเรียน ในทางกลับกัน Ca เพิ่มขึ้นเมื่อใบอายุมากขึ้น แต่ Ca สวนนี้อยู่ในระดับต่ำ จนน่าจะขาดแคลน เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสำหรับทุเรียน (สุมิตรา และคณะ 2545b, Poovarodom et al., 2002) สำหรับ Mg มีความแตกต่างกันบ้างระหว่างตำรับการทดลอง และมีความเข้มข้นอยู่ในระดับเพียงพอ

ในส่วนของ Fe มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย อาจเนื่องจากการฉีดพ่นสารเคมีทางใบในช่วงที่ใบอายุน้อย แต่ Mn เพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ซึ่งคล้ายกับที่พบในการทดลองครั้งก่อน ๆ (สุมิตรา และคณะ 2544, 2545b) ธาตุ Cu มีค่าระหว่าง 6-10 mg kg^{-1} ซึ่งเพียงพอ และไม่พบการปนเปื้อนมากเหมือนสวนอื่น สำหรับ Zn มีความเข้มข้นระหว่าง 25-68 mg kg^{-1} จัดว่าสูง และน่าจะมาจากการปนเปื้อนของสารเคมีที่ฉีดพ่น

ธาตุ B ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเมื่อใบอายุมากขึ้น แต่มีความเข้มข้นค่อนข้างต่ำ (20-35 mg kg^{-1}) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน

สำหรับ S นั้นพบว่า ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K ในรูปซัลเฟตมีแนวโน้มจะให้ค่า S ในใบสูงกว่าตำรับที่ได้รับปุ๋ย K ในรูป KCl โดยตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$ ร่วมกับ K_2SO_4 (N3K2) มี S ในใบสูงสุด ส่วนตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย NH_4Cl ร่วมกับ KCl มีปริมาณ S ในใบต่ำที่สุด ปริมาณ S ที่พบในใบทุเรียนในการศึกษาครั้งนี้มีค่าประมาณ 0.15-0.22% ซึ่งจัดว่าค่อนข้างต่ำสำหรับไม้ผล เช่น ส้มและแอปเปิ้ล ที่มีค่ามาตรฐานระหว่าง 0.2-0.4% แต่ใกล้เคียงกับมะม่วง (0.06-0.22%) ลิ้นจี่ (0.10-0.16%) [Reuter and Robinson, 1997]

ความเข้มข้นของ Cl ในใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใบอายุมากขึ้น โดยตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K ในรูปคลอไรด์ มีปริมาณ Cl ในใบสูงกว่าตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K ในรูปซัลเฟต ยกเว้นตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย $NH_4Cl+K_2SO_4$ (N2K2) ที่มีปริมาณ Cl สูงสอดคล้องกับปริมาณ Cl^- ในดินสูงที่สุด (รูปที่ 17) สำหรับปริมาณ Cl สูงสุดในใบมีค่าประมาณ 1,200 mg kg^{-1} จัดอยู่ใน

ระดับต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ Cl ในไม้ผล เช่น น้อยหน่าที่กำหนดว่าควร < 0.3% (3,000 mg kg^{-1}) หรือส้มที่กำหนดให้มี Cl ในใบระหว่าง 0.4-0.7% (4,000-7,000 mg kg^{-1}) (Reuter and Robinson, 1997) ในขณะที่ Marschner (1986) กล่าวว่า ปริมาณ Cl ที่พืชต้องการส่วนใหญ่จะอยู่ระหว่าง 340-1200 mg kg^{-1} (0.034-0.12%)

4. **ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน**

เมื่อนำความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนอายุ 5-7 เดือนมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารปรากฏว่า ธาตุ N, Mg, S, Mn, B และ Cl มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P<0.5$) โดย N มีค่าระหว่าง 2.10-2.30%, Mg ระหว่าง 0.31-0.40%, S ระหว่าง 0.16-0.19%, Mn ระหว่าง 76-141 mg kg^{-1}, B ระหว่าง 29-34 mg kg^{-1} และ Cl ระหว่าง 187-1,217 mg kg^{-1} (ตารางที่ 25) สำหรับ Cl พบว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยในรูป Cl^- ทำให้ปริมาณ Cl ในใบทุเรียนสูงกว่าตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย $SO_4^=$ ยกเว้นตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย N ในรูป NH_4Cl ซึ่งไม่ว่าจะใส่ร่วมกับปุ๋ย KCl หรือ K_2SO_4 ก็มีปริมาณ Cl ในใบใกล้เคียงกัน ซึ่งปริมาณ Cl สูงสุดประมาณ 1200 mg kg^{-1} ที่พบในการทดลองครั้งนี้ ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐาน Cl ที่มักจะกำหนดให้ต่ำกว่า 0.3% (3,000 mg kg^{-1}) สำหรับไม้ผลหลายชนิด (Reuter and Robinson, 1997) สำหรับธาตุอาหารอื่น ๆ แตกต่างกันค่อนข้างน้อย จนไม่มีผลต่อการแนะนำการใส่ปุ๋ย

ตารางที่ 25 ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุระหว่าง 5-7 เดือน (สวนชูศักดิ์) ปี 2545/46

ตำรับการ	มหธาตุ (%)						จุลธาตุ (mg kg^{-1})					
ทดลอง	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl
N1K1	2.10a	.14ab	1.83a	1.50ab	.34a	.17ab	84ab	141c	7.3	66	29a	787bc
N2K1	2.23ab	.14ab	1.88a	1.38ab	.40b	.16a	81ab	125bc	7.0	49	29a	1022bc
N3K1	2.23ab	.15b	2.01ab	1.61b	.32a	.18bc	77ab	129bc	9.0	50	34b	680b
N1K2	2.30b	.12a	2.15b	1.28a	.31a	.18bc	97b	76a	7.2	53	32ab	187a
N2K2	2.15a	.13a	1.93ab	1.51ab	.37ab	.18bc	74a	110b	7.3	51	33b	1217c
N3K2	2.13a	.14ab	2.04ab	1.44ab	.35ab	.19c	79ab	114bc	10	49	31ab	194a
P=0.05	*				*	*		*			*	*
ค่า	2.00–	0.15–	1.50–	1.70–	0.25–	-	40-	50-120	10-	10-	30-70	-
มาตรฐาน	2.40	0.25	2.50	2.50	0.50		150		25	30		

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

N1K1 : Urea+ KCl, N2K1 : NH_4Cl+ KCl, N3K1 : $(NH_4)_2SO_4$+ KCl,

N1K2 : Urea+ K_2SO_4, N2K2 : NH_4Cl+ K_2SO_4, N3K2 : $(NH_4)_2SO_4$+ K_2SO_4

5. ผลผลิตทุเรียน และความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อทุเรียน

ผลผลิตทุเรียนสวนชูศักดิ์ต่ำมาก (ตารางที่ 26) เนื่องจากต้นทรุดโทรม และไม่มีการแตกใบใหม่ หรือใบร่วงมาก ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่เป็นประโยชน์มากนัก อย่างไรก็ตาม ทางโครงการต้องการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลทุเรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งสีเนื้อทุเรียน เพราะแต่เดิมนั้น ชาวสวนเชื่อกันว่า การใส่ปุ๋ยในรูปซัลเฟตจะทำให้เนื้อทุเรียนมีสีเหลือง มีกลิ่นหอม ซึ่งนิยมกันมากกว่าสีซีด จากตารางที่ 26 จะพบว่า สีและคุณภาพที่ได้จากการวัดขนาด รูปทรง รวมทั้งการชิมตามข้อกำหนดการตรวจสอบคุณภาพทุเรียนของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ปรากฏว่า สีเนื้อทุเรียนและคุณภาพไม่แตกต่างกันระหว่างตำรับการทดลอง และเมื่อนำเนื้อทุเรียนที่ผ่านการ freeze dry ไปวิเคราะห์พบว่า ปริมาณธาตุอาหารส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 27) และเมื่อพิจารณาในส่วนของ S และ Cl แล้ว พบว่าถึงแม้จะมีความแตกต่างกันบ้างระหว่างแต่ละตำรับการทดลอง แต่ความเข้มข้นของ S และ Cl ในแต่ละตำรับการทดลองแตกต่างกันค่อนข้างน้อย และไม่มีทิศทางการบ่งชี้ว่าเกิดจากการใช้ปุ๋ยซัลเฟตหรือคลอไรด์ เช่นตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$ + K_2SO_4 (N3K2) มี S ในเนื้อเท่ากับตำรับการทดลองที่ได้รับ NH_4Cl + KCl (N2K1) เป็นต้น ส่วนปริมาณ Cl ในเนื้อก็จัดว่าต่ำมากคือ ประมาณ 100 mg kg^{-1} เท่านั้น

ตารางที่ 26 ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตทุเรียนสวนชูศักดิ์ ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักผลผลิต/ต้น (กก.)	จำนวนผล/ต้น	น้ำหนักเฉลี่ย/ผล (กก.)	สีเนื้อทุเรียน	คะแนนคุณภาพ
N1K1	55.4	19.4	3.72ab	3.65	65.4ab
N2K1	18.2	5.2	2.60a	3.75	67.9ab
N3K1	64.2	22.7	2.89ab	3.61	66.6ab
N1K2	38.7	12.0	5.02b	3.71	61.5a
N2K2	47.8	17.7	3.22ab	4.00	69.9b
N3K2	68.2	22.8	3.07ab	3.96	67.3ab

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

N1K1 : Urea+ KCl, N2K1 : NH_4Cl+ KCl, N3K1 : $(NH_4)_2SO_4$+ KCl,

N1K2 : Urea+ K_2SO_4, N2K2 : NH_4Cl+ K_2SO_4, N3K2 : $(NH_4)_2SO_4$+ K_2SO_4

ตารางที่ 27 ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนสวนชูศักดิ์ ฤดูการเจริญเติบโต 2545/46

ตำรับการ	มหธาตุ (%)						จุลธาตุ (mg kg^{-1})					
ทดลอง	N	P	K	Ca[1]	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl
N1K1	1.28b	.12b	1.63b	88	.08b	.12a	13	7.4ab	9.1ab	12	10a	101abc
N2K1	1.02a	.09ab	1.22ab	81	.07ab	.12a	18	7.0ab	15.8b	17	12c	98b
N3K1	1.13ab	.09ab	1.15a	65	.06a	.16b	14	8.3b	7.7a	13	11ab	82ab
N1K2	1.12a	.11ab	1.39ab	102	.07ab	.14ab	19	8.4b	8.2a	13	10a	73a
N2K2	1.15a	.09ab	1.28ab	77	.07ab	.14ab	16	7.1ab	11.1ab	13	11ab	131c
N3K2	1.03a	.08a	1.01a	56	.06a	.12a	14	6.1a	14.8ab	13	11ab	108bc
P=0.05		*	*		*	*		*			*	*

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

N1K1 : Urea+ KCl, N2K1 : NH_4Cl+ KCl, N3K1 : $(NH_4)_2SO_4$+ KCl,

N1K2 : Urea+ K_2SO_4, N2K2 : NH_4Cl+ K_2SO_4, N3K2 : $(NH_4)_2SO_4$+ K_2SO_4

[1]หน่วยเป็น mg kg^{-1}

สวนจิมาภรณ์

1. สมบัติของดิน

สวนจิมาภรณ์เป็นสวนที่เริ่มการทดลองอิทธิพลของปุ๋ยซัลเฟตและคลอไรด์ในฤดูการเจริญเติบโต 2546/47 ดินสวนนี้จัดอยู่ในชุดดินมะขามเช่นกัน สมบัติดินก่อนเริ่มการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 28a-b ค่า pH ของสวนนี้อยู่ค่อนข้างใกล้เคียงกันคือ ตั้งแต่ 4.44-4.58 จึงใส่โดโลไมท์ 10 กก./ต้น แบ่งใส่ 2 ครั้ง ๆ แรกเดือน มิถุนายน และครั้งที่ 2 เดือนตุลาคม 2546 นอกจากนั้น ยังใส่ยิปซัม 3 กก./ต้น และแมกนีเซียมซัลเฟต 0.5 กก./ต้นด้วย ดินสวนนี้มีค่า EC ต่ำ อินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง (53-127 mg kg^{-1}) ส่วน K (21.9-30.8 mg kg^{-1}) Ca (40.3-96.6 mg kg^{-1}) และ Mg (9.76-15.4 mg kg^{-1}) ต่ำมาก แต่เมื่อใส่ปูนไปแล้ว 2 ครั้ง ค่า pH ปริมาณ Ca และ Mg น่าจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม ธาตุ Fe, Mn, Cu และ Zn อยู่ในระดับเพียงพอ คือ ตั้งแต่ 1.3-1.7 mg kg^{-1} ส่วน B ค่อนข้างต่ำคือประมาณ 0.2-0.3 mg kg^{-1}

ในส่วนของ $SO_4^{=}$-S (5.4-13.6 mg kg^{-1}) ในบางตำรับการทดลองจัดอยู่ในช่วงต่ำ คือต่ำกว่าค่า 15 mg kg^{-1} ที่แนะนำสำหรับดินปลูกส้มในออสเตรเลีย (Vock, 1997) แต่ในดินที่อยู่ต่ำลงไปมี $SO_4^{=}$-S ตั้งแต่ 19.1-26.7 mg kg^{-1} ซึ่งน่าจะทำให้พืชสามารถดูด $SO_4^{=}$-S ไปใช้ได้ สำหรับ Cl^- มีอยู่ต่ำมาก คือ ตั้งแต่ 6.9-10.0 mg kg^{-1}

สำหรับ Al saturation อยู่ระหว่าง 50-68% สำหรับดินบน ส่วนดินล่างมีค่าสูงกว่าคือประมาณ 63-76% (ตารางที่ 29) ซึ่งจัดว่าสูง และอาจเกิดความเป็นพิษของ Al ได้ เนื่องจากใกล้เคียงกับค่า Al saturation 75% ที่มีรายงานว่าอาจเป็นพิษกับพืช (Kamprath, 1984)

ตารางที่ 28a ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนจิมาภรณ์ อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน พ.ศ. 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})									
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	SO_4^{2-}	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl
1	Average	4.46	53.5	1.91	68.5	6.40	23.4	64.2	12.3	12.4	48.7	12.1	1.81	1.51	0.29	6.88
N1K1	SD	0.18	9.03	0.27	22.0	-	6.50	43.8	6.07	5.28	10.6	7.00	0.68	0.54	-	1.40
2	Average	4.56	48.5	1.80	80.9	6.40	22.3	81.0	13.0	10.9	46.5	12.0	1.84	1.66	0.30	9.73
N2K1	SD	0.22	10.7	0.33	68.9	-	8.17	57.1	5.75	3.91	14.3	3.56	1.04	1.07	-	3.54
3	Average	4.53	47.0	2.21	53.0	6.46	24.8	80.6	15.0	13.6	58.0	10.8	1.88	1.64	0.30	8.06
N3K1	SD	0.19	9.49	0.18	17.6	-	10.2	72.3	10.3	4.23	17.9	5.54	0.87	0.69	-	4.46
4	Average	4.44	54.5	2.03	57.0	6.60	21.9	40.3	9.76	8.24	53.0	10.4	1.46	1.25	0.30	7.59
N1K2	SD	0.10	8.65	0.32	51.9	-	5.82	16.2	2.54	3.48	13.2	6.17	0.72	0.44	-	1.95
5	Average	4.50	54.5	1.97	55.4	7.61	22.9	59.3	12.0	5.35	58.6	9.33	1.52	1.73	0.29	8.06
N2K2	SD	0.12	13.9	0.33	23.7	-	6.39	32.6	4.13	1.70	16.9	2.53	0.57	0.66	-	2.32
6	Average	4.58	55.6	1.95	127	6.73	30.8	96.6	15.4	9.08	48.1	10.8	2.08	1.59	0.20	9.96
N3K2	SD	0.30	12.1	0.39	80.2	-	8.80	70.8	8.48	3.97	17.7	1.91	0.48	0.45	-	3.92

ตารางที่ 28b ค่าวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนจิมาภรณ์ อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน พ.ศ. 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)

ตำรับ		pH (1:1)	EC (1:1)	OM	Avail. P	CEC	Extractable (mg kg^{-1})									
		น้ำ	uS cm^{-1}	%	mg kg^{-1}	cmol(+) kg^{-1}	K	Ca	Mg	SO_4^{2-}	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl
1	Average	4.40	40.9	1.06	14.6	5.81	16.5	36.0	6.14	23.4	27.9	6.82	0.51	0.59	0.20	8.30
N1K1	SD	0.11	6.08	0.17	4.77	-	5.33	29.1	4.19	11.8	5.99	4.47	0.22	0.22	-	2.77
2	Average	4.48	41.4	1.01	25.9	5.85	17.2	46.6	9.15	21.1	27.5	5.90	0.52	0.60	0.30	8.78
N2K1	SD	0.18	13.6	0.19	16.6	-	7.38	30.3	6.85	9.61	5.11	2.61	0.40	0.22	-	2.45
3	Average	4.47	41.3	1.18	12.8	5.53	19.4	52.7	9.37	26.7	32.4	5.72	0.67	0.82	0.30	8.77
N3K1	SD	0.18	6.53	0.19	4.87	-	11.5	44.0	5.92	15.2	10.9	1.99	0.40	0.25	-	2.90
4	Average	4.41	39.6	1.12	26.4	6.71	13.6	24.7	5.09	24.4	28.2	5.81	0.37	0.60	0.20	6.64
N1K2	SD	0.12	7.42	0.18	39.1	-	4.55	7.33	1.19	11.6	6.57	4.43	0.14	0.23	-	1.47
5	Average	4.47	41.9	1.09	13.4	9.27	18.2	34.9	7.45	19.1	32.9	5.50	0.48	0.72	0.30	8.54
N2K2	SD	0.12	10.0	0.14	3.56	-	4.67	8.12	1.14	5.26	7.10	1.80	0.22	0.20	-	5.01
6	Average	4.44	49.8	1.12	27.8	5.18	22.2	57.2	9.60	25.1	28.4	6.71	0.61	0.85	0.20	7.59
N3K2	SD	0.15	12.3	0.10	12.4	-	6.87	28.6	3.70	6.76	8.72	0.90	0.13	0.28	-	2.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 ECEC, %Al saturation และ % Base saturation ของดินทุเรียนสวนจิมาภรณ์ อ.เมือง จ.จันทบุรี (n=6) เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2546 (ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47)

ตำรับการทดลอง	Depth (cm.)	K	Ca	Mg	Na	Al*	ECEC	%Al sat	%BS
		cmol(+) kg^{-1}							
N1K1	0-20	0.060	0.321	0.103	0.228	1.064	1.776	59.9	40.1
	20-40	0.042	0.180	0.051	0.230	1.247	1.750	71.2	28.8
N2K1	0-20	0.057	0.405	0.108	0.230	0.985	1.785	55.2	44.8
	20-40	0.044	0.233	0.076	0.236	1.205	1.794	67.2	32.8
N3K1	0-20	0.064	0.403	0.125	0.233	1.234	2.059	60.0	40.0
	20-40	0.050	0.264	0.078	0.219	1.399	2.009	69.6	30.4
N1K2	0-20	0.056	0.201	0.081	0.227	1.228	1.795	68.5	31.5
	20-40	0.035	0.123	0.042	0.228	1.338	1.767	75.7	24.3
N2K2	0-20	0.059	0.296	0.100	0.234	1.139	1.828	62.3	37.7
	20-40	0.047	0.175	0.062	0.230	1.263	1.776	71.1	28.9
N3K2	0-20	0.079	0.483	0.129	0.219	0.923	1.833	50.4	49.6
	20-40	0.057	0.286	0.080	0.213	1.082	1.719	63.0	37.0

*exchangeable Al และ H สกัดด้วย KCl แล้ววิเคราะห์โดยวิธี titration (Thomas, 1982)

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินภายหลังการใส่ปุ๋ย

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการใส่ปุ๋ยของสวนจิมาภรณ์ได้แสดงไว้ในรูปที่ 21-23 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินของสวนนี้มีลักษณะใกล้เคียงกับสวนชูศักดิ์ ดังนี้

ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) : การใส่ปุ๋ยทุกตำรับการทดลอง ทำให้ค่า pH ของดินลดลงเล็กน้อย 1 สัปดาห์หลังการใส่ปุ๋ยหลังจากนั้นค่า pH ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น จนใกล้เคียงกับระดับเดิมก่อนใส่ปุ๋ย สำหรับการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH เหมือนกับการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 แต่ค่า pH ยังต่ำกว่าระดับเดิมก่อนการใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ทำให้ pH ลดลง แต่การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 4 มีผลทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และคงอยู่ในระดับนั้น จนสิ้นสุดการทดลอง ส่วนระดับความลึก 20-40 และ 40-60 ซม. มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับดินบน แต่มีค่าต่ำกว่าดินบนเล็กน้อย

การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) : การใส่ปุ๋ยทำให้ค่า EC ของดินเพิ่มขึ้น แต่ไม่มากนักคือเพิ่มจากประมาณ 50 $\mu S\ cm^{-1}$ (ดิน : น้ำ = 1:1) ไปเป็นประมาณ 120-290 $\mu S\ cm^{-1}$ โดยตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย N ในรูป NH_4Cl และ $(NH_4)_2SO_4$ มีการเพิ่มขึ้นของค่า EC สูงสุดภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ค่า EC ของดินเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 หลังจากนั้นลดลงอย่างรวดเร็วและคงอยู่ในระดับเดิมจนถึงการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ค่า EC เพิ่มขึ้นสูงสุดจนถึงระดับประมาณ 407-512 $\mu S\ cm^{-1}$ หลังจากนั้น ค่า EC ลดลงเหลือประมาณ 157-370 $\mu S\ cm^{-1}$ แต่การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 4 ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า EC มากนัก เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ย K เพียงอย่างเดียว เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ค่า EC ของดินอยู่ที่ระดับประมาณ 120-200 $\mu S\ cm^{-1}$ ซึ่งสูงกว่าระดับ EC เดิมก่อนการทดลอง แต่ไม่น่าจะมีปัญหาในด้านการสะสมเกลือในดินแต่อย่างใด

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (exchangeable K) : ความเข้มข้นของ K ในดินเริ่มต้นการทดลองอยู่ที่ประมาณ 20-30 $mg\ kg^{-1}$ ภายหลังการใส่ปุ๋ย ปริมาณ K ในดินเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 25-45 $mg\ kg^{-1}$ หลังจากนั้นปริมาณ K ในดินลดลงจนใกล้เคียงระดับเดิมก่อนการใส่ปุ๋ย เมื่อใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ปริมาณ K ในดินเพิ่มขึ้นอีกครั้ง และหลังจากนั้น 1 เดือน ปริมาณ K ในดินลดลงจนใกล้เคียงกับระดับเดิม ซึ่งภายหลังการใส่ปุ๋ย 1 สัปดาห์ ปริมาณ K ในดินแตกต่างกัน โดยตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย KCl มีความเข้มข้นของ K สูงกว่าเมื่อใส่ปุ๋ยในรูป K_2SO_4 ทั้งนี้อาจเนื่องจาก KCl ละลายได้ดีกว่า แต่หลังจากนั้น 1 เดือน ชนิดของปุ๋ย K ไม่มีผลต่อปริมาณ K ในดิน การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 และ 4 ทำให้ปริมาณ K ในดินเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ครั้งที่ 4 มีการเพิ่มที่น้อยกว่ายกเว้นตำรับการทดลองที่ N1K1 (Urea+KCl) ที่มีปริมาณ K ในดินเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 172 $mg\ kg^{-1}$ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณ K ในดินสูงกว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองเล็กน้อย ในดินที่อยู่ลึกลงไป ความแตกต่างระหว่างชนิดของปุ๋ย K มีน้อยกว่า และการเพิ่มขึ้นของ K ก็น้อยกว่าดินบน ผลการทดลองในสวนจิมาภรณ์คล้ายกับที่พบในสวนชูศักดิ์ที่กล่าวมาข้างต้น

ซัลเฟอร์ที่สกัดได้ (extractable S) : ปริมาณ $SO_4^=$-S ในดินหลังการใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยในรูป $(NH_4)_2SO_4$ ร่วมกับ K_2SO_4 (N3K2) มีค่าสูงสุด เนื่องจากได้รับซัลเฟตในปริมาณสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น รองลงมาได้แก่ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$ ร่วมกับ KCl (N3K1) ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K_2SO_4 ร่วมกับ ยูเรีย (N1K2) หรือ NH_4Cl (N2K2) ไม่แตกต่างกัน ภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 การเพิ่มขึ้นของ $SO_4^=$-S คล้ายกับการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 และมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 การใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 และ 4 ทำให้ปริมาณ $SO_4^=$-S ในดินเพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทุกตำรับการทดลองมี $SO_4^=$-S เพิ่มขึ้นถึงแม้จะไม่มีการใส่ปุ๋ยก็ตาม สำหรับดินล่างที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 ซม. มีปริมาณ $SO_4^=$-S ใกล้เคียงกับดินบน แสดงว่ามีการชะล้าง $SO_4^=$-S ลงไปที่ดินล่าง

คลอไรด์ (Chloride) : ความเข้มข้นของ Cl^- ในดินของตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย NH_4Cl ร่วมกับ K_2SO_4 (N2K2) มีปริมาณ Cl^- ในดินเพิ่มขึ้นสูงมากกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย NH_4Cl ร่วมกับ KCl มีปริมาณ Cl^- ในดินเพิ่มขึ้นเช่นกันแต่น้อยกว่าเล็กน้อย ส่วนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย NH_4Cl ร่วมกับ KCl หรือ K_2SO_4 ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการกระจายของปุ๋ยที่ไม่สม่ำเสมอ ภายหลังการใส่ปุ๋ยประมาณ 1 เดือน ปริมาณ Cl^- ในดินลดลงจนถึงระดับเดียวกับก่อนการใส่ปุ๋ย ภายหลังการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 และ 4 ปริมาณ Cl^- ในดินเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่น้อยกว่าครั้งที่ 1 และ 2 ซึ่งปริมาณ Cl^- ที่เพิ่มขึ้นในดินสูงสุดประมาณ 140 mg kg^{-1} ซึ่งต่ำกว่าระดับแนะนำในการปลูกส้มของออสเตรเลีย ที่กำหนดว่าปริมาณ Cl^- ควรต่ำกว่า 250 mg kg^{-1} (Vock, 1997) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ย K ในรูป KCl ไม่น่าจะมีผลต่อการสะสมของ Cl^- จนถึงระดับที่เป็นปัญหาต่อทุเรียน เนื่องจากดินส่วนมากเป็นดินเนื้อหยาบ และบริเวณนี้มีฝนตกชุก ทำให้เกิดการชะล้างของ Cl^- จนไม่มีการสะสมในดิน ส่วนดินล่างปริมาณ Cl^- ที่พบสูงกว่าดินบนเล็กน้อย

จากผลการทดลองในทั้ง 2 สวน พบว่า อิทธิพลของปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปซัลเฟตและคลอไรด์มีผลต่อ pH, EC, exchangeable K, extractable $SO_4^=$ และ Cl^- ในดินในช่วงสั้น ๆ ภายหลังการใส่ปุ๋ยเท่านั้น และไม่น่าจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของทุเรียน

3. อิทธิพลของปุ๋ยซัลเฟตและคลอไรด์ต่อปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียน

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนของสวนจิมาภรณ์ ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47 แสดงไว้ในรูปที่ 24 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ไนโตรเจน : ความเข้มข้นของ N มีค่าใกล้เคียงกันในทั้ง 6 ตำรับการทดลอง และมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อใบมีอายุมากขึ้น เมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยความเข้มข้น N ของทุกตำรับการทดลองพบว่า ความเข้มข้นลดลงจาก 2.16% เหลือ 1.94% การลดลงของ N ที่พบในการศึกษาครั้งนี้คล้ายคลึงกับที่พบในทุเรียนและไม้ผลอื่น ๆ (สุมิตรา และคณะ 2544; 2545a,b; Menzel et al., 1992; Brown

1994) ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ N ในช่วงอายุ 5–7 เดือนอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหารของทุเรียน (สุมิตราและคณะ 2545a, 2545b)

ฟอสฟอรัส : ความเข้มข้นของ P มีค่าใกล้เคียงกันในทั้ง 6 ตำรับการทดลอง และมีแนวโน้มลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น กล่าวคือลดลงจาก 0.24% เหลือ 0.13%

โพแทสเซียม : ความเข้มข้นของ K ในทุกตำรับการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มเช่นเดียวกับ P คือ ลดลงจาก 2.43% เหลือ 1.49% การที่ K ลดลงมากในช่วงปลายฤดูปลูกน่าจะมาจากความต้องการธาตุ K ของผล เนื่องจากผลเป็นแหล่ง sink ที่สำคัญของ K (Menzel et al., 1992)

แคลเซียม : ความเข้มข้นของ Ca เพิ่มขึ้น จนถึงอายุใบ 5 เดือน หลังจากนั้นค่อนข้างคงที่ Ca ในทุกตำรับการทดลองแตกต่างกันค่อนข้างน้อย ปริมาณ Ca ในในเมื่ออายุ 5-7 เดือนมีค่าประมาณ 2% ซึ่งจัดว่าเพียงพอสำหรับทุเรียน

แมกนีเซียม : ความเข้มข้นของ Mg ค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง โดยทั้ง 6 ตำรับการทดลองแตกต่างกันเล็กน้อย ตำรับการทดลองที่มีค่า Mg สูงสุดได้แก่ ตำรับการทดลอง N3K2 [$(NH_4)_2SO_4$+K_2SO_4] และ N2K1 (NH_4Cl+KCl) ส่วนตำรับการทดลองที่มีค่าต่ำสุดได้แก่ N1K2 (Urea+K_2SO_4) และ N2K2 (NH_4Cl+K_2SO_4)

เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และ สังกะสี : ธาตุ Fe และ Mn มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น เมื่อใบมีอายุมากขึ้น เนื่องจากเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้ายในพืช ความเข้มข้นของ Fe ในทุกตำรับการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วน Mn มีความแตกต่างกันบ้าง โดยตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K ในรูป KCl จะมีค่า Mn โดยเฉลี่ยสูงกว่าตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย K_2SO_4 ส่วน Cu พบว่า ในทุกตำรับการทดลองมีธาตุ Cu ใกล้เคียงกัน และมีอยู่ในปริมาณน้อย ส่วนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ ความเข้มข้นของ Zn มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อใบอายุมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงอายุ 4–8 เดือนที่มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก น่าจะมาจากการฉีดพ่นสังกะสีทางใบของเกษตรกร เพราะสวนนี้พบอาการขาด Zn ค่อนข้างชัดเจน

โบรอน : ความเข้มข้นของ B เพิ่มขึ้นเมื่อใบอายุมากขึ้นจนถึงอายุใบประมาณ 5 เดือน หลังจากนั้น B ในใบลดลงเล็กน้อย ปริมาณ B ที่พบในใบทุเรียนสวนนี้ค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับปริมาณ B ในดินซึ่งค่อนข้างต่ำเช่นกัน

อะลูมินั่ม : ความเข้มข้นของ Al ในใบช่วงแรกสูง หลังจากนั้น ลดลงอยู่ในระดับประมาณ 60 mg kg^{-1} ตลอดอายุของการเก็บตัวอย่าง ซึ่งแตกต่างจากที่พบในสวนเอ และสวนเอี่ยนในการทดลองที่ 2 ที่พบว่า ปริมาณ Al ในใบเพิ่มขึ้น เมื่อใบอายุมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ปริมาณ Al ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ จัดว่าค่อนข้างต่ำ และไม่น่าจะเป็นพิษกับพืช (Bergman, 1992)

<u>ซัลเฟอร์</u> : ความเข้มข้นของ S ในใบค่อนข้างคงที่ ทั้ง ๆ ที่ S จัดเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ในพืช ทุกตำรับการทดลองมี S ใกล้เคียงกันคือ มีค่าประมาณ 0.10–0.15% ซึ่งจัดว่าค่อนข้างต่ำสำหรับไม้ผล เช่น ส้มและแอปเปิ้ล มีค่ามาตรฐานระหว่าง 0.2–0.4% แต่ใกล้เคียงกับมะม่วง (0.06-0.22%) ลิ้นจี่ (0.10–0.16%) [Reuter and Robinson, 1997]

<u>คลอไรด์</u> : ความเข้มข้นของ Cl ในแต่ละตำรับการทดลองแตกต่างกันเล็กน้อย โดยตำรับการทดลองที่ปุ๋ย NH_4Cl+KCl (N2K1) มีปริมาณ Cl ในใบสูงที่สุด ส่วนตำรับการทดลองที่ไม่ได้รับปุ๋ยในรูปคลอไรด์ มีปริมาณ Cl ต่ำสุด ยกเว้นตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย NH_4Cl ร่วมกับ K_2SO_4 (N2K2) ที่มีปริมาณ Cl สูงสอดคล้องกันปริมาณ Cl^- ในดินสูง สำหรับปริมาณ Cl สูงสุดในใบมีค่าประมาณ 1,600 mg kg^{-1} จัดว่าต่ำเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของ Cl ในไม้ผลอื่น ๆ เช่น ส้มกำหนดให้มี Cl ในใบระหว่าง 0.4–0.7% (4,000-7,000 mg kg^{-1}) หรือน้อยหน่าควรมีต่ำกว่า 0.3% (3,000 mg kg^{-1}) (Reuter and Robinson, 1997)

4. **ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน**

เมื่อนำความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนอายุ 5-7 เดือนของสวนจิมาภรณ์มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารปรากฏว่า ธาตุ N, Mg, S, Fe, Al และ Cl มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P<0.5$) โดย N มีค่าระหว่าง 2.13-2.30%, Mg ระหว่าง 0.25-0.32%, S ระหว่าง0.10-0.12%, Fe ระหว่าง 85-101 mg kg^{-1}, Al ระหว่าง 38-57 และ Cl ระหว่าง 218-395 mg kg^{-1} (ตารางที่ 30) อย่างไรก็ตาม ปริมาณธาตุอาหารในใบแตกต่างกันค่อนข้างน้อย ซึ่งคล้ายกับที่พบในสวนซูศักดิ์ในปีที่ผ่านมา แต่ความเข้มข้นของ Cl ระหว่างตำรับการทดลองแตกต่างกันน้อยกว่าสวนซูศักดิ์

5. **ผลผลิตทุเรียน และความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อทุเรียน**

ผลผลิตทุเรียนสวนจิมาภรณ์แสดงไว้ในตารางที่ 31 จากตารางจะพบว่าผลผลิตทุเรียนไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง คือมีค่าตั้งแต่ 117-146 กก./ต้น ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง ในทำนองเดียวกัน สีเนื้อทุเรียนก็ไม่แตกต่างกัน คุณภาพที่ได้จากการวัดขนาด รูปทรง รวมทั้งการชิมตามข้อกำหนดการตรวจสอบคุณภาพทุเรียนของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ปรากฏว่าคุณภาพไม่แตกต่างกันระหว่างตำรับการทดลอง และเมื่อนำเนื้อทุเรียนที่ผ่านการ freeze dry ไปวิเคราะห์พบว่า ธาตุส่วนมากยกเว้น Mg, Fe, Mn, Zn และ Cl มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง โดยมีความเข้มข้นของธาตุต่าง ๆ ดังนี้ N (1.01-1.21%), P (0.10-0.12%), K (1.21-1.46%), Ca (91-116 mg kg^{-1}) และ S (0.59-0.69%) (ตารางที่ 32) โดยตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K ในรูป K_2SO_4 มีแนวโน้มจะให้ปริมาณ S ในเนื้อทุเรียนสูงกว่าตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย K ในรูป KCl และตำรับการทดลองที่มีค่า S ในเนื้อสูงสุดได้แก่ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย

$(NH_4)_2SO_4+K_2SO_4$ (N3K2) ซึ่งให้ความเข้มข้นของ S 0.69% ส่วนตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ย KCl ทั้ง 3 ตำรับการทดลองมีค่า S ในเนื้อใกล้เคียงกัน ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ย N ในรูปใดก็ตาม สำหรับ Cu (4.3-6.1 mg kg^{-1}) ถึงแม้จะแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง แต่ปริมาณธาตุอาหารระหว่างตำรับการทดลองแตกต่างกันน้อย สำหรับ Cl ไม่แตกต่างกันและมีความเข้มข้นในเนื้อค่อนข้างต่ำ คือตั้งแต่ 62-107 mg kg^{-1}

ตารางที่ 30 ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในใบทุเรียนที่มีอายุระหว่าง 5-7 เดือน (สวนจิมาภรณ์) ปี 2546/47

ตำรับการ	มหธาตุ (%)						จุลธาตุ (mg kg^{-1})						
ทดลอง	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl	Al
N1K1	2.13a	.19	1.85	1.78a	.28ab	.10a	100bc	187ab	13	86b	32	368ab	54bc
N2K1	2.20ab	.17	1.75	2.09b	.31b	.10a	84a	202b	11	68a	31	637c	46abc
N3K1	2.20ab	.17	1.74	1.93ab	.29ab	.11ab	85a	178ab	12	87b	32	334ab	43ab
N1K2	2.15a	.17	1.79	1.88ab	.25a	.11ab	98bc	159a	12	87b	30	243ab	57c
N2K2	2.30b	.18	1.74	1.83ab	.25a	.10a	88bc	161a	12	83b	34	395b	38a
N3K2	2.13a	.18	1.73	2.08b	.32b	.12b	101c	189ab	11	74ab	34	218a	44ab
P=0.05	*				*	*	*					*	*
ค่า	2.00-	0.15-	1.50-	1.70-	0.25-		40-150	50-120	10-	10-30	30-		
มาตรฐาน	2.40	0.25	2.50	2.50	0.50				25		70		

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

N1K1 : Urea+ KCl, N2K1 : NH_4Cl+ KCl, N3K1 : $(NH_4)_2SO_4$+ KCl,

N1K2 : Urea+ K_2SO_4, N2K2 : NH_4Cl+ K_2SO_4, N3K2 : $(NH_4)_2SO_4$+ K_2SO_4

ตารางที่ 31 ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตทุเรียนสวนจิมาภรณ์ ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักผลผลิต/ต้น (กก.)	จำนวนผล/ต้น	น้ำหนักเฉลี่ย/ผล (กก.)	สีเนื้อทุเรียน	คะแนนคุณภาพ
N1K1	146	46.3	3.15	3.00ab	70.5ab
N2K1	133	44.7	2.94	3.00ab	67.4a
N3K1	127	44.0	2.93	3.09b	72.6b
N1K2	135	43.2	3.17	3.08b	70.6ab
N2K2	117	40.0	2.93	3.00ab	72.0ab
N3K2	144	51.2	2.94	2.97a	71.3ab

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

N1K1 : Urea+ KCl, N2K1 : NH_4Cl+ KCl, N3K1 : $(NH_4)_2SO_4$+ KCl,

N1K2 : Urea+ K_2SO_4, N2K2 : NH_4Cl+ K_2SO_4, N3K2 : $(NH_4)_2SO_4$+ K_2SO_4

ตารางที่ 32 ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนสวนจิมาภรณ์ ฤดูการเจริญเติบโต 2546/47

ตำรับการ	มหธาตุ (%)						จุลธาตุ (mg kg^{-1})					
ทดลอง	N	P	K	Ca[1]	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Cl
N1K1	1.05a	0.113abc	1.36ab	109ab	0.06	0.60a	8.61	8.47	4.94ab	5.74	N.D.	62
N2K1	1.09ab	0.108ab	1.29ab	91a	0.06	0.60a	8.78	8.80	4.34a	5.64	N.D.	92
N3K1	1.11ab	0.115abc	1.42b	95a	0.06	0.59a	9.70	9.07	5.07ab	6.15	N.D.	105
N1K2	1.21b	0.120bc	1.46b	116b	0.07	0.65ab	9.85	8.78	6.06b	6.14	N.D.	82
N2K2	1.01a	0.102a	1.21a	110ab	0.06	0.65ab	8.78	7.93	4.49a	5.73	N.D.	62
N3K2	1.10ab	0.123c	1.45b	95a	0.07	0.69b	9.79	7.78	5.52ab	6.11	N.D.	107
P=0.05	*	*	*	*		*			*			

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

N1K1 : Urea+ KCl, N2K1 : NH_4Cl+ KCl, N3K1 : $(NH_4)_2SO_4$+ KCl,

N1K2 : Urea+ K_2SO_4 N2K2 : NH_4Cl+ K_2SO_4 N3K2 : $(NH_4)_2SO_4$+ K_2SO_4

[1]หน่วยเป็น mg kg^{-1}

สรุป

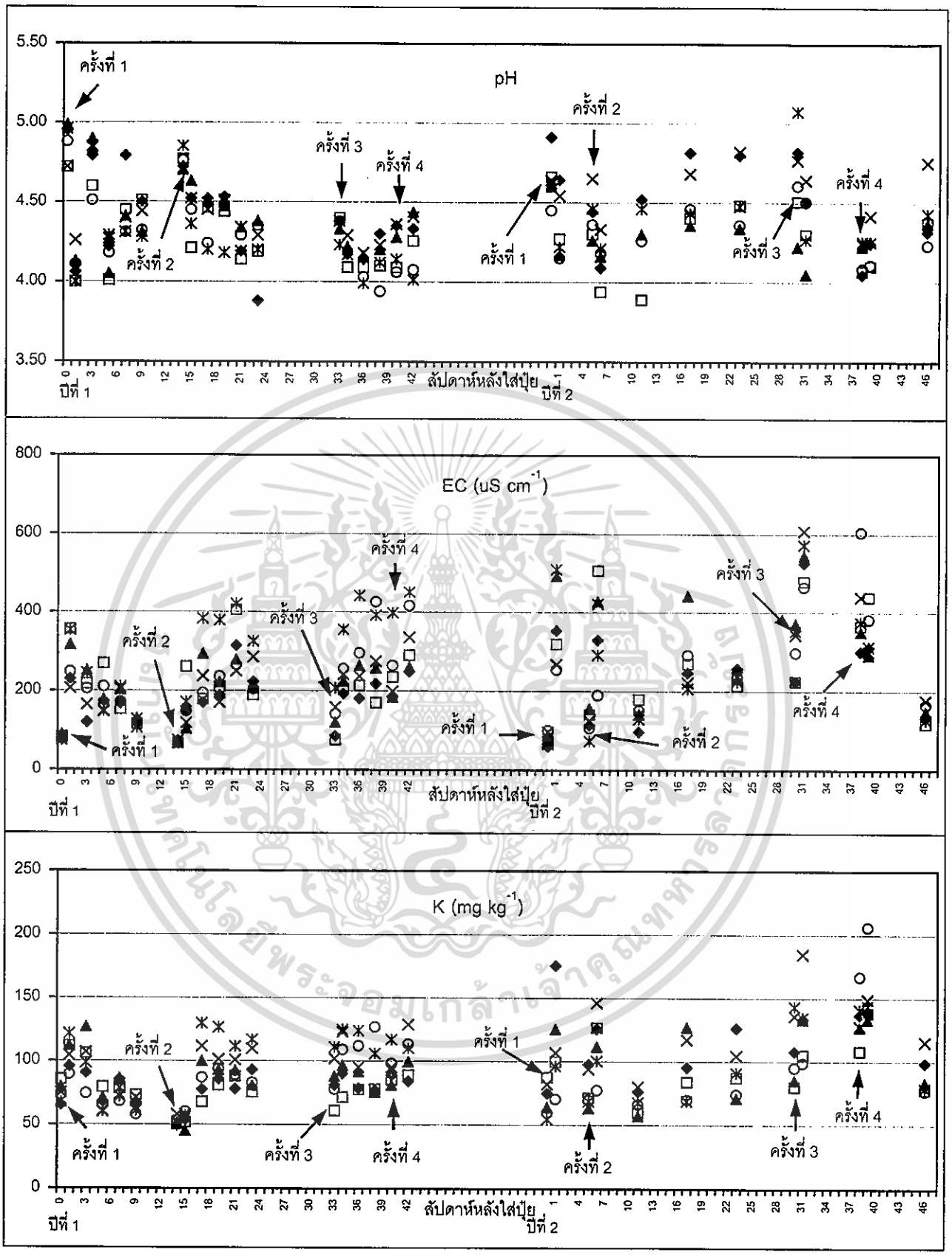
ผลจากการทดลองอาจสรุปได้ว่า

1. การใช้ปุ๋ยในรูปคลอไรด์ หรือซัลเฟต มีผลต่อสมบัติของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่า EC ซึ่งเป็นตัวชี้บ่งที่สำคัญว่าสามารถใช้ KCl ในดินได้หรือไม่ ผลการทดลองปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยคลอไรด์มีผลกระทบของปุ๋ยคลอไรด์ต่อค่า EC ไม่มากนัก และเป็นเพียงระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ถึงแม้ว่าจะมีการใส่ปุ๋ยคลอไรด์จำนวนมากจากทั้ง NH_4Cl + KCl ซึ่งผลกระทบของ NH_4Cl ต่อค่า EC มีมากกว่า KCl เนื่องจากมีการใส่ Cl ในปริมาณที่สูงกว่า

2. การใส่ปุ๋ยคลอไรด์มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนค่อนข้างน้อย โดยตำรับการทดลองที่ได้รับ Cl^- ในปริมาณสูง ทำให้ความเข้มข้นของ Cl ในใบเพิ่มขึ้นสูงกว่าตำรับที่ไม่ได้ปุ๋ย Cl อย่างไรก็ตาม ปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนสูงสุดอยู่ที่ระดับ 1,200 mg kg^{-1} (0.12%) และ 1,600 mg kg^{-1} (0.16%) สำหรับสวนชูศักดิ์ และสวนจิมาภรณ์ ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับพืชส่วนใหญ่ที่กำหนดเอาไว้ <0.3% (3,000 mg kg^{-1})

3. การใส่ปุ๋ยคลอไรด์มีผลต่อสีเนื้อทุเรียนและปริมาณธาตุอาหาร ในเนื้อทุเรียนค่อนข้างน้อย ถึงแม้ว่าปริมาณ S และ Cl ในเนื้อทุเรียนจะแตกต่างกันบ้างก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของธาตุทั้ง 2 นี้ พบว่าไม่ได้สัมพันธ์กับปริมาณ S หรือ Cl ที่ใส่

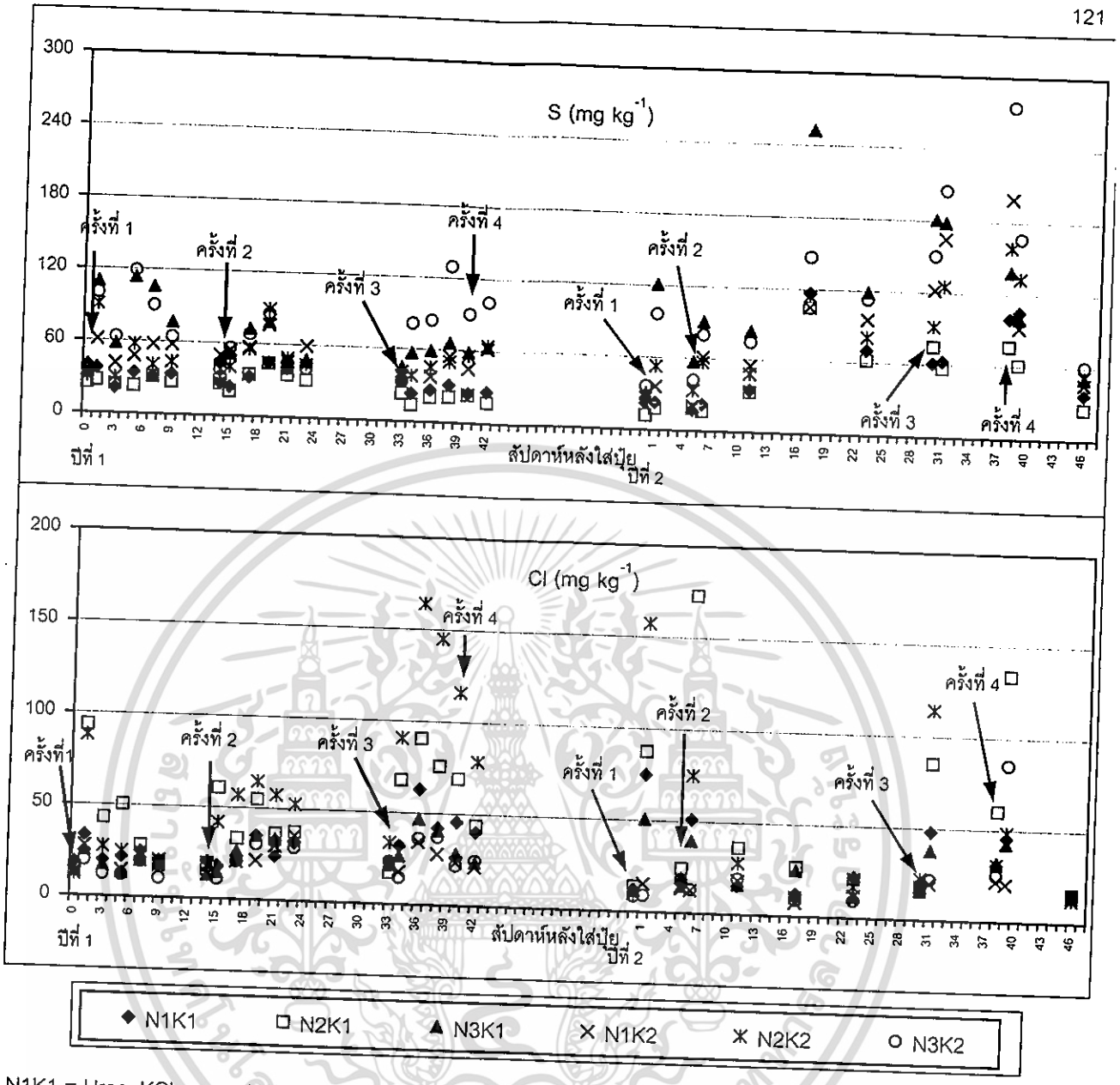
4. โดยสรุปแล้ว เกษตรกรสามารถเลือกใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูป K_2SO_4 หรือ KCl ได้ แต่ในกรณีที่ดินมี S น้อย อาจเพิ่มเติม S ให้แก่ดินในรูปอื่น เช่น ยิปซัม หรือแอมโมเนียมซัลเฟต ก็ได้



N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

รูปที่ 17 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ความลึก 0-20 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนชูศักดิ์



N1K1 = Urea, KCl

N2K1 = NH_4Cl, KCl

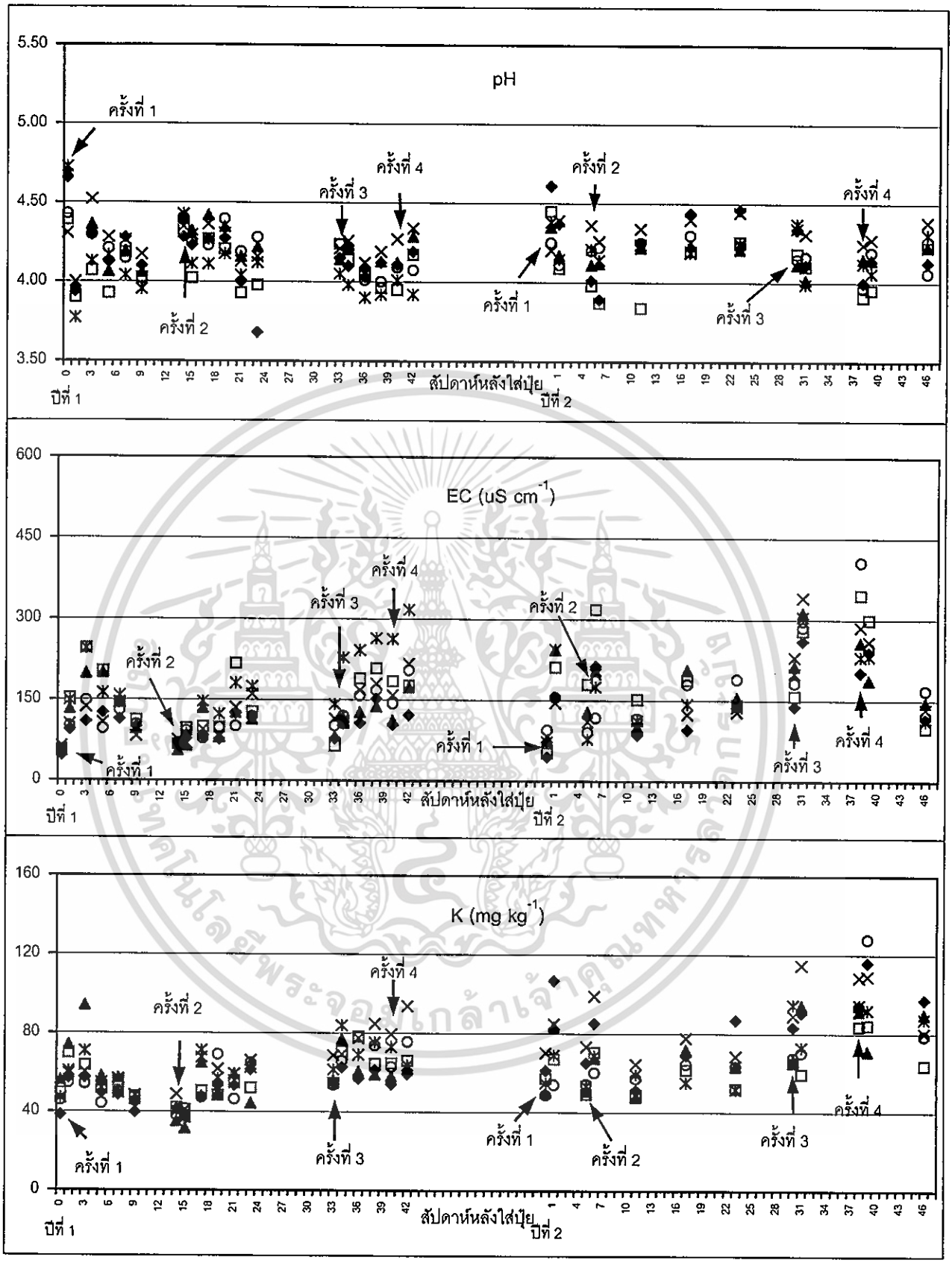
N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4

N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4

N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

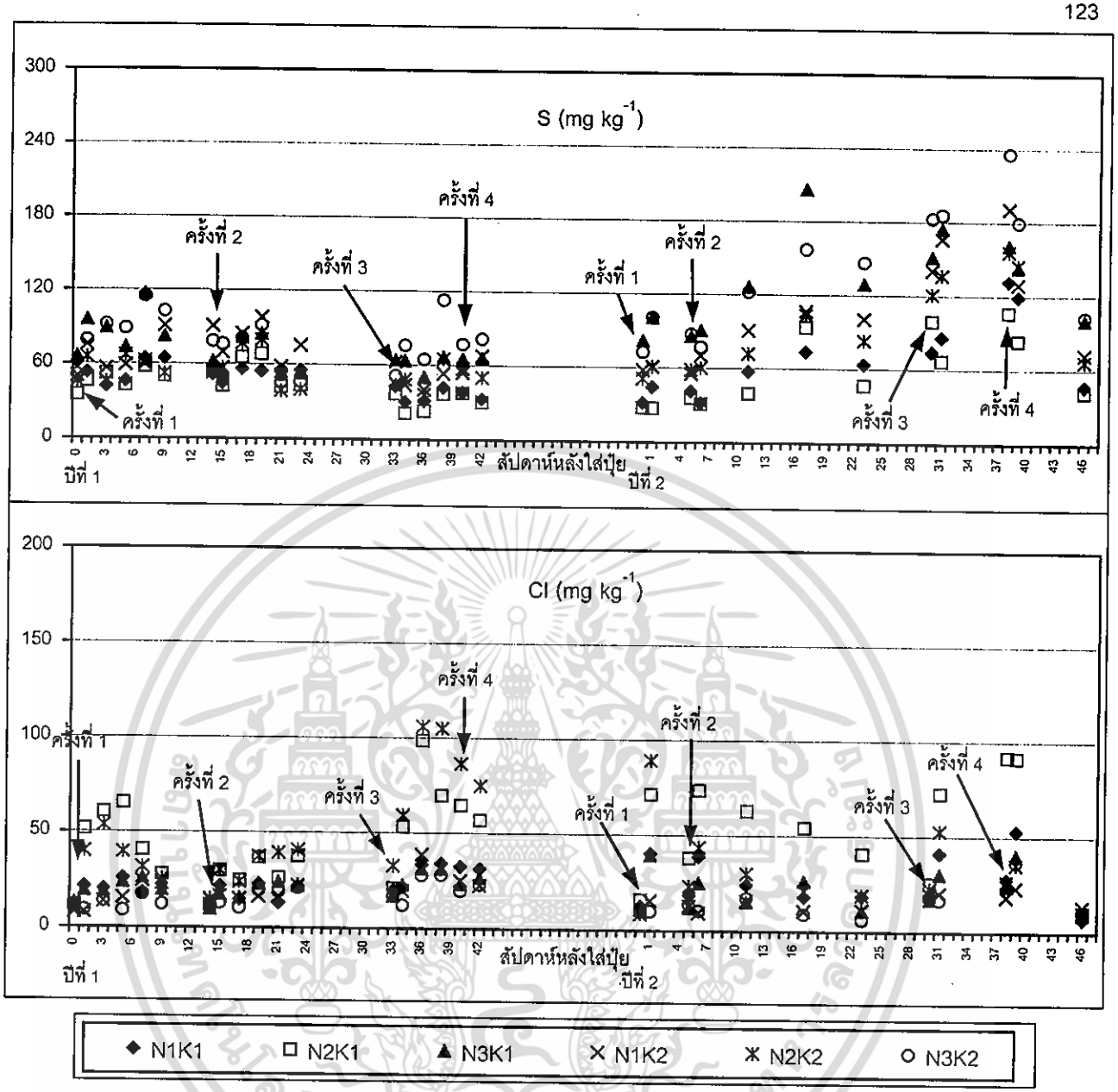
รูปที่ 17 (ต่อ)



N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

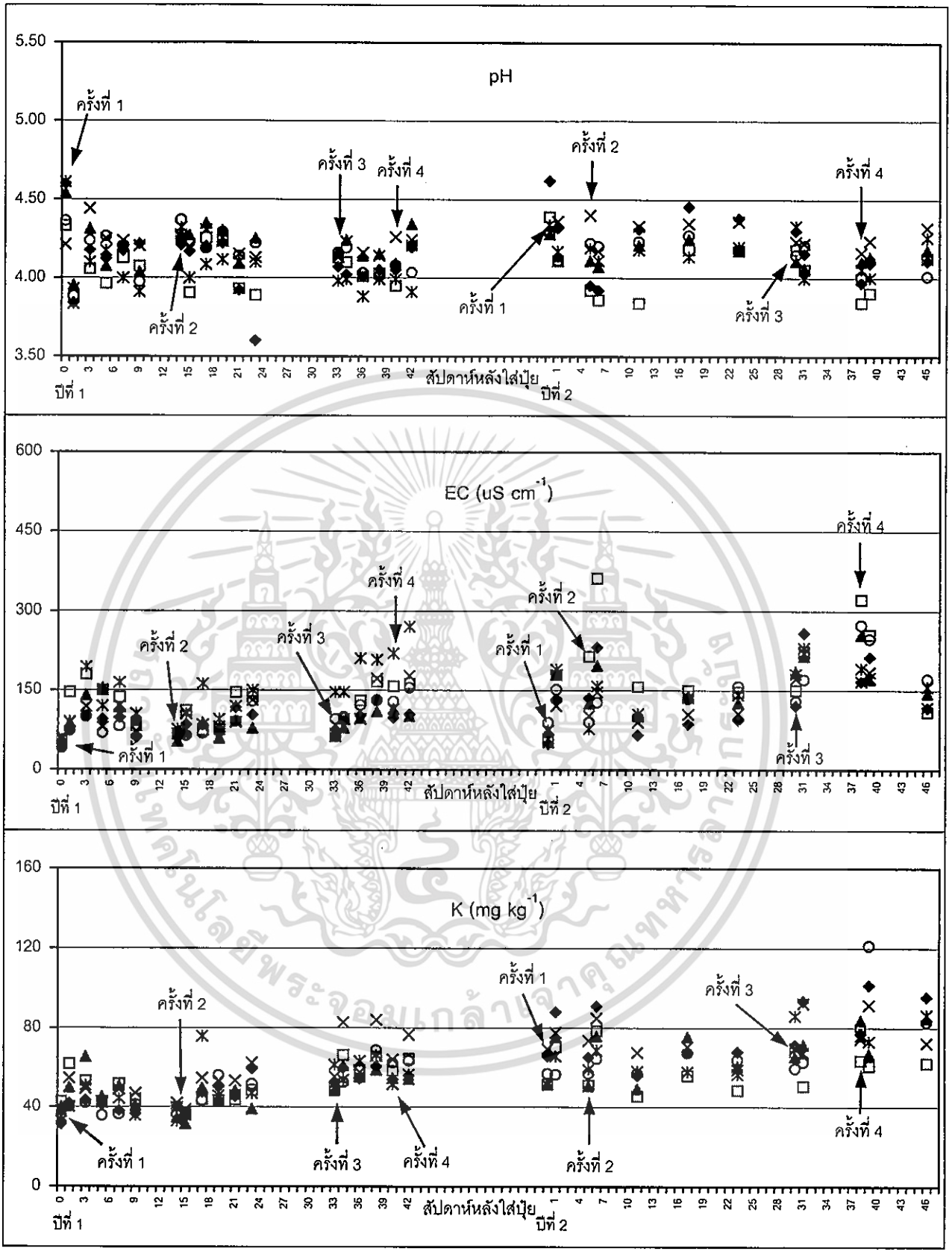
รูปที่ 18 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ความลึก 20-40 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนชูศักดิ์



N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

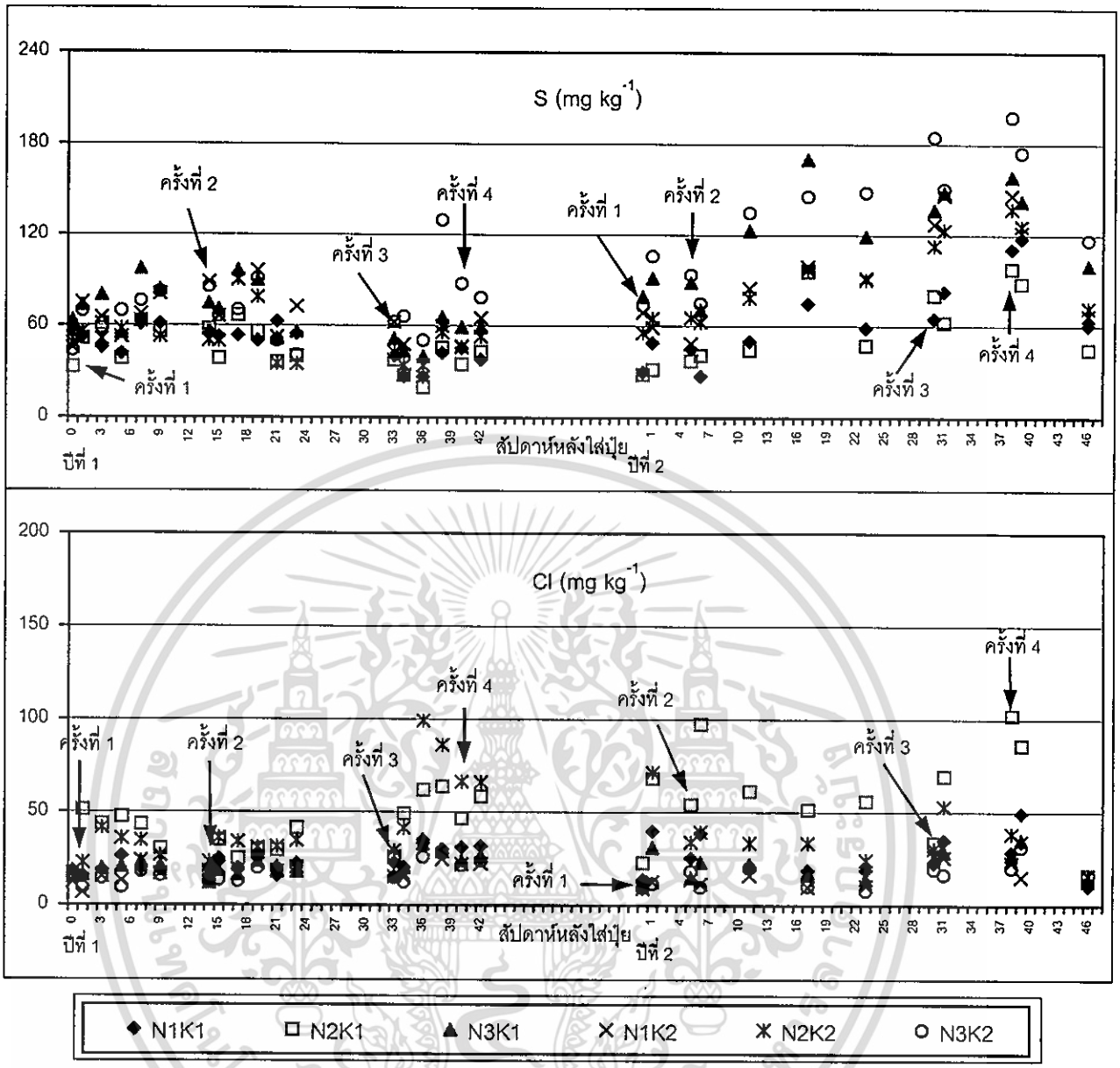
รูปที่ 18 (ต่อ)



N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

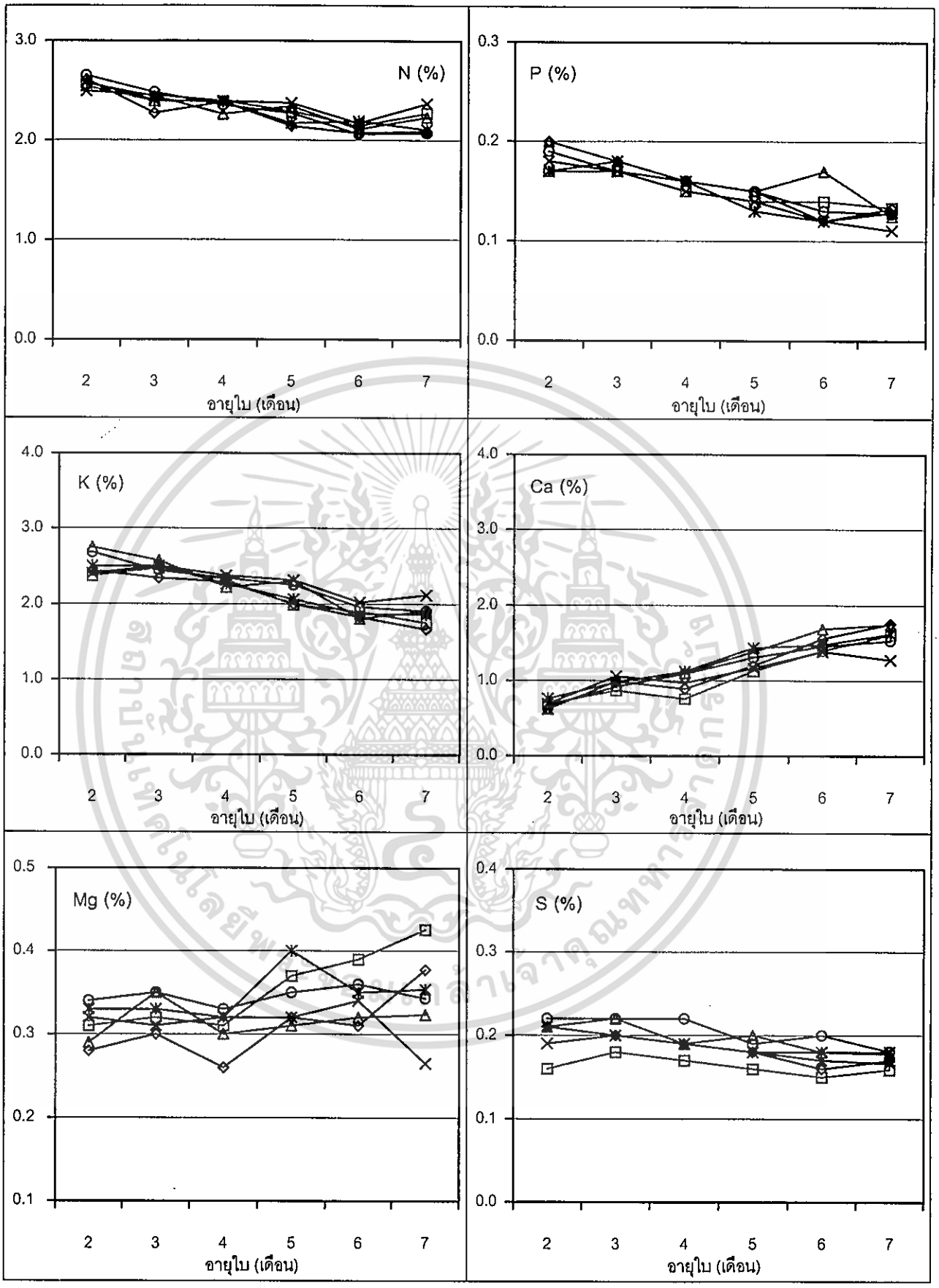
รูปที่ 19 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินที่ความลึก 40-60 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนชูศักดิ์



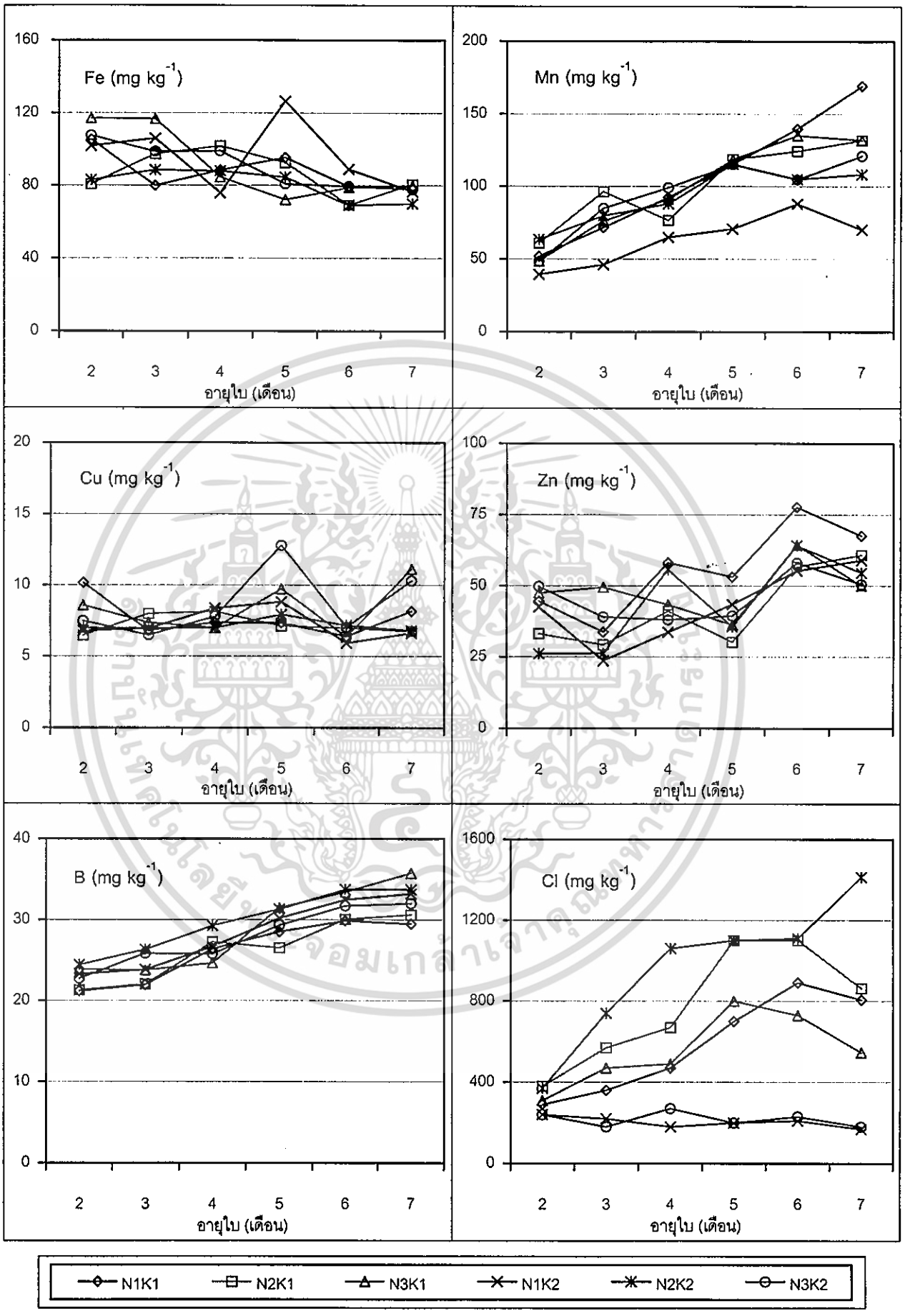
N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

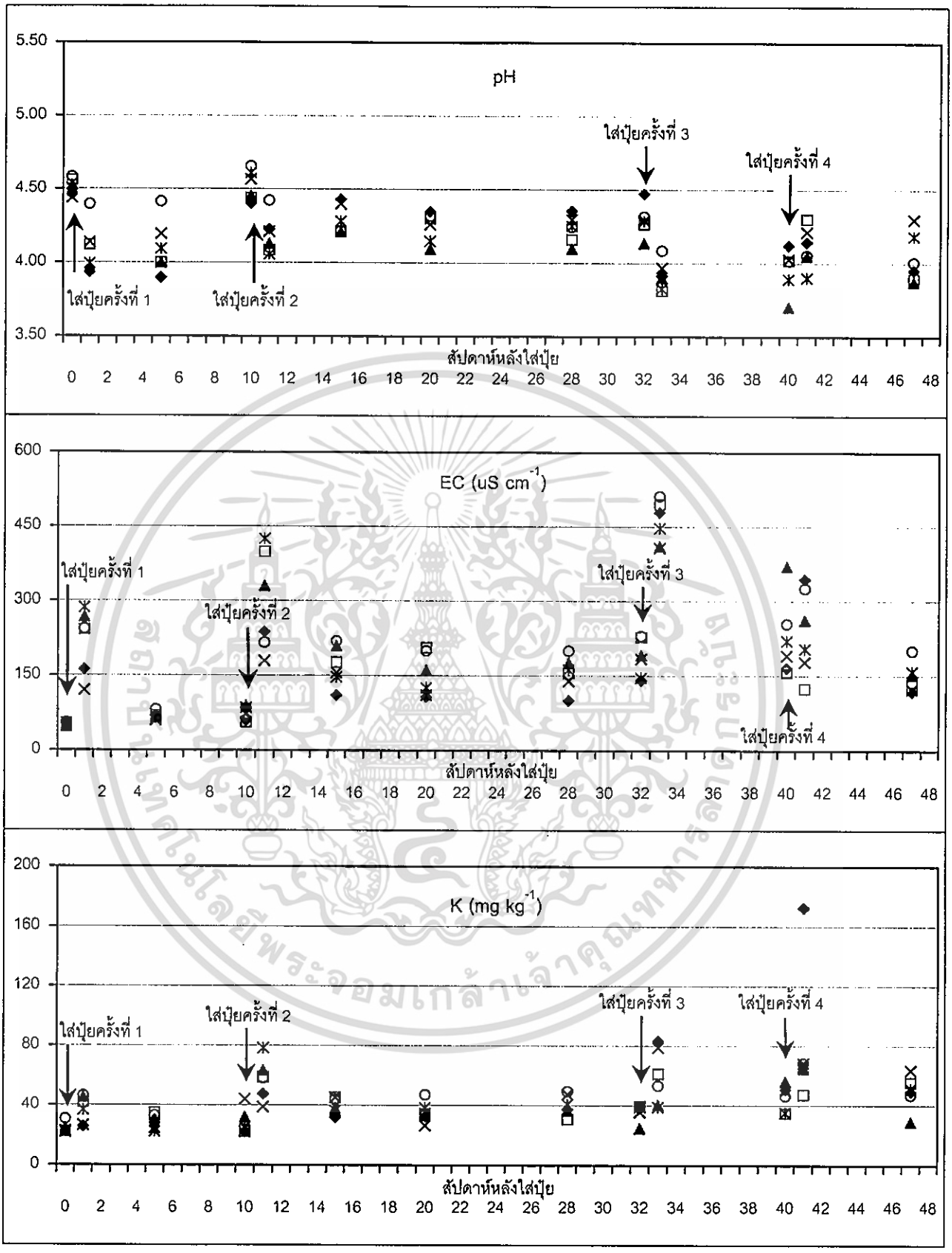
รูปที่ 19 (ต่อ)



รูปที่ 20 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนสวนชูศักดิ์ ต.วังแซ้ม อ.มะขาม จ.จันทบุรี ในฤดูการเจริญเติบโต 2545/46


Fe (mg kg-1)
Mn (mg kg-1)
Cu (mg kg-1)
Zn (mg kg-1)
B (mg kg-1)
Cl (mg kg-1)
อายุใบ (เดือน)
N1K1
N2K1
N3K1
N1K2
N2K2
N3K2

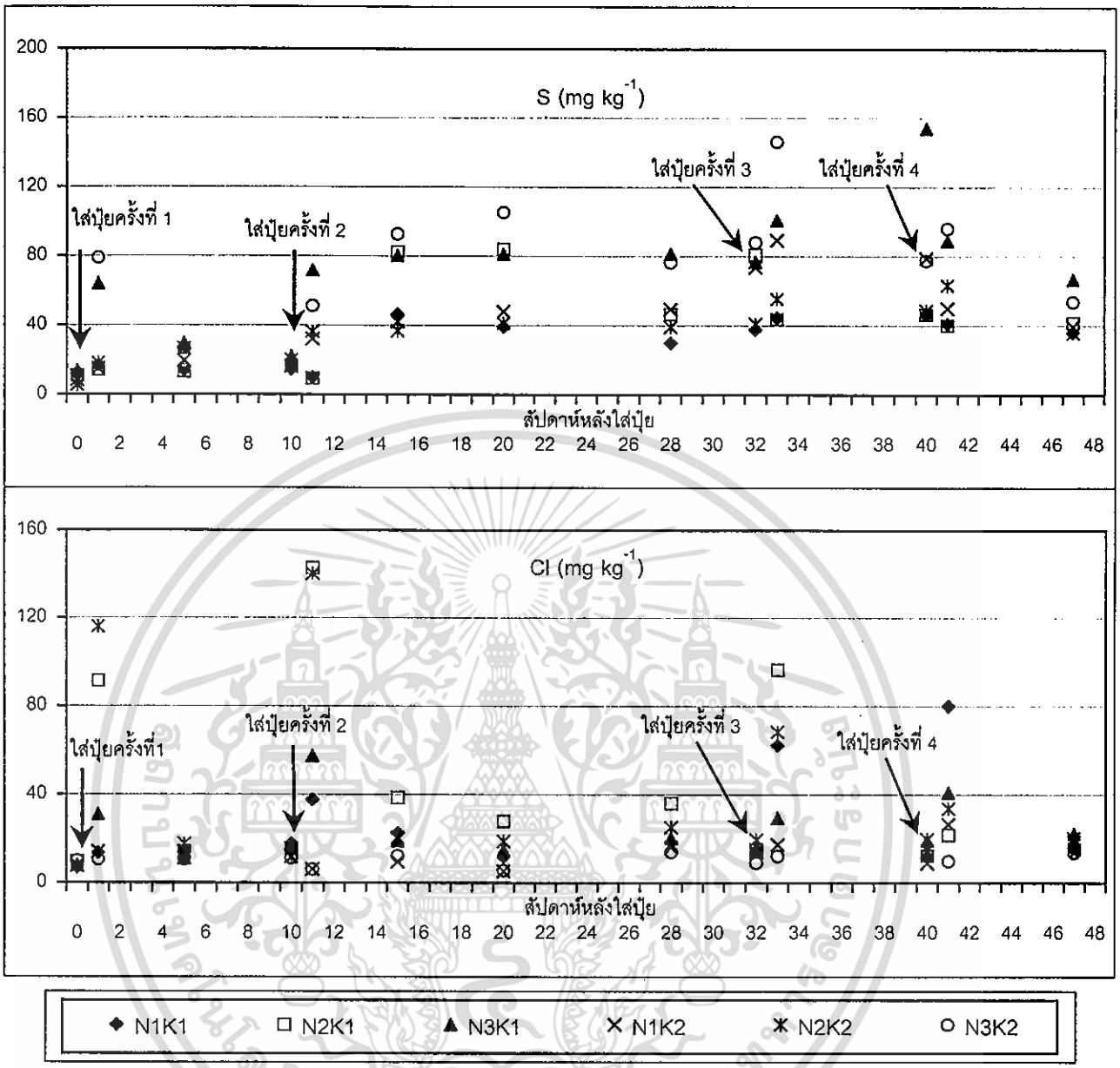
รูปที่ 20 (ต่อ)



N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

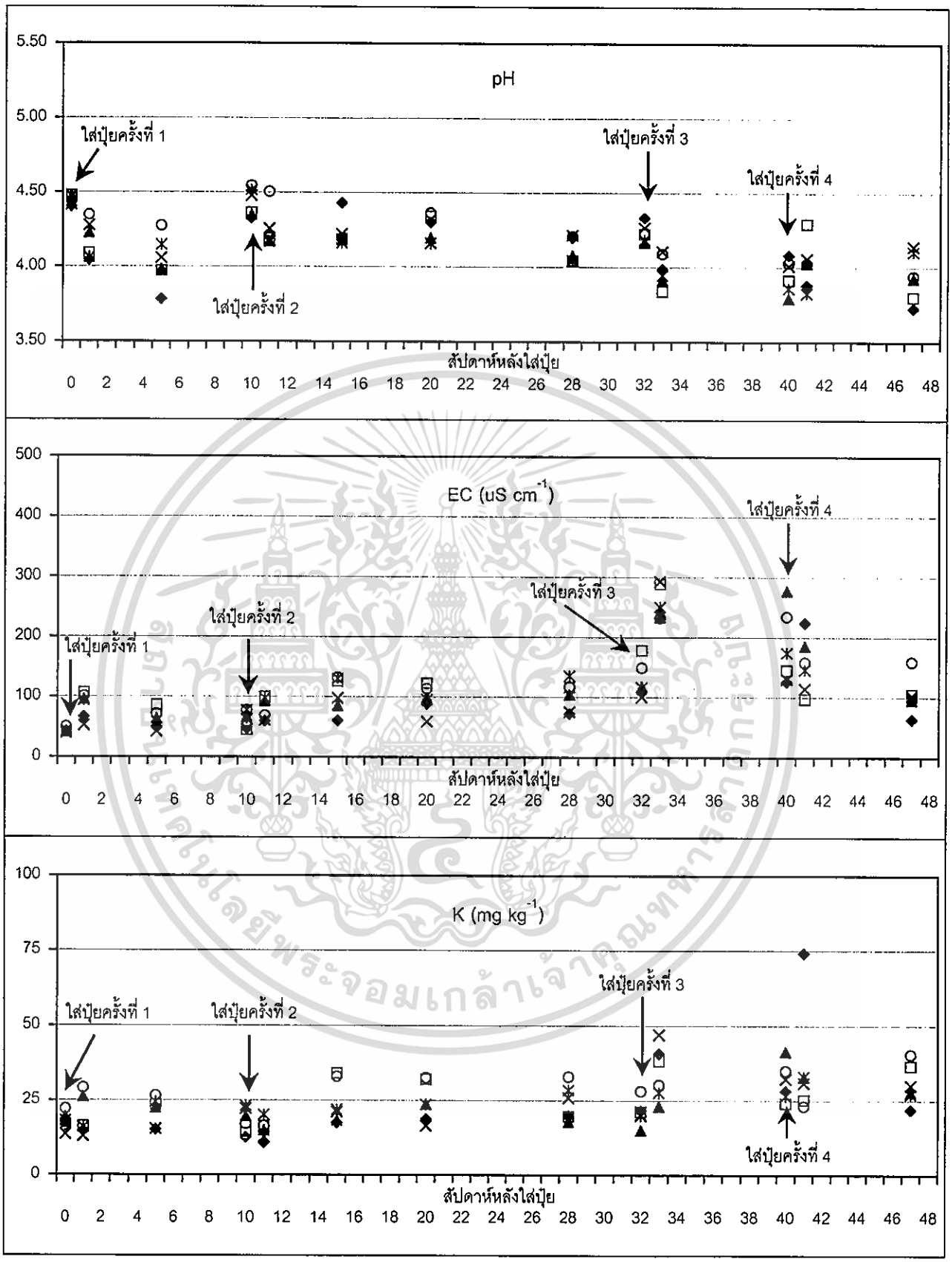
รูปที่ 21 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินความลึก 0-20 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนจิมาภรณ์



N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

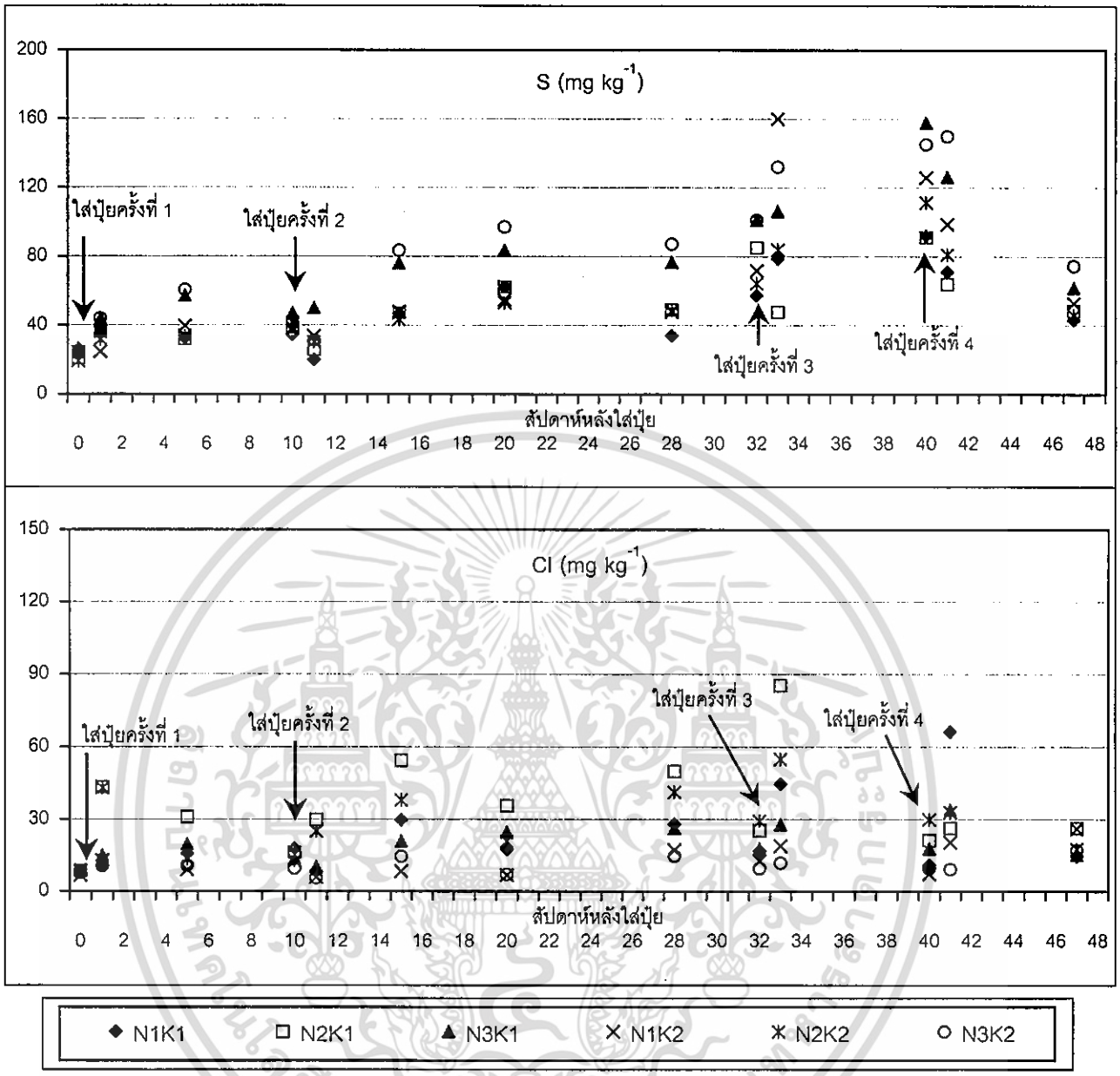
รูปที่ 21 (ต่อ)



N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

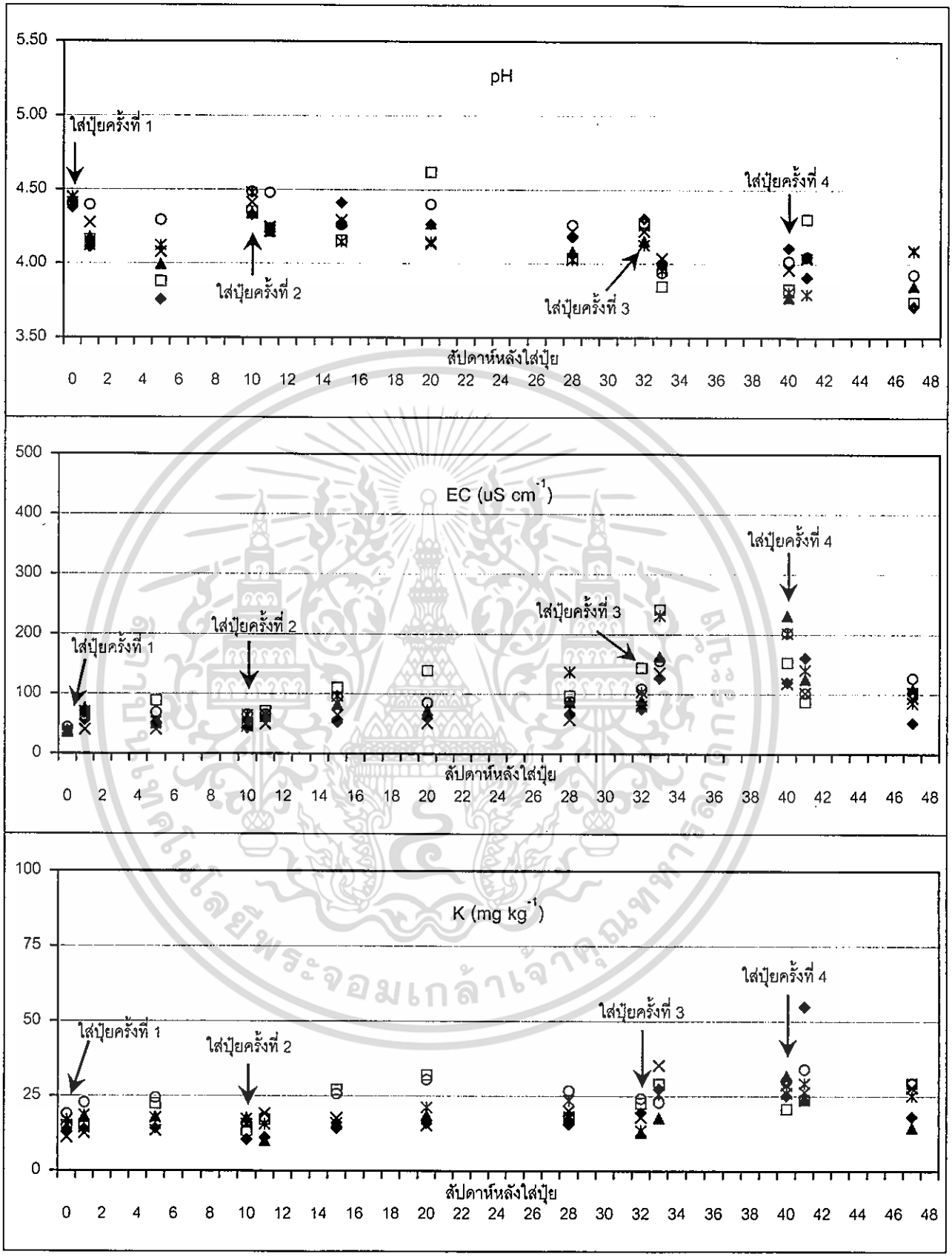
รูปที่ 22 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินความลึก 20-40 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนจิมาภรณ์



N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

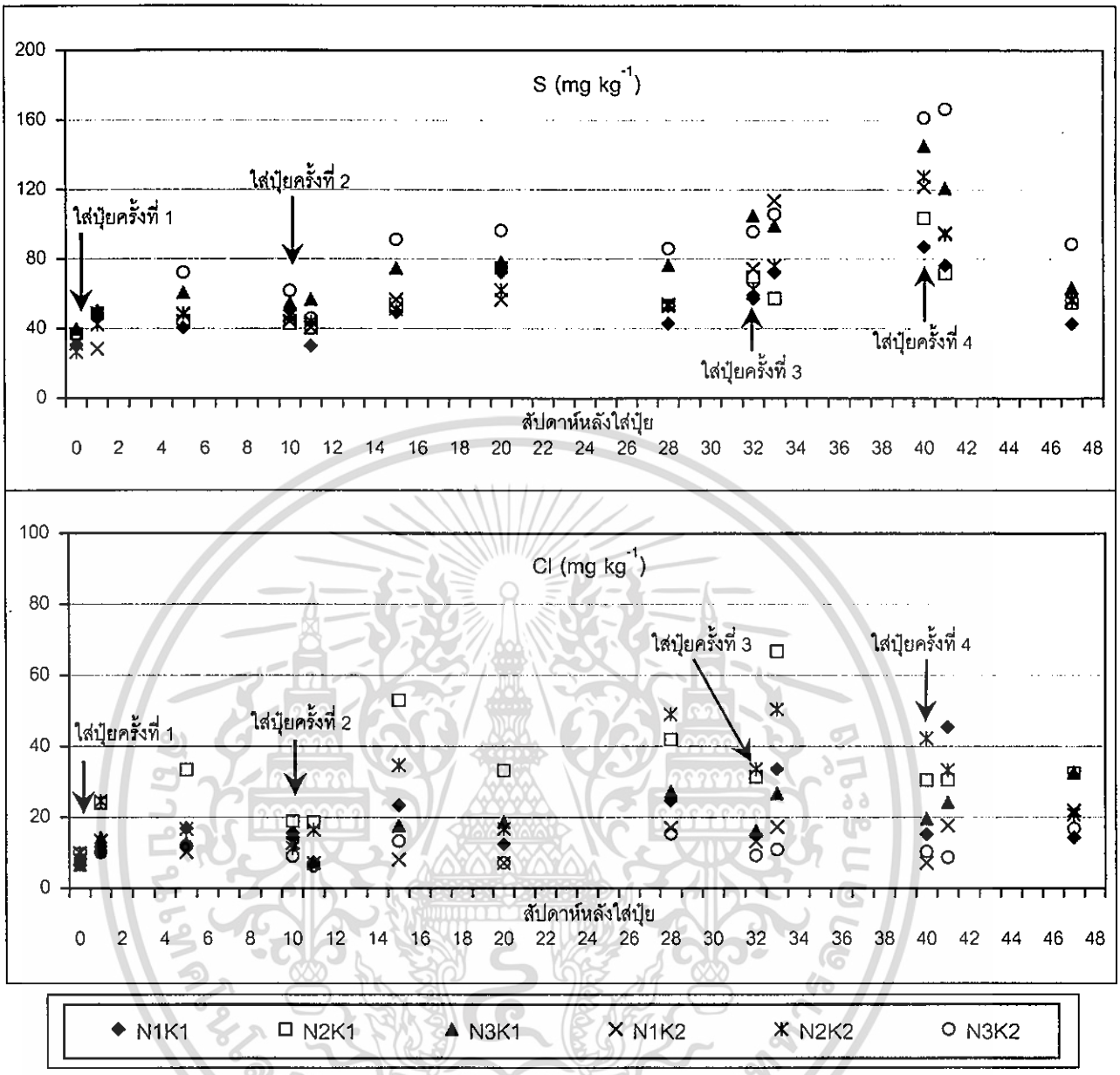
รูปที่ 22 (ต่อ)



N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

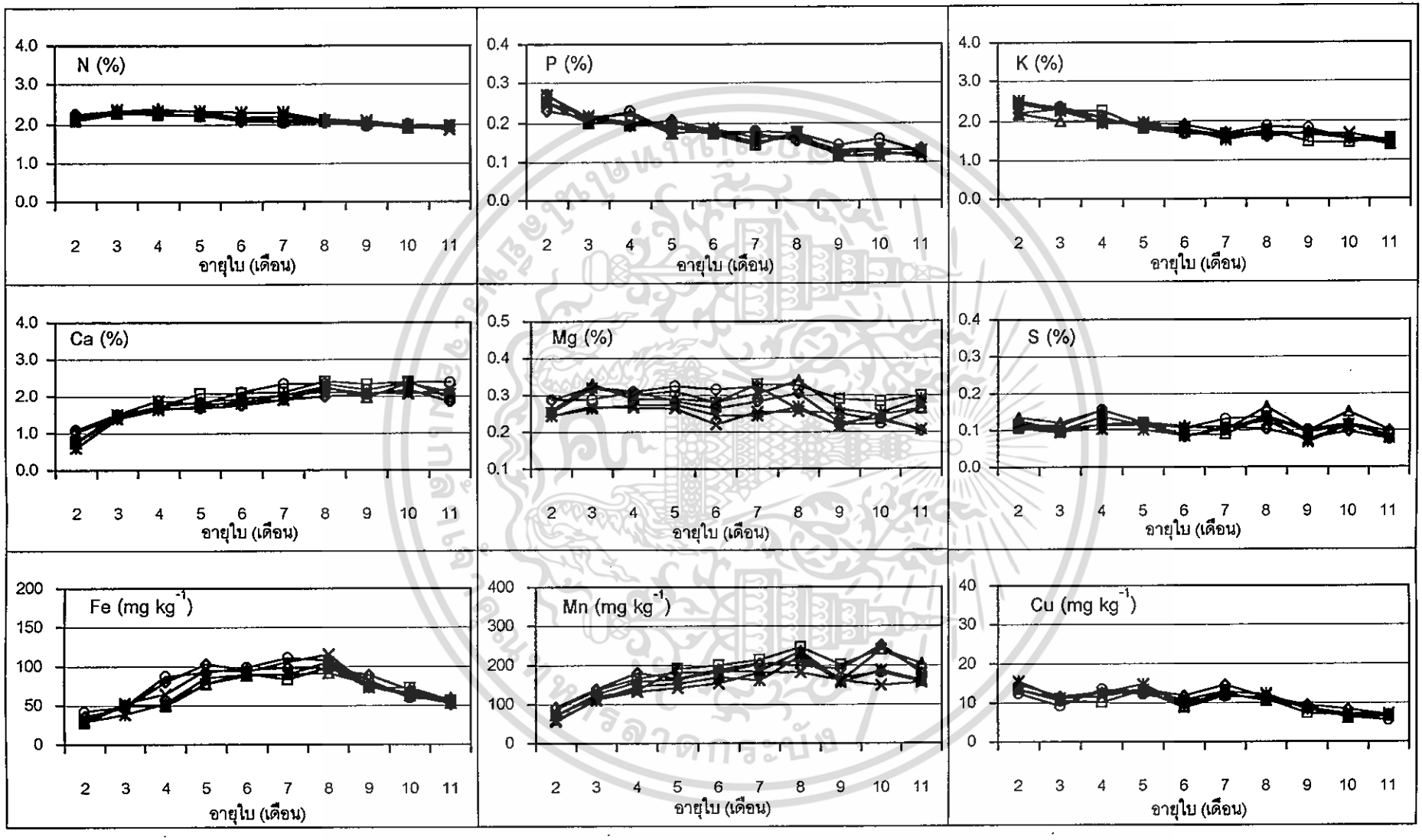
รูปที่ 23 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินความลึก 40-60 ซม. ภายหลังการใส่ปุ๋ยในแต่ละตำรับการทดลองของสวนจิมาภรณ์



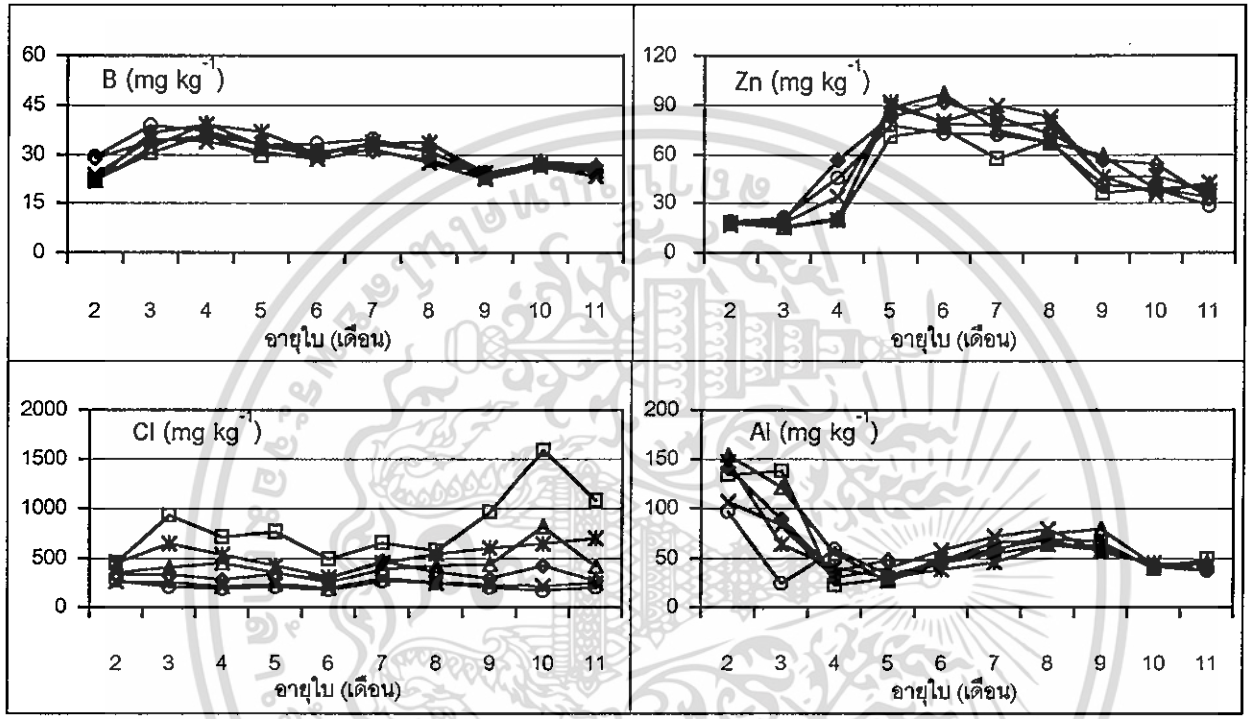
N1K1 = Urea, KCl N2K1 = NH_4Cl, KCl N3K1 = $(NH_4)_2SO_4$, KCl

N1K2 = Urea, K_2SO_4 N2K2 = NH_4Cl, K_2SO_4 N3K2 = $(NH_4)_2SO_4$, K_2SO_4

รูปที่ 23 (ต่อ)



รูปที่ 24 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนสวนจิมาภรณ์ อ.เมือง จ.จันทบุรี ในฤดูการเจริญเติบโต 2546/47


B (mg kg-1)
60
45
30
15
0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
Zn (mg kg-1)
120
90
60
30
0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
Cl (mg kg-1)
2000
1500
1000
500
0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
Al (mg kg-1)
200
150
100
50
0
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
อายุใบ (เดือน)
N1K1
N2K1
N3K1
N1K2
N2K2
N3K2

รูปที่ 24 (ต่อ)

สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองในสวนเกษตรกรเป็นเวลา 2 ปี ปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบค่อนข้างน้อย ส่วนหนึ่งอาจเนื่องจาก ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ไม่มากนัก และเป็นการศึกษาในสภาพที่เป็นสวนเกษตรกร (field trial) ซึ่งมีความผันแปรระหว่างต้นสูง จึงไม่เห็นผลชัดเจน นอกจากนั้น ในไม้ผลอาจใช้เวลานานมากกว่า 5 ปี จึงจะพบการตอบสนองต่อปุ๋ย
2. การใส่ปุ๋ย N มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารชนิดอื่นค่อนข้างน้อย แต่การใส่ปุ๋ย K มีผลต่อการดูดใช้ธาตุ Ca และ Mg โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าดินมีธาตุทั้ง 2 ชนิดอยู่ในน้อย ดังนั้น การใส่ปุ๋ย K ในอัตราสูง จึงต้องทำด้วยความระมัดระวัง และควรใส่ Ca และ Mg เพิ่มให้กับพืชด้วย
3. เมื่อดินมี P ในปริมาณสูงและพืชได้รับ P อย่างเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย P ให้กับพืชอีก เนื่องจาก P สามารถสะสมอยู่ในดินได้นาน การใส่ P เพิ่มขึ้น ไม่ได้ทำให้พืชออกดอกเร็วขึ้น แต่มีผลเสียคือ มีแนวโน้มจะทำให้พืชขาดจุลธาตุอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Zn ได้ง่าย เนื่องจากดินในภาคตะวันออกมี Zn ต่ำ ซึ่งเป็นการยืนยันผลการทดลองที่ผ่านมา
4. การใส่ปุ๋ย K ในระดับสูงสุดถึง 3,000 กรัม K_2O/ต้น/ปี ต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี ไม่ได้ทำให้ปริมาณ K ในดินเพิ่มสูงกว่า 50 mg kg^{-1} เนื่องจากดินเป็นทรายจัดและฝนตกชุก
5. การตอบสนองต่อปุ๋ย N และ K ของ 2 สวนที่ศึกษามีลักษณะแตกต่างกัน โดยสวนเอ มีความเข้มข้นของ N ในใบเพิ่มขึ้น ในปีที่ 2,3 และ 4 แต่ทั้ง 6 ตำรับการทดลองไม่แตกต่างกัน แต่การใส่ปุ๋ย K ในระดับสูงเป็นเวลาต่อเนื่องหลายปีไม่ได้ทำให้ K ในใบสูงขึ้น ส่วนสวนเอี่ยน ไม่พบการตอบสนองต่อปุ๋ย N แต่พบการตอบสนองต่อปุ๋ย K ในปีที่ 2 อาจเนื่องจากความเข้มข้นของ K ในใบสวนเอี่ยนในปีแรกค่อนข้างต่ำ
6. จากผลการทดลองทั้ง 2 สวนอาจสรุปได้ว่า เมื่อพืชมีความเข้มข้นของ N ในใบในระดับเพียงพอ อาจใส่ปุ๋ย N ในอัตราต่ำ-ปานกลางคือ 1,000-1,500 กรัม N/ต้น/ปี ส่วน K อาจใส่ในระดับ 2,000 กรัม K_2O/ต้น/ปี
7. การใส่ปุ๋ย K มีผลต่อการดูดใช้ Ca และ Mg ของพืช ดังนั้น การใช้ปุ๋ย K ในระดับสูงจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง และควรใส่ Ca และ Mg ให้เพียงพอกับความต้องการของพืชด้วย
8. การใส่ปุ๋ย N และ K ในระดับสูง มีผลทำให้การดูดใช้ Mn เพิ่มขึ้น แต่ไม่มากจนทำให้เกิดปัญหากับทุเรียน
9. ธาตุ Zn และ B เป็นธาตุที่พบว่ามีค่อนข้างน้อยในพืช และอาจเกิดการขาดแคลนได้ง่าย เนื่องจากดินมีธาตุเหล่านี้ในปริมาณน้อย นอกจากนั้น การที่มี P สูงทำให้เกิดการขาด Zn ได้ง่ายจากการทำปฏิกิริยาของ P กับ Zn

10. การใช้ปุ๋ยในรูปคลอไรด์ หรือซัลเฟต มีผลต่อสมบัติของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่า EC ซึ่งเป็นตัวชี้บ่งที่สำคัญว่าสามารถใช้ KCl ในดินได้หรือไม่ ผลการทดลองปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยคลอไรด์มีผลกระทบของปุ๋ยคลอไรด์ต่อค่า EC ไม่มากนัก และเป็นเพียงระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ถึงแม้ว่าจะมีการใส่ปุ๋ยคลอไรด์จำนวนมากจากทั้ง NH_4Cl + KCl ซึ่งผลกระทบของ NH_4Cl ต่อค่า EC มีมากกว่า KCl เนื่องจากมีการใส่ Cl ในปริมาณที่สูงกว่า
11. ค่า EC สูงสุดที่พบในการทดลองครั้งนี้อยู่ที่ 600 $\mu S\ cm^{-1}$ และอยู่ในระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น จึงไม่น่ามีอันตรายต่อพืช
12. การใส่ปุ๋ยคลอไรด์มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนค่อนข้างน้อย โดยตำรับการทดลองที่ได้รับ Cl^- ในปริมาณสูง ทำให้ความเข้มข้นของ Cl ในใบเพิ่มขึ้นสูงกว่าตำรับที่ไม่ได้ปุ๋ย Cl อย่างไรก็ตาม ปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนสูงสุดอยู่ที่ระดับ 1,200 mg kg^{-1} และ 1,600 mg kg^{-1} สำหรับสวนชูศักดิ์ และสวนจิมาภรณ์ ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับพืชส่วนใหญ่ที่กำหนดเอาไว้ <0.3% (3,000 mg kg^{-1})
13. การใส่ปุ๋ยคลอไรด์มีผลต่อสีเนื้อทุเรียนและปริมาณธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนค่อนข้างน้อย ถึงแม้ว่าปริมาณ S และ Cl ในเนื้อทุเรียนจะแตกต่างกันบ้างก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของธาตุทั้ง 2 นี้ พบว่าไม่ได้สัมพันธ์กับปริมาณ S หรือ Cl ที่ใส่
14. โดยสรุปแล้ว เกษตรกรสามารถเลือกใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูป K_2SO_4 หรือ KCl ได้ แต่ในกรณีที่ดินมี S น้อย อาจเพิ่มเติม S ให้แก่ดินในรูปอื่น เช่น ยิปซัม หรือแอมโมเนียมซัลเฟต

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2527. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 98 หน้า.

สุมิตรา ภู่วโรดม นุกูล ถวิลถึง สมพิศ ไม้เรียง พิมล เกษสยม และจิรพงษ์ ประสิทธิเขตร. 2544 ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพ.

สุมิตรา ภู่วโรดม นุกูล ถวิลถึง สมพิศ ไม้เรียง พิมล เกษสยม และจิรพงษ์ ประสิทธิเขตร. 2545a. การสร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน : 1. วิธีมาตรฐานธาตุในการเก็บตัวอย่างใบ. ว.วิทย.กษ. 33 : 269-278.

สุมิตรา ภู่วโรดม นุกูล ถวิลถึง สมพิศ ไม้เรียง พิมล เกษสยม และจิรพงษ์ ประสิทธิเขตร. 2545b. การสร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน : 2. ค่ามาตรฐานธาตุอาหาร. ว.วิทย.กษ. 33 : 279-286.

Allan, S.E. 1971. Chemical analysis of ecological materials. John Wiley and Sons, New York.

Alva, A.K. and D.P.H. Tucker. 1999. Soil and citrus nutrition. pp. 59-71 *In* L. W. Timmer and L.W. Duncan (eds.) Citrus Health Management. APS Press, USA.

Atkinson, D., J.E. Jackson, R.O. Sharples and W.M. Waller (eds.). 1980. Mineral Nutrition of Fruit Trees. Butterworths, London. 435 pp.

Bergmann, W. 1992. Nutritional Disorder of Plants : Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fisher Verlag Jena. Stutgart.

Brown, P.H. 1994. Seasonal variations in fig (*Figus carica* L.) leaf nutrient concentrations. HortSceince 29 : 817-873.

Brown, P.H. 2001. Transient nutrient deficiencies and their impact on yield – a rationale for foliar fertilizers?. Acta Hort. 564:217-223.

Chang, S.S., W.T. Huang, S. Lian, A.H. and W.L. Wu. 1992. Research on leaf diagnosis as guides to fertilization recommendation for citrus orchards in Taiwan. Annual Research Reports on Soils and Fertilizers 81. Published by the Provincial Department of Agriculture and Forestry, Taiwan, R.O.C. p.167-195.

Clark, C.J., G.S. Smith and I.M. Gravett. 1989. Seasonal accumulation of mineral nutrients by Tamarillo. 1. Leaves. Scientia Hort. 40:119-131.

Cline, R.A. and O.A. Gradt. 1980. The effect of source and rate of potassium on the performance of "Concord" grape vines grown on clay loam soils. J. Amer. Hortic. Sci. 105:650-653.

Cummings, G.A. 1983. Effects of soil pH, phosphorus rates, deep tillage practices, and clay additions on peach tree performance in deep sandy soils of North Carolina. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:586-589.

Dasberg, S., H. Bielorai and J. Erner. 1983. Nitrogen fertigation of Shamouti oranges. Plant and Soil 75:41-49.

Dasberg, S. 1987. Nitrogen fertilization in citrus orchards. Plant and Soil 100: 1-9.

Edelbauer, A. 1979. Investigations on the influence of varied KCl/K_2SO_4 ratios on yield of grapes, and on quality of grape juice and its amino acids pattern of Vitis vinifera nutrient solution culture. Potash Rev. Subject 29, Suite 10, no. 1. Berne: International Potash Institute.

Embleton, T.W., W.W. Jones, C.K. Labanauskas and W. Reuter.1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. p. 183-210. *In* W. Reuter (ed.) The Citrus Industry. Vol. III. University of California, Berkeley.

Forshey, C.G. 1969. Potassium nutrition of deciduous fruits. HortScience 4 : 39-41.

Gaines, T.P. and Mitchell, G.A. (1979). Boron determination in plant tissue by the azomethine-H method. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 108: 1099-1108.

Gourley, C.J.P. 1999. Potassium. p. 229-245. *In* K.I. Peverill et al. (eds.) Soil Analysis: an Interpretation Manual. CSIRO Publishing, Australia.

International Institute of Tropical Agriculture. 1979. Selected Methods for Soil and Plant Analysis. Manual Series No. 1, Ibadan, Nigeria.

Jones, J.B., Jr. 1998. Plant Nutrition Manual. CRC Press, Boca Raton. 194 p.

Kamprath, , E.J. 1984. Crop response to lime on soils in the tropics. p. 349-368. *In* F. Adam (ed.) Soil Acidity and Liming. 2nd ed. No. 12 in the series of Agronomy. ASA, Madison, WI.

Kasimatis, A.N. and Christensen, L.P. (1976). Response of Thompson Seedless grapevines to potassium application from three fertilizer sources. Am. J. Vitic. 27: 145-149.

Koseki, J., S. Attajarusit, S. Srivoravit, W. Cholitkul and B. Tungmephol. 1987. Studies on the dynamics of soil macro- and micro- nutrients and nutritional status of upland crops in Thailand. Tropical Agriculture Research, Japan and Dept. of Agriculture, Thailand. 282p

Koo, R.C.J. and T.W. Young. 1977. Effects of age, position and fruiting status on minerall composition of "Tonnnage" avocado leaves. J. Amer. Soc. Hortic. Science. 102: 311-313.

Kotur, S.C. and Singh, H.P. 1993. Leaf-sampling technique in litchi (*Litchi chinensis*). Ind. J. Hort. 63 : 632-638.

Leece, D.R. 1975. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. 5. Sweet cherry. Aust. J. Exp. Agric. Animal Husb. 115: 118-122.

Leece, D.R. 1976a. Diagnosis of nutritional disorder of fruit trees by leaf and soil analyses and biochemical indices . J. Aust. Inst. Agric. Sci. 42: 3-19.

Leece, D.R. and B. Barkus. 1974. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. 3. Nutritional status of peach orchards . Aust. J. Expt. Agric. Anim. Husb. 14: 828-834.

Leece, D.R. 1976b. Diagnostic leaf analysis for stone fruit. 7. Effects of fertilizer nitrogen, phosphorus, and potassium on leaf composition of peach. Aust. J. Expt. Agric. Anim. Husb. 16: 775-779.

Legaz, F., E. Primo-Millo, E. Primo-Yufera, C. Gil and J.L. Rubio. 1982. Nitrogen fertilization in citrus : I. Absorption and distribution of nitrogen in calamondin trees (*Citrus mitis* Bl.), during flowering, fruit set and initial fruit development periods. Plant and Soil 66: 339-351.

Lewis, D.C. 1999. Sulfur. p. 221-228. *In* K.I. Peverill et al. (eds.) Soil Analysis: an Interpretation Manual. CSIRO Publishing, Australia.

Ludwick, A.E. 1994. Phosphorus and potassium fertilizer sources. pp.79-82, *In* A.B. Peterson and R. G. Stevens (eds.), Tree Fruit Nutrition. Good Fruit Grower, Washington.

Marschner, H.1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, New York.

Menzel, C.M. and D.R. Simpson. 1987. Lychee nutrition: a review. Scientia Hortic. 31: 195-224.

Menzel, C.M., G.F. Haydon, and D.R. Simpson. 1992. Mineral nutrient reserves in bearing litchi trees (*Litchi chinensis* Sonn.). J. Hort. Sci. 67:149-160.

Mulvey, P.J. and G.L. Elliot. 2000. Toxicities in soils. p. 252-259, *In* Charman and Murphy (eds.) Soil : Their Properties and Management. Oxford University Press, New York.

Nielsen, G.H. 1994. Phosphorus on replanted orchards. pp. 71-77. *In* A.B. Peterson and R. G. Stevens (eds.) Tree Fruit Nutrition. Good Fruit Grower, Washington.

Obreza, T.A. 1993. Program fertilization for establishment of orange trees. J. Prod. Agric. 6:546-552.

Osborne, J.F. 1984. Soil analysis as a guide to acidity classes in mature acid sulfate soils of the Southern Central Plain of Thailand. Proc. of the 5th ASEAN Soil Conference, Bangkok, June 10-23, 1984. C3:1-15.

Poovarodom, S., S. Mairaing, J. Prasittikhet, N. Tawinteung and P. Ketsayom. 2001. Seasonal variations in nutrient concentrations of durian (*Durio zibethinus* Murr.) leaves. Acta Hort. 564:235-242.

Poovarodom, S., N. Tawinteung, and P. Ketsayom. 2002. Development of leaf nutrient concentration standards for durian. Acta Hort. 594: 399-404.

Poovarodom, S. and W. Chatupote. 2002. Boundary line approach in specifying durian nutrient standards. Paper accepted for presentation at the 17th World Congress of Soil Science, 14-21 August 2002, Bangkok, Thailand.

Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1997. Plant Analysis: An Interpretation Manual. 2nd edition. CSIRO Publishing, Australia. 572p.

Righetti, T.L., K.L. Wilder and G.A. Gummings. 1990. Plant analysis as an aid to fertilizing orchard crops. p. 563-601. *In* R.L. Westerman (ed.) Soil testing and plant analysis. Amer. Soc. Agr., Madison, WI.

Sanchez, P.A. 1976. Properties and Management of Soils in the Tropics. Wiley and Sons, New York. 618 p.

Shaw, R.J. 1999. Soil salinity – electrical conductivity and chloride. p. 129-145. *In* K.I. Peverill et al. (eds.) Soil Analysis: an Interpretation Manual. CSIRO Publishing, Australia.

Smith, M.W., P.L. Ager and D.S.W. Endicott. 1985. Effect of nitrogen and potassium on yield, growth and leaf elemental concentration of pecan. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:446-450.

Sparks, D. 1988. Growth and nutritional status of pecan in response to phosphorus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 850-859.

Stiles, W.C. 1994. Phosphorus, potassium, magnesium and sulfur soil management. p. 63-70. *In* A.B. Peterson and R.G. Stevens (eds.) Tree Fruit Nutrition. Good Fruit Grower. Washington.

Tandon, H.L.S. (1993). *Methods of Analysis of Soils, Plants, Water and Fertilisers*. New Delhi: Fertiliser Development and Consultation Organisation.

Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cations. p. 159-165. *In* A.L.Page (eds.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy No. 9 in the series of Agronomy. ASA, Madison, WI.

Tisdale, S.L., W.L. Nelson and J.D. Beaton. 1990. Soil Fertility and Fertilizers. 4th ed. Macmillan Publishing Company, New York.

Tucker, D.P.H., R.M. Davis, T.A. Wheaton and S.H. Futch. 1990. A nutritional survey of southwest, and east coast flatwoods citrus groves. Proc. Fla. State Hortic. Soc. 103:324-327.

Van-Peterson, O. 1980. Calcium, potassium, and magnesium nutrition and their interactions in 'Cox' s Orange apple trees. Sci. Hortic. 12: 153-161.

Vock, N.T. 1997. Citrus Information Kit. Department of Primary Indistries, Queenlamd, Australia.

Webb, R.A. 1972. Use of the boundary line in the analysis of biological data. J. Hort. Sci. 47:309-319.

Weir R.G. and G.C. Cresswell. 1995. Plant Nutrient Disorders 2: Tropical Fruit and Nut Crops. Inkata Press, Melbourne, Australia.

Worley, R.E. 1990. Long-term performance of pecan trees when nitrogen application is based on prescribed threshold concentrations in leaf tissue. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 745-749.

Yamasaki, S and A. Kishita, 1972. Studies on soil solution with reference to nutrient availability: 1. Effect of various potassium fertilizers on its behavior in the soil solution. Soil Sci. Plant Nutr.18: 1-6.

Yoshida, S., D.A. Forno, J.H. Cook and K.A. Gomez. 1976. Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. 3rd edition. The International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Zehler, E., H. Kreipe and P.A. Gething. 1981. Potassium sulphate and potassium chloride. IPI Research Topics No. 9. International Potash Institute, Bern, Switzerland.

ภาคผนวก

สัญญาเลขที่ RDG4420021

โครงการ "การจัดการธาตุอาหารและการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยในสวนทุเรียน"

สรุปรายงานฉบับสมบูรณ์

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2544 **ถึงวันที่** 30 มิถุนายน 2547

ชื่อหัวหน้าโครงการ : รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม

หน่วยงาน : ภาควิชาปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อให้ได้แนวทางการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพจากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ
2. เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงความแตกต่างระหว่างการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟต

รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
6 เดือนที่ 1 1.1 เก็บตัวอย่างดินในสวนทุเรียน 1.2 ใส่ปุ๋ยให้ทุเรียนตามตำรับที่ศึกษา 1.3 เก็บตัวอย่างใบทุเรียนตามช่วงเวลาที่กำหนด 1.4 วิเคราะห์ธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินและในใบทุเรียน	1.1 ได้ตัวอย่างใบทุเรียน 1.2 ได้ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบทุเรียนบางส่วน 1.3 ได้ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินปลูกทุเรียนบางส่วน	1.1 เก็บตัวอย่างดินที่ปลูกทุเรียน 1.2 ใส่ปุ๋ยให้ทุเรียนตามตำรับที่กำหนด 1.3 เก็บตัวอย่างใบทุเรียน 1.4 วิเคราะห์ธาตุอาหารในใบทุเรียน และดิน	
6เดือนที่ 2 2.1 วิเคราะห์ธาตุอาหารในดินต่อ 2.2 เก็บตัวอย่างใบทุเรียนต่อ 2.3 วิเคราะห์ธาตุอาหารจากตัวอย่างใบที่เก็บได้ 2.4 เก็บข้อมูลผลผลิต	2.1 ได้ข้อมูลวิเคราะห์ใบและดินที่ปลูกทุเรียน 2.2 ได้ข้อมูลผลผลิตบางส่วน 2.3 ได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในใบกับปุ๋ยที่ใส่ 2.4 ได้อัตราปุ๋ย N และ K ที่เหมาะสมกับทุเรียน	2.1 วิเคราะห์ธาตุอาหารในดินต่อ 2.2 เก็บตัวอย่างใบทุเรียนต่อ 2.3 วิเคราะห์ธาตุอาหารจากตัวอย่างที่เก็บได้ 2.4 เก็บข้อมูลผลผลิต	

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
6เดือนที่ 3 3.1 เริ่มการทดลองใหม่เกี่ยวกับปุ๋ย KCl และ K_2SO_4 3.2 เก็บตัวอย่างดินจากสวนทุเรียนเพื่อวิเคราะห์ 3.3 ใส่ปุ๋ยให้ทุเรียนตามตำรับที่กำหนด	3.1 ได้ข้อมูลผลผลิตของปีที่ผ่านมา 3.2 ได้ข้อมูลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินบางส่วน 3.3 ได้ข้อมูลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบทุเรียนบางส่วน	3.1 เริ่มการทดลองใหม่เกี่ยวกับปุ๋ย KCl และ K_2SO_4 3.2 ได้ข้อมูลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินบางส่วน 3.3 ได้ข้อมูลวิเคราะห์ธาตุอาหารใบใบทุเรียน บางส่วน	ข้อมูลผลิตได้รายงานไปแล้วในรายงาน 6 เดือนที่ 2
6 เดือนที่ 4 4.1 เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ต่อ 4.2 เก็บตัวอย่างใบทุเรียนเพื่อวิเคราะห์ต่อ 4.3 วิเคราะห์ธาตุอาหารต่อ 4.4 เก็บข้อมูลผลผลิตและคุณภาพของทุเรียน	4.1 ได้ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดิน 4.2 ได้ข้อมูลการวิเคราะห์ใบทุเรียน 4.3 ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในใบและผลผลิต 4.4 ทราบผลความแตกต่างระหว่างการใช้ปุ๋ย KCl และ K_2SO_4	4.1 เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ต่อ 4.2 เก็บตัวอย่างใบทุเรียนเพื่อวิเคราะห์ต่อ 4.3 วิเคราะห์ธาตุอาหารต่อ 4.4 เก็บข้อมูลผลผลิตและคุณภาพของทุเรียน	การเก็บผลผลิตยังไม่เสร็จสิ้น เนื่องจากสภาพอากาศแปรปรวนมาก ทำให้ทุเรียนมีผล 2 รุ่น โดยรุ่นที่ 2 ช้ากว่าปกติ 2 เดือน จึงยังไม่ได้ข้อมูลผลผลิตครบถ้วน
6 เดือนที่ 5 5.1 วิเคราะห์ธาตุอาหารในเนื้อทุเรียน 5.2 ให้ปุ๋ยแก่ต้นทุเรียนตำรับต่างๆ ต่อ 5.3 เก็บตัวอย่างดินต่อ 5.4 เก็บตัวอย่างใบทุเรียนต่อ 5.5 วิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและในใบต่อ	5.1 ได้ข้อมูลธาตุอาหารในเนื้อทุเรียน 5.2 ได้ข้อมูลการวิเคราะห์ดินบางส่วน 5.3 ได้ข้อมูลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบทุเรียนบางส่วน	5.1 ได้ข้อมูลผลผลิต 5.2 ได้ข้อมูลธาตุอาหารในเนื้อทุเรียน 5.3 ได้ข้อมูลการวิเคราะห์ดินบางส่วน 5.4 ได้ข้อมูลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบทุเรียนบางส่วน	

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
6 เดือนที่ 6 6.1 เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ต่อ 6.2 เก็บตัวอย่างใบทุเรียนเพื่อวิเคราะห์ต่อ 6.3 วิเคราะห์ธาตุอาหารต่อ 6.4 เก็บข้อมูลผลผลิตและคุณภาพของทุเรียน	6.1 ได้ข้อมูลวิเคราะห์ดิน 6.2 ได้ข้อมูลวิเคราะห์ใบทุเรียน 6.3 ได้ข้อมูลผลผลิตทุเรียน 6.4 ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยกับธาตุอาหารในใบและผลผลิต 6.5 ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนกับปุ๋ยที่ใส่ 6.6 สามารถสรุปความแตกต่างระหว่างการใช้ปุ๋ย KCl และ K_2SO_4 ต่อผลผลิตและคุณภาพของทุเรียน	ได้ข้อมูลวิเคราะห์ดิน 6.2 ได้ข้อมูลวิเคราะห์ใบทุเรียน 6.3 ได้ข้อมูลผลผลิตทุเรียน 6.4 ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยกับธาตุอาหารในใบและผลผลิต 6.5 ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในเนื้อทุเรียนกับปุ๋ยที่ใส่ 6.6 สามารถสรุปความแตกต่างระหว่างการใช้ปุ๋ย KCl และ K_2SO_4 ต่อผลผลิตและคุณภาพของทุเรียน	