



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน

โดย รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม และคณะ

เมษายน 2544

RECEIVED
15 OCT 2001

สัญญาเลขที่ RDG2/003/2541

BY:.....

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยในทุเรียน

คณะผู้วิจัย

สังกัด

นางสุมิตรา ภูวโรตม

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

นายบุญกุล ถวิลถึง

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

นางสมพิศ ไม้เรียง

กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

นายพิมล เกษสยาม

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี กรมวิชาการเกษตร

นายจิรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร

กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

วันที่.....	31 ก.ค. 2546
เลขทะเบียน.....	00-233
	RP6
เลขเรียกหนังสือ.....	4

ชุดโครงการ " ไม้ผลและผลิตภัณฑ์จากผลไม้ "

001

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานเป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ชั้น 3 อาคาร เอส เอ็ม ทาวเวอร์
เลขที่ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10300
โทร. 298-0455 โทรสาร 298-0476
Home page : <http://www.trf.or.th>
E-mail : trf-info@trf.or.th



Executive Summary

Project Title: Plant Analysis as a Means of Diagnosing Nutritional Status and Fertilizer Recommendations for Durian

Plant analysis especially leaf analysis has been successfully used as a guide in diagnosing nutritional problems and as a basis for fertilizer recommendations in many countries. In this technique, the nutrient concentrations in a representative leaf sample can reflect the nutritional status of an orchard. However, before a plant analysis data can be used as an effective diagnostic tool for grower, the following procedures must be established 1) a standardized sampling method which can collect representative samples and be easily followed by farmers 2) a reliable leaf diagnosis standards. In Thailand, information on leaf analysis for orchards particularly durian is lacking. Thus, this research attempts to establish standardized sampling method and nutrient concentration standards for leaf diagnosis of durian.

Objectives

1. To establish standardize leaf sampling method which can collect representative leaf sample for durian.
2. To establish nutrient standards for nutritional diagnosis of durian.
3. To establish a sound diagnosis and fertilizer recommendations program.

Methodology

1. Durian leaves from 5 commercial orchards and one experimental plots were collected and analysed at monthly interval throughout the 1998/1999 growing seasons to verify nutrient concentrations on position of leaves on twig, leaf age and position on tree canopy. Seasonal variations in nutrient concentrations of these leaves were used to establish standard sampling technique for durian leaves.

2. Nutrient concentrations in durian leaves from the above orchards were also monitored during 1999/2000 using the standard sampling technique established. Nutrient concentrations from 2 year- experiment were used to establish nutrient concentration standards for durian. Additional 24 orchards of above average, average and below average were surveyed during September 1999 to February 2000.

3. Field experiments were carried out in grower orchards to study the effects of N, P and K fertilizers on leaf nutrient concentrations and yield of durian.

Results

1. Standard leaf sampling technique for durian was established as followed: durian leaves should be sampled from middle position on twigs (leaf 2 or 3 from the growing tip) when they are 5-7 months old which usually happens between October to December for durian grown in Eastern Thailand.

2. The established nutrient concentration standards for durian are :2.0-2.4% N, 0.15-0.25% P, 1.5-2.5% K, 1.7-2.5% Ca, 0.25-0.50% Mg, 40-150 ppm Fe, 50-120 ppm Mn, 10-25 ppm Cu and 10-30 ppm Zn.

3. Leaf dry matter weight and nutrient concentrations of the above average orchards trend to be higher than average and below average orchards. Even in the orchards of above average, some imbalances of nutrient concentration were observed.

4. Experiment at Chantaburi Horticultural Research Center where available P is about 60 ppm indicated that P application did not result in earlier flowering compared to treatment which did not received P. Thus, when P is sufficient, it is not necessary to apply P to stimulate flowering in durian, a method normally practiced by growers.

5. Only concentration of K and Ca were slightly affected by application of N and K fertilizers whereas other nutrient concentrations were not affected. However, more experiments are needed before recommendations can be made due to slow response to fertilizers in fruit trees.

บทคัดย่อ

การใช้ค่าวิเคราะห์ใบพืชเพื่อเป็นแนวทางในการวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารและการใส่ปุ๋ยในไม้ผลได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้การใช้ค่าวิเคราะห์พืชเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยประสบความสำเร็จได้แก่ 1) มีวิธีการมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างพืชหรือใบที่ดี และ 2) มีค่ามาตรฐานที่มีความแม่นยำสูง ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 ส่วนนี้สำหรับไม้ผลในเขตร้อน โดยเฉพาะทุเรียนยังขาดแคลนอยู่มาก การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) ให้ได้วิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบทุเรียน 2) สร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน 3) สามารถนำค่ามาตรฐานที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการแนะนำปุ๋ยแก่เกษตรกร โดยใช้ระยะเวลาในการศึกษา 3 ปี

ในปีที่ 1 ทำการสำรวจปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนพันธุ์หมอนทอง จากสวนเกษตรกร 5 แห่งในจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด และแปลงปลูกทุเรียนของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีอีก 1 แปลง แต่ละสวนเก็บตัวอย่างใบจากทุเรียนจำนวน 5 ต้น เดือนละครั้ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2541 ทำการศึกษาอิทธิพลของตำแหน่งทิส ตำแหน่งใบที่ 1-4 จากยอด และตำแหน่งกิ่งที่อยู่ส่วนกลางและส่วนล่างของลำต้น ที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn ทำการศึกษาตำแหน่งทิสเฉพาะ 3 เดือนแรก หลังจากนั้น ติดตามการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนจนถึงเดือนมีนาคม 2542 ผลการทดลองปรากฏว่า ตำแหน่งใบมีผลต่อความเข้มข้นของทุกธาตุยกเว้น Ca, Mn และ Zn ในขณะที่ตำแหน่งทิสมีผลต่อความเข้มข้นของธาตุ N, P, Fe, Mn, Cu และ Zn อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบที่กล่าวมาค่อนข้างน้อย ส่วนตำแหน่งกิ่งที่อยู่ส่วนกลางและส่วนล่างของลำต้นไม่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบแต่อย่างใด สำหรับอิทธิพลของอายุใบพบว่า เมื่อใบมีอายุมากขึ้น ความเข้มข้นของ N, P และ K ลดลง ในขณะที่ Ca, Mg, Fe และ Mn เพิ่มขึ้น ส่วน Cu และ Zn มีความผันแปรค่อนข้างมากตลอดระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากการฉีดพ่นจุลธาตุและสารปราบศัตรูพืช ช่วงระยะเวลาที่ธาตุอาหารส่วนมากในใบเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดอยู่ระหว่างเดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ใบทุเรียนมีอายุระหว่าง 5-7 เดือน จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การเก็บตัวอย่างใบทุเรียนเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารสำหรับเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ย ควรเก็บใบที่อยู่ส่วนกลางของช่อใบ (โดยทั่วไปแล้วจะเป็นใบที่ 2 หรือ 3 จากปลายยอดของช่อใบ) เมื่อใบมีอายุประมาณ 5-7 เดือน (สำหรับภาคตะวันออก ส่วนมากจะอยู่ระหว่างเดือนตุลาคม - ธันวาคม) โดยเก็บจากทุกทิศรอบทรงพุ่มในระดับที่มีเอี่ยมถึง

ในปีที่ 2 ติดตามการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสวนทุเรียนทั้ง 6 แห่งต่อจากปีที่ 1 โดยเก็บตัวอย่างใบตำแหน่งที่ 2 และ 3 จากปลายยอดของใบที่แตกออกมารุ่นแรกตามวิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบข้างต้น วิเคราะห์ธาตุอาหารเช่นเดียวกับปีที่ 1 แต่เพิ่มการเก็บตัวอย่างใบทุเรียนเป็น 10 ต้น และทำการวิเคราะห์ B ในใบด้วย ผลการทดลองทั้ง 2 ปีปรากฏว่า ทั้ง 6 สวนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารใกล้เคียงกัน ยกเว้นธาตุ Cu และ Zn ซึ่งความเข้มข้นในปีที่ 2 สูงกว่าปีที่ 1 ช่วงเวลาที่

มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารน้อยที่สุดทั้ง 2 ปี อยู่ระหว่างเดือนตุลาคม - ธันวาคม (ใบมีอายุ 5-7 เดือน) จึงใช้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในระยะเวลานี้เป็นตัวสร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน จากข้อมูลข้างต้นคณะผู้วิจัยได้สร้างค่ามาตรฐานสำหรับทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ดังนี้ 2.0-2.4% N, 0.15-0.25% P, 1.5-2.5% K, 1.7-2.5% Ca, 0.25-0.50% Mg, 40-150 ppm Fe, 50-120 ppm Mn, 10-25 ppm Cu, 10-30 ppm Zn และ 30-70 ppm B ค่ามาตรฐานสำหรับทุเรียนที่สร้างขึ้นมานี้ มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงเดียวกันกับไม้ผลทั้งเขตร้อนและเขตนานหลายชนิด ยกเว้น K ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าในลิ้นจี่ มะม่วง และส้ม ค่อนข้างมาก

นอกจากนั้น ในปีที่ 2 ยังได้ทำการสำรวจความเข้มข้นของธาตุอาหารจากสวนที่มีการเจริญเติบโตดี ปานกลาง และไม่คอยดีเพิ่มอีก 24 สวน รวมกับสวนเดิมเป็น 30 สวน โดยเก็บตัวอย่างใบทุเรียนเดือนละครั้ง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2542 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2543 ผลการทดลองปรากฏว่า ทุกสวนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารคล้ายคลึงกัน สวนที่มีการเจริญดี มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของใบทุเรียนสูงกว่าและมีแนวโน้มที่จะมีธาตุอาหารโดยรวมสูงกว่าสวนที่มีการเจริญเติบโตปานกลางและสวนที่มีการเจริญเติบโตไม่ดี เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในสวนเหล่านี้กับค่ามาตรฐานที่สร้างไว้ปรากฏว่า มีสวนทุเรียนที่มีธาตุอาหารต่ำกว่าค่ามาตรฐานตั้งแต่ 7-20% กระจายกันอยู่ในธาตุอาหารทั้งหมด 8 ธาตุได้แก่ N, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn และ B สำหรับธาตุ P และ Fe นั้นไม่พบสวนที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

การทดลองในปีที่ 3 แบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ย N (1,000, 1,500 และ 2,000 กรัม N/ ต้น) และ K (2,000 และ 3,000 กรัม K_2O /ต้น) ต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารและผลผลิตในใบทุเรียน วางแผนการทดลองแบบ factorial in RCBD จำนวน 6 ซ้ำ เก็บตัวอย่างใบทุเรียนตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2543 ถึงเดือนมีนาคม 2544 ผลการทดลองปรากฏว่า การใส่ปุ๋ย N และ K ทุกอัตรา ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุ N, Mg และผลผลิตของทุเรียน ในขณะที่การใส่ปุ๋ย N และ K ในอัตราสูงทำให้ K ในใบลดลง นอกจากนั้น การใส่ปุ๋ยยังมีผลต่อความเข้มข้นของ Ca ด้วย ส่วนธาตุอื่น ๆ โดยเฉพาะจุลธาตุ เช่น Mn, Zn และ B ถึงแม้จะมีความแตกต่างในทางสถิติ แต่ความเข้มข้นของธาตุอาหารระหว่างดำรับการทดลองแตกต่างกันค่อนข้างน้อย จนอาจไม่มีผลในทางปฏิบัติ

การทดลองส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ย N หรือ K เพิ่มขึ้นจากอัตราที่เกษตรกรใช้อยู่ตามปกติ ปุ๋ย N ใส่เพิ่มในอัตรา 400-500 กรัม N/ต้น ส่วนปุ๋ย K ใส่เพิ่มในอัตรา 550-1,000 กรัม K_2O /ต้น ขึ้นกับค่าวิเคราะห์ใบทุเรียนของปีที่ 2 ทำการทดลองในสวนเกษตรกรโดยมีสวนที่ได้รับปุ๋ย N จำนวน 5 สวนและได้รับปุ๋ย K จำนวน 8 สวน ผลการทดลองปรากฏว่า การใส่ปุ๋ย N หรือ K มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ค่อนข้างน้อย และมีการตอบสนองที่แตกต่างกันขึ้นกับสวนที่ศึกษา แต่การใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อผลผลิตของทุเรียน

การทดลองส่วนที่ 3 เป็นการศึกษาผลของการไม่ใส่ปุ๋ย P ต่อการออกดอกของทุเรียน เนื่องจากเกษตรกรส่วนมากมีความเชื่อว่า จำเป็นจะต้องใส่ปุ๋ย P ให้แก่ทุเรียน เพื่อกระตุ้นการออกดอก ถึงแม้ว่าดินจะมีปริมาณ P สูงก็ตาม ทำการทดลองในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินประมาณ 60 ppm เปรียบเทียบระหว่างต้นที่ได้รับปุ๋ย N, P และ K ครบกับต้นที่ได้รับเฉพาะปุ๋ย N และ K ผลการทดลองปรากฏว่า การออกดอก และระยะเวลาการออกดอกของต้นทุเรียนทั้ง 2 กลุ่มและผลผลิตไม่แตกต่างกัน การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ถ้าดินและพืชได้รับ P อย่างเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ย P เพื่อกระตุ้นการออกดอก

Abstract

Leaf analysis has been successfully used as a guide in diagnosing nutritional problems and as a basis for fertilizer recommendations in fruit trees in many countries. Before leaf analysis can be used as an effective diagnostic tool for growers, the following procedures or guidelines must be established 1) a standardized sampling method which can collect representative samples and be easily followed by growers 2) reliable leaf diagnosis nutrient standards. However, little information is available on leaf nutrient standards of durian which is native to Southeast Asia. Thus, a series of experiments were carried out during 1998-2001 with the following objectives 1) to establish standardized leaf sampling method which can collect representative leaf sample for durian 2) to establish nutrient standards for nutritional diagnosis of durian 3) to establish a sound diagnosis and fertilizer recommendation program.

The first experiment was to survey leaf nutrient concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn in 6 mature durian (*Durio zibethinus* Murr.) "Mon Thong" orchards throughout the 1998/99 growing season. The experiment consisted of 4 leaf positions from the growing tip, 4 directions and 2 positions on the tree canopy. The effect of leaf direction was studied for three months during July to September 1998. The results indicated that as leaves mature, concentration of N, P and K decrease, especially K. In contrast, Ca, Mg, Fe and Mn concentrations increased with leaf age, but the patterns were slightly different for each element. Ca and Fe increased as the season progressed while Mg and Mn concentrations gradually increased early in the growing season but remained relatively constant during the later part of the sampling period. Fluctuations in tissue Cu and Zn concentrations were observed during the growing season due to nutritional and fungicidal spray applied to foliage. Seasonal variations in durian leaf nutrient concentrations are similar to those reported for other evergreen and deciduous fruit trees with minimum variations occurring between October and December when durian leaves were 5-7 months old. All nutrients except Ca, Mn and Zn were significantly influenced by the position of leaves on twigs, whereas N, P, Fe, Mn, Cu and Zn were affected by directions. However, the differences were relatively small. No difference in any nutrient concentration was found between leaves sampled from either the bottom or the middle of the tree canopy. It is suggested that durian leaves should be sampled from middle position (leaf 2 or 3 from the growing tip) on twigs

when they are 5-7 months old, which usually happens between October and December for durian grown in Eastern Thailand.

In the second series of experiments, second and third durian leaves from the terminal of the first flush after harvest were sampled at one month intervals and concentrations of nutrient were analysed. Ten trees were sampled in the second year and B was also determined. Trends and concentrations of nutrients were similar for both years except for Cu and Zn, which were higher in 1999/2000 than 1998/99 growing season due to foliar application. Minimum variations in nutrient concentrations occurred between October and December for both seasons, thus leaf nutrient concentration standards are based on October to December samples. Since all 6 orchards surveyed have a history of high yield, the nutrient concentration ranges found at these sites were proposed as tentative nutrient standards. The proposed tentative standards are 2.0-2.4% N, 0.15-0.25% P, 1.5-2.5% K, 1.7-2.5% Ca, 0.25-0.50% Mg, 40-150 ppm Fe, 50-120 ppm Mn, 10-25 ppm Cu and 10-30 ppm Zn. The leaf nutrient standards developed for durian here are within the range of other tropical and deciduous fruit trees, with the exception of K which is rather high compared to some tropical fruit trees such as litchi, mango and citrus. Additional 24 orchards of above average, average and below average were surveyed during September 1999 to February 2000. Leaf dry matter weight of the above average orchards was higher than the other two groups. In general, leaf nutrient concentrations also trend to be higher in the above average groups. Compared to durian nutrient standards established earlier, 7-20% of the orchards were lower in N, K, Ca, Mg, Cu, Zn and B. Adequate amount of P and Fe were found in all orchards.

The third series of experiments consisted of 3 parts. The first part was to study the effects of fertilizer N (1,000, 1,500 และ 2,000 gN/ tree) and K (2,000 และ 3,000 gK₂O/tree) on nutrient concentrations and yield of "Mon Thong" durian. The experiment was carried out in factorial design with 6 replicates. It was found that leaf N and Mg together with durian yield were not significantly influenced by N and K application whereas K and Ca were slightly affected. The change in Mn, Zn and B concentrations were very slight and would not have been of practical importance in diagnosis by leaf analysis. The second part of the third year experiments was to monitor the effects of additional fertilizer N or K applications, compared to normal rates applied by growers, on leaf composition of durian trees in 13 orchards. 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 within the orchards.

The final part of the third year experiments was to test the effects of omitting P fertilizer on durian flowering. The simple experiment was conducted at Chantaburi Horticultural Research Center where one set of durian trees received N-P-K fertilizer but the other set received only N and K. It was found that both sets of durian trees flowered and were able to harvest at similar period. The result indicated that when P is sufficient, it is not necessary to apply P to durian tree to stimulate flowering, a method normally practices by growers.

สารบัญ

	หน้า
Executive Summary	i
บทคัดย่อ	iii
Abstract	vi
สารบัญ	ix
สารบัญตาราง	x
สารบัญรูป	xii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
การทดลองปีที่ 1	15
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลองและวิจารณ์	18
การทดลองปีที่ 2	59
อุปกรณ์และวิธีการ	59
ผลการทดลองและวิจารณ์	61
การทดลองปีที่ 3	124
อุปกรณ์และวิธีการ	124
ผลการทดลองและวิจารณ์	127
สรุปผลการทดลอง	187
เอกสารอ้างอิง	189
ภาคผนวก	194

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	คุณสมบัติของดินสวนทุเรียน 6 แห่ง เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนมิถุนายน 2541	19
ตารางที่ 2	อิทธิพลของตำแหน่งใบ ตำแหน่งทิศ และตำแหน่งกิ่งต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบทุเรียน (ข้อมูลเฉลี่ย 6 สวน ตำแหน่งทิศใช้ข้อมูลเฉลี่ย 3 เดือน ตำแหน่งกิ่งและตำแหน่งใบใช้ข้อมูลเฉลี่ย 10 เดือน)	24
ตารางที่ 3	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารระหว่าง 6 สวน ข้อมูลแต่ละค่ามาจากค่าเฉลี่ย 10 เดือน	25
ตารางที่ 4	อิทธิพลของอายุใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบทุเรียนฤดูปลูก 2541/42 (ข้อมูลเฉลี่ย 6 สวน)	29
ตารางที่ 5	ช่วงความเข้มข้นมาตรฐาน (nutrient standards) เบื้องต้นสำหรับทุเรียน เปรียบเทียบกับที่ค่ามาตรฐานของพืชอื่น	33
ตารางที่ 6	คุณสมบัติของดินสวนทุเรียน 6 แห่ง เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนสิงหาคม 2542	62
ตารางที่ 7	อิทธิพลของอายุใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบทุเรียนฤดูปลูก 2542/43 (ข้อมูลเฉลี่ย 6 สวน)	66
ตารางที่ 8	ความเข้มข้นของธาตุอาหารเฉลี่ย (mean) และพิสัย (range) ของธาตุอาหารไนโบทุเรียนของสวนกลุ่มดี กลุ่มปานกลาง และกลุ่มไม่ค่อยดี ของสวนทุเรียนทั้ง 30 สวน	72
ตารางที่ 9	ช่วงความเข้มข้นมาตรฐานใหม่ของทุเรียนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเดิม	74
ตารางที่ 10	แสดงผลผลิตและคะแนนคุณภาพของทุเรียน จากสวนเกษตรกรจำนวน 30 สวน ปี 2542/43	77
ตารางที่ 11	เปรียบเทียบค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียนพันธุ์หอมทองที่ได้จากข้อมูลแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบกับผลผลิต	80
ตารางที่ 12	อัตราและชนิดของปุ๋ยที่ใส่เพิ่มเติมจากการใช้ปุ๋ยตามปกติของเกษตรกรในแต่ละสวน	125
ตารางที่ 13a	คุณสมบัติของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนกรกฎาคม 2543	128
ตารางที่ 13b	คุณสมบัติของดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอ อ.มะขาม จ.จันทบุรี เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนกรกฎาคม 2543	129

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 14a	130
คุณสมบัติของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนจุมพล อ.เขาสมิง จ.ตราด เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนสิงหาคม 2543	
ตารางที่ 14b	131
คุณสมบัติของดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนเอ อ.เขาสมิง จ.ตราด เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนสิงหาคม 2543	
ตารางที่ 15a	132
คุณสมบัติของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนเพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนตุลาคม 2543	
ตารางที่ 15b	133
คุณสมบัติของดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนเพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนตุลาคม 2543	
ตารางที่ 16a	134
คุณสมบัติของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย โพแทสเซียมเพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนตุลาคม 2543	
ตารางที่ 16b	135
คุณสมบัติของดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. ของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ย โพแทสเซียมเพิ่มจากปกติ เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนตุลาคม 2543	
ตารางที่ 17	139
ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารไนโบทุเรียนระหว่างเดือน ต.ค.-ธ.ค. 2544 (สวนเอ)	
ตารางที่ 18	140
ผลผลิตและน้ำหนักผลเฉลี่ยของทุเรียนในดำรับการทดลองต่าง ๆ (สวนเอ)	
ตารางที่ 19	142
ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารไนโบทุเรียนระหว่างเดือน ต.ค.-ธ.ค. 2544 (สวนจุมพล)	
ตารางที่ 20	147
ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบทุเรียน ระหว่างเดือน ต.ค.-ธ.ค. 2544 ในสวนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มจากอัตราปกติ	
ตารางที่ 21	148
ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบทุเรียน ระหว่างเดือน ต.ค.-ธ.ค. 2544 ในสวนที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ	
ตารางที่ 22	150
ผลผลิตและน้ำหนักผลเฉลี่ยของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติม จากการใส่ปุ๋ยตามปกติของเกษตรกร	
ตารางที่ 23	151
ผลผลิตและน้ำหนักผลเฉลี่ยของสวนทุเรียนที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่มเติม จากการใส่ปุ๋ยตามปกติของเกษตรกร	

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารกับการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืช	7
รูปที่ 2	แสดงตำแหน่งทิส ตำแหน่งไบบนซอไบ และตำแหน่งกิ่งของทุเรียน	16
รูปที่ 3	เปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนจากแต่ละทิส	34-35
รูปที่ 4a	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละตำแหน่ง (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของสวนวุฒิพงศ์ อ.เขาสมิง จ.ตราด	36
รูปที่ 4b	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละตำแหน่งใบ (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของสวนจุมพล อ.เขาสมิง จ.ตราด	37
รูปที่ 4c	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละตำแหน่งใบ (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของสวนคำนึ่ง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี	38
รูปที่ 4d	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละตำแหน่งใบ (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของสวนอัมรินทร์ อ.ขลุง จ.จันทบุรี	39
รูปที่ 4e	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละตำแหน่งใบ (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของสวนอนันต์ อ.แก่งจ.ระยอง	40
รูปที่ 4f	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละตำแหน่งใบ (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี จ.จันทบุรี	41
รูปที่ 5a	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่งกลาง และกิ่งล่าง (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของสวนวุฒิพงศ์ อ.เขาสมิง จ.ตราด	42
รูปที่ 5b	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่งกลาง และกิ่งล่าง (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของสวนจุมพล อ.เขาสมิง จ.ตราด	43
รูปที่ 5c	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่งกลาง และกิ่งล่าง (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของสวนคำนึ่ง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี	44
รูปที่ 5d	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่งกลาง และกิ่งล่าง (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของสวนอัมรินทร์ อ.ขลุง จ.จันทบุรี	45
รูปที่ 5e	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่งกลาง และกิ่งล่าง (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของสวนอนันต์ อ.แก่งจ.ระยอง	46
รูปที่ 5f	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่งกลาง และกิ่งล่าง (ค่าเฉลี่ยทุกต้น ใบรุ่นที่ 1) ของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี จ.จันทบุรี	47

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 6a	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละต้น (ค่าเฉลี่ยทุก ไบร่รุ่นที่ 1) สวนวุฒิพงศ์ อ.เขาสมิง จ.ตราด 48
รูปที่ 6b	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละต้น (ค่าเฉลี่ยทุก ไบร่รุ่นที่ 1) สวนจุมพล อ.เขาสมิง จ.ตราด 49
รูปที่ 6c	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละต้น (ค่าเฉลี่ยทุกไบร่รุ่นที่ 1) สวนคำนึ่ง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี 50
รูปที่ 6d	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละต้น (ค่าเฉลี่ยทุกไบร่รุ่นที่ 1) สวนอัมรินทร์ อ.ขลุง จ.จันทบุรี 51
รูปที่ 6e	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละต้น (ค่าเฉลี่ยทุกไบร่รุ่นที่ 1) สวนอนันต์ อ.แก่ง จ.ระยอง 52
รูปที่ 6f	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละต้น (ค่าเฉลี่ยทุกไบร่รุ่นที่ 1) ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี จ.จันทบุรี 53
รูปที่ 7a	เปรียบเทียบความเข้มข้นและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหาร ระหว่าง 6 สวน ในตำแหน่งไบที่ 2 (รุ่นที่ 1) 54
รูปที่ 7b	เปรียบเทียบความเข้มข้นและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหาร ระหว่าง 6 สวน ในตำแหน่งไบที่ 3 (รุ่นที่ 1) 55
รูปที่ 8a	เปรียบเทียบความเข้มข้นและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหาร ในตำแหน่งไบที่ 2 รุ่นที่ 2 56
รูปที่ 8b	เปรียบเทียบความเข้มข้นและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหาร ในตำแหน่งไบที่ 3 รุ่นที่ 2 57
รูปที่ 9	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุโบรอน (B) และธาตุโมลิบดีนัม (Mo) ในไบที่ 2 และ 3 ระหว่าง 6 สวน (ต.ค.– ธ.ค.41) 58
รูปที่ 10a	เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. จากสวนทุเรียนจำนวน 30 สวน 81-84
รูปที่ 10b	เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 20-40 ซม. จากสวนทุเรียนจำนวน 30 สวน 85-88
รูปที่ 10c	เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 40-60 ซม. จากสวนทุเรียนจำนวน 30 สวน 89-92

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 11	เปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนตำแหน่งใบที่ 2, 3 ระหว่าง 6 สวน ทั้งปีที่ 1 และ 2	93-96
รูปที่ 12	เปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและความเข้มข้นของธาตุอาหารระหว่างปีที่ 1 และ 2	97-100
รูปที่ 13a	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนตำแหน่งใบที่ 2,3 (สวนกลุ่ม 1) ปี 2542/43	101
รูปที่ 13b	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนตำแหน่งใบที่ 2,3 (สวนกลุ่ม 2) ปี 2542/43	102
รูปที่ 13c	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนตำแหน่งใบที่ 2,3 (สวนกลุ่ม 3) ปี 2542/43	103
รูปที่ 13d	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนตำแหน่งใบที่ 2,3 (สวนกลุ่ม 4) ปี 2542/43	104
รูปที่ 13e	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนตำแหน่งใบที่ 2,3 (สวนกลุ่ม 5) ปี 2542/43	105
รูปที่ 13f	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนตำแหน่งใบที่ 2,3 (สวนกลุ่ม 6) ปี 2542/43	106
รูปที่ 13g	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนตำแหน่งใบที่ 2,3 (สวนกลุ่ม 7) ปี 2542/43	107
รูปที่ 14	เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของใบทุเรียนตำแหน่งใบที่ 2, 3 แต่ละเดือนจากเกษตรกร 30 สวน (ต.ค.42- มี.ค.43)	108
รูปที่ 15	การกระจายความเข้มข้นธาตุอาหารในใบทุเรียนจากสวนเกษตรกร 30 สวน (ข้อมูลเฉลี่ย 3 เดือน ต.ค.-ธ.ค.42)	109-111
รูปที่ 16a	การกระจายของปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนจากสวนเกษตรกรทั้งหมด 30 สวน (ข้อมูลเฉลี่ย 3 เดือน ต.ค.-ธ.ค.42)	112
รูปที่ 16b	การกระจายของปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนจากสวนเกษตรกรในกลุ่มที่มีการเจริญเติบโตดี 12 สวน (ข้อมูลเฉลี่ย 3 เดือน ต.ค.-ธ.ค.42)	112
รูปที่ 16c	การกระจายของปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนจากสวนในกลุ่มที่มีการเจริญเติบโตปานกลาง 9 สวน (ข้อมูลเฉลี่ย 3 เดือน ต.ค.-ธ.ค.42)	113

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 16d	การกระจายของปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนจากสวนในกลุ่มที่มีการเจริญเติบโต ไมตรี 9 สวน (ข้อมูลเฉลี่ย 3 เดือน ต.ค.-ธ.ค.42)	113
รูปที่ 17	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน ตำแหน่งใบที่ 2,3 ระหว่าง 6 สวน (ข้อมูลเฉลี่ย 2 ปี)	114-117
รูปที่ 18	การกระจายผลผลิตและคุณภาพของผลทุเรียนจากสวนเกษตรกร 30 สวน ปี 2542/43	118
รูปที่ 19	ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียนแต่ละต้น (265 ต้น) จากสวนเกษตรกร 30 สวน	119-121
รูปที่ 20a	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนความเข้มข้น Ca/K ในใบทุเรียนกับผลผลิตแต่ละต้น (265 ต้น) จากสวนเกษตรกร 30 สวน	122
รูปที่ 20b	ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนความเข้มข้น Mg/K ในใบทุเรียนกับผลผลิตแต่ละต้น (265 ต้น) จากสวนเกษตรกร 30 สวน	122
รูปที่ 21a	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Zn ในใบทุเรียนกับผลผลิตแต่ละต้น (265 ต้น) จากสวนเกษตรกร 30 สวน	123
รูปที่ 21b	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Zn ทั้งหมดในใบทุเรียนกับผลผลิตแต่ละต้น (265 ต้น) จากสวนเกษตรกร 30 สวน	123
รูปที่ 22	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนต่อการทดลองต่าง ๆ (สวนเอ)	152-153
รูปที่ 23	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นธาตุอาหารระหว่างเดือน ต.ค.-ธ.ค.44 ในใบทุเรียนต่อการทดลองต่าง ๆ (สวนเอ)	154-155
รูปที่ 24	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราปุ๋ยกับผลผลิตทุเรียน (สวนเอ)	156
รูปที่ 25	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนต่อการทดลองต่าง ๆ (สวนจุมพล)	157-158
รูปที่ 26	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นธาตุอาหารระหว่างเดือนต.ค.-ธ.ค.44 ในใบทุเรียนต่อการทดลองต่าง ๆ (สวนจุมพล)	159-160
รูปที่ 27a	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนวุฒิมังค)	161-162
รูปที่ 27b	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนมาลี)	163-164

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 27c	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนทรงธรรม)	165-166
รูปที่ 27d	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนนภาพร)	167-168
รูปที่ 27e	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนสบ.)	169-170
รูปที่ 28a	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย โพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนกรรณิการ)	171-172
รูปที่ 28b	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย โพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนอัมรินทร์)	173-174
รูปที่ 28c	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย โพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนชัยสิทธิ์)	175-176
รูปที่ 28d	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย โพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนสุภาพร)	177-178
รูปที่ 28e	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย โพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนวาติลป์)	179-180
รูปที่ 28f	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย โพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนวุฒิชัย)	181-182
รูปที่ 28g	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย โพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนบุญชู)	183-184
รูปที่ 28h	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบทุเรียนจากสวนที่ได้รับปุ๋ย โพแทสเซียมเพิ่มจากอัตราปกติ (สวนปวุฒิ)	185-186

คำนำ

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบพืช (leaf analysis) เพื่อประเมินระดับธาตุอาหาร (nutritional diagnosis) และเป็นแนวทางสำหรับการแนะนำปุ๋ยสำหรับไม้ผล ได้รับความนิยมน้อย่างกว้างขวางในต่างประเทศ โดยอาศัยหลักการที่ว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพืชที่เป็นตัวแทน (representative leaf sample) จะสามารถบอกให้รู้ถึง สถานะของธาตุอาหารของสวนไม้ผลนั้นๆ (Kenworthy, 1973) สำหรับการวิเคราะห์ดิน พบว่าไม่ค่อยมีประโยชน์มากนักในการใช้แนะนำปุ๋ยในไม้ผล เพราะการให้ปุ๋ยในสวนไม้ผล มักไม่กระจายอย่างสม่ำเสมอ และระบบรากในไม้ผลค่อนข้างลึก การเก็บตัวอย่างดินเพื่อจะให้ได้ตัวแทนที่ดีทำได้ยาก นอกจากนี้ สถานะของธาตุอาหารในไม้ผลยังเป็นผลรวมของการจัดการด้านต่างๆ ของสวนนั้น (management history) เช่น ความชุ่มชื้นและการให้น้ำ ตลอดจนการปฏิบัติดูแลต่างๆ ในสวนไม้ผล จึงไม่นิยมใช้ค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการแนะนำปุ๋ยในไม้ผล (Chang et al., 1996; Leece, 1976a, 1976b) แต่นิยมใช้ค่าวิเคราะห์ดินเป็นแนวทางในการปรับปรุงดินเพื่อให้ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืชสำหรับประเมินระดับธาตุอาหารและเป็นแนวทางสำหรับการใส่ปุ๋ยให้กับพืช มีหลายวิธี วิธีที่ได้รับความนิยมแพร่หลายได้แก่ วิธีเทียบค่าวิเคราะห์กับค่าวิกฤตมาตรฐาน (critical value) หรือ ค่าวิเคราะห์มาตรฐาน (diagnosis standard or standard value) ซึ่งกำหนดว่า หากระดับธาตุอาหารในพืชมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน แสดงว่า การเจริญเติบโตของพืชจะเริ่มหยุดชะงักและมีผลกระทบต่อผลผลิต ซึ่งค่าวิเคราะห์มาตรฐานนี้จะแตกต่างกันออกไปในพืชแต่ละชนิด การที่จะสามารถใช้ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืชเพื่อเป็นแนวทางในการแนะนำปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ 2 ประการคือ

- 1) มีวิธีการมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างที่ดี (Standardization of sampling method) การเก็บตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร สำหรับไม้ผลจะต้องกำหนดไว้เป็นการเฉพาะว่าจะต้องเก็บส่วนใด เช่น เป็นใบหรือเป็นก้านใบ และถ้าเป็นใบต้องเป็นใบที่เท่าใด อยู่ในส่วนไหนของลำต้น เป็นกิ่งที่ติดผลหรือไม่ติดผล และต้องมีอายุเท่าใด ทั้งนี้เนื่องจากในไม้ผล ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นกับอายุและตำแหน่งของใบที่เก็บมาวิเคราะห์ การเก็บตัวอย่างพืชจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้โดยค่ามาตรฐานเหล่านั้น เช่น ที่ประเทศไต้หวัน การเก็บใบส้มเพื่อวิเคราะห์จะต้องเก็บใบที่ 3 หรือ 4 จากยอดของกิ่งที่ไม่ติดผลที่แตกออกมาในช่วงฤดูใบไม้ผลิ (non-fruiting terminated spring flush) และเก็บเมื่อใบ

นั้นมีอายุ 5-6 เดือน (Chang et al., 1992, 1996) ในขณะที่สหรัฐอเมริกาจะเก็บใบส้ม ที่อยู่ตรงกึ่งกลางของช่อใบ (mid shoot) เมื่อใบมีอายุ 4-6 เดือน (Smith, 1966; Embleton et al., 1973)

2) สามารถสร้างค่ามาตรฐานที่มีความแม่นยำสูง (Establishment of diagnostic standards) ในไม้ผลซึ่งการศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยต้องใช้เวลาาน การสร้างค่ามาตรฐานที่แม่นยำจากการทดลองทำได้ยาก และใช้เวลาาน ดังนั้น จึงนิยมใช้การสำรวจความเข้มข้นของธาตุอาหาร (nutrient surveys) ในใบพืชจากสวนที่มีการเจริญเติบโตดี เป็นตัวกำหนดค่ามาตรฐานเบื้องต้น (Reuter and Robinson, 1986)

ค่าการวิเคราะห์พืชที่ได้จากการเก็บตัวอย่างที่ดีและมีมาตรฐาน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าวิเคราะห์มาตรฐานแล้ว จะทำให้ทราบว่าพืชมีระดับธาตุอาหารเพียงพอต่อความต้องการหรือไม่ ถ้าระดับธาตุอาหารตัวใดสูงหรือต่ำเกินไป ก็สามารถเพิ่มหรือลดปุ๋ยตามต้องการ

ในประเทศไทย การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ค่าวิเคราะห์พืชเป็นแนวทางในการประเมินระดับธาตุอาหารในไม้ผลมีน้อยมาก การใช้ปุ๋ยของเกษตรกรส่วนใหญ่อาศัยประสบการณ์เป็นหลัก จึงยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร และเนื่องจากไม้ผล เช่น ทุเรียน มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูง เกษตรกรส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะใช้ปุ๋ยมากเกินไปเกินความต้องการของพืช การใช้ปุ๋ยที่มากเกินไปนี้ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น และทำให้คุณภาพของผลผลิตลดลงเช่น ในส้ม การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้ผลส้มมีขนาดเล็กลง สีผิวไม่สวย และเปลือกหนา นอกจากนั้นปุ๋ยที่มากเกินไปเกินความต้องการของพืช ยังก่อให้เกิดมลภาวะในแหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำใต้ดินด้วย ดังนั้น จึงได้ศึกษาวิธีการนำค่าวิเคราะห์พืชมาใช้เป็นแนวทางในการประเมินระดับธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยแก่ทุเรียน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบทุเรียนเพื่อประเมินระดับธาตุอาหาร
2. เพื่อสร้างค่าวิเคราะห์มาตรฐานสำหรับการประเมินระดับค่าธาตุอาหารในทุเรียน
3. เพื่อให้สามารถนำค่าวิเคราะห์มาตรฐานมาใช้เป็นแนวทางในการแนะนำการใช้ปุ๋ย
แก่เกษตรกร

การตรวจเอกสาร

การศึกษาธาตุอาหารพืช โดยไม่วิเคราะห์พืช เปรียบเสมือนการค้นหาแร่ยูเรเนียมโดย
ไม่ใช้เครื่องไกเกอ เคาน์เตอร์

P.F. Smith (1962)

หลักการของการวิเคราะห์พืช (Concept of leaf analysis)

การวิเคราะห์พืชเพื่อศึกษาสถานะธาตุอาหารเริ่มต้นราวปี 1862 การวิเคราะห์พืชในยุคนั้น ไม่ได้ใช้เพื่อศึกษาสถานะธาตุอาหารในพืชโดยตรง แต่ใช้เป็นค่าชี้บ่งถึงปริมาณธาตุอาหารในดินหรือความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยอาศัยหลักการที่ว่า ปริมาณธาตุอาหารในพืชจะเป็นเครื่องชี้บ่งถึงปริมาณธาตุอาหารในดิน (Lundegardh, 1943) อย่างไรก็ตาม ตั้งแต่ปี 1920 เป็นต้นมา ได้มีการพัฒนาหลักการ (concept) ของการวิเคราะห์พืชขึ้นมาใหม่ โดยเน้นการใช้ค่าวิเคราะห์พืช เพื่อเป็นตัวชี้บ่งถึงสถานะธาตุอาหารในพืชโดยตรง

แนวคิดในการใช้ค่าวิเคราะห์พืช แบ่งออกเป็น 2 ค่าย ได้แก่ ค่ายวินิจฉัยธาตุอาหารในใบ (foliar diagnosis school) ของ Lagatu and Maume และ ค่ายการใช้ค่ามาตรฐาน (standard value school) ของ Goodall and Gregory (Thomas et al., 1953 ตรวจเอกสาร โดย Leece, 1968)

1. ค่ายวินิจฉัยธาตุอาหารในใบ (Foliar diagnosis school) แนวคิดของค่ายนี้คือ สถานะหรือปริมาณของธาตุอาหารในพืช จะถูกควบคุมโดยสภาพแวดล้อมที่สลับซับซ้อนต่าง ๆ มากกว่าที่จะถูกควบคุมโดยปริมาณธาตุอาหารในดิน หรือธาตุอาหารที่ถูกพืชดูดไปใช้ ดังนั้น การเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ต่างๆ จะทำได้ก็เฉพาะสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันเท่านั้น การแปลค่าวิเคราะห์สำหรับวิธีนี้ต้องใช้ดัชนี 2 ค่าคือ 1) intensity ได้แก่ผลรวมของธาตุอาหารแต่ละธาตุ และ 2) balance ได้แก่ การเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างธาตุอาหารตัวใดตัวหนึ่งกับธาตุอาหารตัวอื่น การใช้ค่าวิเคราะห์พืชในแนววินิจฉัยธาตุอาหารในใบที่กล่าวมานี้ ไม่ได้ได้รับความนิยม เนื่องจากแนวคิดของค่ายการใช้ค่ามาตรฐานมีความเหมาะสม และใช้งานได้ดีกว่า

2. ค่ายการใช้ค่ามาตรฐาน (Standard value school) หลักการของวิธีนี้คือ ปัจจัยทางด้านสภาวะแวดล้อม เช่น สภาพภูมิอากาศหรือ ความแตกต่างระหว่างดิน ไม่มีผลต่อการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารของพืช สมมติฐานของวิธีนี้คือ สภาพแวดล้อมไม่มีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชกับการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืช (tree performance) เนื่องจาก สภาพแวดล้อมไม่สามารถมีผลต่อศักยภาพของพืช (potential

performance) โดยไม่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหาร กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ก่อนที่ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมจะมีผลต่อศักยภาพในการเติบโตและให้ผลผลิตของพืช จะมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในใบก่อน

แนวคิดของค่านี้ ขยายต่อไปอีกว่า พืชแต่ละชนิด จะมีค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตโดยเฉพาะของมันเอง หรือเรียกอีกนัยหนึ่งว่า ค่ามาตรฐาน (standard value) และเมื่อนำสมมติฐานข้างต้นมาประกอบกัน จะมีความหมายว่า ค่ามาตรฐานสำหรับพืชชนิดหนึ่งจะไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าพืชนั้นจะเจริญเติบโตในสภาพดินและสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันก็ตาม เมื่อธาตุอาหารในพืชมีอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม (optimum) แล้ว ค่า intensity และ balance ตามหลักการของ ค่าวินิจฉัยธาตุอาหารในใบที่กล่าวมาข้างต้น ย่อมอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมด้วยเช่นกัน ดังนั้น แนวคิดของการใช้ค่ามาตรฐานความเข้มข้นธาตุอาหาร จึงครอบคลุมถึงแนวคิดของ การวินิจฉัยธาตุอาหารในใบ (foliar diagnosis) ด้วย

ในทางปฏิบัติ หลักการสำคัญของการวิเคราะห์พืชโดยใช้ค่ามาตรฐานคือ ค่ามาตรฐานที่ได้จากการศึกษาในบริเวณหนึ่ง ในฤดูปลูกหนึ่ง สามารถนำไปใช้ได้กับพืชที่ปลูกในบริเวณเดียวกันหรือพืชที่ปลูกในบริเวณอื่น ในฤดูกาลต่อมาได้ หรือ สามารถขยายความได้ว่า ค่ามาตรฐานที่สร้างขึ้นสำหรับพืชชนิดใดชนิดหนึ่งในประเทศหนึ่ง จะมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่สร้างขึ้นมาในอีกประเทศหนึ่ง Chapman (1961) ได้เปรียบเทียบค่ามาตรฐานของส้มจากแหล่งปลูกพืชสำคัญต่าง ๆ ทั่วโลก และพบว่า เมื่อใช้วิธีการเก็บตัวอย่างโดยใช้มาตรฐานแบบเดียวกัน (standard sampling method) ค่ามาตรฐานที่ได้จะใกล้เคียงกัน Chang et al. (1996) ได้ทดสอบและพบว่าค่ามาตรฐานที่สร้างขึ้นสำหรับส้มที่ปลูกในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา สามารถนำมาปรับใช้กับส้มที่ปลูกในประเทศไต้หวัน โดยมีการปรับปรุงค่ามาตรฐานของธาตุอาหารบางชนิด เพื่อให้เหมาะสมกับสายพันธุ์ส้ม สภาพดินและภูมิอากาศ นอกจากนั้น ยังมีการทดสอบค่ามาตรฐานสำหรับพืชอื่นๆ เช่น พืช เชอร์รี่ พลัม และแอปริคอต (apricot) พบว่าค่ามาตรฐานที่สร้างขึ้นมาในประเทศอื่น สามารถนำมาปรับใช้กับพืชเหล่านั้น ที่ปลูกในประเทศออสเตรเลียได้เช่นกัน (Leece and Gilmour, 1974; Leece, 1975a, 1975b; Leece and van den Ende, 1975)

เนื่องจากแนวคิดเกี่ยวกับการใช้ค่าวิเคราะห์พืชมาตรฐาน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง จึงเป็นวิธีการนำค่าวิเคราะห์พืชไปใช้ ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด (Smith, 1962; Leece, 1968)

การสร้างค่ามาตรฐาน (Establishment of standards)

การที่จะสามารถให้การวิเคราะห์พืชให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้น Smith (1966) กล่าวว่า จะต้องคำนึงถึงขั้นตอนและรายละเอียดต่างๆ ตั้งแต่ วิธีการเก็บตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง วิธีวิเคราะห์ที่ใช้ และการสร้างค่ามาตรฐาน ซึ่งแต่ละขั้นตอนค่อนข้างยุ่งยาก โดยที่ขั้นตอนการสร้างค่ามาตรฐานถือว่ายุ่งยาก และใช้เวลามากที่สุด

วิธีที่ดีที่สุดในการสร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารคือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในพืชกับการตอบสนองของพืช โดยทั่วไปแล้วจะต้องทำการทดลองอย่างเป็นระบบในแปลงทดลอง (field trial) Smith (1962) ทำการตรวจเอกสารเกี่ยวกับการวิเคราะห์พืช และกล่าวว่าการศึกษาในแปลงทดลองและหาค่าความสัมพันธ์ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการสร้างค่ามาตรฐานสำหรับพืช ส่วนวิธีการสำรวจความเข้มข้นของธาตุอาหาร (nutrient surveys) ในสวนที่ปลูกเป็นการค้า (commercial planting) นั้น ให้ประโยชน์น้อยมาก เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารจะต้องเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ก่อนที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตหรือผลผลิต ทำให้ค่ามาตรฐานที่ได้กว้างเกินไปจนไม่ค่อยมีประโยชน์ อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น Leece (1968) และ Reuter and Robinson (1986) มีความเห็นที่ไม่ตรงกับ Smith (1962) และเชื่อว่า หากมีการวางแผนการสำรวจที่ดีและกระทำเป็นเวลาหลายปีติดต่อกัน จะสามารถสร้างค่ามาตรฐานที่ดีได้เช่นกัน

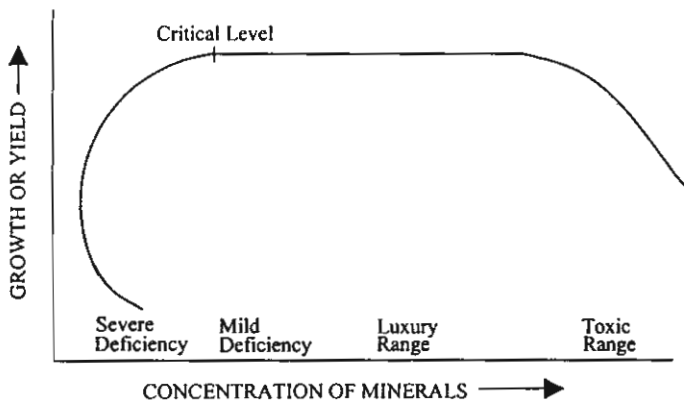
ถึงแม้ว่าจะมีความเห็นที่ไม่ตรงกันเกี่ยวกับการใช้วิธีสำรวจความเข้มข้นของสวนไม้ผล ในการสร้างค่ามาตรฐานดังที่กล่าวมาข้างต้นก็ตาม แต่วิธีนี้ก็เป็นที่ได้รับความนิยมและนำมาใช้มากที่สุดในการสร้างค่ามาตรฐานสำหรับไม้ผล เนื่องจากเสียเวลาและค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการทำงานทดลองในแปลงทดลองมาก (Leece, 1976a, 1976b; Menzel et al., 1987; Kotur and Singh, 1993; Brown, 1994) วิธีการทั่วไปในการสร้างค่ามาตรฐานสำหรับไม้ผลหรือไม้ยืนต้น ได้แก่ การสำรวจความเข้มข้นของธาตุอาหาร (nutrient survey) จากสวนที่มีประวัติความสมบูรณ์ของดินดี และให้ผลผลิตสูง เป็นเวลาหลายปีติดต่อกัน แล้วสร้างค่ามาตรฐานเบื้องต้น (tentative standards) ขึ้นมา หลังจากนั้น จึงทำการทดสอบความถูกต้องและปรับปรุงค่าที่ได้ให้มีความแม่นยำมากขึ้น (Leece, 1968)

อันที่จริงแล้ว การทำแปลงทดลอง (field trail) และการสำรวจความเข้มข้นของธาตุอาหารของสวน (nutrient surveys) มีประโยชน์แตกต่างกัน กล่าวคือ การทำแปลงทดลองมีประโยชน์ในแง่การศึกษาธาตุอาหารเดี่ยวๆ หรือ interaction ระหว่างธาตุอาหาร และการหาความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชในช่วงที่จัดว่า ต่ำกว่าปกติ (below normal หรือ hidden hunger) หรือ สูงกว่าปกติ (above normal หรือ luxury consumption) ส่วนการสำรวจจะมีประโยชน์ในแง่ที่ทำให้รู้ว่า เมื่อพืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารหรือเกิดอาการเป็นพิษของธาตุ

อาหารที่มองเห็นด้วยตาเปล่า (visual symptoms of deficiency or toxicity) นั้นระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชเป็นเท่าใด (Leece, 1968)

ช่วงค่ามาตรฐาน (Standard range)

แต่เดิมนั้นมีความเชื่อว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสม (optimum value) จะเป็นค่าเดียวๆ แต่ต่อมาได้มีการเปลี่ยนแนวคิดในเรื่องนี้ เนื่องจากผลการทดลองจำนวนมากแสดงให้เห็นว่า การเจริญเติบโตสูงสุด (maximum growth) ไม่ได้สัมพันธ์กับธาตุอาหารที่ความเข้มข้นใดค่าหนึ่งโดยเฉพาะ แต่จะมีช่วงของธาตุอาหารค่อนข้างกว้างที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตสูงสุด (รูปที่ 1) ซึ่งประเด็นนี้คือประเด็นหลักที่ Smith (1962) ใช้ได้แย้งถึงแนวทางในการสร้างค่ามาตรฐานที่จะต้องมาจากการทดลองเท่านั้น และไม่ยอมรับค่ามาตรฐานที่มาจาก การสำรวจความเข้มข้นของธาตุอาหาร ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้น จึงนิยมใช้ช่วงค่ามาตรฐาน (standard range) แทนค่ามาตรฐานเดียวๆ (Smith, 1962, 1966; Leece, 1968) ต่อมา Kenworthy (1973) เสนอให้แบ่งค่ามาตรฐานออกเป็นช่วงๆ ได้แก่ ขาดแคลน (shortage) ต่ำกว่าปกติ (below normal) ปกติ (normal) สูงกว่าปกติ (above normal) และสูงเกินไป (excess) เพื่อให้ค่ามาตรฐานที่ได้มีช่วงแคบลง



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารกับการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืช (Smith 1962)

การใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์พืช (Uses of leaf analysis)

การวิเคราะห์พืชสามารถนำมาใช้ได้ดีกับไม้ยืนต้นหรือไม้ผล เนื่องจากมีอายุการปลูกนานหลายปี และมีช่วงระยะเวลาค่อนข้างยาวในการจัดการด้านต่างๆ การวิเคราะห์พืชอย่างสม่ำเสมอเป็นประจำจะทำให้เกษตรกรทราบถึงสถานะธาตุอาหารของพืช และสามารถวางแผน

ระยะยาวในการจัดการด้านดินและปุ๋ยได้ Righetti et al., (1990) กล่าวว่าประโยชน์สำคัญประการหนึ่งของการวิเคราะห์พืชคือ สามารถลดการใช้ปุ๋ยลงได้ ทั้งๆ ที่คนทั่วไปมักจะคิดว่าประโยชน์หลักของการวิเคราะห์พืชคือ การบ่งบอกถึงอาการขาดธาตุอาหารของพืช Cohen (1986) ตรวจเอกสารเกี่ยวกับการใช้ค่าวิเคราะห์ใบพืชเพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยในส้มและสรุปว่า สามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยลงได้มาก ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยลง นอกจากนี้ ยังทำให้คุณภาพของผลผลิตดีขึ้น และลดการชะล้างของปุ๋ยในโตรเจนลงไปยังแหล่งน้ำได้ด้วย นอกจากประโยชน์ที่กล่าวมาแล้ว การวิเคราะห์พืชยังมีประโยชน์ดังนี้

1. ช่วยวินิจฉัยหรือยืนยันข้อวินิจฉัยที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น อาการผิดปกติของใบ ลักษณะต่างๆ
2. ช่วยชี้บ่งปัญหาที่อาจมองไม่เห็น (hidden trouble) ธาตุอาหารหลายชนิดอาจยังไม่แสดงอาการขาดให้เห็นชัดเจน แต่พืชอาจไม่แข็งแรงและให้ผลผลิตลดลง การวิเคราะห์พืชจะช่วยให้การชี้บ่งปัญหาเหล่านี้ก่อนที่อาการที่เกิดขึ้นจะรุนแรงจนกระทบต่อผลผลิต
3. ช่วยให้ทราบว่าธาตุอาหารที่ใส่ลงไปดินพืชสามารถดูดไปใช้ได้หรือไม่ เนื่องจากอาจมีปฏิสัมพันธ์ต่างๆ ในดิน หรือมีปัจจัยบางอย่างขัดขวางการดูดธาตุอาหารพืช ทำให้พืชไม่สามารถดูดธาตุอาหารในดินไปใช้ได้
4. ช่วยให้เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหาร ทั้งในส่วนที่เป็น synergism และ antagonism ระหว่างธาตุอาหาร

ข้อจำกัดของการใช้ค่าวิเคราะห์พืช (Limitations of leaf analysis)

ถึงแม้ว่า การวิเคราะห์พืชจะมีประโยชน์อย่างมาก ในการบอกให้รู้ถึงสถานะธาตุอาหารในพืชก็ตาม แต่การตัดสินใจในการจัดการธาตุอาหารหรือการใส่ปุ๋ยต่างๆ ไม่สามารถทำได้โดยใช้ค่าวิเคราะห์พืชเพียงอย่างเดียว เนื่องจากยังมีปัจจัยอีกหลายอย่างที่เป็นตัวควบคุมปริมาณธาตุอาหารในพืช เช่น ปริมาณผลผลิต (crop load) สภาพภูมิอากาศ ความสมบูรณ์ของต้น (tree vigor) การตัดแต่งกิ่งและลำต้น (pruning) การให้น้ำ และการจัดการปุ๋ย เป็นต้น การใช้ค่าวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยจะต้องคำนึงปัจจัยเหล่านี้ด้วย ในการแนะนำการใส่ปุ๋ย หากใช้ค่าวิเคราะห์ที่ได้เพียงอย่างเดียว และค่ามาตรฐานมีช่วงค่าค่อนข้างแคบ อาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย (Righetti et al., 1990)

การวิเคราะห์ดิน จะทำให้ทราบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในพืชได้หลายประการ และมีประโยชน์อย่างมากเมื่อใช้ร่วมกับการวิเคราะห์พืช ถึงแม้ว่า โดยทั่วไปแล้ว ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารในดินกับปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้ (uptake) จะค่อนข้างน้อยก็ตาม แต่ค่าวิเคราะห์ดินก็จัดว่ามีประโยชน์อย่างมากโดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับการวิเคราะห์พืช

(Leece, 1968; Righetti et al., 1990) ทั้งนี้เพราะมีปัจจัยหลายอย่างโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ค่า pH ที่เป็นตัวกำหนดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน Smith (1962) เสนอแนะว่า การที่จะสามารถใช้ค่าวิเคราะห์พืชได้อย่างชาญฉลาดนั้น ผู้ที่แปลความหมายค่าวิเคราะห์ จำเป็นที่จะต้องมีความรู้กว้างขวาง และเข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาบางประการที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจไม่ได้มาจากการที่มีปริมาณธาตุอาหารน้อยในดิน แต่มาจากการที่ดินมีความชื้นไม่เพียงพอ หรือการที่รากถูกทำลายโดยโรคและแมลง เป็นต้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการแปลผลการวิเคราะห์ใบพืช (Factors which affect the interpretation of leaf analysis)

นอกจากการสร้างค่ามาตรฐานที่มีความแม่นยำสูงแล้ว ก่อนที่จะนำค่าวิเคราะห์พืชไปใช้จำเป็นต้องเข้าใจที่ผู้แปลความหมายผลการวิเคราะห์ จะต้องเข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในพืชให้ดีก่อน เนื่องจากปัจจัยเหล่านั้น อาจมีผลต่อการแปลความหมายของค่าวิเคราะห์และนำไปสู่วิธีการจัดการหรือแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ปัจจัยสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงในการแปลความหมายค่าวิเคราะห์ได้แก่

1. ความแตกต่างระหว่างฤดูกาล (Seasonal differences)

ปริมาณธาตุอาหารในพืช เป็นผลรวมของการดูดธาตุอาหารของพืช การเจริญเติบโต การเคลื่อนย้าย และการหมุนเวียนของธาตุอาหารภายในพืช (remobilization) เนื่องจากสภาพอากาศมีผลต่อการทำงานของขบวนการเหล่านี้ ปริมาณธาตุอาหารในพืชจึงเปลี่ยนแปลงจากปีหนึ่งไปยังอีกปีหนึ่ง การดูดใช้ธาตุอาหารของพืชยังขึ้นกับ อุณหภูมิ ความชื้นในดิน และความชื้นในอากาศด้วย ในสภาพที่ส่งเสริมให้พืชคายน้ำมาก เช่น อากาศร้อน และความชื้นในอากาศต่ำ จะทำให้พืชดูด Ca ขึ้นไปใช้มาก เนื่องจาก การดูดใช้ Ca จะขึ้นกับการคายน้ำของพืช หรือ เมื่อดินมีความชื้นต่ำจะส่งเสริมให้เกิดการขาด B เป็นต้น ในขณะที่ปัจจัยเหล่านี้มีผลค่อนข้างน้อยต่อการดูดใช้ K ของพืช เพราะการเคลื่อนที่ของ K ในดินจะเกิดโดยการแพร่ (diffusion) เป็นส่วนใหญ่ Clark et al. (1989) รายงานว่า ความเข้มข้นของ Ca และ B ในใบ Tamarillo ในปีที่ฝนตกชุกมีค่าสูงกว่าปีที่อากาศแห้งแล้ง

2. ปริมาณผลผลิต (Crop load)

ผลผลิตมีความสำคัญต่อปริมาณธาตุอาหารในใบหรือเนื้อเยื่อพืช เนื่องจาก ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบและในผลแตกต่างกัน Cummings (1973) รายงานว่าธาตุ N, P, K, Zn และ Cu ในใบและในผลของพืชใกล้เคียงกัน ในขณะที่ความเข้มข้นของ Ca ในใบสูงกว่าในผลมาก McClung and Lott (1956) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในพืชเช่นกัน และราย

งานว่า K ในใบพืชจากต้นที่ติดผลจะต่ำกว่าต้นที่ไม่ติดผล ในทำนองเดียวกัน Forshey (1969) รายงานว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ K ในใบกับผลผลิตของแอปเปิ้ลจะเป็นไปในทางลบ กล่าวคือ ถ้ามีผลผลิตมาก ปริมาณ K ในใบจะลดลง เนื่องจากการเคลื่อนย้ายของ K จากใบไปยังผล นอกจากธาตุ K แล้ว การติดผลยังมีอิทธิพลต่อปริมาณธาตุอาหารอื่น ๆ ด้วย แต่ที่พบมากมักจะเป็นความเข้มข้นของ K ดังที่กล่าวมาข้างต้น

นอกจากการติดผลแล้ว ปริมาณผลผลิต (crop load) ก็มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบด้วย ในการแปลผลค่าวิเคราะห์ N ในใบสำหรับแพร์ (pear) ที่ Oregon State University จึงกำหนดค่ามาตรฐาน N สำหรับแพร์ที่มีการตัดแต่งผล (thinned trees) สูงกว่าต้นที่ไม่มีการตัดแต่งผล (unthinned trees) (Righetti et al., 1990)

ปัจจัยด้านผลผลิตจัดว่าเป็นปัจจัยที่ค่อนข้างซับซ้อน เนื่องจากผลผลิตอาจมีผลในทางบวกหรือทางลบต่อธาตุแต่ละชนิดแตกต่างกัน ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาอย่างลึกซึ้งและยาวนานก่อนจะได้ข้อมูลมากพอ

3. ความสมบูรณ์แข็งแรงของพืช (Plant vigor)

ความสมบูรณ์แข็งแรงของพืชโดยรวมเป็นสิ่งสำคัญ เพราะถ้าพืชมีการเจริญเติบโต เช่น การแตกใบอ่อนน้อย จะทำให้มีอาหารสะสมอยู่ในต้นมาก และมักไม่แสดงอาการขาด ในขณะที่ถ้ามีการเจริญเติบโตหรือแตกใบอ่อนมาก จะเกิด dilution effect ของธาตุอาหารขึ้น Smith (1962) กล่าวว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชที่มีอาการขาดอย่างชัดเจนอาจจะมีช่วงซ้อนทับ (overlap) กับต้นที่สมบูรณ์และไม่แสดงอาการขาด ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่คล้ายกันระหว่างพืชที่แคระแกรนและพืชที่สมบูรณ์ดี ไม่ได้แสดงว่ามีสถานะธาตุอาหารที่เหมือนกัน ดังนั้น ปัจจัยใดก็ตาม ที่มีผลต่อความสมบูรณ์แข็งแรงของต้นย่อมมีผลต่อการแปลความหมายค่าวิเคราะห์ได้และทำให้การแปลความหมายยากยิ่งขึ้นไปอีก การเจริญเติบโตและความสมบูรณ์แข็งแรงของต้นมีผลอย่างมากต่อความเข้มข้นของ N ในต้น นอกจากนั้น เมื่อมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้น และการเจริญเติบโตของต้นดีขึ้น ก็อาจพบว่าความเข้มข้นของธาตุอื่นลดลง เนื่องจาก dilution effect ของธาตุเหล่านั้น ในการแปลความหมายของค่าวิเคราะห์จึงต้องคำนึงถึงความสมดุลระหว่างธาตุอาหารต่างๆ ด้วยเสมอ

4. การตัดแต่งกิ่งและต้น (Pruning)

การตัดแต่งมีผลทำให้ต้นไม่มีขนาดเล็กกลง แต่จะชักนำให้มีการเจริญเติบโตอย่างมากบริเวณที่มีการตัดแต่ง การตัดแต่งจะมีผลโดยรวมต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชด้วย จากการศึกษาใน sweet cherry พบว่า ต้นที่มีการตัดแต่งมาก แต่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน อาจมีความเข้มข้นของ N ในใบสูงเท่ากับต้นที่ไม่มีการตัดแต่ง

แต่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ในการแปลความหมายค่าวิเคราะห์ จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงประเด็นการ ตัดแต่งกิ่งหรือลำต้นด้วย (Righetti et al., 1990)

5. การจัดการเกี่ยวกับพืชคลุมดิน (Orchard floor management)

ในสวนที่มีพืชคลุมดินจะมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกับเมื่อไม่มีพืชคลุมดิน เพราะพืชคลุมดินจะมีผลต่อการกระจายของรากพืชหลัก การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของราก การ แย่งธาตุอาหารและน้ำกับพืชหลัก ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ และในพืชโดยรวม Haynes and Goh (1980) เปรียบเทียบระหว่างแปลงที่มีพืชคลุมดิน ไม่มีพืช คลุมดินและแปลงที่มีการใช้สารปราบวัชพืช รายงานว่า ในปีแรกของการทดลอง ไม่มีความแตก ต่างระหว่างความเข้มข้นของ N ในใบของแปลงทั้ง 3 แต่เมื่อถึงปีที่ 3 ความเข้มข้นของ N และ K ในใบจากแปลงที่มีพืชคลุมดินมีค่าต่ำที่สุด

6. ต้นตอและสายพันธุ์พืช (Variety and rootstock)

ต้นตอและสายพันธุ์พืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารในใบ (Smith, 1962) การคัดเลือกหรือเลือกใช้สายพันธุ์และต้นตอที่มีความสามารถแตกต่างกันในการ ดูดใช้ธาตุอาหารมีการศึกษากันมานานแล้ว เช่น ใน แอปเปิ้ล และพีช มีความสนใจที่จะใช้สาย พันธุ์ที่มีปริมาณแคลเซียมในใบสูง แต่ในทางปฏิบัติแล้วปริมาณธาตุอาหารในใบมักไม่ใช่ข้อ กำหนดที่สำคัญ (criteria) ที่ใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์พืชเพื่อปลูกเป็นการค้า เนื่องจาก บ่อย ครั้งจะพบว่า แต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างของธาตุอาหารน้อย Kenworthy (1973) รายงาน ว่า ธาตุ N, Ca และ Mg ในใบของแอปเปิ้ล พีช และเชอร์รี่จะมีปริมาณแตกต่างกัน แต่ธาตุ K, P และ จุลธาตุอื่น มีความแตกต่างค่อนข้างน้อย จนสามารถใช้ค่ามาตรฐานเดียวกันได้สำหรับแต่ละ สายพันธุ์ได้ Righetti et al. (1990) รายงานว่า สายพันธุ์ต้นเตี้ย (draft type) จะมีปริมาณ ธาตุอาหารที่แตกต่างและสูงกว่าสายพันธุ์อื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับธาตุ N อย่างไรก็ตาม ความต้องการธาตุอาหารพื้นฐานจะคล้ายคลึงกัน

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า มีปัจจัยหลายอย่างที่จะต้องคำนึงถึง เมื่อแปลความ หมายของค่าวิเคราะห์ แต่ก็เป็นการยากที่ผู้แปลความหมายจะรู้หรือเข้าใจปัญหาทั้งหมดหรือ interaction ระหว่างปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสวนไม้ผลแต่ละแห่ง อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ พืชก็ยังเป็นแนวทางที่ดีและมีประโยชน์อย่างมากในการการจัดการธาตุอาหารโดยเฉพาะในไม้ ผล ถ้ามีการวิเคราะห์พืชอย่างสม่ำเสมอ และการจัดการธาตุอาหารเพื่อให้อยู่ในช่วงมาตรฐาน อยู่ตลอดเวลา มักจะทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตดีขึ้น และหากได้มีการคำนึงถึงปัจจัย ต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วด้วย จะทำให้ผลผลิตที่ได้รับมีคุณภาพสูงขึ้นด้วยเช่นกัน (Righetti et al., 1990)

ชนิดของเนื้อเยื่อพืชที่ใช้และเวลาในการเก็บตัวอย่าง (Tissue types and sample time)

1. ชนิดของเนื้อเยื่อพืช (Tissue types)

การใช้ค่าวิเคราะห์พืชเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจะไม่สามารถทำได้ ถ้าปราศจากวิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างที่ดี (Kenworthy, 1973) ทั้งนี้เพราะส่วนต่างๆ ของพืชไม่ว่าจะเป็นใบพืช ก้านใบ ส่วนของกิ่ง ผล ดอก ลำต้น ล้วนมีปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกัน (Smith, 1962) Kenworthy (1973) ทำการตรวจเอกสารงานวิจัยต่างๆ และรายงานว่ วิธีการเก็บตัวอย่างพืชที่ใช้ในงานวิจัยมักไม่ให้รายละเอียดในเรื่องการเก็บตัวอย่างมากพอที่จะให้เกษตรกรทำตามได้ เขาแนะนำให้ใช้ลักษณะสัณฐานของพืช (morphological characteristics) ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยเป็นตัวกำหนดแนวทางในการหาวิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่าง และได้เสนอแนะแนวทางในการกำหนดส่วนของพืชที่ควรเก็บมาวิเคราะห์ดังนี้

- 1.1 ต้องเป็นวิธีที่เกษตรกร นักวิชาการ หรือนักส่งเสริมรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องทำตามคำแนะนำในการเก็บตัวอย่างนั้นๆ ได้ง่าย
- 1.2 ส่วนของพืชนั้นๆ จะต้องมีอยู่เสมอเมื่อต้องการเก็บตัวอย่าง
- 1.3 จะต้องเป็นส่วนของพืชที่สามารถเก็บตัวอย่างได้ง่าย และไม่ทำอันตรายต่อต้นพืชนั้นๆ

เมื่อพิจารณาจากข้อกำหนดข้างต้น จะพบว่าส่วนของพืชที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์มากที่สุดในไม้ผล ได้แก่ ใบพืช (leaves) และจากการใช้งานที่ผ่านมาก็พบว่าใบพืชมีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้บรรลุจุดประสงค์ที่ต้องการ

2. ตำแหน่งใบที่เหมาะสม และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างใบเพื่อการวิเคราะห์เป็นแนวทางที่ได้รับการยอมรับ และมีความนิยมสูงสุด ปัญหาต่อไปของการเก็บตัวอย่างใบคือ ใบที่เก็บตัวอย่างควรจะเป็นใบไหน อยู่ตรงส่วนใดของช่อใบ (flush) เพราะธาตุอาหารที่อยู่ในตำแหน่งใบต่างๆ ของช่อใบ เช่น ปลายยอด (terminal) กึ่งกลาง หรือส่วนล่างของช่อใบ (basal) มีปริมาณแตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้ว จะต้องทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในแต่ละตำแหน่งใบ และเลือกใช้ตำแหน่งใบที่มีปริมาณธาตุอาหารใกล้เคียงกัน ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลจากการวิจัยในส่วนนี้ การเลือกตำแหน่งใบที่จะเก็บตัวอย่าง มักจะเลือกตำแหน่งใบที่อยู่ตรงกลางของช่อใบ (Smith, 1962) นอกจากนั้น ปริมาณธาตุอาหารในใบยังไม่คงที่และเปลี่ยนแปลงตามอายุของใบ โดยธาตุอาหารแต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นแตกต่างกัน ขึ้นกับว่าธาตุนั้นเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ในพืชหรือไม่ เช่น ปริมาณ N และ K ในใบจะลดลง ในขณะที่ Ca จะเพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น (Embleton et al., 1973) โดยทั่วไปแล้ว ระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บตัวอย่างใบเพื่อการวิเคราะห์จะต้องเป็นระยะเวลาที่ธาตุอาหารส่วนใหญ่ในใบมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม ธาตุ

อาหารแต่ละชนิดจะมีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นน้อยที่สุดแตกต่างกัน จึงไม่มีเวลาใดเวลาหนึ่งที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บตัวอย่างสำหรับทุกๆ ธาตุ (Cresswell and Wickson, 1986) ในทางปฏิบัติจึงนิยมเลือกระยะเวลาที่ธาตุอาหารส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเก็บตัวอย่างเพียงครั้งเดียวและวิเคราะห์ได้หลายธาตุ Righetti et al. (1990) เสนอแนะว่า ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้เวลาในการวิจัยมากจนเกินไป เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง แต่ควรเก็บตัวอย่างตามแนวทางที่ใช้ในการสร้างค่ามาตรฐาน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์ที่ได้กับค่ามาตรฐานที่สร้างขึ้นมา

สถานะการวิจัยเกี่ยวกับธาตุอาหารของทุเรียนในประเทศไทย

การศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารในใบทุเรียนในประเทศไทย และต่างประเทศมีน้อยมาก Koseki et al. (1987) ได้ทำการสำรวจสถานะธาตุอาหารในใบทุเรียนพันธุ์ชะนี ที่จังหวัดจันทบุรี และระยอง โดยทำการเก็บ ใบทุเรียนที่ใกล้ใบแก่ที่สุด (nearest leaf to old one) ในกิ่งที่แตกใหม่ ในช่วงต้นเดือนธันวาคม 2528 ซึ่งเป็นช่วงก่อนที่ทุเรียนจะออกดอก และทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพืช 9 ชนิด ได้แก่ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn และ B จากการทดลองพบว่า ธาตุที่น่าจะได้รับความสนใจมากที่สุดได้แก่ธาตุ Zn เพราะค่าความเข้มข้นของ Zn ในใบพืชค่อนข้างต่ำ สำหรับค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับธาตุต่างๆ เป็นดังนี้ N: 2.0-2.2%, P: 0.2-0.22%, K ประมาณ 1.5%, Ca:1.0-1.2%, Mg 0.6-0.7%, Fe ประมาณ 40 ppm, Mn:100-140 ppm, Zn ประมาณ 20 ppm, B: 30-35 ppm

ในปี 2539 จีรพงษ์ และคณะ ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารหลักกับการให้ผลผลิตและคุณภาพของทุเรียนพันธุ์ชะนี และรายงานค่า ความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca และ Mg ในใบทุเรียนตั้งแต่ใบที่ 1 ถึงใบที่ 4 ถัดจากใบแรกที่ยังไม่คลี่เต็มที่ที่มีค่าใกล้เคียงกันมากและไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่จุลธาตุมีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง นอกจากนั้นยังพบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์ธาตุ N, P, K ในดินทุเรียนที่มีลักษณะสมบูรณ์ เปรียบเทียบกับดินที่มีลักษณะไม่สมบูรณ์หรือสมบูรณ์น้อยกว่าพบว่า ดินที่สมบูรณ์มีค่าความเข้มข้นของ N, P, K สูงกว่าดินที่ไม่สมบูรณ์ คือมีค่าความเข้มข้นไนโตรเจน เท่ากับ 1.87, 1.50 และ 1.44% ในระยะปรับปรุงดิน ระยะก่อนออกดอก และ ระยะติดผลตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นที่เหมาะสม ซึ่งรายงานโดย Koseki et al. (1987) สำหรับทุเรียนพันธุ์ชะนี ซึ่งเก็บในช่วงก่อนทุเรียนออกดอก จะพบว่า ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนที่รายงานโดย จีรพงษ์ และคณะ (2539) มีค่าต่ำกว่ามาก ส่วนค่าความเข้มข้นฟอสฟอรัส ต่ำกว่าเล็กน้อย แต่โพแทสเซียมมีค่าสูงกว่าที่รายงานโดย Koseki et al. (1987) ในรายงานฉบับนี้ จีรพงษ์ และคณะ (2539) ยัง

ได้ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของผลทุเรียนและพบว่า มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ตามลำดับ ส่วนการทดสอบอัตราปุ๋ยไนโตรเจนในระดับตั้งแต่ 250-1,250 กรัม N /ตัน/ปี รวมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมพบว่า ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้นแต่ความเข้มข้นของโพแทสเซียมลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า ถึงแม้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงจะไม่ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบสูงกว่าอัตราต่ำ แต่จะให้ความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตในใบสูงขึ้น และปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบนี้มีความสัมพันธ์ในทางสถิติกับปริมาณการออกดอกของทุเรียน Subhadrabandhu and Udomsriyothin (1997) ศึกษาปริมาณ N, P, K และ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (TNC) ในใบทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีอาการโรคเน่าในระดับต่างๆ ปรากฏว่า ปริมาณ N, K และ TNC ในใบเพิ่มขึ้นตามลำดับความรุนแรงของโรค ส่วนปริมาณ P และผลผลิตของทุเรียนลดลงตามลำดับของโรค

การทดลองปีที่ 1

การทดลองในปีที่ 1 มีจุดประสงค์ที่สำคัญคือ

1. ได้วิธีการมาตรฐานในการเก็บตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ตำแหน่งใบที่เก็บตัวอย่าง และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง
2. ได้ค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นสำหรับทุเรียน

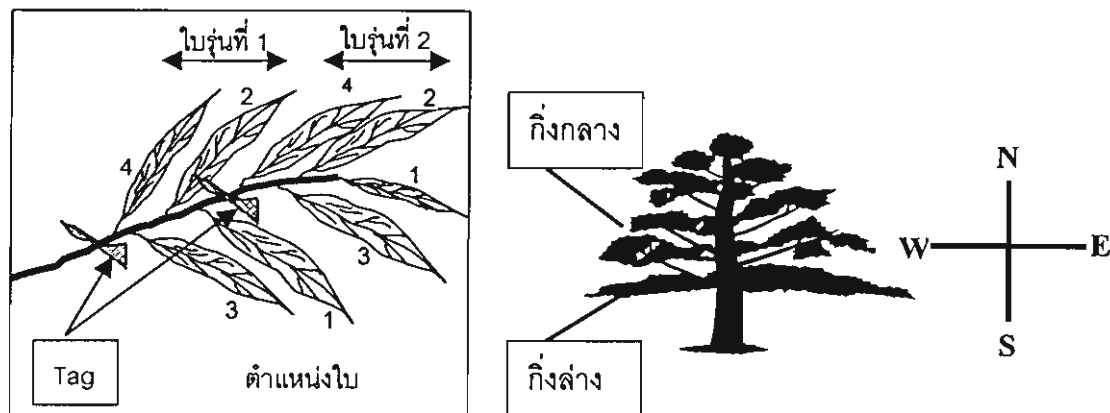
อุปกรณ์และวิธีการ

I. สถานที่ทดลอง

ทำการทดลองในพื้นที่ 3 จังหวัดในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยเลือกสวนเกษตรกรที่มีต้นทุเรียนอายุประมาณ 10-12 ปี เป็นต้นทุเรียนที่สมบูรณ์และมีประวัติให้ผลผลิตค่อนข้างดี จำนวน 5 สวน โดยแยกเป็น จังหวัดระยอง 1 สวน จังหวัดจันทบุรี 2 สวน จังหวัดตราด 2 สวน และทำการทดลองในศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี (ศวสจ.บ.) อีก 1 แห่ง รวมทั้งสิ้นเป็น 6 สวน ทั้ง 6 สวนนี้มีการดูแลต้นทุเรียนค่อนข้างดี และมีระบบการให้น้ำแก่ทุเรียน แต่ละสวนเลือกทุเรียนจำนวน 5 ต้น

II. การเก็บตัวอย่างใบทุเรียน

1. ทำการ Tag ซ่อใบ (flush) ทุเรียนที่แตกออกมารุ่นเดียวกัน (รุ่นที่แตกออกมาหลังการเก็บเกี่ยวคือประมาณเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน 2541) จำนวนมากพอที่จะเก็บตัวอย่างได้ตลอดปี
2. เริ่มเก็บตัวอย่างใบครั้งแรกในเดือนกรกฎาคม 2541 เมื่อใบอายุประมาณ 2 เดือน (ตั้งแต่เริ่มแตกใบอ่อน) และเก็บตัวอย่างทุกเดือนหลังจากนั้นเป็นเวลา 3 เดือน โดยวางแผนการเก็บตัวอย่างแบบ factorial ประกอบด้วย 3 ปัจจัยดังนี้
 - 4 ตำแหน่งใบ : ตำแหน่งที่ 1, 2, 3, และ 4 จากปลายยอดของซ่อใบ (รูปที่ 2)
 - 4 ทิศ : ทิศตะวันออก ตะวันตก เหนือ และ ใต้
 - 2 ตำแหน่งกิ่ง : กลาง (สูง 3-4 เมตรจากพื้น) และล่าง (สูง 1-2 เมตรจากพื้น)
 แต่ละตัวอย่างเก็บใบทุเรียน 3 ใบ แต่ละสวนเก็บตัวอย่างใบทุเรียน 5 ต้น
3. หลังจากเก็บตัวอย่างใบตามวิธีข้างต้นเป็นเวลา 3 เดือน ในเดือนที่ 4 ได้เปลี่ยนแปลงวิธีเก็บตัวอย่างให้เหลือเพียง 2 ปัจจัยคือ 4 ตำแหน่งใบ และ 2 ตำแหน่งกิ่ง (เนื่องจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบพบว่า ใบจากแต่ละตำแหน่งทิศมีความเข้มข้นของธาตุอาหารใกล้เคียงกัน) โดยเก็บตัวอย่างใบทุเรียนจากทั้ง 4 ทิศรอบทรงพุ่ม แต่ละทิศเก็บตัวอย่างใบทุเรียน 2 ใบ นำใบจากทุกทิศมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งทิศ ตำแหน่งใบบนช่อใบ และตำแหน่งกิ่งของทุเรียน

4. เก็บตัวอย่างใบที่แตกออกมาในรุ่นที่ 2 เช่นเดียวกับข้อ 3
5. นำตัวอย่างใบที่เก็บไว้ในถุงพลาสติก ใส่ในถังน้ำแข็งที่มีน้ำแข็งอยู่ด้านล่าง นำกลับมาล้างห้องปฏิบัติการ ล้างทำความสะอาดด้วยกรด HCl 0.1 N ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนแห้ง
6. บดตัวอย่างใบทุเรียนด้วยเครื่องบด Wiley Cutting Mill ผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh (0.42 มม.)
7. ตัวอย่างใบที่ได้นำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn
8. สำหรับ B และ Mo นั้น ทำการวิเคราะห์เฉพาะตัวอย่างที่เก็บมาในเดือนตุลาคม - ธันวาคม 2541 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างเท่านั้น

III. การเก็บตัวอย่างดิน

1. เก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบๆ ทรงพุ่มของต้นทุเรียนที่เก็บตัวอย่างใบ ต้นละ 4 จุด โดยเก็บที่ความลึก 0 – 20, 20 – 40 และ 40 – 60 ซม. ในช่วงต้นฤดูการเจริญเติบโต
2. นำดินที่ได้มาผึ่งให้แห้ง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม.
3. แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่า pH, EC, CEC, Organic Matter, Available P, Extractable K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu และ เนื้อดิน

IV. การวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

1. การวิเคราะห์ตัวอย่างดินใช้วิธีการดังนี้

ค่าที่วิเคราะห์	วิธีวิเคราะห์
pH	1 : 1 Soil : H ₂ O
Electrical conductivity	1 : 5 Soil : H ₂ O
Organic matter	Walkley and Black
Available P	Bray II
CEC, Extractable K, Ca, Mg	1 N NH ₄ OAc pH 7.0
Extractable Fe, Cu, Mn, Zn	DTPA
เนื้อดิน	Hydrometer method

2. การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบทุเรียนใช้วิธีดังนี้

- N : ย่อยสลายด้วยวิธี microKjeldahl และกลั่นหาปริมาณ NH₄⁺ ในสารละลาย
- P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn : ย่อยสลายด้วยกรด HNO₃ – HClO₄ (5:1) หลังจากที่ได้ตัวอย่างใสแล้ว ทิ้งไว้ให้เย็น เติมกรด HCl 3 N จำนวน 5 มล. แล้วนำไปย่อยสลายต่อจนตัวอย่างใสอีกครั้งหนึ่ง ปรับปริมาตรเป็น 50 มล. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในสารละลายด้วยวิธีต่อไปนี้

- P โดยวิธี molybdate - vanadate yellow color

- K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer

- B และ Mo ย่อยสลายด้วยวิธี dry ashing ที่อุณหภูมิ 550° C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นวิเคราะห์หา B ในสารละลายโดยวิธี azomethine-H (Gaines and Mitchell, 1979) ส่วน Mo วิเคราะห์โดยวิธี molybdenum thiocyanate complex (Purvis and Peterson, 1956)

IV. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยวิเคราะห์ค่า Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ Duncan's multiple range test การเปรียบเทียบระหว่างทิศใช้ข้อมูลเฉลี่ย 3 เดือน ส่วนความแตกต่างระหว่างตำแหน่งใบและตำแหน่งกิ่งใช้ข้อมูลเฉลี่ย 10 เดือน

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณสมบัติของดินที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์ดินตัวอย่างทั้ง 3 ชั้นความลึกคือ 0-20, 20-40 และ 40-60 ซม. จากทั้ง 6 สวน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 จากตารางจะพบว่า ดินทั้ง 6 สวนมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากในแง่คุณสมบัติต่างๆ ทั้งทางเคมีและทางกายภาพ มีดินที่จัดอยู่ในชุดดินคลองซาก 2 สวน (สวนวุฒิพงศ์และสวนจุมพล) ชุดดินแกลง 1 สวน (สวนคำนึ่ง) ชุดดินห้วยโป่ง 2 สวน (สวนอัมรินทร์และศวสจบ.) และชุดดินชลบุรี 1 สวน (สวนอนันต์) มีเนื้อดินตั้งแต่ sandy loam จนถึง sandy clay loam สำหรับคุณสมบัติทางเคมีเป็นดังนี้

1.1 ความเป็นกรดต่างของดิน (pH) ดินทั้ง 6 สวนที่ศึกษาเป็นดินกรดมีค่า pH ตั้งแต่ 4.31 จนถึง 5.60 ในดินบน และ pH ลดลงต่ำกว่านี้ในชั้นความลึก 20-40 ซม. และ 40-60 ซม.

1.2 การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) ดินทั้ง 6 สวนที่ศึกษามีค่า EC ต่ำมากคือมีค่าอยู่ระหว่าง 26 -80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ในชั้นดิน 0-20 ซม. สำหรับดินที่อยู่ลึกลงไป มีค่า EC ต่ำกว่าเล็กน้อย ซึ่งจัดว่าไม่มีความเค็มหรือเกลือสะสมแต่อย่างใด

1.3 อินทรีย์วัตถุ (Organic matter, OM) มีค่าผันแปรค่อนข้างมากระหว่างทั้ง 6 สวนที่ศึกษา คือมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.25% ที่สวนอนันต์ ส่วนสวนที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดได้แก่สวนวุฒิพงศ์ ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงถึง 3.84% เนื่องจากสวนนี้มีปริมาณ clay ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับสวนอื่น สำหรับดินชั้นที่ลึกลงไปมีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงตามลำดับ

1.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorous) มีความผันแปรสูงมากระหว่าง 6 สวนที่ศึกษา คือ ที่สวนอนันต์มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพียง 10.9 ppm ในขณะที่สวนคำนึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงถึง 323.8 ppm ซึ่งจัดว่าสูงมาก สวนที่มีปริมาณฟอสฟอรัสรองลงมาได้แก่ศวสจบ. ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัส 140.4 ppm ส่วนสวนอื่นๆ มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่า 50 ppm เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่อยู่ลึกลงไปจะมีปริมาณที่ต่ำกว่าดินบนมาก แสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสลงไปที่ดินชั้นล่างเกิดได้น้อย ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จึงสะสมอยู่ที่บริเวณหน้าดิน

1.5 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation exchange capacity, CEC) ดินทั้ง 6 สวนมีค่า CEC ค่อนข้างต่ำ คือมีค่าตั้งแต่ 3.56-9.72 $\text{cmol}(+)/\text{kg}$ เนื่องจากเป็นดินที่มีเนื้อหยาบ ความเป็นกรดสูง

1.6 โพแทสเซียมที่สกัดได้ (Extractable potassium) มีความผันแปรระหว่างสวนค่อนข้างมากเช่นกัน คือ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 31.9 ppm และสูงสุดเท่ากับ 131.0 ppm สวนส่วนใหญ่มีปริมาณ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของดินสวนทุเรียน 6 แห่ง เก็บตัวอย่างเมื่อมิถุนายน 2541 (n=5)

สวน	ความลึก (ซม.)	pH (1:1) น้ำ	EC(1:5) (µS/cm)	OM (%)	Avail. P (ppm)	CEC cmo(+)/kg	Extractable (ppm)							Textural Classes
							K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	
ทุเรียน	0-20	5.06	55	3.84	38.9	9.72	118.8	235.7	82.1	30.0	61.9	4.1	1.1	SCL
	20-40	4.95	33	2.17	8.7	8.44	65.4	111.7	48.6	10.8	28.4	1.0	0.3	SCL
	40-60	4.87	32	1.33	6.8	6.30	60.7	64.2	38.1	6.1	17.6	0.5	0.2	SCL
จุมพล	0-20	5.60	80	3.65	42.5	7.24	94.9	242.7	186.0	20.0	24.6	1.2	1.0	SCL
	20-40	5.08	35	2.63	10.0	5.52	53.8	93.2	73.5	12.4	24.5	0.5	0.3	SCL
	40-60	5.04	26	1.36	7.1	4.81	54.5	77.5	55.6	7.7	23.8	0.3	0.3	SCL
คำนิง	0-20	4.96	45	1.71	323.8	5.43	131.0	195.3	46.2	33.5	9.2	1.1	2.6	SL
	20-40	4.81	39	1.40	198.0	4.37	91.5	137.1	26.7	49.8	5.2	0.5	1.0	SL
	40-60	4.70	40	0.96	84.7	4.03	70.8	125.9	24.0	19.8	1.9	0.2	0.4	SL
อัมรินทร์	0-20	4.65	31	3.12	17.0	6.02	39.7	33.8	17.8	89.7	2.2	0.9	0.8	SL
	20-40	4.70	22	1.39	5.0	4.45	22.8	22.5	8.7	22.0	1.0	0.3	0.2	SL
	40-60	4.74	16	0.79	3.9	3.62	16.9	22.8	7.8	9.3	0.7	0.2	0.2	SCL
อนันต์	0-20	4.59	26	1.25	10.9	3.56	31.9	43.4	18.3	54.0	18.4	0.9	2.5	SL
	20-40	4.74	19	0.69	5.4	3.28	16.8	41.2	14.5	16.9	11.6	0.3	2.2	SL
	40-60	4.77	20	0.57	5.5	3.63	15.5	46.2	15.9	11.8	8.6	0.2	2.0	SL
ศาลงป.	0-20	4.31	43	2.04	140.4	5.03	76.9	46.1	16.1	63.4	3.2	2.4	2.2	SL
	20-40	4.35	32	1.03	29.0	4.43	51.7	16.7	6.1	20.6	1.5	0.4	1.0	SL
	40-60	4.43	25	0.72	12.5	4.62	49.0	13.7	5.3	7.3	0.8	0.2	0.5	SL

K ที่จัดว่าปานกลางจนถึงต่ำ เนื่องจากดินค่อนข้างเป็นกรด มีการชะล้างของธาตุอาหาร อันเนื่องมาจากปริมาณฝนที่ตกค่อนข้างชุก

1.6 แคลเซียมที่สกัดได้ (Extractable calcium) ปริมาณแคลเซียมในดินมีแนวโน้มไปในทางเดียวกับค่า pH คือ ปริมาณแคลเซียมสูงเมื่อค่า pH สูง และปริมาณแคลเซียมต่ำเมื่อค่า pH ต่ำ โดยสวนที่มีแคลเซียมสูงสุดได้แก่สวนจุมพลซึ่งมีแคลเซียม 242.7 ppm และมีค่า pH เท่ากับ 5.60 ส่วนสวนที่มีค่า pH ต่ำสุดคือสวนสบ. มีปริมาณแคลเซียมเพียง 46.1 ppm ซึ่งจัดว่าต่ำมาก

1.7 แมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extractable magnesium) เช่นเดียวกับแคลเซียม ปริมาณแมกนีเซียมในดินแต่ละสวนแตกต่างกันค่อนข้างมาก สวนที่มีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดได้แก่สวนจุมพล ซึ่งมีแมกนีเซียมสูงถึง 186.0 ppm เนื่องจากสวนนี้มีการใส่ปุ๋ยโดโลไมท์มากเมื่อ 2-3 ปีที่ผ่านมา ส่วนสวนอื่นๆ มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำกว่า 100 ppm และมี 3 สวนที่มีแมกนีเซียมต่ำกว่า 20 ppm

1.8 จุลธาตุ (Micronutrients) ทุกสวนมีปริมาณเหล็กค่อนข้างสูงคือตั้งแต่ 20.0 ถึง 89.7 ppm ทั้งนี้เนื่องจากดินส่วนมากเป็นกรด ทำให้จุลธาตุละลายออกมาได้ดี ส่วนแมงกานีสนั้นมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยสวนอัมรินทร์และสวนสบ. มีแมงกานีสเพียง 2.2 และ 3.2 ppm ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในปริมาณที่ต่ำ สวนคำเนินมีปริมาณแมงกานีสปานกลางคือ 9.3 ppm ส่วนสวนที่เหลือมีปริมาณแมงกานีสตั้งแต่ 18.4 – 62.0 ppm ซึ่งจัดอยู่ในช่วงสูงและสูงมาก สำหรับทองแดงนั้นมีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.9 - 4.1 ppm ในขณะที่สังกะสีมีปริมาณตั้งแต่ 0.8 - 2.5 ppm ซึ่งจัดว่าค่อนข้างต่ำเช่นกัน

2. ปริมาณธาตุอาหารในใบทุเรียน

2.1 จำนวนใบในช่อใบ (Flush)

ทุเรียนหมอนทองแตกใบอ่อนครั้งละ 3-5 ใบ จากการเก็บตัวอย่างใบที่ผ่านมาปรากฏว่า มีช่อใบจำนวนมากที่มีเพียง 3 ใบ ทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างใบตำแหน่งที่ 4 ได้ครบทั้งหมด โดยเฉลี่ยแล้วสามารถเก็บตัวอย่างใบตำแหน่งที่ 4 ได้ประมาณ 60% ของจำนวนตัวอย่างที่ต้องการเท่านั้น

2.2 อิทธิพลของตำแหน่งทิศ (Direction)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารที่วิเคราะห์จากตัวอย่างใบที่เก็บจากทิศทั้งสี่ (ตะวันออก ตะวันตก เหนือ และใต้) โดยใช้ข้อมูล 3 เดือนที่เก็บตัวอย่าง พบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอ ในทั้ง 4 ทิศที่เก็บตัวอย่าง และทั้ง 6 สวนที่ทำการศึกษา (รูปที่ 3) เมื่อนำข้อมูลจากทุกสวนมารวมกันและวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่า ธาตุ K, Ca, และ Mg ในทั้ง 4 ทิศมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ในขณะที่ธาตุ N, P, Fe, Mn, Cu และ Zn มีความแตกต่างในทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยความเข้มข้นของ N ในใบที่เก็บจากทิศใต้มีความเข้มข้นน้อยกว่าใบจากทิศตะวันออกและทิศเหนือ ในขณะที่ใบที่เก็บจากทางด้านทิศตะวันออกมีความเข้มข้นของ P

และ Fe สูงกว่าด้านทิศเหนือ แต่ปริมาณ Mn ต่ำกว่า สำหรับธาตุ Cu นั้น ไบจากด้านทิศตะวันตกและทิศเหนือมีความเข้มข้นสูงกว่าไบจากด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ ส่วนธาตุ Zn ในไบที่อยู่ในด้านทิศตะวันออกมีค่าต่ำที่สุด Kotur and Singh (1993) รายงานว่าไบลื่นจีที่เก็บจากทิศทั้ง 4 มีปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุอาหาร โดยไบที่อยู่ด้านทิศตะวันออกมีปริมาณธาตุ Ca และ Mg สูงกว่า แต่มีปริมาณ N, K, S และ Cu ต่ำกว่าทิศอื่นๆ ส่วน Chadha et al. (1980) รายงานว่า ไบมะม่วงที่เก็บมาจากด้านทิศตะวันออกมีธาตุอาหารทุกธาตุยกเว้นธาตุ K สูงกว่าไบที่อยู่ทางด้านทิศอื่นๆ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของแต่ละธาตุจะพบว่า ถึงแม้ว่าค่าที่ได้จะมีความแตกต่างในทางสถิติก็ตาม แต่ความแตกต่างของธาตุอาหารในแต่ละทิศมีค่าค่อนข้างน้อย (ตารางที่ 2)

2.3 อิทธิพลของตำแหน่งใบ (Leaf position)

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในตำแหน่งใบที่ 1-4 จากช่อใบเดียวกันพบว่า ธาตุอาหารพวกมหธาตุได้แก่ N, P, K, Ca, Mg มีค่าใกล้เคียงกัน ในตำแหน่งที่ 1-3 ส่วนตำแหน่งใบที่ 4 บางครั้งจะพบความแตกต่างของธาตุอาหารอยู่บ้าง ทั้งนี้อาจเนื่องจากตัวอย่างไบจากตำแหน่งที่ 4 มีไม่ครบในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งดังที่กล่าวมาแล้ว ทำให้ค่าวิเคราะห์ที่ได้มีความแม่นยำน้อยลงสำหรับจุลธาตุมีความผันแปรบ้างเนื่องจากส่วนส่วนมากจะฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืชที่มีจุลธาตุปนเปื้อนอยู่ หรือฉีดพ่นจุลธาตุโดยตรง ทำให้ความผันแปรของธาตุส่วนใหญ่สูง (รูปที่ 4a-4f) อย่างไรก็ตาม เมื่อนำข้อมูลของ 6 ส่วนที่เก็บตัวอย่างทั้ง 10 เดือนมาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่า ความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Mg Fe และ Cu มีความแตกต่างกันในทางสถิติระหว่างแต่ละตำแหน่ง (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตาม เช่นเดียวกับที่พบในการศึกษาดำแหน่งทิศ คือ ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่แตกต่างกันระหว่างแต่ละตำแหน่งใบจะค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างที่พบระหว่างต้นทุเรียนแต่ละต้นภายในสวนเดียวกัน (tree to tree variations) ซึ่งเป็นสิ่งที่พบได้ทั่วไปในไม้ผล ในการศึกษาอิทธิพลของตำแหน่งใบในพืชอื่นๆ ส่วนใหญ่จะพบความแตกต่างกันบ้าง ทั้งนี้เพราะในไม้ผลไบที่แตกออกมาส่วนใหญ่จะมีอายุต่างกันเล็กน้อย จึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกันบ้าง เช่น Koo and Young (1977) ศึกษาอิทธิพลของตำแหน่งใบในโอไคคาโดและรายงานว่ ไบที่อยู่ด้านล่างของช่อใบ (flush) มีธาตุ P ต่ำกว่า แต่มีธาตุ Ca, Mg และ Cu สูงกว่าไบที่อยู่ตรงปลายยอดของช่อใบเดียวกัน ในทำนองเดียวกัน Kotur and Singh (1993) รายงานว่า ในลื่นจี คุไบที่อยู่ในตำแหน่งที่ 3 จากปลายยอด มีธาตุ N, S, Mn, Cu และ B ต่ำกว่าคุไบที่อยู่ในตำแหน่งที่ 1 แต่มีปริมาณ Mg, Zn และ Mo สูงกว่าคุไบในตำแหน่งที่ 1 ในขณะที่ McClung and Lott (1956) ซึ่งทำการศึกษอิทธิพลของตำแหน่งใบในพีช (peach) พบว่า ความเข้มข้นของธาตุ P, K, Ca, B, Fe และ Mn ในไบที่อยู่ตรงปลายยอด (terminal) ตรงกึ่งกลาง (mid-shoot) และไบที่อยู่ด้านล่างของช่อใบ (basal) ไม่แตกต่างกัน ส่วนธาตุอื่นๆ มีความแตกต่างกันบ้างแต่ค่อนข้างน้อย และเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บตัวอย่างใบ นักวิจัย

ส่วนใหญ่จะให้ความเห็นตรงกันว่า การเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารสำหรับเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ย ควรเก็บตัวอย่างใบที่อยู่ตรงกิ่งกลางของช่อใบ (mid-shoot)

2.4 อิทธิพลของตำแหน่งกิ่งที่อยู่บนต้น (Leaf position on tree canopy)

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารระหว่างใบที่ได้จากกิ่งที่อยู่ส่วนกลาง (3-4 เมตรจากพื้น) และกิ่งที่อยู่ล่าง (1-2 เมตรจากพื้น) ของลำต้น พบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารจากกิ่งบนและกิ่งล่างมีค่าใกล้เคียงกันมาก ในทั้ง 6 ส่วนที่ศึกษา (รูปที่ 5a-5f) มีเพียงจุลธาตุบางตัวเท่านั้นที่พบความแตกต่างบ้าง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติปรากฏว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารทุกธาตุที่ศึกษาไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติแต่อย่างใด (ตารางที่ 2) ผลการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจาก Kotur and Singh (1993) ซึ่งพบว่า ธาตุ N ในใบที่อยู่ตอนบน (สูงมากกว่า 2 เมตร) ของต้นลิ้นจี่จะสูงกว่าใบที่อยู่ตอนล่างของต้น (น้อยกว่า 1 เมตรจากพื้น) แต่จะกลับกันกับกรณีของ Ca และ Mg ส่วนธาตุอื่นๆ ไม่แตกต่างกัน สำหรับคำแนะนำในการเก็บตัวอย่างใบ Kotur and Singh (1993) แนะนำให้เก็บตัวอย่างใบที่อยู่ตรงกลางของลำต้น ส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากต้นลิ้นจี่ที่เขาศึกษามีอายุยังน้อยและขนาดของต้นไม่โตมาก จึงแนะนำให้เก็บตรงกลางของทรงพุ่ม สำหรับพืชอื่นๆ ส่วนใหญ่จะแนะนำให้เก็บตัวอย่างใบจากกิ่งที่อยู่สูงในระดับไหล่ หรือระดับที่มือเอื้อมถึง (Embleton et al., 1973)

2.5 ความผันแปรระหว่างต้นในสวนเดียวกัน (Tree to tree variations)

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนทั้ง 5 ต้นที่มาจากสวนเดียวกัน มีความผันแปรเล็กน้อยแตกต่างกันในแต่ละธาตุ และแต่ละอายุการเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 6a - 6f) ธาตุอาหารที่พบว่ามี ความผันแปรมากคือธาตุ K และ Ca ในจุลธาตุพบว่า Mn มีความผันแปรมากกว่าธาตุอื่นๆ โดยเฉพาะในสวนอนันต์ ที่อำเภอแกลง (รูปที่ 6e) ส่วน Cu และ Zn ในบางสวนมีความผันแปรมากเป็นบางช่วงของการเจริญเติบโต และไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน ซึ่งน่าจะเป็นการปนเปื้อนจากการใช้ยาปราบศัตรูพืช และการฉีดพ่นทางใบ ส่วนที่พบว่ามีค่าผันแปรสูงที่สุดคือสวนคำเนิง ที่อำเภอท่าใหม่ ซึ่งหลายธาตุ เช่น K, Ca และ Mg มีความเข้มข้นผันแปรมากกว่าสวนอื่น อาจเนื่องจาก สวนนี้ปลูกพืชหลายอย่างแซมกัน การให้ปุ๋ยหรือฉีดพ่นยาปราบศัตรูพืชอาจทำได้ไม่สม่ำเสมอ มีผลให้ความผันแปรระหว่างต้นสูง เมื่อเปรียบเทียบกับสวนอื่น (รูปที่ 6c) ความแตกต่างของธาตุอาหารระหว่างต้นภายในสวนเดียวกันที่พบในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการรายงานของ Brown (1994) ที่ทำการศึกษาใน fig และพบว่า ค่า ความเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย (standard deviation) ของธาตุอาหารในใบที่เก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ระหว่าง 10-30% ทั่วๆ ที่เมื่อดูลักษณะภายนอกแล้ว พืชแต่ละต้นที่เลือกมาศึกษามีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่ง Brown (1994) กล่าวว่า สำหรับจุลธาตุ ความแตกต่างระหว่างต้นจะสูงกว่าธาตุพวกมหธาตุ เนื่องจากปัญหาในการวิเคราะห์จุลธาตุที่อาจคลาดเคลื่อนได้ง่าย และอาจเกิดการปนเปื้อนของธาตุเหล่านี้จากดินได้ด้วย นอกจากนี้ Brown (1994) ยังกล่าวว่า อายุใบที่แตกต่างกันเล็กน้อยและการที่

ใบได้รับแสงไม่เท่ากันก็มีผลต่อปริมาณจุลธาตุในใบด้วย ความแตกต่างระหว่างธาตุอาหารต่างๆ จะมากยิ่งขึ้นในช่วงปลายฤดูปลูกเนื่องจากการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารออกจากใบ (remobilize) ในพืชอื่นก็พบความผันแปรของธาตุอาหารในลักษณะเดียวกัน (Clark et al., 1989)

2.6 ความผันแปรของธาตุอาหารระหว่างสวน (Variations among orchards)

เพื่อพิจารณาความผันแปรของธาตุอาหารระหว่างสวนทุเรียนทั้ง 6 แห่ง พบว่าความเข้มข้นของธาตุ N มีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละสวนที่ทำการศึกษา ส่วนธาตุอื่นๆ เช่น K, Ca, Mg มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก ตลอดระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง สำหรับจุลธาตุพบว่า Fe มีความแตกต่างระหว่างสวนค่อนข้างน้อย คือมีค่าอยู่ระหว่าง 60.6 ถึง 97.3 ppm ในขณะที่ Mn มีความเข้มข้นต่ำสุด 54.5 ppm ที่ศวสจบ.และสูงสุดถึง 200.0 ppm ที่สวนอนันต์ อำเภอกาหลง ซึ่งน่าจะมาจากการใช้ปุ๋ยทางใบของเกษตรกร สำหรับ Cu มีความเข้มข้นของธาตุอาหารแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีปริมาณ Cu สูงซึ่งมีความเข้มข้นของ Cu ประมาณ 60 ppm และกลุ่มที่มี Cu ต่ำ ที่มีความเข้มข้นของ Cu ประมาณ 10 ppm ส่วน Zn แตกต่างกันไปเล็กน้อยคือ ระหว่าง 12.7-26.0 ppm (รูปที่ 7a-7b และ ตารางที่ 3) การทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Koo and Young (1977) ที่รายงานว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบโอไคคาโดที่ปลูกอยู่ในดิน 3 ชนิด มีปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารต่างกัน แต่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไปในทางเดียวกัน

ตารางที่ 2 อิทธิพลของตำแหน่งใบ ตำแหน่งทิศ และตำแหน่งกิ่งต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบทุเรียน (ข้อมูลเฉลี่ย 6 สวน ตำแหน่งทิศใช้ข้อมูลเฉลี่ย 3 เดือน ตำแหน่งกิ่งและตำแหน่งใบใช้ข้อมูลเฉลี่ย 10 เดือน)

Variable	มหธาตุ (%)					จุลธาตุ (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
<u>ตำแหน่งใบ</u>									
ใบที่ 1	2.05a	0.20a	2.29a	1.29a	0.40a	49.9a	93.8a	22.2a	18.0a
ใบที่ 2	2.13b	0.20a	2.35b	1.30a	0.40a	50.5a	95.2a	21.0a	18.1a
ใบที่ 3	2.16c	0.21ab	2.43c	1.29a	0.40a	51.2a	97.3a	23.3a	18.2a
ใบที่ 4	2.15c	0.21ab	2.47c	1.31a	0.38b	54.8b	95.3a	28.3b	18.1a
<u>ตำแหน่งทิศ</u>									
ออก	2.13b	0.21b	2.41a	1.30a	0.40a	54.9b	92.9a	25.1b	19.7b
ตก	2.12ab	0.20a	2.35a	1.31a	0.39a	50.8a	92.6a	19.8a	18.4ab
เหนือ	2.13b	0.20a	2.37a	1.30a	0.39a	49.5a	101b	26.8b	17.3a
ใต้	2.11a	0.20a	2.38a	1.29a	0.40a	50.0a	94.5ab	21.3a	17.0a
<u>ตำแหน่งกิ่ง</u>									
กิ่งกลาง	2.04	0.20	2.15	1.65	0.41	76.0	102	36.8	17.9
กิ่งล่าง	2.04	0.20	2.21	1.61	0.41	77.5	102	38.8	18.0
(P=0.05)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี

Duncan's multiple range test

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารระหว่าง 6 สวน ข้อมูลแต่ละค่ามาจากค่าเฉลี่ย 10 เดือน

สวน	มหธาตุ (%)					จุลธาตุ (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
วุฒิพงศ์	2.12d	.18a	2.23c	1.98de	.42d	74.5b	110.2d	59.4b	12.7a
จุมพล	1.95c	.19b	1.91b	2.03e	.60e	80.3bc	88.0c	12.9a	17.5b
คำนึ่ง	2.18e	.25d	2.54e	1.92d	.35b	60.6a	97.7c	10.6a	17.9b
อัมรินทร์	1.89a	.18a	2.23c	1.56c	.39c	86.4c	68.7b	60.8b	26.0d
อนันต์	1.91b	.18a	1.71a	1.26b	.40c	97.3d	200.0e	13.8a	13.3a
ศวสจป.	2.18e	.24c	2.37d	1.05a	.30a	63.7a	54.5a	67.8c	19.8c

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test

2.7 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน (Seasonal variations)

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบไม้คงที่ แต่มีค่าเปลี่ยนแปลงเมื่ออายุของใบเพิ่มขึ้น (รูปที่ 7a และ 7b - แสดงไว้เฉพาะตำแหน่งใบที่ 2 และ 3 เพราะความแตกต่างระหว่างตำแหน่งใบทั้ง 4 ค่อนข้างน้อย) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.7.1 ไนโตรเจน ธาตุ N มีค่าใกล้เคียงกันในทั้ง 6 สวนที่เก็บตัวอย่าง และมีความเข้มข้นลดลงเล็กน้อยเมื่อใบมีอายุเพิ่มขึ้น ยกเว้นในสวนอัมรินทร์ที่มีความเข้มข้นของ N ลดลงมากกว่าสวนอื่นภายหลังการติดผล เนื่องจากสวนนี้มีประวัติการใส่ปุ๋ยค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับสวนอื่น ในช่วงที่มีการติดผล พืชจำเป็นต้องใช้ธาตุ N มาก จึงอาจมีการเคลื่อนย้าย N จากใบไปยังส่วนอื่นของต้น (Menzel et al., 1988) เมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นไนโตรเจนของทั้ง 6 สวนที่ศึกษาพบว่าความเข้มข้นของ N ลดลงจาก 2.1% เหลือ 1.8% เมื่อใบมีอายุเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4) การลดลงของ N ที่พบในการศึกษานี้คล้ายคลึงกับที่พบในพืชอื่นๆ ทั้งที่เป็นพืชในเขตร้อน และเขตร้อน (Koo and Young, 1977; Cresswell and Wickson, 1986; Menzel et al., 1987; Clark et al., 1989; Kotur and Singh, 1993; Brown, 1994) โดยความเข้มข้นของ N ที่พบในทุเรียนนี้มีค่าใกล้เคียงกับที่พบในอโวคาโด (Koo and Young, 1977) แต่ต่ำกว่าพืช และล้ม ซึ่งความเข้มข้นของ N สูงกว่า 2.5% ขึ้นไป การที่ความเข้มข้นของไนโตรเจนระหว่างทั้ง 6 สวนที่ศึกษามีค่าแตกต่างกันค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับธาตุอื่นๆ นั้น สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องจากชาวสวนทุเรียนส่วนมากไม่นิยมใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมาก เพราะ

ต้องการให้ทุเรียนออกดอกเร็วและผลแก่เร็ว ซึ่งคล้ายกับที่ชาวสวนที่ปลูกพืชในออสเตรเลียเคยนิยมปฏิบัติเช่นกัน (Leece et al., 1971)

2.7.2 ฟอสฟอรัส ธาตุ P มีค่าผันแปรระหว่าง 0.15-0.27% และมีค่าค่อนข้างคงที่ ส่วนค่านึงซึ่งเป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของ P ในใบสูงสุดมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงถึง 324 ppm ซึ่งจัดว่าสูงมาก ส่วนที่มีความเข้มข้นของ P ในใบรองลงมาได้แก่ ศวสจบ. ซึ่งมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 140 ppm โดยรวมแล้ว ความเข้มข้นของ P ในใบของทั้งสองสวนนี้ จะสูงกว่าสวนที่เหลืออีก 4 สวน แต่ความเข้มข้นของ P ที่เพิ่มขึ้นในใบทุเรียนไม่ได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของ P ที่มีอยู่ในดินโดยตรง เพราะความเข้มข้นของ P ในใบเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ความเข้มข้นเฉลี่ยของ P ลดลงจาก 0.21% ในช่วงแรกของการเก็บตัวอย่างเหลือ 0.19% ในตอนปลายของฤดูกาลเจริญเติบโต ซึ่งเป็นการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ P ในใบแล้วจะพบว่ามีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ตารางที่ 4) ความเข้มข้นของ P ในใบทุเรียนประมาณ 0.2% ที่พบในทุเรียนนี้มีค่าใกล้เคียงกับความเข้มข้นที่พบในถั่วพีแคน (Cresswell and Wickson, 1986) และ Tamarillo (Clark et al., 1989) แต่สูงกว่าในลิ้นจี่ (Kotur and Singh, 1993) อโวคาโด (Koo and Young, 1977) และ fig (Brown, 1994) ในทางปฏิบัติ วิธีการใส่ปุ๋ย P จะกลับกันกับวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจน คือ ชาวสวนส่วนมากนิยมใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสสูง เพราะเชื่อว่าจะทำให้ทุเรียนออกดอกเร็วขึ้นและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วซึ่งจะทำให้ขายผลผลิตได้ราคาสูง จึงทำให้มีฟอสฟอรัสสะสมในดินมาก

2.7.3 โพแทสเซียม ธาตุ K มีความผันแปรค่อนข้างมาก ระหว่างแต่ละสวนที่ทำการศึกษา และมีความเข้มข้นลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น การลดลงของ K ค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับธาตุอื่นๆ คือ ลดลงจากประมาณ 2.6% เหลือ 1.7% ในช่วงปลายฤดูปลูก การที่ K ลดลงมากนี้ น่าจะมาจากความต้องการธาตุ K ของผล เพราะผลจะเป็น sink ที่สำคัญของธาตุ K (Menzel et al., 1992a) จีรพงษ์ และคณะ (2539) รายงานว่าเนื้อทุเรียน (พันธุ์ชะนี) มีความเข้มข้นของ K สูงถึงประมาณ 3% ซึ่งจัดว่าค่อนข้างสูง ความเข้มข้นของ K ในใบทุเรียนที่พบในการศึกษาค้างนี้ สูงกว่าในไม้ผลหลายอย่าง เช่น ในลิ้นจี่ และอโวคาโดซึ่งมีความเข้มข้นของ K ประมาณ 1% หรือในถั่วพีแคนที่มี K น้อยกว่า 2% (Koo and Young, 1977; Menzel et al., 1987; Cresswell and Wickson, 1986; Kotur and Singh, 1993) แต่ต่ำกว่าที่พบใน Tamarillo (Clark et al., 1989) ซึ่งรายงานว่ามี K ในใบของ Tamarillo มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 3.8-5.0% ตลอดฤดูกาลเจริญเติบโต

2.7.4 แคลเซียม ความเข้มข้นของ Ca มีความผันแปรระหว่างสวนค่อนข้างมาก เช่นเดียวกับ K แต่ความเข้มข้นของ Ca จะเพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น เพราะธาตุ Ca เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ จึงมีการสะสมในใบแก่ ความเข้มข้นของ Ca เพิ่มจากประมาณ 0.9% ไปเป็น 2.5% ในช่วงปลายฤดูกาลเจริญเติบโต ความเข้มข้นของ Ca ที่พบในทุเรียนต่ำกว่าในส้มมาก (Embleton et al., 1973) ต่ำกว่าใน

ลีนี่เล็กน้อย (Menzel et al., 1987; Kotur and Singh, 1993) แต่ใกล้เคียงกับที่มีรายงานในถั่วพีแคน (Cresswell and Wickson, 1986) และอโวคาโด (Koo and Young, 1977) การที่ใบทุเรียนมีความเข้มข้นของ Ca ต่ำ อาจเนื่องจาก ดินที่ปลูกส่วนมากเป็นดินกรด มีปริมาณ Ca ในดินค่อนข้างต่ำ

2.7.5 แมกนีเซียม ธาตุ Mg มีความเข้มข้นระหว่าง 0.25 - 0.50% ยกเว้นสวนจุมพล ที่มีค่าความเข้มข้นสูงกว่าสวนอื่นๆ ค่อนข้างมาก (0.5-0.7%) และตลอดระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากสวนนี้มีปริมาณ Mg ในดินสูงกว่าสวนอื่นมาก คือสูงถึง 186 ppm ในขณะที่สวนอื่นๆ ทั้ง 5 สวน มี Mg ในดินต่ำกว่า 100 ppm สวนที่พบค่า Mg ในใบต่ำสุด ได้แก่ สวนจวบที่พบ Mg ประมาณ 0.2-0.3% เท่านั้น ธาตุ Mg มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในบางสวน แต่สวนใหญ่มีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วงแคบๆ ซึ่งคล้ายคลึงกับที่พบในส้ม (Embleton et al., 1973) และ fig (Brown, 1994) แต่แตกต่างจากที่พบในอโวคาโดและลีนี่ ซึ่งแมกนีเซียมเพิ่มสูงขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น (Koo and Young, 1977; Kotur and Singh, 1993) ในการศึกษาครั้งนี้ พบ antagonistic ระหว่างธาตุ K, Ca และ Mg ค่อนข้างชัดเจน เช่นสวนจุมพลมีค่า Mg และ Ca สูงมาก แต่จะพบ K ต่ำ ถึงแม้ว่าปริมาณ K ในดินจะไม่ต่ำมากก็ตาม หรือในทางกลับกันที่ สวนจวบ มีความเข้มข้นของ K สูง แต่จะพบความเข้มข้นของ Ca และ Mg ต่ำ การเกิด antagonistic ระหว่าง K และ Ca, Mg นั้นสอดคล้องกับที่พบในไม้ผลเขตร้อนหลายชนิด (Forshey, 1969)

2.7.6 เหล็ก ธาตุ Fe มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อใบอายุมากขึ้น เพราะ Fe เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ในพืช จึงมีการสะสมในใบแก่ ความเข้มข้นของ Fe ระหว่างทั้ง 6 สวนมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในช่วงตั้งแต่เดือนมกราคม 2542 เป็นต้นไป ซึ่งมีความเข้มข้นแตกต่างกันมากขึ้น สาเหตุอาจเกิดจากการที่บางสวนมีการฉีดพ่นจุลธาตุภายหลังการออกดอก และติดผลมากขึ้น ช่วงเวลาที่พืชติดผลจะเป็นช่วงที่เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยทางใบมากเป็นพิเศษ ความเข้มข้นของ Fe ที่พบในใบทุเรียนประมาณ 80 ppm ในช่วงกลางฤดูปลูกนี้ จัดว่าเพียงพอสำหรับพืชส่วนใหญ่ (Jones et al., 1991)

2.7.7 แมงกานีส ความเข้มข้น ของ Mn ในใบทุเรียนของ 5 สวนมีค่าใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกันมากกับสวนอนันต์ ที่อำเภอแกลง ซึ่งมีความเข้มข้นของ Mn สูงกว่าสวนอื่นๆ มาก คือสูงกว่าสวนอื่นๆ 2-3 เท่า ทั้งๆ ที่ปริมาณ Mn ในดินไม่แตกต่างกันมากนัก แมงกานีสในสวนนี้ส่วนใหญ่ น่าจะมาจาก การฉีดพ่น เพราะชาวสวนในละแวกนี้มีความเชื่อแต่เดิมว่า การฉีดพ่นแมงกานีสจะช่วยให้ทุเรียนมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดี ค่าจากการวิเคราะห์ใบทุเรียนยืนยันว่า แมงกานีสส่วนใหญ่ของสวนนี้น่าจะมาจาก การฉีดพ่น เพราะมีความแตกต่างระหว่างต้นภายในสวนค่อนข้างมาก (รูปที่ 6e) Koo and Young (1977) รายงานว่าความเข้มข้นของ Mn ในใบ อโวคาโดที่ปลูกในดิน 3 ชนิดมีความแตกต่างกันมากเช่นกัน ความเข้มข้นของ Mn ในใบทุเรียนสูงสุดที่พบในสวนอนันต์ที่อำเภอแกลง ซึ่งสูงกว่าสวนอื่นมากนั้น ยังต่ำกว่า Mn ที่พบในถั่วพีแคนซึ่งสูงถึง 800 ppm (Cresswell and

Wickson, 1986) สำหรับ Mn ที่พบในสวนอื่น ๆ จัดว่าเพียงพอสำหรับพืชทั่วไปเช่นกัน (Jones et al., 1991; Reuter and Robinson, 1997)

2.7.8 ทองแดง มีความเข้มข้นค่อนข้างต่ำและคงที่ตลอดเวลาที่เก็บตัวอย่าง ยกเว้น 3 สวนที่มีความเข้มข้นสูง สวนวุฒิพงศ์ มีความเข้มข้นสูงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น และทุกต้นภายในสวนมีความเข้มข้นใกล้เคียงกัน สวนที่สวนคำเนิง และสวนสบ. มีบางต้นที่มีความเข้มข้นสูง และมีความผันแปรจากต้นอื่นๆ ภายในสวนเดียวกันมาก ซึ่งน่าจะมาจากการฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช เพราะมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Cu ค่อนข้างมากในระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่าง และไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน

2.7.9 สังกะสี มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงค่อนข้างแคบระหว่าง 10-40 ppm และคงที่ตลอดระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง ยกเว้นสวนอัมรินทร์ ที่มีความเข้มข้นของ Zn ในเดือนแรกที่ทำการเก็บตัวอย่างสูงกว่าสวนอื่นและช่วงเวลาเก็บตัวอย่างอื่น ๆ มาก ซึ่งอาจเนื่องมาจากการฉีดพ่นใบ เพราะสวนนี้มีประวัติการฉีด Zn ค่อนข้างบ่อย สวนส่วนมากที่ศึกษามีปริมาณ Zn ค่อนข้างต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Koseki et al. (1987) ที่ว่า ดินที่ปลูกทุเรียนในบริเวณภาคตะวันออกไทย มีปริมาณ Zn ต่ำ และมีโอกาสที่ทุเรียนจะขาดธาตุ Zn ได้มาก เมื่อคำนวณค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ Zn จากทั้ง 6 สวนที่ศึกษาจะมีค่าอยู่ระหว่าง 13-24 ppm (ตารางที่ 4) ซึ่งความเข้มข้นในระดับนี้จัดว่าค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชอื่นๆ (Reuter and Robinson, 1997; Jones et al., 1991) ในบางช่วงของการเก็บตัวอย่าง มีบางสวนที่พบความเข้มข้นของ Zn ต่ำกว่า 10 ppm (รูปที่ 7a และ 7b) ในสวนเหล่านี้จะพบอาการขาดธาตุสังกะสีในใบโดยเฉพาะใบรุ่นที่ 2 ที่มักแตกออกมาหลังจากเกษตรกรใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 ซึ่งมีฟอสฟอรัสสูง ทำให้ความเป็นประโยชน์ของ Zn ลดลง อาการขาด Zn ที่พบคือใบทุเรียนจะมีขนาดเล็กกว่าปกติค่อนข้างมาก ใบมีสีเขียวอ่อน และขอบใบหยัก

3. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบรุ่นที่ 2

การแตกใบอ่อนรุ่นที่ 2 ในแต่ละสวนไม่พร้อมกัน สวนใหญ่จะแตกใบอ่อนในช่วงปลายเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน ยกเว้นสวนจุมพลที่ทุเรียนมีการแตกอ่อนใบรุ่นที่ 2 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม อย่างไรก็ตาม มีทุเรียนบางต้นในบางสวนที่ไม่มีการแตกใบรุ่นที่ 2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบรุ่นที่ 2 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 8a-8b ธาตุอาหารสวนใหญ่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับใบรุ่นที่ 1 แต่มีความเข้มข้นต่างกันในเดือนที่เก็บตัวอย่างพร้อมกับใบรุ่นที่ 1 เพราะอายุใบไม่เท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบอายุใบที่เท่ากันจะพบปริมาณธาตุอาหารในใบทั้ง 2 รุ่นใกล้เคียงกัน ดังนั้น จึงจะไม่กล่าวถึงรายละเอียดของใบรุ่นที่ 2 ในรายงานนี้

ตารางที่ 4 อิทธิพลของอายุใบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโบทุเรียนฤดูปลูก 2541/42
(ข้อมูลเฉลี่ย 6 สวน)

อายุใบ	มหธาตุ(%)					จุลธาตุ (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
2 เดือน	2.07e	0.21c	2.56f	0.88a	0.36a	55.7b	55.8a	20.3a	21.4de
3 เดือน	2.17g	0.20b	2.27e	1.40b	0.43cd	45.6a	89.1b	16.5a	16.0ab
4 เดือน	2.13f	0.21c	2.31e	1.62c	0.40b	52.1ab	141d	32.8b	16.6bc
5 เดือน	2.15fg	0.21c	1.99d	1.99d	0.45e	74.5c	88.3b	67.5d	13.6a
6 เดือน	2.07e	0.21c	2.02d	2.04d	0.44de	74.6c	121c	60.1cd	16.0ab
7 เดือน	1.89d	0.20b	1.85c	2.23e	0.41bc	98.3d	113c	61.7d	18.2bc
8 เดือน	1.75a	0.21c	1.79bc	2.20e	0.41bc	126e	112c	60.9d	17.7bc
9 เดือน	1.84c	0.19a	1.72ab	2.22e	0.39b	146f	120c	62.9d	19.1cd
10 เดือน	1.82bc	0.19a	1.80bc	2.27e	0.37a	158g	120c	65.3d	17.8bc
11 เดือน	1.80b	0.19a	1.65a	2.50f	0.37a	171h	116c	52.4c	23.7e

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's multiple range test

4. ความเข้มข้นของโบรอน (B) และ โมลิบดีนัม (Mo)

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของ B และ Mo ในใบทุเรียน โดยใช้ตัวอย่างใบที่เก็บระหว่างเดือนตุลาคม – ธันวาคม ปรากฏว่า ความเข้มข้นของ B ในทั้ง 6 สวน มีค่าใกล้เคียงกัน และค่อนข้างคงที่ในระยะเวลา 3 เดือนที่วิเคราะห์ คือ มีค่าตั้งแต่ประมาณ 35 – 60 ppm (รูปที่ 9) ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่รายงานในพืชอื่น เช่น แอลเบิ้ล พีช และเชอร์รี่ แต่ต่างจากค่ามาตรฐานของส้ม (ของไต้หวัน) ซึ่งมีค่ามาตรฐานสำหรับ B ค่อนข้างกว้างคือตั้งแต่ 25 – 200 ppm โดยทั่วไปแล้ว ความเข้มข้นของ B ที่พบในการศึกษาครั้งนี้จัดว่าเพียงพอต่อความต้องการของพืชทั่วไป (Jones et al., 1991)

สำหรับความเข้มข้นของ Mo มีค่าค่อนข้างต่ำคือตั้งแต่ 0.24 – 1.74 ppm (รูปที่ 9) ยกเว้นสวนอันรินทร์ ซึ่งมีค่า Mo สูงมากในเดือน พฤศจิกายน และธันวาคม 2541 ซึ่งค่าที่ได้น่าจะมาจากการปนเปื้อนของ Mo จากการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ เพราะค่าความเข้มข้นของ Mo ที่สูงเช่นนี้พบสูงมากในเดือน พฤศจิกายน และเดือนธันวาคมสำหรับใบที่ 2 ส่วนใบที่ 3 พบเฉพาะเดือนพฤศจิกายน (สวนนี้มีประวัติการใช้ปุ๋ยทางใบค่อนข้างมาก) สำหรับค่ามาตรฐานของ Mo มีรายงานไว้ใน literature ค่อนข้างน้อย อาจเป็นเพราะไม่ค่อยมีรายงานอาการขาดหรือเกินของ Mo ในไม้ผล ในสัมมนาข้อมูลค่ามาตรฐานไว้ที่

0.10 -1.0 ppm (Alva and Tucker, 1999) สำหรับพืชอื่น ๆ แทบไม่มีรายงานค่ามาตรฐานของ Mo เอาไว้แต่อย่างใด (Reuter and Robinson, 1997)

การนำผลการวิจัยไปใช้

1. วิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่าง

วิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. ตำแหน่งใบสำหรับเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ธาตุอาหาร (Index leaves)

มีข้อกำหนดสำคัญที่จะต้องพิจารณาเมื่อกำหนดวิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างคือ ใบนั้นๆ จะต้องมียู่เสมอเมื่อต้องการเก็บตัวอย่าง และวิธีการเก็บตัวอย่างจะต้องให้เกษตรกร หรือผู้เก็บตัวอย่างทำตามได้ไม่ยาก เมื่อพิจารณาข้อกำหนดข้างต้นแล้ว ทางคณะผู้วิจัยจึงเสนอให้ใช้ตำแหน่งใบที่อยู่ตรงกลางของช่อใบ หรือตำแหน่งใบที่ 2 หรือ 3 จากยอดของช่อใบ (ทุเรียนพันธุ์หมอนทองมักจะมี 3-5 ใบต่อการแตกช่อใบแต่ละครั้ง) ทั้งนี้เนื่องจาก ตำแหน่งใบทั้ง 4 มีความเข้มข้นของธาตุอาหารใกล้เคียงกัน แต่ทุเรียนบางต้นไม่พบตำแหน่งใบที่ 4 ส่วนตำแหน่งใบที่ 1 ใบมักมีขนาดเล็กกว่าและแตกออกมาช้ากว่าตำแหน่งใบอื่นๆ และจากการตรวจเอกสารพบว่า ถ้าความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละตำแหน่งใบมีค่าใกล้เคียงกัน ควรจะเก็บใบที่อยู่กึ่งกลางของช่อใบ (mid shoot) (Smith, 1962)

2. เวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบเพื่อการวิเคราะห์

ในทางทฤษฎีนั้น ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างคือ ธาตุอาหารนั้นๆ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด (Cresswell and Wickson, 1986) แต่ในความเป็นจริงนั้น ระยะเวลาที่ธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดจะแตกต่างกันไปในแต่ละธาตุ ดังนั้น ในทางปฏิบัติจึงต้องเลือกระยะเวลาที่ธาตุอาหารส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ในกรณีของทุเรียนพบว่าช่วงที่ธาตุอาหารต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดคือ เมื่อใบมีอายุระหว่าง 5-7 เดือน (ตารางที่ 4) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วสำหรับทุเรียนที่ปลูกในภาคตะวันออก ซึ่งใบรุ่นที่ 1 มักจะแตกออกมาในช่วงเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างจะอยู่ระหว่างเดือนตุลาคม - ธันวาคม สำหรับช่วงเวลาสำหรับเก็บตัวอย่างนี้สอดคล้องกับคำแนะนำที่พบในพืชอื่นๆ เช่น ส้ม ที่สหรัฐอเมริกาแนะนำให้เก็บตัวอย่างเมื่อใบมีอายุ 4-7 เดือน (Embleton et al., 1973) ส่วนที่ได้หวั่นแนะนำให้เก็บตัวอย่างใบเมื่ออายุ 5-7 เดือน (Chang et al., 1992) ฝรั่ง เก็บตัวอย่างเมื่อใบอายุ 5-7 เดือน (Chaudhary et al., 1989) หรือ ในลิ้นจี่แนะนำให้เก็บตัวอย่างเมื่อใบมีอายุ 6-7 เดือนเช่นกัน (Kotur and Singh, 1993) สำหรับทุเรียนที่ปลูกในภาคอื่นของไทย ในการเก็บตัวอย่างใบเพื่อวิเคราะห์ สามารถทำได้โดยนับอายุใบที่เก็บให้อยู่ในช่วงอายุ 5-7 เดือน วิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบนี้ สามารถนำไปใช้กับทุเรียนพันธุ์อื่น โดยให้เก็บตัวอย่างใบที่อยู่ตรงส่วนกลางของช่อใบ และเก็บเมื่อใบมีอายุ 5-7 เดือนเช่นกัน

II. ค่ามาตรฐานเบื้องต้น

เนื่องจากสวนทุเรียนที่เก็บตัวอย่างทั้ง 6 สวน จัดว่าเป็นสวนที่มีความสมบูรณ์ของต้นค่อนข้างดี และให้ผลผลิตสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของภาคตะวันออก (ประมาณ 1,200 กก./ไร่) คณะผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลความเข้มข้นของธาตุอาหารจากสวนทั้ง 6 นี้เป็นแนวทางในการสร้างค่ามาตรฐานเบื้องต้นสำหรับทุเรียนพันธุ์หมอนทอง (โดยพิจารณาจากรูปที่ 7a-7b โดยให้ช่วงเวลาการเก็บระหว่างเดือนตุลาคม - ธันวาคม) ซึ่งค่ามาตรฐานที่เสนอนี้ อยู่ในช่วงเดียวกับที่รายงานไว้สำหรับพืชอื่นๆ ดังตารางที่ 5 ถึงแม้ว่าในปีแรกจะยังไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ เนื่องจาก เกษตรกรมีการตัดแต่งผลทุเรียนหลายรุ่นและบางสวนตัดแต่งจนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลผลผลิตที่ถูกต้องได้ แต่เนื่องจากสวนเหล่านี้มีประวัติที่ให้ผลผลิตสูง จึงสามารถอนุมานได้ว่าเป็นสวนที่ดี และสามารถให้ความเข้มข้นของสวนเหล่านี้เป็นค่ามาตรฐานเบื้องต้นได้ Brown (1993) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารใน fig และเปรียบเทียบระหว่างสวนที่มีประวัติให้ผลผลิตดี กับสวนที่ให้ผลผลิตต่ำ รายงานว่าถึงแม้ว่าจะไม่มีการเก็บผลผลิตอย่างเป็นระบบ แต่จากประวัติการให้ผลผลิตที่ผ่านมา สามารถอนุมานให้ใช้ความเข้มข้นของธาตุอาหารจากสวนที่ให้ผลผลิตดีเป็นค่ามาตรฐานเบื้องต้นได้ สำหรับค่ามาตรฐานของทุเรียนที่เสนอไว้ นี้ มีช่วงค่ามาตรฐานอยู่ในช่วงเดียวกับที่มีรายงานไว้ในพืชอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นพืชในเขตร้อนหรือเขตกึ่งเขตร้อนก็ตาม (Embleton et al., 1973; Leece et al., 1971; Chang et al., 1992; Reuter and Robinson, 1997)

Lim et al. (1999) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบทุเรียนจากสวนเกษตรกรที่ประเทศออสเตรเลีย โดยเก็บตัวอย่างใบที่ 5 และ 6 จากยอด เป็นเวลา 3-4 ปี และรายงานว่ ทุเรียนที่ออสเตรเลียส่วนใหญ่แตกใบอ่อนระหว่างเดือนมีนาคม - พฤษภาคม ออกดอก ประมาณเดือนกรกฎาคม ติดผลเดือนกันยายน พัฒนาผลเดือนพฤศจิกายน และเก็บเกี่ยวผลผลิตเดือนมกราคม สำหรับช่วงเวลาที่ธาตุอาหารมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดคือ ช่วงเดือนพฤศจิกายน จึงแนะนำให้ใช้ช่วงเดือนพฤศจิกายน (อายุใบประมาณ 8-9 เดือน) เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง และได้สร้างค่ามาตรฐานเบื้องต้นสำหรับทุเรียนจากความเข้มข้นของธาตุอาหารในเดือน พฤศจิกายน สำหรับช่วงค่ามาตรฐานนั้น Lim et al., (1999) ใช้ค่าความเข้มข้นที่ 95% confidence interval ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 5 จากค่ามาตรฐานข้างต้นจะพบว่ามีความแตกต่างระหว่างค่ามาตรฐานของไทย (โครงการนี้) และค่ามาตรฐานของ Lim et al. (1999) มากพอสมควร สาเหตุหลักน่าจะมาจาก 1) พันธุ์ที่แตกต่างกัน เพราะ Lim et al. (1999) เก็บตัวอย่างใบที่ 5 และ 6 และไม่ได้ระบุพันธุ์ทุเรียนเอาไว้ เพียงแต่กล่าวว่มาจากต้นตอหลายพันธุ์ ส่วนโครงการนี้ใช้ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ซึ่งส่วนใหญ่จะแตกใบอ่อนประมาณ 3-5 ใบ แต่ที่พบส่วนมากจะมีเพียง 3 ใบ จึงน่าจะเป็นทุเรียนคนละพันธุ์ อย่างไรก็ตาม จากการตรวจสอบข้อมูลในพืชอื่น ๆ ไม่สามารถสรุปให้แน่ชัดว่าจำเป็นที่จะต้องสร้างหรือมีค่ามาตรฐานสำหรับพืชคนละพันธุ์หรือไม่ แต่ Menzel et al. (1992b) เสนอว่า ค่ามาตรฐานที่สร้างขึ้นสำหรับพืช

แต่ละชนิดควรจะกว้างมากพอที่จะครอบคลุมถึงสายพันธุ์ที่แตกต่างกันด้วย 2) อายุใบที่ใช้ในการสร้างค่ามาตรฐานแตกต่างกัน ของออสเตรเลียใช้ใบที่มีอายุ 8-9 เดือน ในขณะที่ของไทยใช้ใบที่มีอายุ 5-7 เดือน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า เมื่อใบอายุแตกต่างกัน ความเข้มข้นของธาตุอาหารจะแตกต่างกันด้วย 3) ดินที่ปลูกมีความแตกต่างกันมาก กล่าวคือ ภาคตะวันออกของไทยส่วนมากเป็นดินกรดจัด มี Ca และ Mg ต่ำ ส่วนที่ออสเตรเลียมีค่า pH ค่อนข้างเป็นกลาง มี Ca (ประมาณ 2,000 ppm) โดยเฉพาะ Mg สูงมาก (ประมาณ 800 ppm) ซึ่งการที่ดินมี Mg ที่สูงมากนี้เอง น่าจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ค่ามาตรฐาน Mg ของออสเตรเลียสูง (0.83-1.13%) ยังผลให้ค่ามาตรฐาน K (1.48-1.96%) และ Ca (1.11- 1.88%) ต่ำ จากการศึกษาของโครงการนี้พบว่า Mg มี antagonistic ที่ค่อนข้างชัดเจนกับ K และ Ca ตามลำดับ เช่น ที่สวนจุมพล ซึ่งพบ Mg สูงกว่า 100 ppm มีการดูดใช้ K ได้น้อยถึงแม้ว่า K ในดินจะสูงเมื่อเทียบกับสวนอื่นก็ตาม สำหรับความเข้มข้นของธาตุอื่นที่แตกต่างกันค่อนข้างมากได้แก่ Mn และ Fe ซึ่งค่ามาตรฐานของออสเตรเลียต่ำมาก อาจเกิดจากการที่ดินมีค่า pH สูงดังที่กล่าวมาข้างต้น จากการตรวจสอบเอกสารเกี่ยวกับค่ามาตรฐานของ Mn และ Fe ในไม้ผลส่วนมากจะพบค่ามาตรฐานที่สูงกว่าค่ามาตรฐานทุเรียนของออสเตรเลียมาก และค่าที่รายงานโดย Lim et al. (1999) ในพืชสวนใหญ่จะจัดอยู่ในช่วงที่ขาด (Reuter and Robinson, 1997) เมื่อพิจารณาค่ามาตรฐานของทุเรียนของประเทศมาเลเซีย (ไม่ระบุพันธุ์) ในตารางที่ 5 ข้างต้น (อ้างถึงโดย Lim et al., 1999) จะพบว่าค่ามาตรฐานของมาเลเซียมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของออสเตรเลีย แต่จะใกล้เคียงกับมาตรฐานของโครงการนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศและดินมีความคล้ายคลึงกัน ค่ามาตรฐานของออสเตเลียมีช่วงค่า (range) ค่อนข้างแคบ อาจเนื่องจาก Lim et al. (1999) เก็บตัวอย่างค่อนข้างน้อย เพียง 4 ต้นต่อสวนและเก็บเพียง 2 สวน หลังจากนั้นนำมาหาค่า confidence limit ค่าที่ได้จึงแคบ ส่วนโครงการนี้เก็บตัวอย่างสวนทุเรียนค่อนข้างมากและหลากหลาย จึงได้ช่วงค่ามาตรฐานที่กว้างกว่า การสร้างช่วงค่ามาตรฐานที่แคบ หากมีความแม่นยำสูงจะได้ผลดี แต่ถ้าค่าที่ได้มีความแม่นยำน้อยจะเกิดความผิดพลาดได้ง่าย เมื่อพิจารณาจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยมีความเห็นว่า ค่ามาตรฐานที่สร้างขึ้นโดยโครงการนี้ น่าจะสามารถนำไปใช้งานได้กว้างขวางกว่าค่ามาตรฐานของออสเตรเลีย และน่าจะสามารถใช้กับทุเรียนพันธุ์อื่นเช่น ชะนีและกระดุมได้เช่นกัน

ผลผลิตทุเรียน

การเก็บผลผลิตของทุเรียนในปีแรกที่ศึกษานี้ ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากในระยะแรกที่เริ่มโครงการ คณะผู้วิจัยยังไม่เข้าใจระบบการเก็บผลผลิตของเกษตรกรมากนัก กล่าวคือเกษตรกรบางรายมีการตัดแต่งผลทุเรียนจนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยวเล็กน้อย เพื่อเร่งให้ผลทุเรียนแก่เร็ว ส่วนเกษตรกรบางรายตัดผลทุเรียนเร็วกว่ากำหนดที่คาดไว้แต่เดิม จึงทำให้ข้อมูลผลผลิตที่ได้มีความแตกต่างกันมากจนไม่สามารถหาข้อสรุปได้

ตารางที่ 5 ช่วงความเข้มข้นมาตรฐาน (nutrient standards) เบื้องต้นสำหรับทุเรียนเปรียบเทียบกับที่
ค่ามาตรฐานของพืชอื่น

ธาตุอาหาร	ทุเรียน มาเลเซีย ¹	ทุเรียน ออสเตรเลีย ¹	ทุเรียน (โครงการนี้)
N (%)	1.80-2.30	1.58-1.98	2.0 - 2.3
P (%)	0.12-0.25	0.18-0.22	0.15 - 0.25
K (%)	1.60-2.20	1.48-1.96	1.7 - 2.5
Ca (%)	0.90-1.80	1.11-1.88	1.5 - 2.5
Mg (%)	0.25-0.50	0.83-1.13	0.35 - 0.60
Mn (ppm)	50-150	15.02-30.86	40 -100
Fe (ppm)	25-50	6.25-27.65	50 - 120
Cu (ppm)	6-10	5.82-12.47	10 - 25
Zn (ppm)	15-40	11.92-14.64	10 - 30
B (ppm)	15-80	33.29-38.52	35-60

ธาตุอาหาร	Peach, ออสเตรเลีย ²	Citrus ฟลอริดา ³	Citrus ไต้หวัน ⁴	ลิ้นจี่ ออสเตรเลีย ⁵
N (%)	3.0 - 3.5	2.5 - 2.7	3.0 - 3.2	1.50-1.80
P (%)	0.16 - 0.26	0.12 - 0.16	0.12 - 0.18	0.14-0.22
K (%)	2.1 - 3.0	1.2 - 1.7	1.4 - 1.7	0.70-1.10
Ca (%)	1.8 - 2.7	3.0 - 4.9	2.5 - 4.5	0.60-1.00
Mg (%)	0.43 - 0.70	0.30 - 0.49	0.26 - 0.50	0.30-0.50
Mn (ppm)	31 - 160	25 - 100	25 - 200	100-250
Fe (ppm)	100 - 230	60 - 120	60 - 120	50-100
Cu (ppm)	3 - 16	5 - 16	5 - 16	25-60
Zn (ppm)	16 - 45	25 - 100	25 - 100	10 - 25
B (ppm)	15 - 50	36-100	25 - 150	<500

¹ Lim, et al., 1999

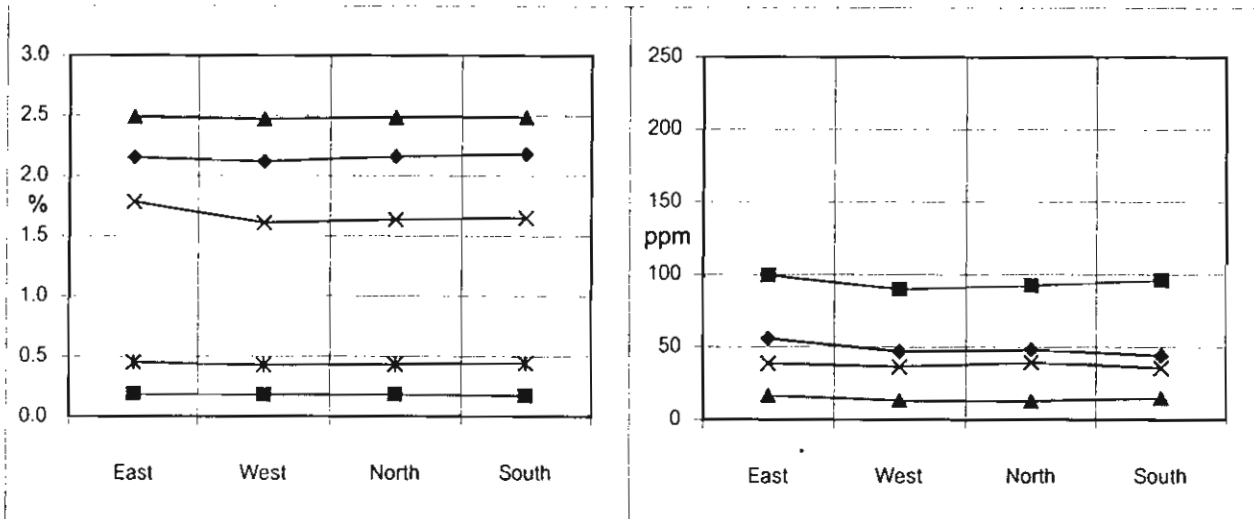
² Leece et al., 1971

³ Alva and Tucker, 1999

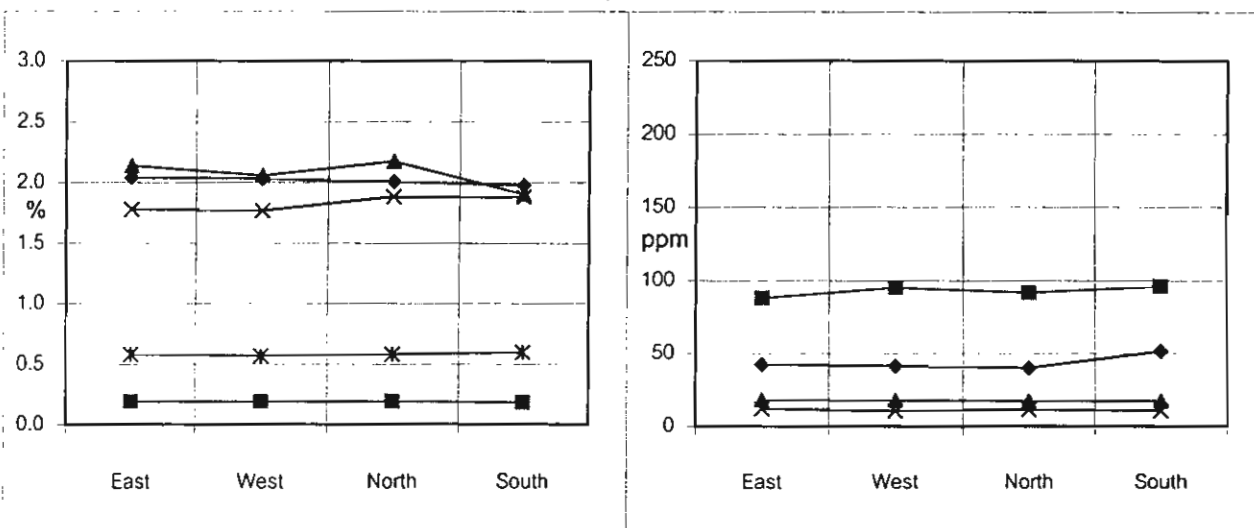
⁴ Chang et al., 1992

⁵ Menzel et al., 1992b

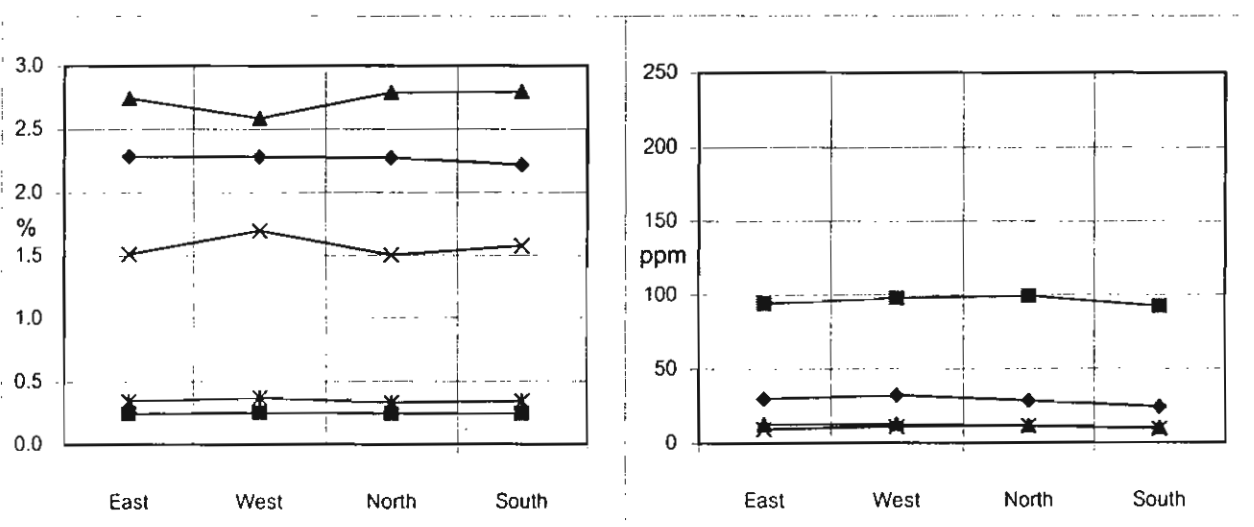
วุฒิพงษ์



จุมพล



คำนึ่ง

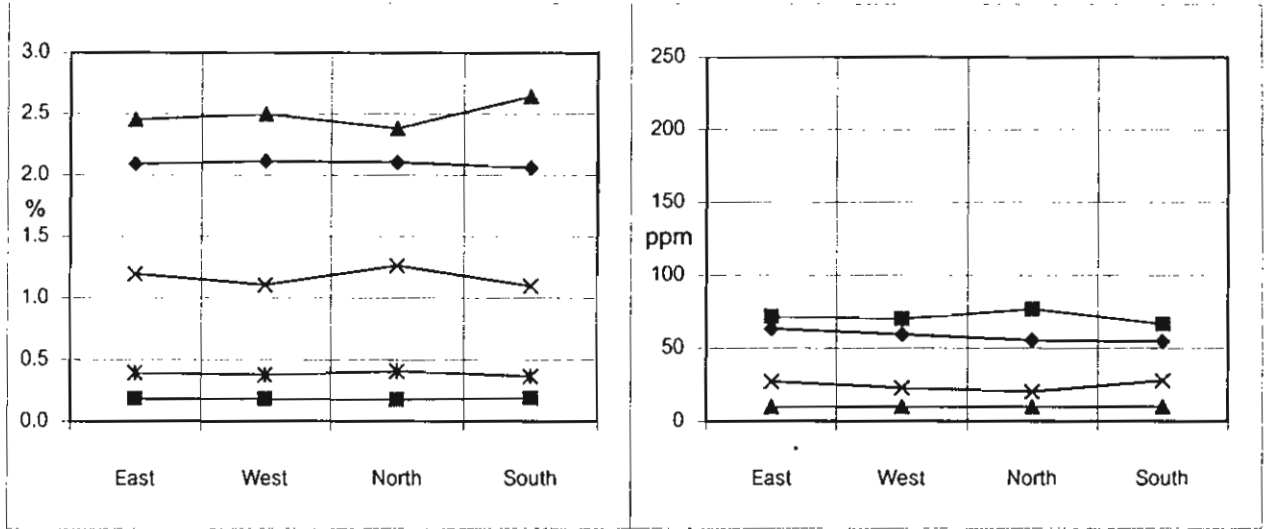


◆ N ■ P ▲ K × Ca * Mg

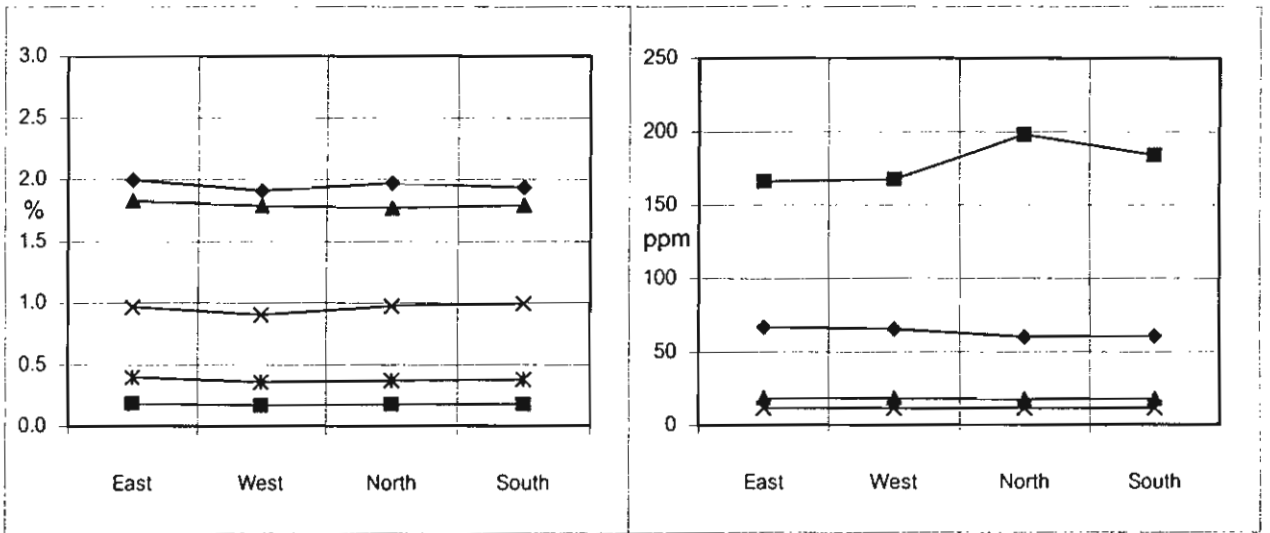
◆ Fe ■ Mn ▲ Zn × Cu

รูปที่ 3 เปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนจากแต่ละทิศ

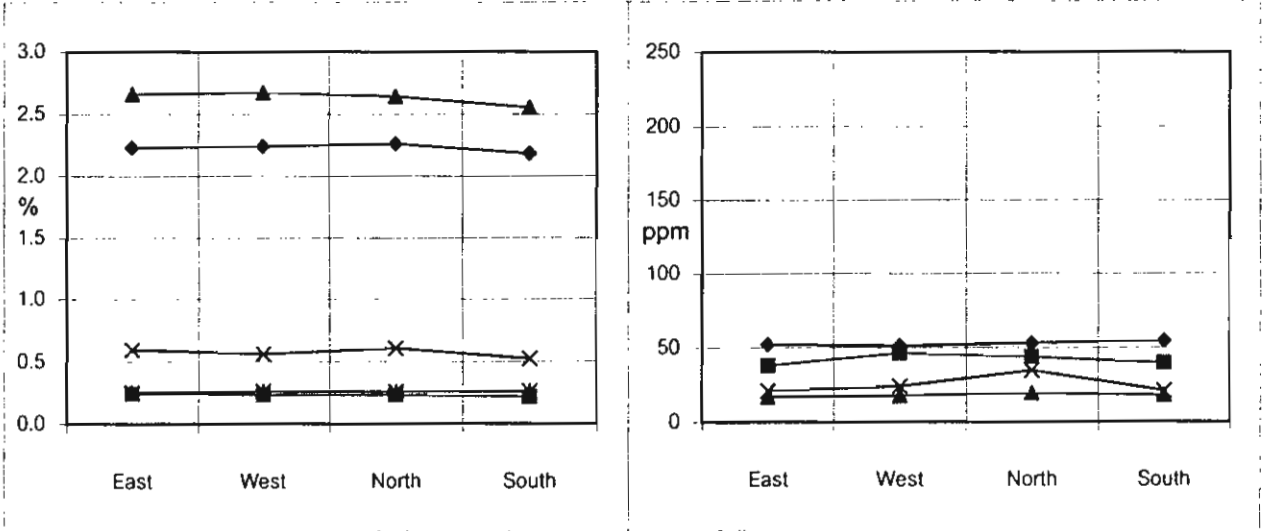
อัมรินทร์



อนันต์

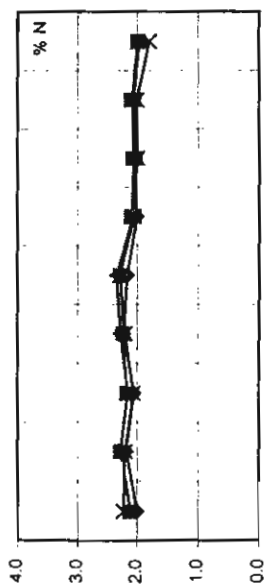


ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

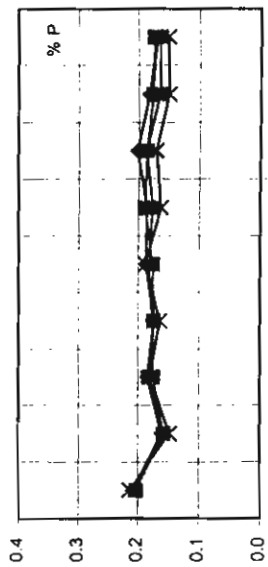


◆ N ■ P ▲ K × Ca * Mg

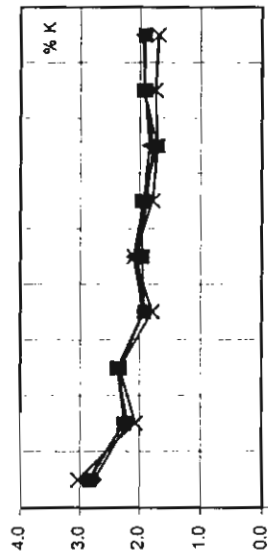
◆ Fe ■ Mn ▲ Zn × Cu



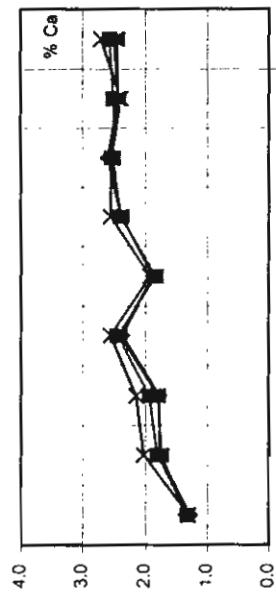
Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan Feb Mar



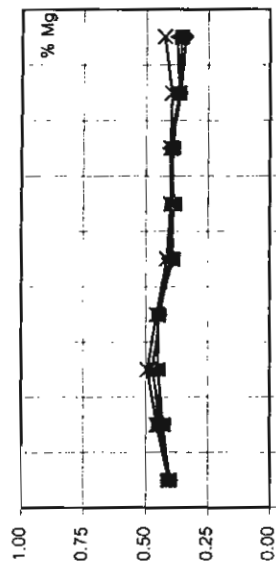
Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan Feb Mar



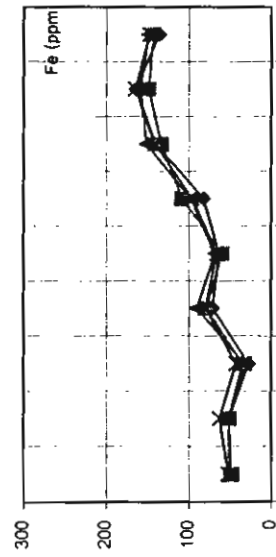
Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan Feb Mar



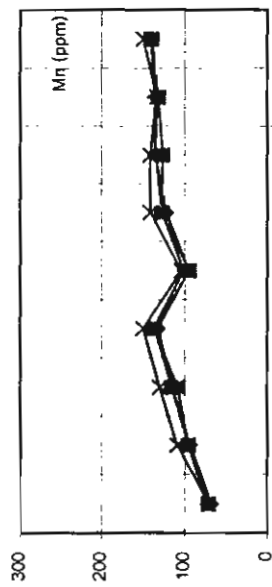
Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan Feb Mar



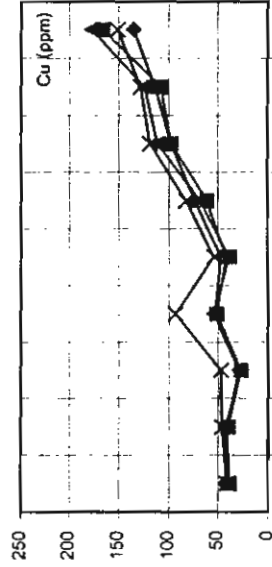
Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan Feb Mar



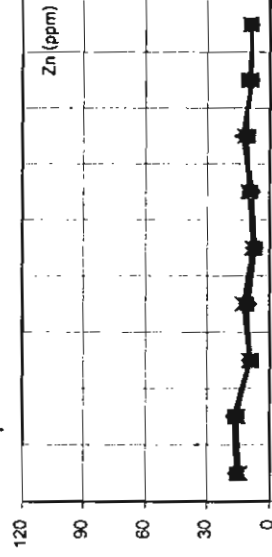
Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan Feb Mar



Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan Feb Mar



Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan Feb Mar



Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan Feb Mar

◆— โป๊ตที่ 1

■— โป๊ตที่ 2

✕— โป๊ตที่ 3

✕— โป๊ตที่ 4

รูปที่ 4a ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละตำแหน่ง (ค่าเฉลี่ยทุกต้นในรุ่นที่ 1) ของสวนทุเรียนที่อ.เขาสมิง จ.ตราด