สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด : มหธาตุ

SEASONAL CHANGES IN THE LEAF COMPOSITION OF MANGOSTEEN : MACRONUTRIENTS

เนาวรัตน์ โฉมสันเทียะ

NAOWARAT CHOMSONTAE

วพ.
ว.ร.ว.ร.
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 60849
วัน,เดือน,ปี..... - 6 ก.ค. 2549

b 11590841
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาปฐพีวิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1460-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SEASONAL CHANGES IN THE LEAF COMPOSITION OF MANGOSTEEN : MACRONUTRIENTS

NAOWARAT CHOMSONTAE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN SOIL SCIENCE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT' INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2005

ISBN 974-15-1460-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2005

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด : มหธาตุ
ชื่อนักศึกษา นางสาวเนาวรัตน์ โฉมสันเทียะ
รหัสประจำตัว 43066501
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา ปฐพีวิทยา
พ.ศ. 2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหาร (seasonal trends) และเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุ (macronutrients) ในใบมังคุด จากสวนเกษตรกร จำนวน 30 สวน โดยแบ่งสวนมังคุดออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่มีการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์ของต้นในระดับดี (8 สวน) ปานกลาง (11 สวน) และไม่ดี (11 สวน) สวนมังคุดที่ศึกษามีอายุระหว่าง 15-18 ปี เก็บตัวอย่างใบเมื่ออายุ 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10 และ 12 เดือน ระหว่างฤดูการเจริญเติบโต 2544/45 วิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca และ Mg ในใบผลการทดลองปรากฏว่า เมื่อใบมีอายุมากขึ้น ความเข้มข้นของ P, K และ Mg ลดลง ในขณะที่ Ca เพิ่มขึ้น แต่ N ค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้ง 30 สวนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สามารถแสดงได้ด้วยเส้น quadratic โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2) มากกว่า 0.80 ทุกธาตุ โดยในแต่ละกลุ่มความสมบูรณ์ของต้น มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและระดับความเข้มข้นธาตุอาหารต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน ยกเว้น Ca ซึ่งกลุ่มไม่ดีสูงกว่าอีก 2 กลุ่มสวนเล็กน้อย จากเส้น quadratic แสดงให้เห็นว่า ธาตุอาหาร มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเมื่อใบอายุ 8-10 เดือน สอดคล้องกับช่วงการเก็บตัวอย่างใบมังคุดที่กำหนดโดย สุมิตรา และคณะ (2546) เมื่อนำความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดที่มีอายุ 8-10 เดือน มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในใบมังคุด จากทั้งหมด 30 สวน พบสวนที่มีธาตุอาหารต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (-) และสูงกว่าค่ามาตรฐาน (+) คิดเป็นร้อยละดังนี้ N +27, P +3, K –13, Ca -23 และ +3, Mg -60 เมื่อแยกเป็นสวนตามกลุ่มความสมบูรณ์ของต้นปรากฏว่า สวนกลุ่มดี N +3, K –7, Ca –7, Mg –10 สวนกลุ่มปานกลาง N +7, P +3, K –7, Ca –13, Mg –27 สวนกลุ่มไม่ดี N +17, Ca –3 และ +3, Mg –23

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูลความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดที่มีอายุใบเฉลี่ย 8-10 เดือนมาหาความสัมพันธ์กับผลผลิต ปรากฏว่า ความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca และ Mg มีความสัมพันธ์กับผลผลิตในลักษณะรูปสามเหลี่ยม (triangle pattern) ซึ่งแสดงว่ากลุ่มข้อมูลบริเวณกรอบนอกสุด หรือแนวของเส้นขอบเขต (boundary line) เป็นอิทธิพลของระดับธาตุอาหารที่ศึกษาหรือมีความสัมพันธ์ในลักษณะ cause-effect กันโดยตรงระหว่างธาตุอาหารกับผลผลิต นอกจากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังพบว่า ข้อมูลบนเส้นขอบเขตสามารถแสดงได้ด้วยเส้นสหสัมพันธ์ (regression line) 2 เส้น และสามารถใช้ในการกำหนดช่วงค่าธาตุอาหารที่เหมาะสม (sufficiency range) ของธาตุอาหารแต่ละธาตุ ในระดับขาดแคลน (deficient) ต่ำ (low) และเหมาะสม (optimum) โดยใช้ข้อมูลระดับผลผลิตในช่วง <60, 60-80 และ 80-100% ตามลำดับ ช่วงค่าธาตุอาหารที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงเดียวกับค่ามาตรฐานเบื้องต้นที่รายงานไว้โดย สุมิตรา และคณะ (2546) ซึ่งกำหนดจากช่วงที่ธาตุอาหารในใบมังคุดมีความผันแปรน้อยที่สุดในฤดูกาล ยกเว้นธาตุ Ca เพียงธาตุเดียวเท่านั้นที่มีช่วงค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานเดิมเล็กน้อย แต่วิธีเส้นขอบเขตสามารถแยกระดับของสถานะธาตุอาหารได้แม่นยำขึ้น เนื่องจากสามารถแปลผลการวิเคราะห์ได้ชัดเจนโดยสามารถระบุช่วงความเข้มข้นธาตุอาหารในระดับต่างๆ ได้ดีกว่าการใช้ค่ามาตรฐานธาตุอาหาร

นอกจากนั้น ในการศึกษานี้ยังได้นำข้อมูลมาพัฒนาค่าอ้างอิง DRIS สำหรับมังคุด โดยใช้ข้อมูลธาตุอาหารและผลผลิตจากต้นมังคุดจำนวน 310 ต้น จากทั้งหมด 30 สวนโดยเกณฑ์ที่ใช้ในการอ้างอิง DRIS ได้จากค่าเฉลี่ยของสัดส่วนธาตุอาหารมังคุดในต้นที่ให้ผลผลิตสูงกว่า 50 กิโลกรัม/ต้น เพื่อใช้แบ่งระหว่างกลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำและกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง การเปรียบเทียบระหว่างการใช้แนวทางของ DRIS และ ค่ามาตรฐานธาตุอาหารในใบสำหรับการวิเคราะห์สถานะธาตุอาหารในมังคุด ซึ่งพบว่า DRIS สามารถวินิจฉัยสถานภาพ ธาตุ N, P และ K ได้ชัดเจนกว่าค่ามาตรฐานธาตุอาหาร โดยสามารถระบุลำดับความไม่สมดุลของธาตุอาหารในเชิงเปรียบเทียบ แม้ว่าค่ามาตรฐานธาตุอาหารจะระบุว่าธาตุนั้นๆ อยู่ในระดับที่พอเพียง นอกจากนั้น DRIS ยังสามารถประเมินระดับการขาดธาตุอาหารแฝง (hidden hunger) ที่พืชยังไม่แสดงอาการ การนำแนวทาง DRIS มาประกอบการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารร่วมกับการใช้ค่ามาตรฐานธาตุอาหาร จะทำให้การแนะนำด้านการจัดการธาตุอาหารในมังคุดมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thisis	Seasonal Changes in the Leaf Composition of Mangosteen : Macronutrients
Student	Miss Naowarat Chomsontae
Student ID	43066501
Degree	Master of Science
Programme	Soil Science
Year	2005
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Sumitra Poovarodom

ABSTRACT

Seasonal trends of N, P, K, Ca and Mg in mangosteen leaves were investigated in 30 mature (15-18 years old) mangosteen orchards during 2001/2002 growing season. The orchards were classified into 3 categories of below average (11 orchards), average (11 orchards) and above average (8 orchards). In each orchards, 8-10 uniform and representative trees were chosen for sampling. The only pair of leaves from the current flush were sampled when they were 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10 and 12 months old. Concentrations of N, P, K, Ca and Mg in leaves were analyzed. The results indicated that concentrations of P and Mg decreased with leaf age, while the content of Ca increased In contrast. N changes only slightly throughout the sampling period. The seasonal changes in the leaf composition of all 30 orchards can be fitted by quadratic line with r^2 more than 0.80 for all elements. Concentration of N, P, K and Mg were similar in all categories. In contrast, Ca content in below average orchards was higher than above average and average orchards. From the quadratic line, minimum variations in nutrient concentrations in mangosteen leaves occurred when leaves are 8-10 months old which similar to the finding of Poovarodom et al., (2003.) Comparison of macro-nutrient concentration in 8-10 months leaf age with leaf nutrient standards (Poovarodom et al., 2003), percentages of orchards classified as below (-) and higher (+) than leaf nutrient standards were as follows: N+27, P+3, K-13, Ca-23 and +3, Mg-60. For the above average group: N+3, K-7, Ca-7, Mg-10; average group: N+7, P+3, K-7, Ca-13, Mg-27; and lower than average group; N+17, Ca-3 and +3, Mg-23.

The boundary line approach was used to improve the diagnostic criteria for mangosteen leaf nutrient standards. The basic assumption of the boundary line approach uses the best performance in the population lines at edge of any body of data, and it is valid only where a cause-and effect relationship exists between two variables. This is exhibited by the characteristic of the triangular pattern or the existence of the boundary lines (BL) of the surveyed data, which

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

indicated biological cause-effect relationship between nutrient concentration and yield. The scattered plot diagrams were constructed between mangosteen leaf nutrient concentrations and yield the triangular pattern or boundary lines were shown to exist in N, P, K, Ca, and Mg. The BL of each nutrient could be quantified by fitting 2 linear lines to the data. The high linearity of the data indicated that possible cause-and-effect relationship exists between two variables. The linear relationship between nutrient concentrations and yields was also used to establish the sufficiency range. The low, deficient and optimum yield ranges correspond to the relative yield of <60%, 60-80% and 80-100%, respectively. The high or excessive nutrient ranges were assumed at concentration beyond the optimum range and caused the decrease in yields. The results were consistent with the standard values established by Poovarodom et al. (2003) except for Ca which is slightly lower. The data could be used to improve the efficiency of plant testing because they proceeded a more precise interpretation and/or narrower range of critical values.

Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) norms for mangosteen were developed from 310 observations of leaf nutrient concentrations and yields by standard DRIS procedures, using a fruit yield of 50 kg as the cut off between low and high-yielding sub-populations. The comparison between DRIS and leaf nutrient standards approaches in the diagnosis of mangosteen nutrient status revealed that DRIS norms were able to make more detail diagnoses than leaf nutrient standards for N, P, K nutrient status. The DRIS approach could revealed nutrient deficiency in the range normally considered to be sufficient. The study illustrated the potential use of DRIS in diagnosing imbalances and insufficiencies of nutrient in mangosteen crops.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. วิเชียร จาฏุพจน์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้เส้นขอบเขตและการใช้ DRIS ในการปรับปรุงค่ามาตรฐาน

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำทั้งในด้านการเรียนและ เรื่องวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยาทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาทั้งในด้านการเรียนและช่วยชี้แนะในสิ่งต่างๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในเรื่องข้อมูลต่างๆ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ภาควิชาปฐพีวิทยาทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและไต่ถามเสมอมา

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เข้าใจและคอยให้กำลังใจในทุกๆ เรื่องตลอดเวลา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เนาวรัตน์ โฉมสันเทียะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
2.2 ความสำคัญของของการวิเคราะห์พืช	4
2.3 หลักการและข้อจำกัดของการใช้ค่ามาตรฐาน	5
2.4 ความสำคัญของธาตุอาหารมหธาตุ	6
2.5 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในไม้ผล	8
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารกับผลผลิต	10
2.7 การใช้วิธีเส้นขอบเขตในการกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารในไม้ผล	11
2.8 การวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในไม้ผลโดยการใช้ DRIS	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
3.1 การเลือกกลุ่มสวนที่ทำการศึกษา	16
3.2 การเก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์สมบัติของดิน	16
3.3 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างใบมังคุด	17
3.4 การเตรียมตัวอย่างใบมังคุดเพื่อการวิเคราะห์ธาตุอาหาร	17
3.5 วิธีการวิเคราะห์	17
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 สถานที่ทำการทดลอง..... 19

3.8 ระยะเวลาในการทดลอง..... 19

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 20

4.1 คุณสมบัติของดินสวนมังคุดที่ศึกษา..... 20

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในดินกับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบ..... 25

4.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุด... 40

4.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้น.... 50

4.5 ความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุทั้ง 3 กลุ่มสวนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน 51

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุด..... 55

4.7 การใช้ DRIS สร้างค่ามาตรฐานในใบสำหรับมังคุด..... 59

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 63

5.1 คุณสมบัติของดินจากสวนมังคุดทั้ง 30 สวน..... 63

5.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุด ทั้ง 30 สวน..... 63

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบโดยวิธีเส้นขอบเขต (boundary line)..... 64

5.4 การใช้ DRIS ในการสร้างค่ามาตรฐานในใบสำหรับมังคุด..... 65

บรรณานุกรม..... 66

ประวัติผู้เขียน..... 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 เนื้อดินของ 3 กลุ่มสวน	26
4.2 ช่วงค่ามาตรฐานที่ได้จากการกำหนดโดยใช้วิธีเส้นขอบเขตเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารของมังคุด	59
4.3 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในตัวอย่างใบมังคุด	60
4.4 ค่ามาตรฐาน norm ในรูปสัดส่วนและผลคูณของธาตุอาหารและผลผลิตในมังคุด	60
4.5 การแปลความหมายค่าดัชนี DRIS ในการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในตัวอย่างใบมังคุดที่มีระดับผลผลิตแตกต่างกัน	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช	11
2.2	การใช้เส้นขอบเขตในการกำหนดระดับความพอเพียงของธาตุอาหาร	13
4.1	ความเข้มข้นธาตุอาหารในดินมังคุดจากสวนเกษตรกรจำนวน 30 สวน	26
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. กับความเข้มข้นธาตุอาหารมหธาตุในใบ	33
4.3	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นธาตุอาหารมหธาตุทั้ง 3 กลุ่มสวน	43
4.4	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุดที่แสดงด้วยเส้น Quadratic	46
4.5	ความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุจากสวนเกษตรกร 30 สวนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้น	51
4.6	ความเข้มข้นธาตุอาหารมหธาตุ 3 กลุ่มสวนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้น	54
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตมังคุด (กก.) กับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุด	56
4.8	Boundary line ของความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตมังคุด (กก.) กับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุด	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

มังคุดเป็นผลไม้ที่มีรสชาติเป็นที่ยอมรับของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ทำให้มีโอกาสขยายการส่งออกได้มาก แต่เกษตรกรผู้ส่งออกมังคุดประสบปัญหาคุณภาพของผลผลิตที่ได้ไม่ตรงตามมาตรฐานการส่งออก เนื่องจากต้องมีรสชาติที่ดีและมีสีของผลที่สม่ำเสมอ ทำให้ผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่ยังเป็นการบริโภคภายในประเทศ พื้นที่ผลิตมังคุดของไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศ

ปัจจุบันการศึกษาด้านการวิเคราะห์พืชเพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในมังคุด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยยังมีน้อย ทำให้คำแนะนำการใส่ปุ๋ยในมังคุดส่วนใหญ่ยังเป็นเพียงแนวทางกว้างๆ และเหมือนกับที่ใช้ในไม้ผลทั่วไป เกษตรกรจึงใส่ปุ๋ยตามความชำนาญ ไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน ทำให้การจัดการธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงคุณภาพและผลผลิตไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ในประเทศที่พัฒนาแล้ว การใส่ปุ๋ยในไม้ผลนิยมใช้ขอมูลจากการวิเคราะห์พืชเป็นตัวกำหนด อย่างไรก็ตามก่อนการใช้ค่าวิเคราะห์พืชต้องกำหนดค่ามาตรฐานก่อน ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาสถานะธาตุอาหารในมังคุด โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบมังคุด เพื่อให้สามารถนำค่าวิเคราะห์ที่ศึกษาได้มาประยุกต์ใช้ในการจัดการด้านธาตุอาหาร และปรับปรุงคุณภาพของมังคุด

โดยทั่วไปแล้ว การกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารเพื่อใช้เป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยในไม้ผลมักใช้ข้อมูลจากการสำรวจความเข้มข้นของธาตุอาหารในสวนที่ให้ผลผลิตดี โดยใช้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในฤดูกาล โดยตั้งสมมติฐานว่าสวนเหล่านี้มีธาตุอาหารในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม แล้วสร้างค่ามาตรฐานเบื้องต้น (tentative standards or sufficiency range) ขึ้นมา อย่างไรก็ตาม วิธีนี้แม้จะได้รับความนิยมแพร่หลาย (Reuter and Robinson, 1986) แต่ก็มีข้อจำกัดเช่นกัน เนื่องจากค่ามาตรฐานที่ได้จากวิธีนี้อาจรวมเอาความเข้มข้นของธาตุอาหารในช่วงบริโภคฟุ่มเฟือย (luxury consumption) ของสวนที่ให้ผลผลิตดีเข้ามาด้วย (Righetti et al., 1990) จึงได้มีความพยายามที่จะหาวิธีกำหนดความเข้มข้นของธาตุอาหารอื่น มาใช้ในการปรับปรุงความเข้มข้นธาตุอาหารให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยมคือ วิธีใช้เส้นขอบเขต (boundary line) (Walwort et al., 1986; Righetti et al., 1990)

การใช้วิธีเส้นขอบเขต (boundary line) ในการปรับปรุงความเข้มข้นธาตุอาหารที่ได้ให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น ทำได้โดยนำค่าความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารในมังคุดจากการสำรวจความเข้มข้นจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากมาหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงค่ามาตรฐานและกำหนดช่วงความเพียงพอของธาตุอาหาร สุมิตรา และวิเชียร (2546) ทำการศึกษาในทุเรียนพบว่า ช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหารที่ได้จากการใช้วิธีเส้นขอบเขตสามารถนำมาใช้ร่วมกับค่าวิเคราะห์ได้ชัดเจนโดยสามารถระบุช่วงสถานภาพธาตุอาหารในระดับต่างๆ ได้ดีกว่าการใช้ค่ามาตรฐานธาตุอาหารที่กำหนดจากช่วงที่ธาตุอาหารในใบทุเรียนมีการผันแปรน้อยที่สุดในฤดูกาล

สุมิตรา ภู่วโรดม และคณะ (2546) ได้สร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นในมังคุด โดยทำการทดลองในสวนมังคุดจังหวัดจันทบุรี จำนวน 4 สวน ซึ่งเป็นสวนที่ให้ผลผลิตดี 2 สวน และให้ผลผลิตปานกลาง 2 สวน การศึกษาในสวนมังคุดเพียง 4 สวน อาจไม่สามารถเป็นตัวแทนที่ดีของมังคุดทั้งหมดได้ และค่ามาตรฐานเบื้องต้นที่ได้อาจไม่ครอบคลุมปัจจัยต่างๆ ฉะนั้น จึงควรมีการศึกษาในสวนมังคุดจำนวนมากขึ้น เพื่อใช้ยืนยันและสนับสนุนหรือตรวจสอบค่ามาตรฐานเบื้องต้นที่ สุมิตรา ภู่วโรดม และคณะ (2546) ได้กำหนดขึ้นว่ามีความครอบคลุมเพียงพอหรือไม่ นอกจากนั้นการทำการทดลองเปรียบเทียบกลุ่มสวนที่มีความแตกต่างกันจำนวนมากขึ้น จะทำให้ข้อมูลที่ได้มีความแม่นยำมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุ (macronutrients) ในใบมังคุดในสวนที่มีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

1.2.2 เพื่อนำข้อมูลความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ได้มาปรับปรุงค่ามาตรฐานธาตุอาหารของมังคุดให้มีความแม่นยำขึ้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การนำค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและพืช ในใบมังคุดจากสวนเกษตรกรที่มีความอุดมสมบูรณ์ของต้นที่แตกต่างกัน คือความอุดมสมบูรณ์ดี ปานกลาง และไม่ดี มาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นสำหรับมังคุดที่กำหนดขึ้นโดยสุมิตรา และคณะ (2546) เพื่อให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มังคุดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia mangostana* Linn. อยู่ในวงศ์ Guttiferae มีชื่อสามัญว่า Mangosteen มังคุดเป็นไม้ผลที่มีลักษณะทรงต้นแข็งแรง ต้นมังคุดที่เจริญเติบโตมาจากเมล็ดเมื่อโตเต็มที่จะมีความสูงประมาณ 10-25 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นประมาณ 25-35 เซนติเมตร เปลือกลำต้นค่อนข้างดำ มีต่อมน้ำมันสีเขียวแก่และสีเหลือง มีกิ่งใหญ่ทำมุมกับลำต้น มีก้านใบสั้น ต้นประกอบด้วยใบสีเขียวเข้ม ขอบใบทั้งสองยกขึ้น แผ่นใบจะโค้งเล็กน้อยเป็นจำนวนมากทำให้ทรงพุ่มแน่น ลักษณะค่อนข้างกลม ภายในทรงพุ่มจะมีกิ่งแขนงแตกออกจากลำต้นที่เป็นแกนกลางเป็นรัศมีโดยรอบลำต้น ใบขนาดใหญ่เท่าใบชมพู่ ใบคล้ายรูปไข่ ค่อนข้างยาว โคนใบอาจเล็กเรียวหรือเป็นมุมป้าน หรือใบกลม ปลายใบแคบหนาแข็ง พื้นใบด้านบนมีสีเขียวเข้ม หรือเขียวอมเหลือง ใบด้านบนเป็นมัน มีเส้นแขนงมองเห็นชัดยาวจดขอบใบ ประมาณ 35-50 คู่ ด้านท้องใบมีสีเขียวอมเหลือง (สมสุข ศรีจักรวาพ , 2531)

2.1.1 ใบ

ใบมังคุดมีความกว้างประมาณ 4-10 เซนติเมตร ใบยาวประมาณ 12-23 เซนติเมตร ก้านใบแต่ละก้านจะขึ้นตรงกิ่งตรงข้ามกัน ก้านใบยาวประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร และห่อหุ้มยอดอ่อนซึ่งขึ้นอยู่ตรงโคนของก้านใบ

2.1.2 ดอกมังคุด

มังคุดออกดอกบนปลายกิ่งที่มีอายุมากกว่า 2 ปี เกิดดอกเดี่ยวหรือเป็นคู่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกประมาณ 5-6 เซนติเมตร ก้านดอกหนาแข็ง และเป็นเหลี่ยมยาวประมาณ 1.8-2 เซนติเมตร หนาประมาณ 0.7-0.9 เซนติเมตร แต่ละดอกจะมีกลีบดอก 4 กลีบ กลีบแรกจะอยู่ด้านในห่อหุ้มด้วย 2 กลีบนอกซึ่งยาวประมาณ 2 เซนติเมตรมีสีเขียวอมเหลือง ส่วนกลีบด้านในเล็กกว่าและตรงขอบมีสีแดง ส่วนกลีบเลี้ยงมี 4 กลีบเช่นเดียวกัน มีลักษณะของกลีบเป็นรูปไข่ค่อนข้างกลมหนาและอวบมีสีเขียวอมเหลือง ส่วนขอบมีสีแดงกลีบเลี้ยงใหญ่ประมาณ 2.5 X 3.0 เซนติเมตร ในดอกตัวเมียอาจพบส่วนของตัวผู้ที่เป็นหมันเรียกว่า สตามิโนด (staminode) อยู่ด้วยกันประมาณ 1-3 ดอก ติดอยู่ตรงฐานภายในดอกตัวเมีย ยาวประมาณ 0.5-0.6 เซนติเมตร อับละอองเกสรตัวผู้มีขนาดเล็กและเป็นหมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 รังไข่

มีลักษณะเป็นแฉกจัดตัวเป็นวงกลมแนบติดผิวมี 4-8 เซลล์ ส่วนก้านเกสรตัวเมียหรือยอดรังไข่ในดอกมีลักษณะกลมอยู่ติดผิวมีลักษณะคล้ายเซลล์ที่อยู่ในรังไข่

2.1.4 ผลมังคุด

เป็นชนิดเบอรี่ประกอบด้วยยอดของรังไข่ในดอก ห่อหุ้มด้วยกลีบเลี้ยง ผลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5-7.0 เซนติเมตร มีสีน้ำตาลเข้มอมม่วงถึงสีม่วงเข้ม มีเปลือกหนาประมาณ 0.8-1.0 เซนติเมตร ผลมียางสีเหลือง เมื่อปอกเปลือกมังคุด จะเห็นกลีบสีขาวน่ารับประทาน จำนวน 4-8 กลีบ ซึ่งกลีบสีขาวแต่ละกลีบจะมีเมล็ดอยู่ภายใน 2-3 เมล็ดต่อผล เมล็ดมีความยาวประมาณ 2 เซนติเมตร

2.1.5 เมล็ดมังคุด

โดยทั่วไปเกิดจากเนื้อเยื่อของไข่อ่อนจากชั้นที่เรียกว่านิวเซลลัส (nucellus) ไม่ได้เกิดจากการผสม (fertilization) แบบเมล็ดพืชทั่วไป ฉะนั้นการมีชีวิตของเมล็ดเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่นจึงสั้นกว่าปกติ เมล็ดที่อยู่ในผลสุกจะมีอายุเพียง 3-5 สัปดาห์ แต่ถ้าเก็บเมล็ดไว้ในสภาพที่เหมาะคืออุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส และมีความชื้นพอสมควรอายุของเมล็ดจะยาวขึ้น เมล็ดมังคุดไม่มีต้นอ่อน (embryo) และใบเลี้ยง (cotyledons) และมีโครโมโซมหลายชุดในสภาพดิพพลอยด์ (Diploid) พบว่ามีจำนวน $2n = 96$

2.2 ความสำคัญของการวิเคราะห์พืช

ไม้ผลหรือไม้ยืนต้นเป็นพืชที่มีความเหมาะสมในการใช้ค่าวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ย เนื่องจากมีอายุยืนนานหลายปี นอกจากนั้น ยังสามารถวางแผนการจัดการธาตุอาหารในระยะยาวได้ด้วย การใส่ปุ๋ยโดยใช้ค่าวิเคราะห์พืชจึงได้รับความนิยมแพร่หลาย ปัจจัยที่สำคัญในการจัดการธาตุอาหารในไม้ผลคือ ต้องวางแผนให้พืชเจริญเติบโตสมบูรณ์อย่างต่อเนื่อง ไม่ใช่การจัดการธาตุอาหารเมื่อพืชแสดงอาการขาด เนื่องจากในไม้ผล ธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในลำต้นหรือกิ่งก้าน (stored nutrient pool) มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจน ซึ่งมีการหมุนเวียนนำกลับ (recycle) มาใช้ในปริมาณสูง (Weinbaum et al., 1984) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่อธิบายว่า กว่าพืชจะแสดงอาการขาด หรือชะงักการเจริญเติบโต อาจต้องงดเว้นการใส่ปุ๋ยเป็นเวลาหลายปี (Kenworthy, 1973; Smith 1962) นอกจากการใช้ค่าวิเคราะห์พืชเพื่อเป็นแนวทางในการใส่ปุ๋ยแล้ว การวิเคราะห์พืชยังมีประโยชน์หลายประการคือ 1) ช่วยวินิจฉัยหรือยืนยันข้อวินิจฉัยที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เช่น อาการผิดปกติของใบลักษณะต่างๆ 2) ช่วยบ่งชี้ปัญหาที่อาจมองไม่เห็น (hidden troule) ธาตุอาหารหลายชนิดอาจยังไม่แสดงอาการขาดให้เห็นชัดเจน แต่พืชอาจไม่แข็งแรงและให้ผลผลิตลดลง การวิเคราะห์พืชจะช่วยในการบ่งชี้ปัญหาเหล่านี้ก่อนอาการที่เกิดขึ้นจะรุนแรงจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทบต่อผลผลิต 3) ช่วยให้ทราบว่าธาตุอาหารที่ใส่ลงไปในดินพืชสามารถดูดไปใช้ได้หรือไม่ เนื่องจากมีปฏิสัมพันธ์ต่างๆ ในดิน หรือมีปัจจัยบางอย่างขัดขวางการดูดธาตุอาหารพืช ทำให้พืชไม่สามารถดูดธาตุอาหารในดินไปใช้ได้ 4) ช่วยให้เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหาร ทั้งในส่วนที่เป็น แบบส่งเสริม และ เป็นปฏิปักษ์ต่กัน ระหว่างธาตุอาหาร

Bould (1963) กล่าวว่า การวิเคราะห์พืชทั้งต้น ไม่สามารถบอกถึงสภาวะธาตุอาหาร ได้ดีเท่ากับการวิเคราะห์เฉพาะบางส่วนของพืชซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญ เนื่องจากใบพืชเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง และค่อนข้างตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหาร จึงนิยมใช้ใบเป็นตัวแทนของพืชสำหรับวิเคราะห์ธาตุอาหารเพื่อบอกถึงระดับธาตุอาหาร ณ ขณะนั้นของต้นพืช

Kenworthy (1961) กล่าวว่า การวิเคราะห์ใบพืชนอกจากจะทำให้ทราบปริมาณธาตุอาหารในใบแล้วยังช่วยให้เข้าใจอาการขาดและการเป็นพิษของธาตุอาหาร โดยอาจแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) อาการขาดธาตุอาหารที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น การแสดงอาการใบเหลืองหรือใบผิดปกติในลักษณะต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุอาหาร ชนิดของพืช ตลอดจนระดับความรุนแรงของการขาด 2) อาการขาดธาตุอาหารที่ไม่แสดงให้เห็นชัดเจน (hidden hunger) เนื่องจากในบางครั้งระดับธาตุอาหารในพืชอาจจะไม่ต่ำมากจนกระทั่งพืชแสดงอาการขาดให้เห็นชัดเจน นอกจากนี้ การตรวจสอบระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารตลอดฤดูปลูกทำให้ทราบความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละฤดูกาลได้ สามารถเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละฤดูกาลกับผลผลิตว่าอยู่ในระดับที่น่าพอใจหรือไม่ และยังทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารทั้งแบบ ส่งเสริมกัน เมื่อธาตุหนึ่งมีปริมาณสูงจะส่งผลให้การดูดใช้ของอีกธาตุหนึ่งเพิ่มขึ้น และแบบปฏิปักษ์ต่อกัน ซึ่งตรงกันข้ามกับแบบแรกคือเมื่อธาตุหนึ่งมีปริมาณสูงจะทำให้การดูดใช้อีกธาตุหนึ่งลดลง

Smith (1962) กล่าวว่าหลักการสำคัญของการวิเคราะห์พืชโดยใช้ค่ามาตรฐาน คือ ค่ามาตรฐานที่ได้จากการศึกษาในบริเวณหนึ่ง ในฤดูปลูกหนึ่ง สามารถนำไปใช้ได้กับพืชที่ปลูกในบริเวณเดียวกัน หรือพืชที่ปลูกในบริเวณอื่น ในฤดูกาลต่อมาได้ หรือสามารถขยายความได้ว่า ค่ามาตรฐานที่สร้างขึ้นมาสำหรับพืชชนิดใดชนิดหนึ่งในประเทศหนึ่ง จะมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่สร้างขึ้นมาในอีกประเทศหนึ่ง

2.3 หลักการและข้อจำกัดของการใช้ค่ามาตรฐาน

การวิเคราะห์พืชได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือด้านการจัดการธาตุอาหารและเป็นแนวทางในการแนะนำปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตในไม้ผล เนื่องจากมีข้อมูลสนับสนุนการแปลความหมายของค่าวิเคราะห์พืชมากขึ้น การแปลความหมายค่าวิเคราะห์ที่ได้โดยทั่วไปจะนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารหรือระดับความเพียงพอ (nutrient standards or sufficiency range) สำหรับพืชนั้นๆ หลักการทั่วไปคือ ถ้าความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มักจะไม่พบการตอบสนองของพืช ข้อดีของการอ้างอิงโดยใช้ค่ามาตรฐานธาตุอาหารได้แก่ 1) การแปลความหมายทำได้ง่าย 2) การคำนวณไม่ยุ่งยาก 3) เป็นตัวชี้วัดอิสระ (independent nutrient index) โดยระดับธาตุอาหารชนิดหนึ่งไม่มีผลกระทบต่อธาตุอาหารอื่น 4) เกณฑ์ค่ามาตรฐานกำหนดได้ค่อนข้างง่ายจากความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารและผลผลิต (Baldock and Schulte, 1996)

ข้อจำกัดของการใช้ค่ามาตรฐานธาตุอาหารหรือระดับความพอเพียงในการแปลความหมายของค่าวิเคราะห์พืช ได้แก่ 1) มีระดับชั้นการวินิจฉัยน้อยเกินไป ทำให้แปลผลได้ไม่สมบูรณ์ 2) มาตราส่วนไม่ต่อเนื่อง เช่น ถ้าธาตุอาหารถูกจัดในระดับต่ำ ไม่สามารถบอกได้ว่าขาดเพียงเล็กน้อยหรือขาดรุนแรง ซึ่งพืชจะตอบสนองต่อปุ๋ยแตกต่างกันมาก 3) เมื่อพืชมีการขาดธาตุอาหารมากกว่าสองธาตุไม่สามารถจัดลำดับ (rank) ความรุนแรงของการขาดว่าธาตุไหนเป็นข้อจำกัดมากที่สุด 4) ไม่มีดัชนีสรุปผลกระทบของสถานะธาตุอาหารต่อผลผลิต 5) ระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ (maturity) ฉะนั้นความถูกต้องของการใช้ค่ามาตรฐานธาตุอาหารจะขึ้นกับวิธีการเก็บตัวอย่างพืชที่กำหนดเฉพาะเจาะจง

2.4 ความสำคัญของธาตุอาหารมหธาตุ

โดยปกติแล้วความต้องการธาตุใดธาตุหนึ่งของพืช เป็นความต้องการที่จำเพาะเจาะจง เพราะธาตุอาหารแต่ละธาตุมีหน้าที่เฉพาะในโครงสร้างของเซลล์หรือกระบวนการเมทาบอลิซึมของพืช ซึ่งธาตุอาหารมหธาตุมีความสำคัญ ดังนี้

2.4.1 ไนโตรเจน (N)

ไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบของ amino acid, amino enzyme, nucleic acid, chlorophyll, alkaloids และ purine bases ในพืชจะมีความเข้มข้นของ N อยู่ประมาณ 1.5 - 6.0% ซึ่งความเข้มข้นของ N ในใบที่จัดว่าเพียงพอ จะมีอยู่ประมาณ 2.50 - 3.50% แต่ในไม้ผลส่วนใหญ่จะมีความเข้มข้นของ N ในใบอยู่ในช่วง 1.80 - 2.20% ส่วนในพืชตระกูลถั่วจะมี N ในใบประมาณ 4.80 - 5.50% ปริมาณ N ในใบที่จัดว่าเพียงพอนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต และส่วนต่าง ๆ ของพืช ความเข้มข้นของ N สูงสุดในใบที่เพิ่งแตกออกมาใหม่ โดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของ N จะลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น (Jones, 1998)

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีปฏิสัมพันธ์กับธาตุ P หรือ K โดยเป็นธาตุอาหารที่เป็นปฏิปักษ์ต่อกัน การดูดใช้ (uptake) NO_3^- มีผลกระตุ้นการดูดใช้ cation ตัวอื่นๆ ส่วนคลอไรด์ (chloride) และ hydroxyl anions จะจำกัดการดูดใช้ NO_3^- แต่ถ้าพืชอยู่ในสภาวะที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงการดูดใช้ NH_4^+ จะเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้การดูดใช้ไอออนที่มีประจุบวก (cation) ชนิดอื่น เช่น Ca ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพืชขาดธาตุ N พืชจะเจริญเติบโตช้า อ่อนแอ และแคระแกร็น ใบจะมีสีเขียวอ่อนจนกระทั่งใบเหลือง ซึ่งจะพบอาการขาดที่ใบแก่ เพราะ N เป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ พืชที่แสดงอาการขาด N จะแก่เร็ว ผลผลิตมีคุณภาพไม่ดี แต่เมื่อพืชมีปริมาณ N มากเกินไป ใบจะมีสีเขียวเข้ม ง่ายต่อการเป็นโรค และถูกแมลงเข้าทำลาย

2.4.2 ฟอสฟอรัส (P)

ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และโปรตีน, ATP, RNA, DNA และ phytin ปริมาณ P ในพืชส่วนใหญ่จะอยู่ระหว่าง 0.15 - 1.0% ซึ่งค่าที่จัดว่าเพียงพอจะมีตั้งแต่ 0.20 - 0.40% โดยปกติแล้วถ้า P น้อยกว่า 0.20% จะจัดว่าขาด หรือถ้ามากกว่า 1.00% จะถือว่ามีปริมาณมากเกินไป ในใบที่เพิ่งแตกใหม่ และใน petioles จะพบปริมาณ P มากที่สุด

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีปฏิสัมพันธ์กับจุลธาตุ ได้แก่ Cu, Fe, Mn, Zn และยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่าง N กับ P โดยอัตราส่วนระหว่าง N และ P ที่เหมาะสมเท่ากับ 3 : 1 ถ้าอัตราส่วนสูงกว่านี้จะถือว่า P ขาด และสำหรับ P กับ Zn อัตราส่วนที่เหมาะสมเท่ากับ 200 : 1 ซึ่งถ้าอัตราส่วนที่สูงกว่านี้จะถือว่าพืชขาด Zn

พืชที่ขาด P พืชจะเจริญเติบโตช้า อ่อนแอ และแคระแกรน อาจพบว่าใบแก่มีสีม่วง (purple pigmentation) อาการขาด P จะพบที่ใบแก่ เพราะเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ในพืช และอาการที่พืชแสดงออกเมื่อพืชมีปริมาณความเข้มข้นของ P มากเกินไป จะทำให้พืชเกิดอาการขาดจุลธาตุ โดยเฉพาะ Fe และ Zn (Jones, 1998)

2.4.3 โพแทสเซียม (K)

โพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกลไกการปิด - เปิดของปากใบ (stomata) และยังเกี่ยวข้องกับการสะสม และการเปลี่ยนรูปของคาร์โบไฮเดรต ในพืชจะมีปริมาณ K อยู่ระหว่าง 1.00 - 5.0% ซึ่งในใบแก่ของพืชส่วนใหญ่จะมีปริมาณ K ที่จัดว่าเพียงพออยู่ในช่วง 1.50 - 3.0% โดยจะพบปริมาณ K มากที่สุดในใบอ่อน ก้านใบ และลำต้นของพืช

ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง K กับธาตุอาหารตัวอื่นๆ ได้แก่ K กับ Mg และ K กับ Ca ถ้าในใบพืชมีปริมาณ K สูง จะทำให้เกิดการขาด Mg และถ้าปริมาณ K มีมากเกินความสมดุล จะเป็นเหตุให้เกิดการขาด Ca (Jones, 1998)

อาการที่พืชแสดงออกเมื่อพืชขาด K พืชจะล้มง่าย ผลผลิตและคุณภาพลดลง ที่ใบแก่จะพบอาการขอบใบไหม้ และเมื่อพืชมีความเข้มข้นของ K มากเกินไป จะทำให้พืชขาด Mg และ Ca เนื่องจากธาตุเหล่านี้เป็นปฏิปักษ์ต่อกัน โดยจะพบอาการขาด Mg ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 แคลเซียม (Ca)

บทบาทของแคลเซียม คือ ทำให้เซลล์แข็งแรง และควบคุม membrane permeability เพิ่มการงอกและการเจริญเติบโตของเกสรตัวผู้ กระตุ้นเอนไซม์ที่ใช้ในขบวนการแบ่งเซลล์ พืชมีปริมาณ Ca ในใบอยู่ระหว่าง 0.30 - 5.0% ซึ่งพืชส่วนใหญ่มี Ca ในใบที่จัดว่าเพียงพออยู่ในช่วง 0.30 - 3.0% ความเข้มข้นของ Ca ที่จัดว่าเพียงพอขึ้นอยู่กับชนิดของพืชนั้นๆ ในพืชผักและไม้ผลจะมีความเข้มข้นสูงกว่าในธัญพืช ความเข้มข้นของ Ca เพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น เพราะ Ca ไม่เคลื่อนที่ในพืช (Jones, 1998)

ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง Ca กับธาตุอาหารตัวอื่นๆ ได้แก่ Ca กับ K, Ca กับ Mg ส่วน Ca กับ N จะพบในไม้ผล และ Ca กับ B ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลผลิต

อาการที่พืชแสดงออก เมื่อพืชขาด Ca ปลายของรากเจริญและใบของพืชที่ขาด จะเป็นสีน้ำตาล และพืชจะตายในที่สุด โดยจะพบอาการขาดที่ใบอ่อน เนื่องจากเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ส่วนอาการที่พืชแสดงออกเมื่อมีปริมาณ Ca มากเกินไป จะทำให้พืชเกิดอาการขาด Mg หรือ K

2.4.5 แมกนีเซียม (Mg)

แมกนีเซียม เป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ เป็น cofactor ให้กับเอนไซม์ในขบวนการ phosphorylation เป็นตัวเชื่อมระหว่างโครงสร้างของ ATP หรือ ADP กับโมเลกุลของเอนไซม์ ในใบพืชจะมีปริมาณ Mg อยู่ระหว่าง 0.15 - 1.0% ในพืชส่วนใหญ่ปริมาณ Mg ในใบที่เพียงพอคือ 0.25% ปริมาณ Mg ในธัญพืชจะสูงกว่าในพืชผักและไม้ผล ในพืชตระกูลผักบางชนิดอาจพบ Mg สูงกว่านี้ สำหรับในไม้ผลปริมาณ Mg จะพบมากในใบแก่

ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง Mg กับธาตุอาหารตัวอื่น ๆ ได้แก่ Mg กับ K, Mg กับ Ca การขาด Mg เกิดจากการที่รากดูดใช้ NH_4^+, K หรือ Ca ในปริมาณสูง เพราะ Mg เป็นผู้แข่งขันที่อ่อนแอที่สุดในบรรดา cation เหล่านี้

เมื่อพืชขาด Mg พืชจะแสดงอาการใบเหลืองหรือ interveinal chlorosis ซึ่งแสดงอาการที่ใบแก่ เพราะ Mg เคลื่อนที่ได้ ถ้าอาการขาด Mg เพิ่มขึ้น อาจแสดงให้เห็นที่ใบอ่อนด้วย เมื่อมีอาการขาดที่รุนแรงอาจพบ necrosis ส่วนอาการที่พืชแสดงออกเมื่อมีปริมาณ Mg มากเกินไป พืชจะไม่มีอาการเป็นพิษให้เห็นแต่จะทำให้เกิดการขาด Ca หรือ K และจะทำให้พืชเจริญเติบโตช้า (Jones, 1998)

2.5 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในไม้ผล

ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชไม่คงที่ ในระหว่างการเจริญเติบโตของพืช จะมีการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารบางธาตุที่อยู่ภายในต้นพืช ซึ่งทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยธาตุอาหารที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในพืชจะเคลื่อนย้ายจากเนื้อเยื่อแก่ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บำรุงเนื้อเยื่อใหม่ เช่น ยอดอ่อน หรือผลอ่อน ซึ่งการเคลื่อนย้ายจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละส่วนของพืชเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ เช่นเมื่อพืชอายุยังน้อย ความเข้มข้น (โดยน้ำหนักแห้ง) ของ N, P และ K มีปริมาณสูง แต่เมื่อพืชอายุมากขึ้น หรือเนื้อเยื่อเจริญเติบโตเต็มที่ ความเข้มข้นของ N, P และ K จะลดลง

บุญส่ง ไกรศรพรสรร และจำเป็น อ่อนทอง (2545) ทำการศึกษาความเข้มข้นของ N, P, K, Ca และ Mg ในใบลองกองในระยะต่างๆ ในรอบปี พบว่า อายุใบมีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชอย่างชัดเจน ในใบอ่อนและใบที่เจริญเต็มที่แล้วมีความเข้มข้นของ N สูงกว่าใบแก่ 2 และ 1.5 เท่า ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในผลกีวี พันธุ์บรูโน (สังคม เตชะวงศ์เสถียร และสุรนันต์ สุภาทรพันธุ์, 2533) ที่พบว่าความเข้มข้นของ N ในใบอ่อนสูงและลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ทั้งนี้เพราะ N เป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายในท่ออาหารได้ง่าย N ในรูปของโปรตีนในใบแก่จะเปลี่ยนเป็น N ที่ละลายได้และเคลื่อนย้ายไปยังเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญ (Tisdale et al., 1993) สำหรับ P ซึ่งจัดเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายในพืชเช่นกัน ได้แต่ความเข้มข้นของ P ในใบที่เจริญเต็มที่และใบแก่ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ P ในใบอ่อนจะสูงกว่าในใบที่เจริญเต็มที่แล้วและใบแก่ถึง 1.5 เท่า สำหรับ K ความเข้มข้นของ K ในใบอ่อน และใบที่เจริญเต็มที่แล้วสูงกว่าในใบแก่ 2 และ 1.2 เท่า ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของ Ca ในใบที่มีอายุต่างกัน พบว่าแตกต่างกันอย่างเด่นชัด เพราะ Ca เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้ายในท่ออาหาร (immobile) จึงเกิดการสะสมในเนื้อเยื่อที่มีอายุมาก โดยพบว่า ความเข้มข้นของ Ca ในใบแก่และใบที่เจริญเต็มที่แล้วนั้นสูงกว่าในใบอ่อนถึง 4.6 และ 3.5 เท่าตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของ Mg พบว่าในใบแก่และใบที่เจริญเต็มที่ของลองกองสูงกว่าในใบอ่อนเล็กน้อย

วริษฐา จันทร์ชูวงศ์ และสุมิตรา ภู่วโรดม (2545) ทำการศึกษาอายุและตำแหน่งใบที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียนพันธุ์หมอนทอง พบว่า N, P, K และ Mg มีความเข้มข้นลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ในทางกลับกัน Ca มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อใบมีอายุมากขึ้น

สุมิตรา ภู่วโรดม และคณะ (2546) ทำการศึกษาธาตุอาหารในใบมังคุด พบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดไม่คงที่ แต่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น กล่าวคือ ความเข้มข้นของ P และ K ลดลง ในทางกลับกัน ความเข้มข้นของ Ca เพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ส่วนความเข้มข้นของ N และ Mg เปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย

Embleton et al. (1973) และ Guardiola (1974) รายงานว่าเมื่อใบพืชตระกูลส้มมีอายุมากขึ้น ความเข้มข้นของธาตุ N, P และ K จะลดลง ในขณะที่ความเข้มข้นของธาตุ Ca จะเพิ่มขึ้น

Embleton et al. (1958) ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง ฤดูกาลและการใส่ปุ๋ยที่มีต่อธาตุมหธาตุ ในใบอโวคาโด พบว่าปริมาณ N ในใบเพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุ 3-4 เดือนและค่อยๆ ลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ส่วนปริมาณ P และปริมาณ K ในใบลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณ Ca เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Menzel et al. (1987) รายงานว่า ปริมาณธาตุ N, P, K ในใบลิ้นจี่มีความเข้มข้นลดลง ในขณะที่ธาตุ Ca มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น

Sanchez–Alonso and Lachica (1987) ทำการทดลองในเชอรี่กล่าวว่า ธาตุอาหารต่าง ๆ (ยกเว้น Ca และ Mg) มีการเคลื่อนย้ายออกจากใบของพืชยืนต้นเพื่อไปสะสมในลำต้นก่อนใบร่วง เมื่อถึงฤดูใบไม้ร่วง ใบพืชจึงเปลี่ยนสีจากสีเขียวเข้มเป็นสีเหลืองซีดแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในใบพืช เพื่อให้ธาตุต่างๆ ที่เคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ออกจากใบโดยเร็ว ธาตุ N และ P จะเคลื่อนที่ได้ดีในขณะที่ Ca ในใบมีการเปลี่ยนแปลงน้อย

2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารกับผลผลิต

พืชจะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีได้ ดินต้องมีธาตุอาหารอย่างเพียงพอ และรากสามารถดึงดูดขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ทำให้ระดับธาตุอาหารในพืชมีความสมดุลซึ่งกันและกัน การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชจะสูงขึ้นสอดคล้องกับระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช โดยระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ในพืชที่สูงขึ้น จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ผลผลิตสูงสุด และผลผลิตคงอยู่ในระดับนี้ต่อไป ถึงแม้จะเพิ่มธาตุอาหารก็ไม่ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และถ้ายังเพิ่มธาตุอาหารให้สูงขึ้นไปอีก จะทำให้ผลผลิตของพืชลดลง เนื่องจากพืชได้รับธาตุอาหารมากเกินไปจนเป็นพิษกับพืชได้ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารกับผลผลิต แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 จากรูปสามารถแบ่งออกได้ 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นเส้นโค้งรูปตัว C แสดงถึง การเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้น แต่ความเข้มข้นของธาตุอาหารธาตุหนึ่งลดลง ซึ่งลักษณะนี้จะเกิดเมื่อพืชขาดธาตุใดธาตุหนึ่งอย่างรุนแรง (severe deficiency)

ส่วนที่ 2 แสดงถึง การที่ผลผลิตของพืชถึงจุดสูงสุด และคงระดับนี้ต่อไป แม้จะเพิ่มธาตุอาหาร (moderate deficiency) ในส่วนนี้ช่วงที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารมีเพียงพอจนทำให้การเจริญเติบโตหรือผลผลิตถึงจุดสูงสุด ถือว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในช่วงนี้เป็นค่าความเข้มข้นวิกฤตของธาตุอาหาร (critical level)

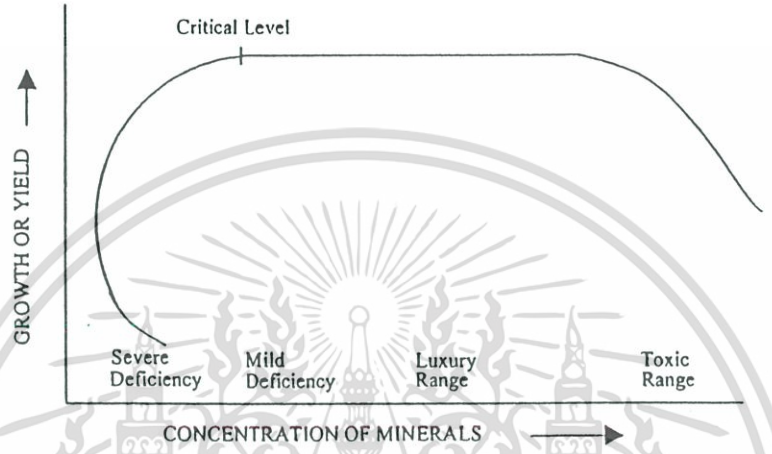
ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่เป็นแนวระดับ แสดงถึง การที่ผลผลิตไม่ได้เพิ่มขึ้น เมื่อธาตุอาหารสูงขึ้นไปอีก (luxury range) ซึ่งส่วนนี้เป็นระดับที่ผลผลิตไม่ได้ถูกจำกัดโดยความเข้มข้นของธาตุอาหาร

ส่วนที่ 4 เป็นส่วนที่เส้นโค้งลดต่ำลง แสดงถึง การที่พืชได้รับธาตุอาหารมากเกินไป จนเป็นพิษกับพืช ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง (toxic Range)

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารกับผลผลิตเป็นหลักการที่สำคัญในการใช้กำหนดค่าความเข้มข้นวิกฤตของธาตุอาหารพืช ซึ่งค่าความเข้มข้นวิกฤตนั้นไม่ใช่ค่าเพียงค่าเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่จะเป็นช่วงแคบ ๆ ของความเข้มข้นของธาตุอาหารที่วิจัยแล้ว พบว่า "ถ้าความเข้มข้นต่ำกว่าค่านี้ พืชจะขาดแคลน หรือถ้าสูงกว่าค่านี้ พืชจะได้รับธาตุอาหารมากเกินไป โดยทั่วไปแล้วจะใช้ค่า 90% ของผลผลิตสูงสุด เป็นค่าความเข้มข้นวิกฤตของธาตุอาหารพืช (critical value)" Obreza (1993) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 250 ปอนด์/เอเคอร์ ในส้ม เป็นระดับที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ผลผลิต 520 กล่อง/เอเคอร์ และมีความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบส้ม ประมาณ 2.5% หรือมากกว่า ซึ่งถือว่าเป็นค่าความเข้มข้นวิกฤตที่ให้ผลผลิตสูงสุดถึง 91%



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช (Smith, 1962)

2.7 การใช้วิธีเส้นขอบเขตในการกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารในไม้ผล

หลักการของวิธีเส้นขอบเขตคือ เมื่อนำข้อมูลความเข้มข้นของธาตุอาหารจากการสำรวจสวนที่ให้ผลผลิตดีมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นธาตุอาหารกับการเจริญเติบโต ผลผลิต หรือคุณภาพของผลผลิต จะไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (strong significant relationships) Walwort et al. (1986) ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับความเข้มข้นของธาตุ P ของข้าวโพดจำนวน 8,000 ตัวอย่าง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.2a จากรูปจะพบว่า เมื่อหาความสัมพันธ์ตามวิธีการทางสถิติทั่วไป จะไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาจากรูปจะพบว่า ตัวอย่างที่ให้ผลผลิตสูง (>12 ตันต่อเอเคอร์) ความเข้มข้นของ P จะอยู่ในช่วงแคบๆ เท่านั้น ส่วนตัวอย่างที่มี P สูงหรือต่ำกว่านั้น ไม่มีโอกาสที่จะมีผลผลิตสูง อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าจะมีธาตุอาหารอยู่ในระดับที่เหมาะสมแล้วก็ตาม ในหลายโอกาส พืชก็ไม่สามารถให้ผลผลิตสูง ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยอื่นนอกเหนือจากธาตุอาหารที่เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโต หรือผลผลิตของพืช เช่น โรค แมลง ปริมาณความชื้นในดิน หรือสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยที่กำหนดผลผลิตของพืชได้เช่นกัน ปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อความสัมพันธ์ในทางสถิติที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ดังนั้น ในทางปฏิบัติจึงมักมองหาความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็นสามเหลี่ยม (triangular pattern) Righetti et al. (1990) ใช้วิธีเส้นขอบเขตในการศึกษาความสัมพันธ์ของธาตุ Ca และผลผลิตของเชอรี่หวาน ถึงแม้จะมีข้อมูล

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

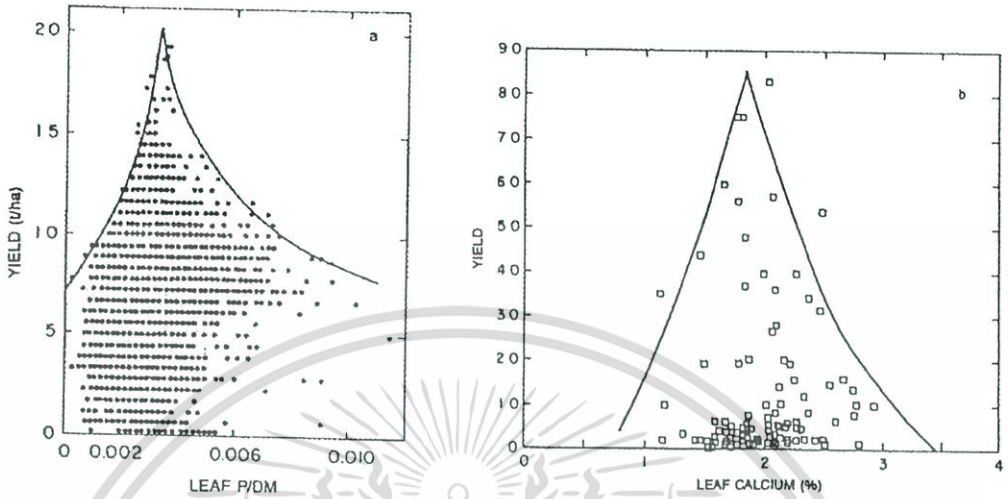
น้อยกว่าของ Walwort et al. (1986) มากแต่ก็พบความสัมพันธ์ในลักษณะสามเหลี่ยมเช่นกัน กล่าวคือ ถ้าความเข้มข้นของ Ca ต่ำกว่า 1.1% หรือสูงกว่า 2.5% เชอรี่หวานไม่มีโอกาสที่จะให้ผลผลิตสูง (รูปที่ 2.2b)

แนวคิดของวิธีเส้นขอบเขต (boundary line) ถือว่าเมื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารที่กำหนดและผลผลิตหรือการเจริญเติบโตของพืชจากตัวอย่างประชากรจำนวนมาก กลุ่มข้อมูลของผลผลิตสูงสุดในแต่ละระดับของธาตุอาหาร จะอยู่บนเส้นบริเวณกรอบด้านนอกสุดหรือเส้นขอบเขตของค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเมื่อปัจจัยอื่นอยู่ในระดับที่เหมาะสม (รูปที่ 2.2) ส่วนข้อมูลผลผลิตที่ต่ำลงมาใต้เส้นขอบเขตในระดับธาตุอาหารเดียวกันนั้น เนื่องจากมีปัจจัยอื่นเป็นตัวจำกัดการให้ผลผลิต ไม่ใช่สาเหตุจากการขาดธาตุอาหารที่ศึกษา (Webb, 1972; Evanylo and Sumner, 1987; Schnug et al., 1996; Lark, 1997) นอกจากนี้ ในกรณีที่ปัจจัยธาตุอาหารที่กำหนดมีอิทธิพลต่อระดับผลผลิตโดยตรง โดยปัจจัยอื่นอยู่ในสภาพเหมาะสม จะสามารถพบเส้นขอบเขตในลักษณะที่เป็นรูปสามเหลี่ยม (triangle pattern) ได้ (Webb, 1972; Lark, 1997) Walworth et al. (1986) และ Evanylo and Sumner (1987) ประสบความสำเร็จในการใช้วิธีเส้นขอบเขตในการกำหนดช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับพืชไร่ ในขณะที่ Righetti et al. (1990) ใช้วิธีเส้นขอบเขตในการตรวจสอบความถูกต้องของช่วงค่าวิกฤตธาตุอาหาร (critical range) ในไม้ผลเขตหนาวหลายชนิด

สุมิตรา ภู่วโรดม และวิเชียร จาฏุพจน์ (2546) การนำวิธีเส้นขอบเขตมาใช้เพื่อให้สามารถกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารในทุเรียนได้ชัดเจน และสามารถระบุช่วงความพอเพียงในระดับขาดแคลน ต่ำ เหมาะสม และสูงมาก ซึ่งทำให้สามารถชี้บ่งถึงระดับการขาดธาตุอาหารที่ยังไม่แสดงอาการให้เห็น (hidden hunger) แต่อาจทำให้ผลผลิตลดลงในอนาคต คณะผู้วิจัยได้ใช้วิธีเส้นขอบเขต (boundary line) เป็นแนวทางในการปรับปรุงค่ามาตรฐานและกำหนดช่วงความพอเพียงของธาตุอาหารสำหรับทุเรียน แนวคิดของวิธีเส้นขอบเขต ถือว่าเมื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารที่กำหนดและผลผลิตพืชจากตัวอย่างประชากรจำนวนมาก กลุ่มข้อมูลของผลผลิตสูงสุดในแต่ละระดับของธาตุอาหาร จะอยู่บนเส้นบริเวณกรอบด้านนอกสุดหรือเส้นขอบเขตของค่าความสัมพันธ์ดังกล่าว เมื่อปัจจัยอื่นอยู่ในระดับเหมาะสม ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารกับผลผลิตในสวนทุเรียนที่ให้ผลผลิตสูง (> 250 กิโลกรัม/ต้น) พบว่าความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn มีความสัมพันธ์ในลักษณะสามเหลี่ยม (triangle pattern) ซึ่งแสดงว่ากลุ่มข้อมูลบริเวณกรอบนอกสุด หรือแนวของเส้นขอบเขตเป็นอิทธิพลของระดับธาตุอาหารที่ศึกษาหรือมีความสัมพันธ์ในลักษณะ cause-effect กันโดยตรงระหว่างธาตุอาหารกับผลผลิต นอกจากนี้ยังพบว่าข้อมูลบนเส้นขอบเขตสามารถแสดงได้ด้วยเส้นสหสัมพันธ์ (regression line) 2 เส้น และสามารถใช้ในการกำหนดช่วงค่าธาตุอาหารที่เหมาะสม (sufficiency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

range) ของธาตุอาหารแต่ละธาตุ ในระดับขาดแคลน (deficient) ต่ำ (low) และเหมาะสม (optimum) โดยใช้ข้อมูลระดับผลผลิตในช่วง <60, 60-80, 80-100% ตามลำดับ



รูปที่ 2.2 การใช้เส้นขอบเขตในการกำหนดระดับความเพียงพอของธาตุอาหาร a) ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของข้าวโพดกับ P จำนวน 8,000 ตัวอย่าง (Walwort et al., 1986) b) ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของ sweet cherry กับ Ca จำนวน 113 ตัวอย่าง (Righetti et al., 1990)

2.8 การวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในไม้ผลโดยการใช้ DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System)

แนวคิดการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารโดยวิธี Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) (Beaufils, 1973; Walworth et al., 1986) ถือว่าผลผลิตที่ได้เกิดจากการตอบสนองของพืชต่อสถานะธาตุอาหาร ซึ่งถูกกำหนดโดยสภาพแวดล้อมที่พืชปลูก ปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันและมีผลต่อการตอบสนองของพืชซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ในที่สุด การแปลความหมายของค่าวิเคราะห์พืชโดยใช้ดัชนี DRIS (DRIS index) เป็นการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในรูปสัดส่วนแต่ละคู่ แทนที่จะพิจารณาแต่ละธาตุแยกอิสระจากกัน หรือเป็นการประเมินความพอเพียงของธาตุอาหารหนึ่งเปรียบเทียบกับธาตุอาหารอื่น แล้วเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอ้างอิงของพืชที่ให้ผลผลิตสูง แนวคิดนี้สามารถลดความผิดพลาดในการเปรียบเทียบค่าวิเคราะห์กับค่ามาตรฐานธาตุอาหาร ในกรณีที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น (Walworth and Sumner, 1987)

ข้อดีของการวินิจฉัยโดยดัชนี DRIS ได้แก่ 1) มาตราส่วนตัวชี้วัดเป็นแบบต่อเนื่อง ง่ายต่อการแปลความหมาย 2) สามารถจัดลำดับธาตุที่ขาดมาก จนถึงธาตุที่มีมากเกินไป 3) ในบางกรณีอาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถระบุความไม่สมดุลของธาตุอาหารที่มีผลต่อผลผลิต แม้ว่าจะไม่มีธาตุใดต่ำกว่าค่ามาตรฐานธาตุอาหารก็ตาม 4) ดัชนีความสมดุลของ DRIS สามารถระบุผลกระทบโดยรวมของธาตุอาหารต่อผลผลิต อย่างไรก็ตาม แนวทางการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารต่อผลผลิต อย่างไรก็ตาม แนวทางการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารโดยวิธี DRIS มีข้อด้อยบางประการ ได้แก่ 1) การคำนวณค่อนข้างยุ่งยาก 2) ตัวชี้วัดไม่อิสระ กล่าวคือระดับธาตุอาหารหนึ่งมีผลต่อดัชนีตัวอื่น 3) การวินิจฉัยที่ผิดพลาด (false positive) เกิดได้ง่าย 4) อายุของตัวอย่างพืชมีผลต่อการวินิจฉัยได้เช่นกัน ถึงแม้ว่าโดยทางทฤษฎีแล้วไม่ควรมีผลกระทบ (Baldock and Schulte, 1996) จากข้อมูลข้างต้นจะพบว่า ค่ามาตรฐานธาตุอาหารและดัชนี DRIS มีจุดอ่อนจุดแข็งที่เป็นลักษณะเสริมกันและกัน จุดอ่อนของดัชนีหนึ่งเป็นจุดแข็งของดัชนีหนึ่ง ดังนั้น หากมีการนำดัชนี DRIS มาประกอบการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในมังคุด จะทำให้การแปลความหมายค่าวิเคราะห์พืชได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การจัดการธาตุอาหารหรือปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บุญส่ง ไกรศรพรสรร (2545) กล่าวว่า ระบบ DRIS เป็นการวินิจฉัยธาตุอาหารที่นักวิทยาศาสตร์ทางการเกษตรนำการวิเคราะห์ทางเคมีของเนื้อเยื่อพืชมาแปลผล ในการแปลผลการวิเคราะห์จะนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่เราเรียกว่าค่าวิกฤต ช่วงที่เพียงพอ จากจุดนี้ทำให้การแปลผลของแต่ละธาตุเป็นอิสระต่อกัน โดยเน้นการสมดุลของธาตุอาหารมากกว่าการขาดแคลน ที่อยู่บนพื้นฐานของ Law of the Minimum สมมุติฐานของ DRIS ก็คือความเข้มข้นของธาตุแต่ละธาตุเป็นอิสระในการประเมินความสัมพันธ์ธาตุอาหาร และใช้ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างธาตุในการวินิจฉัย แต่การปฏิบัติจริงๆจะใช้อัตราส่วนความเข้มข้นธาตุอาหารแต่ละคู่เข้าไปช่วย โดยนำอัตราส่วนของธาตุอาหารจากเนื้อเยื่อที่สนใจ เรียกว่า ค่าสังเกต เปรียบเทียบกับอัตราส่วนมาตรฐานที่เรียกว่า ค่าบรรทัดฐาน (norm) ซึ่ง Norm เป็นค่ามาตรฐานที่ใช้ประเมินความสัมพันธ์ในเนื้อเยื่อตัวอย่างที่ถูกนำมาวินิจฉัย

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน และสำเนา เพ็ชรฉวี (2547) กล่าวว่า ระบบการเทียบค่าวิกฤตร่วม หรือ DRIS Approach เป็นแนวทางความคิดใหม่ของนักวิชาการที่ต้องการประเมินความขาดแคลนธาตุอาหารหลายๆ ธาตุในพืชไปพร้อมๆ กันในครั้งเดียว แทนที่จะประเมินความขาดแคลนของธาตุอาหารพืชแต่ละธาตุอย่างเป็นอิสระ ทั้งนี้เนื่องจากโดยธรรมชาติแล้วพืชมักจะไม่ประสบปัญหาขาดแคลนธาตุอาหารในครั้งใดครั้งหนึ่งเพียงธาตุเดียวแต่จะเกิดการขาดธาตุอาหารพร้อมกันครั้งละมากกว่าหนึ่งธาตุขึ้นไป และจะมีธาตุหนึ่งขาดรุนแรงกว่าอีกธาตุหนึ่งหรืออาจขาดรุนแรงเท่าเทียมกันก็ได้ นอกจากนั้นระดับของธาตุอาหารต่างๆ เหล่านี้ในพืชสามารถประเมินได้โดยวิธี DRIS แต่จะไม่สามารถทำได้โดยวิธีเทียบค่าวิกฤตทั่วไป

สุมิตรา ภู่วโรดม และวิเชียร จาฏุพจน์ (2547) พบว่า DRIS สามารถวินิจฉัยสภาพความสมดุลของธาตุอาหาร N, P และ K ในเชิงเปรียบเทียบได้ชัดเจนกว่าการอ้างอิงกับค่ามาตรฐานธาตุอาหาร เนื่องจากค่ามาตรฐานของธาตุอาหารที่กำหนดมีช่วงค่อนข้างกว้าง นอกจากนี้ค่าดัชนี DRIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังสามารถจัดลำดับความไม่สมดุลของธาตุอาหารในเชิงเปรียบเทียบ แม้ว่าค่ามาตรฐานธาตุอาหารระบุว่าธาตุนั้นๆ อยู่ในระดับพอเพียง หรือลักษณะการขาดแฝง (hidden hunger) ที่พืชยังไม่แสดงอาการ ทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางการแนะนำธาตุอาหารที่ต้องมีการใส่เพิ่มเติมได้ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีที่มีค่าลบมากที่สุด การคำนวณค่าดัชนี DRIS ratio และ invert ratio มีความสอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่ และสามารถยืนยันการแปลความหมายได้ชัดเจนขึ้น ส่วนธาตุอาหารที่พบว่ามีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นตามอายุของใบโดยทั่วไปจะใช้ค่ามาตรฐาน DRIS ในรูปของผลคูณ เช่น NxCa, และ NxMg เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ค่ามาตรฐาน norm ที่ได้ค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงอายุ ทำให้การเก็บตัวอย่างพืชสามารถทำได้อิสระโดยไม่จำกัดช่วงเวลาที่เฉพาะ เช่น กรณีการแปลความหมายโดยการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 การเลือกกลุ่มสวนที่ทำการศึกษา

ทำการสำรวจและเลือกสวนมังคุดที่เจริญเติบโตเต็มที่ อายุ 15 - 18 ปี จากสวนเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี จำนวน 30 สวน ในเขตจังหวัดจันทบุรี ทำการแบ่งสวนมังคุดจากที่ได้ทำการสำรวจและเลือกไว้ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีการเจริญเติบโตและความอุดมสมบูรณ์ของต้นในระดับดี (8 สวน) ปานกลาง (11 สวน) และไม่ดี (11 สวน) สำหรับหลักเกณฑ์ในการเลือกสวนนั้น ใช้การดูทรงพุ่มด้วยสายตา และสอบถามข้อมูลจากเจ้าของสวนและเกษตรกรที่อยู่ในละแวกนั้น

3.2 การเก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์สมบัติของดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินในสวนมังคุดของเกษตรกรที่ใช้ทำการศึกษา หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในปี 2544 จำนวน 30 สวน โดยเก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบๆ ทรงพุ่ม ต้นละ 4 จุด ที่ระดับความลึก 0 - 20, 20 - 40, และ 40 - 60 เซนติเมตร นำดินของทั้ง 4 จุดมารวมกัน โดยแยกแต่ละชั้นนำมาผึ่งในร่มให้แห้ง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่า ความเป็นกรด – ด่างของดิน (pH), การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC), ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC), อินทรียวัตถุ (OM), ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorous), โพแทสเซียมที่สกัดได้ (extractable potassium), แคลเซียมที่สกัดได้ (extractable calcium), แมกนีเซียมที่สกัดได้ (extractable magnesium), เหล็กที่สกัดได้ (extractable iron), แมงกานีสที่สกัดได้ (extractable manganese), ทองแดงที่สกัดได้ (extractable copper), สังกะสีที่สกัดได้ (extractable zinc), โบรอนที่สกัดได้ (extractable boron) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ดังนี้

- ค่าความเป็นกรด - ด่างของดิน (pH) ใช้อัตราส่วนของดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 1
- ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) ใช้อัตราส่วนของดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 1
- ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (cation exchange capacity : CEC) สกัดด้วย 1 N NH_4OAc pH 7.0 หลังจากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้ไปกลั่นหาปริมาณ CEC
- ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ใช้วิธี wet oxidation ของ Walkley and Black
- ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) สกัดด้วย Bray II และวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยใช้ ascorbic acid เป็น reducing agent แล้ววัดด้วยเครื่อง spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- ปริมาณโพแทสเซียม, แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ (extractable K, Ca และ Mg) สกัดด้วย 1 N NH_4OAc pH 7.0 แล้ว วิเคราะห์ปริมาณ Ca, Mg โดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer
- ปริมาณจุลธาตุที่สกัดได้ (extractable Fe, Mn, Cu และ Zn) สกัดด้วยสารละลาย DTPA pH 7.3 แล้ว วิเคราะห์ปริมาณ Fe, Mn, Cu และ Zn โดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer
- ปริมาณโบรอน (B) ใช้วิธีสกัดด้วยน้ำร้อน และหาปริมาณโบรอนด้วยวิธี curcumin (Keren, 1996)
- เนื้อดินใช้วิธี Hydrometer method

3.3 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างใบมังคุด

ทำการ tag กิ่งมังคุดที่แตกออกมาในรุ่นเดียวกัน จำนวนมากพอที่จะเก็บตัวอย่างได้ตลอดทั้งปี เก็บตัวอย่างใบมังคุดที่อายุ 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10 และ 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2544 ถึงเดือนกันยายน 2545 โดยเก็บจากทั้ง 4 ทิศรอบทรงพุ่ม ทิศละ 1 ใบแล้วนำทั้งหมดมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวแทนของมังคุดแต่ละต้น

3.4 การเตรียมตัวอย่างใบมังคุดเพื่อการวิเคราะห์ธาตุอาหาร

นำตัวอย่างใบที่ได้มาล้างในสารละลาย 0.1 N HCl แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง อบที่อุณหภูมิ 70 °C จนแห้งสนิท แล้วบดผ่านตระแกรงขนาด 40 mesh (0.42 mm) จากนั้นนำตัวอย่างใบที่บดแล้วมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร N ใช้วิธี Micro Kjeldahl ส่วนธาตุ P, K, Ca, และ Mg ใช้วิธี HNO_3 - $HClO_4$ digestion (5:1) นำไปวิเคราะห์หา P โดยวิธี Molybdate Vanadate Yellow Colour วิเคราะห์หา K, Ca, และ Mg โดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer (hitachi Z8200, Japan) ตามวิธีของ Allan (1971)

3.5 วิธีการวิเคราะห์

3.5.1 การวิเคราะห์ N ใช้วิธี Micro Kjeldahl แล้วหา N โดยการกลั่น

ชั่งตัวอย่างพืชประมาณ 250 mg เติมสารเร่งปฏิกิริยา (salt mixture : K_2SO_4, $CuSO_4$ และ selenium metal ในอัตราส่วน 100 : 10 : 1) ปริมาณใกล้เคียงกับน้ำหนักพืชที่ใช้ เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น ปริมาตร 4 ml (pre-digest ไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง) หลังจากนั้นนำไปย่อยสลายบนเตาด้วยความร้อนเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิขึ้นจนกระทั่งถึง 380 องศาเซลเซียส เมื่อได้สารละลายใสให้ digest ต่อไปอีกประมาณ 1 ชั่วโมงแล้วนำไปกลั่นหา N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
60849

3.5.2 เตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ P, K, Ca, และ Mg ใช้วิธี HNO_3 - $HClO_4$ digestion (5:1)

ชั่งตัวอย่างพืชประมาณ 500 mg เติม Mixed Acid (HNO_3 : $HClO_4$ ในอัตราส่วน 5 : 1) ปริมาตร 6 ml pre-digest ไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปย่อยสลายบนเตาด้วยความร้อนเริ่มต้น 140 องศาเซลเซียส จนควันสีน้ำตาลจางหายไป เพิ่มอุณหภูมิขึ้นเป็น 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 200 องศาเซลเซียส (ห้ามเกิน 208 องศาเซลเซียส) digest ต่อไปจนได้สารละลายใส ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติม HCl 3 N ปริมาตร 5 ml นำไป digest ต่อ จนได้สารละลายใสอีกครั้ง ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 50 ml

3.5.3 วิเคราะห์ปริมาณ P

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ P โดยให้ทำปฏิกิริยากับสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดตและแอมโมเนียมวานาเดต ในสภาพที่เป็นกรด (molybdate vanadate yellow colour) ได้สารละลายสีเหลือง นำไปวัดความเข้มสีของสารละลายด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 nm เปรียบเทียบความเข้มสีกับสารละลายมาตรฐาน ความเข้มข้น 0-15 ppm

3.5.4 วิเคราะห์หาปริมาณ K, Ca, และ Mg

วิเคราะห์หาปริมาณ K, Ca, และ Mg โดยใช้เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 769.9, 422.7 และ 202.5 ตามลำดับ เปรียบเทียบความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐาน (การวัด Ca และ Mg เติม $SrCl_2$ โดยใช้ 25% final volume)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลความเข้มข้นที่ได้มาหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นในแต่ละธาตุและแต่ละกลุ่มสวน
2. นำข้อมูลความเข้มข้นที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับผลผลิตในระดับต่าง ๆ ด้วยวิธีเส้นขอบเขต (boundary line)ในลักษณะรูปสามเหลี่ยม (triangle pattern)ในการตรวจสอบความถูกต้องของช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้น
3. นำข้อมูลความเข้มข้นมาคำนวนหาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารแต่ละธาตุกับผลผลิตในรูปของ DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) เพื่อยืนยันความถูกต้องและแม่นยำของค่ามาตรฐานเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 สถานที่ทำการทดลอง

ทำการเก็บตัวอย่างดินและใบมังคุดในสวนเกษตรกรพื้นที่จังหวัดจันทบุรีจำนวน 30 สวน และนำมาทำการวิเคราะห์ทางเคมี ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.8 ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการศึกษาระหว่างฤดูการเจริญเติบโต เดือนกันยายนปี 2544 ถึง เดือนกันยายน 2545 เป็นระยะเวลา 1 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 สมบัติของดิน สวนมังคุดที่ศึกษา

4.1.1 เนื้อดิน (Texture)

ลักษณะของเนื้อดิน ชั้นความลึก 0-20 ซม. แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 จากตารางจะพบว่า กลุ่มสวนดีจำนวน 8 สวน ส่วนใหญ่มีลักกษณะเนื้อดินเป็น ดินร่วนทราย (sandy loam) มีเพียง 2 สวนที่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ส่วนกลุ่มสวนปานกลางมีลักษณะเนื้อดินค่อนข้างแตกต่างกันแต่ส่วนใหญ่มีลักษณะเนื้อดินเป็น sandy loam ไปจนถึง sandy clay loam และกลุ่มสวนไม่ดีมีลักษณะเนื้อดินที่ค่อนข้างละเอียดกว่าอีก 2 กลุ่มสวน ซึ่งในกลุ่มสวนไม่ดี มีลักษณะเนื้อดินค่อนข้างหลากหลายแต่ส่วนใหญ่แล้วมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) และ ดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ลักษณะของเนื้อดินชั้นความลึก 20-40 ซม. กลุ่มสวนดีมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) กลุ่มสวนปานกลางและกลุ่มสวนไม่ดี มีลักษณะเนื้อดินค่อนข้างละเอียดกว่ากลุ่มสวนดีโดยมีเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) และดินร่วนเหนียว (clay loam) ส่วนชั้นดิน 40-60 ซม. ในกลุ่มสวนดีและกลุ่มสวนปานกลางส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ส่วนกลุ่มสวนไม่ดีมีลักษณะเนื้อดินละเอียดกว่าอีก 2 กลุ่มสวน โดยส่วนใหญ่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) และดินเหนียว (clay)

4.1.2 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

ค่า pH ของดินในสวนมังคุด 30 สวนทั้ง 3 ชั้นดินที่ทำการศึกษาพบว่า อยู่ระหว่าง 3.9-6.3 สวนส่วนใหญ่ค่อนข้างเป็นกรดจัด ทั้งนี้ทั้ง 3 กลุ่มสวนมีค่า pH ค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยดินชั้นบน (0-20 ซม.) มีค่า pH ระหว่าง 4.0-6.3 แต่ส่วนใหญ่มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.0-5.0 มีเพียง 9 สวนเท่านั้นที่มีค่า pH สูงกว่า 5 ส่วนค่า pH ของดินที่อยู่ลึกลงไป คือที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 ซม. มีค่าต่ำกว่าดินบนเล็กน้อย โดยดินชั้น 20-40 ซม. มีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.9-5.4 มีเพียงสวนเดียวที่มีค่า pH สูงกว่า 5 ส่วนดินชั้น 40-60 ซม. มีค่า pH ระหว่าง 3.9-5.1 สวนที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4 มีเพียงสวนเดียว คือมีค่า pH 3.9 และมีค่า pH สูงกว่า 5 จำนวนหนึ่งสวนซึ่งมีค่า pH ของดินสูงถึง 5.1

4.1.3 การนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินทั้ง 30 สวน ส่วนใหญ่ค่อนข้างต่ำ จัดว่าไม่มีความเค็มหรือไม่มีการสะสมของเกลือในดิน ทั้ง 3 กลุ่มสวนมีค่า EC ใกล้เคียงกัน โดยค่า EC ที่พบทั้ง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความลึก มีค่าตั้งแต่ 45-473 $\mu S\ cm^{-1}$ มีเพียงดินชั้นความลึก 0-20 ซม. 4 สวนเท่านั้นที่มีค่า EC สูงกว่า 300 $\mu S\ cm^{-1}$ ซึ่งจัดว่าดินไม่มีความเค็ม โดยดินส่วนใหญ่มีค่า EC อยู่ระหว่าง 100-200 $\mu S\ cm^{-1}$ ส่วนในดินชั้นที่อยู่ลึกลงไปมีค่า EC ต่ำลงเล็กน้อยตามลำดับ โดยดินชั้น 20-40 ซม. มีค่า EC อยู่ระหว่าง 45-290 $\mu S\ cm^{-1}$ ส่วนชั้น 40-60 มีค่าระหว่าง 45-164 $\mu S\ cm^{-1}$

4.1.4 อินทรียวัตถุ (Organic matter)

ปริมาณอินทรียวัตถุทั้ง 3 ชั้นความลึก มีค่าผันแปรค่อนข้างมากโดยดินชั้น 0-20 ซม. มีค่าตั้งแต่ 1.1-6.8% ซึ่งนับว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง มีเพียงสวนเดียวจากทั้งหมด 30 สวน ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงถึง 6.8% ซึ่งสูงกว่าสวนอื่นค่อนข้างมากซึ่งสวนนี้จัดอยู่ในกลุ่มสวนไม่ดี ส่วนสวนใหญ่ที่เหลือมีปริมาณอินทรียวัตถุระหว่าง 2.0-3.0% โดยกลุ่มสวนดีทั้งหมดมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ในกลุ่มสวนไม่ดีและกลุ่มสวนปานกลางมีปริมาณอินทรียวัตถุส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง สำหรับดินชั้นความลึก 20-40 และ 40-60 ซม. มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ระหว่าง 0.9-5.2 % และ 0.6-3.7% ตามลำดับ

4.1.5 ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (CEC)

ค่า CEC ทั้ง 3 กลุ่มสวนมีค่าใกล้เคียงกันแต่มีสวนบางแห่งในกลุ่มไม่ดีมีค่าสูงกว่ากลุ่มสวนอื่นเล็กน้อย สวนส่วนมากมีค่า CEC ต่ำถึงปานกลาง คือระหว่าง 8-18 $cmol(+)\ kg^{-1}$ มีเพียงสวนเดียวเท่านั้นที่มีค่า CEC สูงกว่าสวนอื่นค่อนข้างมาก โดยดินชั้นบน (0-20 ซม.) ของสวนนี้มีค่า CEC สูงถึง 24.0 $cmol(+)\ kg^{-1}$ ส่วนดินชั้นความลึก 20-40 และ 40-60 ซม. มีค่า CEC 21.9 และ 19.0 ตามลำดับ เนื่องจากดินสวนนี้มีอินทรียวัตถุสูงถึง 6.8% ซึ่งค่า CEC มีความผันแปรไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และสวนที่มีค่า CEC ต่ำที่สุดของดินชั้นบนมีค่า CEC เพียง 3.4 $cmol(+)\ kg^{-1}$ ในสวนนี้มีปริมาณอินทรียวัตถุเพียง 1.15% ส่วนในดินชั้นความลึก 20-40 ซม. มีค่า CEC ระหว่าง 4.0-21.9 $cmol(+)\ kg^{-1}$ และดินชั้นความลึก 40-60 ซม. มีค่า CEC ระหว่าง 3.2-19.0 $cmol(+)\ kg^{-1}$

4.1.6 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินทั้ง 3 กลุ่มสวนมีค่าค่อนข้างสูงโดยกลุ่มสวนดีมีค่าฟอสฟอรัสสูงกว่ากลุ่มสวนปานกลางและกลุ่มสวนไม่ดีเล็กน้อยตามลำดับ ทั้ง 30 สวนมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ผันแปรมาก ตั้งแต่ประมาณ 1.49-1,203 $mg\ kg^{-1}$ สาเหตุอาจเนื่องมาจาก มังคุดจัดเป็นพืชที่ออกดอกยาก เกษตรกรจำนวนมากมีความเชื่อว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะช่วยให้ไม้ผลสามารถออกดอกได้เร็วขึ้น จึงมีการใส่ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูง เช่น ปุ๋ยสูตร 8-24-24 จำนวนมากทุก ๆ ปี บางสวนใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 จำนวนสูงถึง 10 กก./ต้น/ปี และเนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้ายในดินจึงทำให้มีการสะสมของฟอสฟอรัสในดินจำนวนมาก โดยดินชั้นความลึก 0-20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซม. มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ระหว่าง 70-1,203 mg kg^{-1} ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า มีสวนจำนวนมากกกว่า 50% ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินชั้นบน (0-20 ซม.) สูงกว่า 300 mg kg^{-1} อย่างไรก็ตาม ในดินที่อยู่ในระดับที่ลึกลงไปมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่าดินในชั้นบนมาก โดยดินชั้นความลึก 20-40 ซม. และ 40-60 ซม. มีปริมาณฟอสฟอรัสระหว่าง 8.9-862 mg kg^{-1} และ 1.4-602 mg kg^{-1} ตามลำดับ เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ในดิน

4.1.7 โพแทสเซียมในดินที่สกัดได้ (Extractable K)

จากสวนทั้งหมดที่ทำการศึกษาพบว่าทั้ง 3 กลุ่มสวนมีปริมาณโพแทสเซียมใกล้เคียงกัน โดยสวนส่วนใหญ่มีปริมาณโพแทสเซียมค่อนข้างต่ำคือประมาณ 10-100 mg kg^{-1} มีเพียงไม่กี่สวนเท่านั้นที่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่า 100 mg kg^{-1} จากสวนที่ทำการศึกษาทั้งหมดพบว่าดินชั้นบน (0-20 ซม.) มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ระหว่าง 10-344 mg kg^{-1} โดยส่วนใหญ่ในชั้นความลึก 0-20 ซม. นี้มีปริมาณโพแทสเซียม 10-99 mg kg^{-1} มีเพียง 8 สวนที่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่า 100 mg kg^{-1} ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของดินในภาคตะวันออก เนื่องจากดินในบริเวณนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะของเนื้อดินหยาบ มีความเป็นกรดสูง ฝนตกชุก จึงเกิดการชะล้างมาก นอกจากนั้นเกษตรกรชาวสวนมังคุด ยังไม่นิยมใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีอัตราสูงในช่วงท้ายของการพัฒนาผลจึงทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลงมาก สำหรับชั้นดินที่อยู่ลึกลงไปมีปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลงและมีความเข้มข้นกระจายอยู่ในช่วงแคบๆ ในดินชั้นความลึก 20-40 ซม. มีปริมาณโพแทสเซียมกระจายอยู่ในช่วง 11-218 mg kg^{-1} โดยสวนส่วนใหญ่ในดินชั้นนี้มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ระหว่าง 28-98 mg kg^{-1} ซึ่งมีเพียง 4 สวนเท่านั้นที่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่า 100 mg kg^{-1} และในดินชั้นความลึก 40-60 ซม. มีปริมาณโพแทสเซียมระหว่าง 10-163 mg kg^{-1} สวนส่วนใหญ่ในชั้นความลึกนี้มีปริมาณโพแทสเซียมระหว่าง 17-96 mg kg^{-1} ส่วนสวนที่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่า 100 mg kg^{-1} มีจำนวน 3 สวน

4.1.8 แคลเซียมในดินที่สกัดได้ (Extractable Ca)

จากการศึกษาดินทั้งหมด 30 สวนพบว่าทั้ง 3 กลุ่มสวนมีค่าใกล้เคียงกันมีเพียง 2 สวนในกลุ่มไม่ดีเท่านั้นที่มีค่าสูงกว่ากลุ่มสวนอื่นๆ โดยดินส่วนใหญ่มีปริมาณแคลเซียมอยู่ระหว่าง 200-500 mg kg^{-1} ดินชั้นความลึก 0-20 ซม. มีปริมาณแคลเซียมทั้งหมดอยู่ระหว่าง 37-2,289 mg kg^{-1} แต่ส่วนใหญ่ในชั้นความลึกนี้มีปริมาณแคลเซียมอยู่ในช่วง 170-1,000 mg kg^{-1} มีเพียง 2 สวนที่มีปริมาณแคลเซียมสูงกว่า 1,000 mg kg^{-1} ซึ่งทั้งสองสวนนี้มีค่า pH 5.93 และ 5.15 ตามลำดับ ส่วนสวนที่มีแคลเซียมต่ำที่สุดในดินชั้นความลึก 0-20 ซม. มีปริมาณแคลเซียมเพียง 37 mg kg^{-1} จัดว่าต่ำมากและมีค่า pH 4.07 ซึ่งปริมาณแคลเซียมในดินมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับค่า pH ของดินคือมีปริมาณแคลเซียมสูงเมื่อค่า pH ของดินสูง และมีปริมาณแคลเซียมต่ำเมื่อค่า pH ของดินต่ำ ในดินที่อยู่ในชั้นลึกลงไปมีปริมาณแคลเซียมลดลงตามลำดับ สำหรับดินชั้น 20-40 ซม. มีปริมาณแคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่าง 15-575 mg kg^{-1} ซึ่งต่ำกว่าดินชั้นบนค่อนข้างมาก และส่วนใหญ่ของดินชั้นนี้มีค่าแคลเซียมอยู่ระหว่าง 74-368 mg kg^{-1} ส่วนดินชั้น 40-60 ซม. มีปริมาณแคลเซียมระหว่าง 11-537 mg kg^{-1} ซึ่งต่ำกว่าดินบนเล็กน้อย

4.1.9 แมกนีเซียมในดินที่สกัดได้ (Extractable Mg)

ทั้ง 3 กลุ่มสวนมีค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดินใกล้เคียงกันและจัดอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ในชั้นดินบน (0-20 ซม.) มีปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดระหว่าง 3.9-213 mg kg^{-1} แต่ส่วนใหญ่ดินชั้นบนมีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในช่วงระหว่าง 10-79 mg kg^{-1} สวนส่วนมากมีปริมาณแมกนีเซียมในดินค่อนข้างต่ำ เนื่องจากดินเป็นกรดจัด มีค่า pH ค่อนข้างต่ำ ปริมาณแมกนีเซียมในดินเป็นไปในทางเดียวกับแคลเซียมคือมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับค่า pH ของดิน สวนที่มีค่า pH สูงกว่า 5.0 ขึ้นไปเท่านั้นที่พบปริมาณแมกนีเซียมสูง ซึ่งมีเพียง 2 สวนที่มีปริมาณแมกนีเซียมสูงกว่า 100 mg kg^{-1} คือ 119 mg kg^{-1} และ 213 mg kg^{-1} สวนทั้ง 2 แห่งนี้มีค่า pH 6.36 และ 5.95 ตามลำดับ ส่วนในดินชั้นความลึก 20-40 ซม. มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำกว่าดินชั้นบนค่อนข้างมาก โดยมีปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดระหว่าง 2.9-87.5 mg kg^{-1} แต่ส่วนใหญ่ในดินชั้นนี้มีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในช่วง 8-38 mg kg^{-1} และในดินชั้นความลึก 40-60 ซม. มีปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดระหว่าง 0.6-71.2 mg kg^{-1} ส่วนใหญ่ของดินชั้นนี้มีค่าอยู่ในช่วง 0.6-44.8 mg kg^{-1}

4.1.10 ธาตุเหล็กในดินที่สกัดได้ (Extractable Fe)

ความเข้มข้นของเหล็กในดินจัดอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูงโดยทั้ง 3 กลุ่มสวนมีค่าใกล้เคียงกัน ในชั้นดินบน (0-20 ซม.) มีค่ากระจายอยู่ระหว่าง 33-150 mg kg^{-1} ส่วนใหญ่ในดินชั้นนี้มีปริมาณเหล็กอยู่ในช่วง 50-119 mg kg^{-1} มีเพียง 3 สวนที่มีปริมาณเหล็กสูงกว่า 119 mg kg^{-1} ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณเหล็กในดินสามารถละลายออกมาได้ดีในสภาพดินเป็นกรด ค่า pH ของดินทั้ง 3 สวนนี้ พบว่ามีค่าต่ำกว่า 5.0 ส่วนสวนที่มีปริมาณเหล็กต่ำกว่า 50 mg kg^{-1} มีจำนวน 4 สวน ซึ่งค่า pH ของทั้ง 4 สวนนี้ มีค่าระหว่าง 5.0-6.3 สำหรับดินชั้นความลึก 20-40 ซม. มีปริมาณเหล็กระหว่าง 15-116 mg kg^{-1} ซึ่งส่วนใหญ่ความเข้มข้นของเหล็กในดินชั้นนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 22-67 mg kg^{-1} ส่วนดินชั้นความลึก 40-60 ซม. มีปริมาณเหล็กค่อนข้างกระจายอยู่ระหว่าง 8-86 mg kg^{-1}

4.1.11 แมงกานีสในดินที่สกัดได้ (Extractable Mn)

ปริมาณแมงกานีสในดินที่พบส่วนใหญ่จัดอยู่ในช่วงต่ำจนถึงปานกลางทั้ง 3 กลุ่มสวน และมีค่าใกล้เคียงกัน โดยดินชั้นบน (0-20 ซม.) มีปริมาณแมงกานีสระหว่าง 1-18.3 mg kg^{-1} ซึ่งสวนส่วนใหญ่ในชั้นความลึก 0-20 ซม. นี้มีปริมาณแมงกานีสอยู่ในช่วง 1.6-8.1 mg kg^{-1} ส่วนในดินชั้นความลึก 20-40 ซม. มีปริมาณแมงกานีสต่ำกว่าดินชั้นบนค่อนข้างมาก คือมีปริมาณแมงกานีสทั้งหมดระหว่าง 0.5-8.0 mg kg^{-1} และส่วนใหญ่ของดินชั้นนี้มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.5-3.7 mg kg^{-1}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีเพียง 5 สวนเท่านั้นที่มีปริมาณแมงกานีสสูงกว่า 4 mg kg^{-1} และในดินชั้นความลึก 40-60 ซม. มีปริมาณแมงกานีสอยู่ระหว่าง 0.2-10.8 mg kg^{-1} ซึ่งส่วนใหญ่ของดินชั้นนี้มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.2-2.5 mg kg^{-1}

4.1.12 ทองแดงในดินที่สกัดได้ (Extractable Cu)

ปริมาณทองแดงในดินของทั้ง 3 กลุ่มสวนมีค่าใกล้เคียงกัน โดยปริมาณทองแดงในดินที่พบมีความเข้มข้นอยู่ในระดับปานกลาง มีเพียงสวนเดียวในกลุ่มสวนที่ไม่ดีมีความเข้มข้นอยู่ในระดับสูง คือมีปริมาณทองแดงในดินชั้นบน (0-20 ซม.) มีค่าความเข้มข้น 20.7 mg kg^{-1} ส่วนดินชั้นความลึก 20-40 ซม. และ 40-60 ซม. มีปริมาณทองแดง 14.1 mg kg^{-1} และ 10.0 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในสวนนี้มีความเข้มข้นของทองแดงแตกต่างจากสวนที่เหลือค่อนข้างมาก ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงของสวนที่เหลือ ในดินชั้นความลึก 0-20 ซม. มีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.19-7.56 mg kg^{-1} ความเข้มข้นส่วนใหญ่ของดินชั้นนี้อยู่ในช่วง 0.19-4.14 mg kg^{-1} ส่วนดินชั้นความลึก 20-40 ซม. มีปริมาณความเข้มข้นของทองแดงอยู่ระหว่าง 0.15-3.57 mg kg^{-1} ซึ่งส่วนใหญ่ค่าความเข้มข้นของดินชั้นนี้มีค่าอยู่ในช่วง 0.15-2.09 mg kg^{-1} ส่วนในดินชั้นความลึก 40-60 ซม. มีปริมาณความเข้มข้นทั้งหมดระหว่าง 0.10-2.79 mg kg^{-1} โดยค่าความเข้มข้นส่วนใหญ่ของดินชั้น 40-60 ซม. มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10-1.57 mg kg^{-1}

4.1.13 สังกะสีในดินที่สกัดได้ (Extractable Zn)

ความเข้มข้นของสังกะสีในดินที่พบส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง มีเพียงไม่กี่สวนเท่านั้นที่มีสังกะสีในปริมาณที่สูงซึ่งทั้ง 3 กลุ่มสวนมีปริมาณสังกะสีที่ใกล้เคียงกันโดยดินชั้นบน (0-20 ซม.) มีปริมาณสังกะสีอยู่ระหว่าง 0.19-10 mg kg^{-1} ความเข้มข้นส่วนใหญ่ของดินชั้นนี้มีค่าอยู่ในช่วง 1.62-4.10 mg kg^{-1} มีเพียงสวนเดียวที่มีปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในดินต่ำกว่า 0.2 mg kg^{-1} คือมีปริมาณสังกะสี 0.19 mg kg^{-1} ซึ่งค่อนข้างต่ำมาก ส่วนสวนที่มีปริมาณสังกะสีสูงกว่า 7 mg kg^{-1} ซึ่งมีอยู่ 3 สวนคือมีปริมาณสังกะสี 8.1 mg kg^{-1}, 8.3 mg kg^{-1} และ 10.0 mg kg^{-1} จัดว่ามีปริมาณสูง ซึ่งก็น่าจะมาจากการตกค้างของสังกะสีจากการฉีดพ่นทางใบของเกษตรกร ส่วนดินชั้นความลึก 20-40 ซม. มีปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีระหว่าง 0.12-5.16 mg kg^{-1} ความเข้มข้นส่วนใหญ่ของดินชั้นนี้มีค่าอยู่ในช่วง 0.35-2.56 mg kg^{-1} ส่วนดินชั้นความลึก 40-60 ซม. มีปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีค่อนข้างกระจายอยู่ระหว่าง 0.09-2.40 mg kg^{-1} โดยความเข้มข้นส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 0.32-1.44 mg kg^{-1}

4.1.14 โบรอนในดินที่สกัดได้ (Extractable B)

โบรอนในดินทั้ง 3 กลุ่มสวนมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับที่ต่ำ โดยความเข้มข้นของโบรอนในดินชั้นบน (0-20 ซม.) มีค่าความเข้มข้นระหว่าง 0.09-0.34 mg kg^{-1} ความเข้มข้นส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่ของดินชั้นนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.19-0.26 mg kg^{-1} ซึ่งมีเพียงสวนเดียวที่มีปริมาณโบรอนสูงกว่า 0.30 mg kg^{-1} และมีปริมาณต่ำกว่า 0.19 mg kg^{-1} จำนวน 10 สวน สำหรับดินชั้นลึกลงมามีปริมาณโบรอนลดลงจากดินชั้นบนเพียงเล็กน้อย โดยดินชั้นความลึก 20-40 ซม. มีปริมาณโบรอนกระจายอยู่ระหว่าง 0.09-0.24 mg kg^{-1} มีจำนวน 3 สวนที่มีปริมาณโบรอนสูงกว่า 0.2 mg kg^{-1} ส่วนในดินชั้นความลึก 40-60 ซม. มีปริมาณโบรอนอยู่ระหว่าง 0.09-0.22 mg kg^{-1} ส่วนใหญ่ดินชั้นนี้มีค่าความเข้มข้นของโบรอนประมาณ 0.09 mg kg^{-1} ปริมาณโบรอนในดินที่ศึกษาพบว่า จัดอยู่ในระดับต่ำ โดยปริมาณโบรอนที่จัดว่าเพียงพอควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-1.0 mg kg^{-1} (Peryae, 1994) การที่โบรอนในดินค่อนข้างต่ำ เนื่องจากดินทางภาคตะวันออกค่อนข้างเป็นกรดจัด มีเนื้อหยาบ และฝนตกชุก ทำให้เกิดการชะล้างของโบรอนสูง

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในดินกับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบ

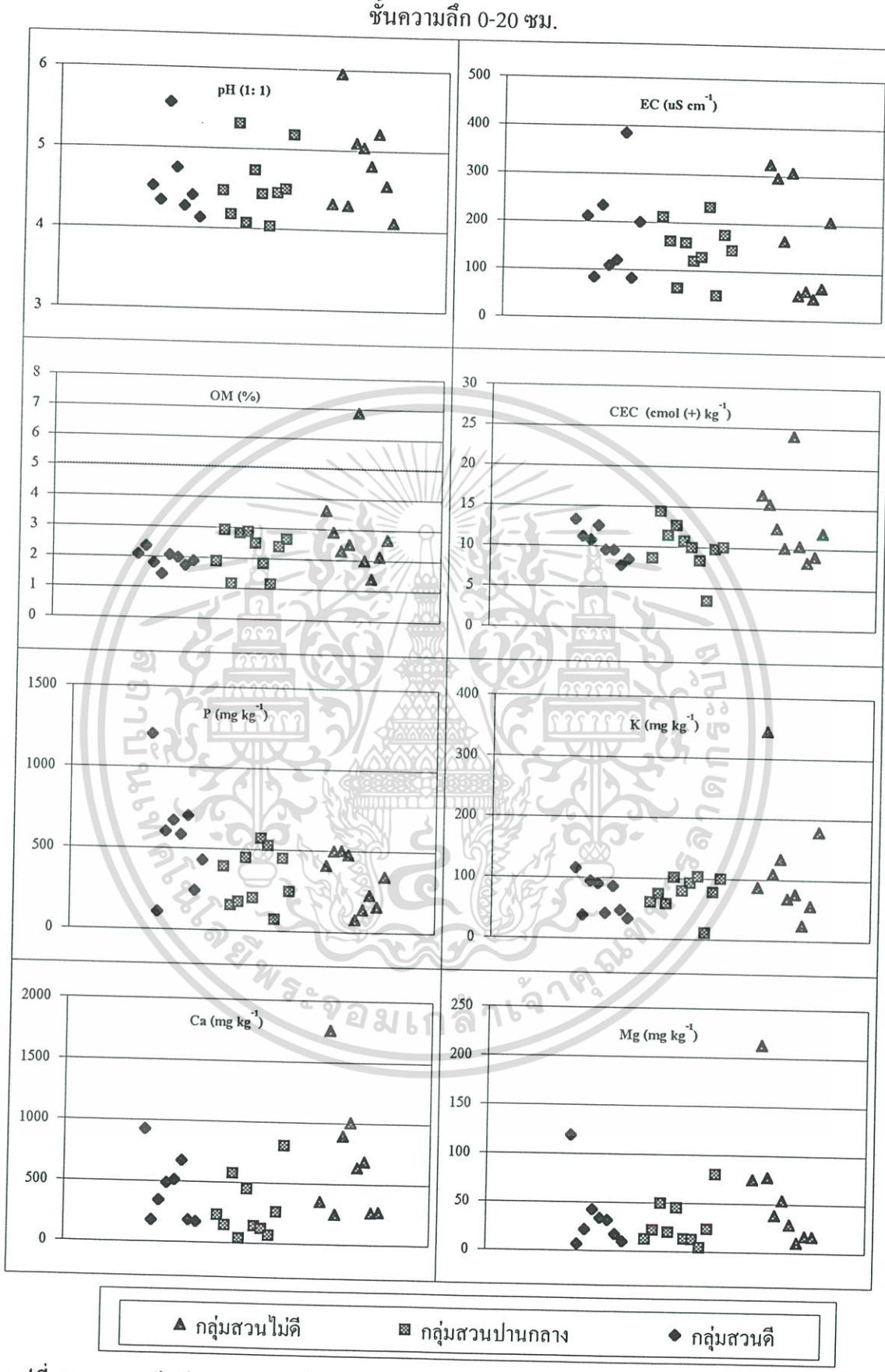
เมื่อนำความเข้มข้นของธาตุอาหารเมื่อใบมังคุดมีอายุ 8-10 เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์มาหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินทั้ง 30 สวน ปรากฏว่าไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบกับธาตุอาหารในดิน (รูปที่ 4.2) อาจเนื่องจากจำนวนสวนที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนน้อยเกินไป จึงทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในดินและในใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เนื้อดินของ 3 กลุ่มสวน

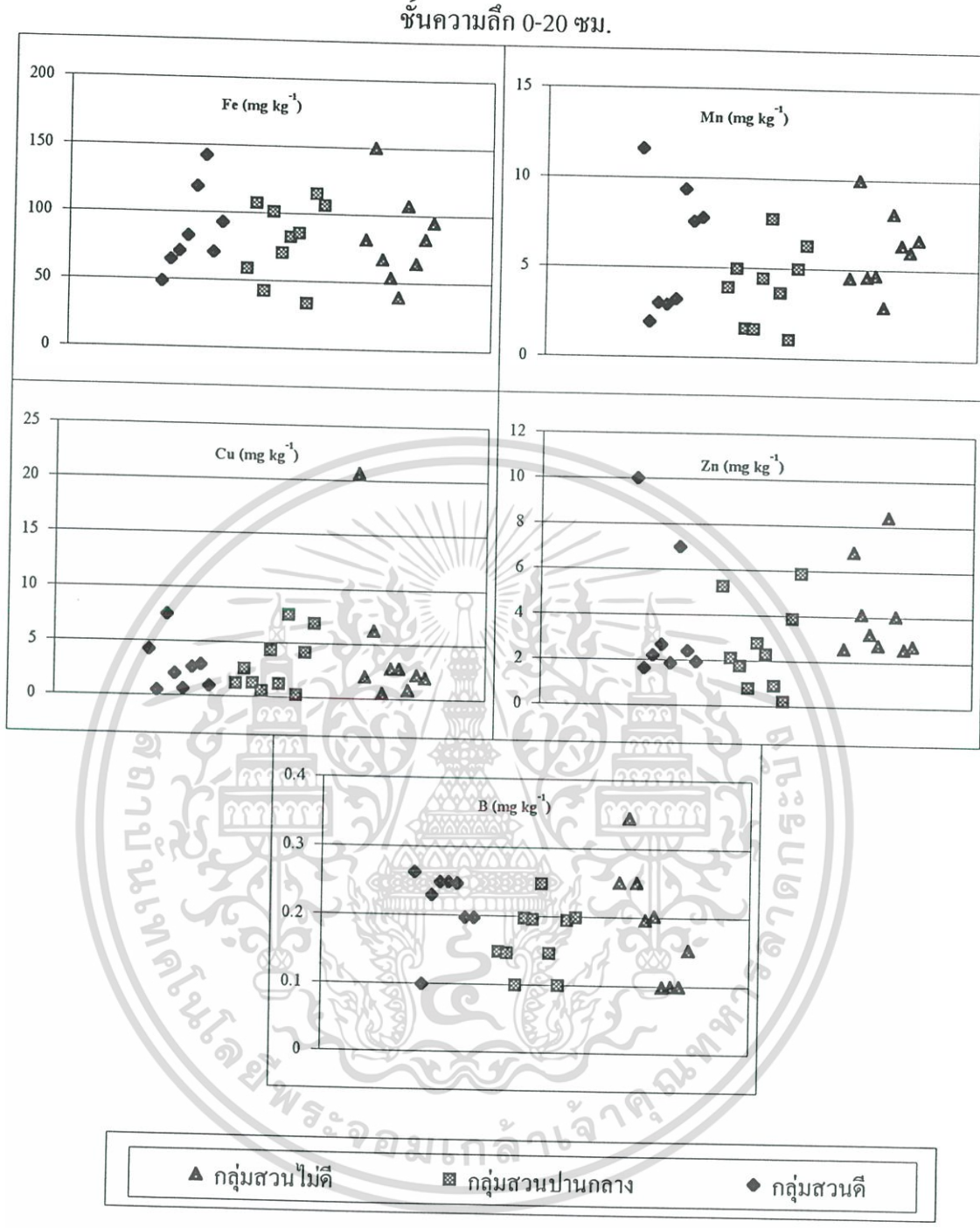
สวน	เนื้อดินที่ระดับความลึก		
	0-20 ซม.	20-40 ซม.	40-60 ซม.
กลุ่มสวนดี			
M11	sandy loam	sandy clay loam	sandy clay loam
M15	sandy loam	sandy loam-sandy clay loam	sandy clay loam
M21	sandy loam	sandy clay loam	sandy clay loam
M22	sandy loam	sandy clay loam	sandy loam-sandy clay loam
M28	sandy loam-sandy clay loam	sandy clay loam	sandy clay loam
M30	sandy clay loam	sandy clay loam	sandy clay loam-clay
M41	sandy loam	sandy clay loam	sandy clay loam
M53	sandy loam	sandy clay loam	sandy clay loam
กลุ่มสวนปานกลาง			
M16	sandy clay loam-sandy loam	clay loam-sandy loam	clay-sandy clay loam
M17	sandy loam	sandy loam	sandy loam
M19	clay loam	clay loam	clay loam
M23	sandy loam-sandy clay loam	sandy clay loam	sandy clay loam
M24	clay loam-sandy clay loam	clay loam	clay-sandy clay
M25	sandy clay loam	clay-clay loam	clay
M26	sandy clay loam-sandy loam	sandy clay loam	sandy clay-sandy clay loam
M43	sandy loam	sandy clay loam-sandy loam	sandy clay loam-sandy loam
M48	loamy sand	loamy sand	loamy sand
M51	sandy clay loam	sandy clay loam	sandy clay loam-clay loam
M52	sandy loam	sandy clay loam	sandy clay loam
กลุ่มสวนไม่ดี			
M12	clay loam	clay-sandy clay loam	clay
M13	clay	clay	clay
M14	clay loam-sandy clay loam	clay-sandy clay loam	clay-sandy clay
M18	silty clay-clay loam	silty clay-clay loam	silty clay
M110	clay loam-sandy clay loam	sandy clay loam	sandy clay loam
M27	sandy clay loam	sandy clay loam	sandy clay loam-sandy clay
M42	clay loam	clay loam-clay	clay-clay loam
M45	clay loam	clay loam	clay loam
M47	sandy loam	sandy loam	sandy loam
M49	loam	clay loam-clay	clay loam-clay
M410	clay	clay-clay loam	clay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ความเข้มข้นธาตุอาหารในดินมังคุดจากสวนเกษตรกรจำนวน 30 สวน

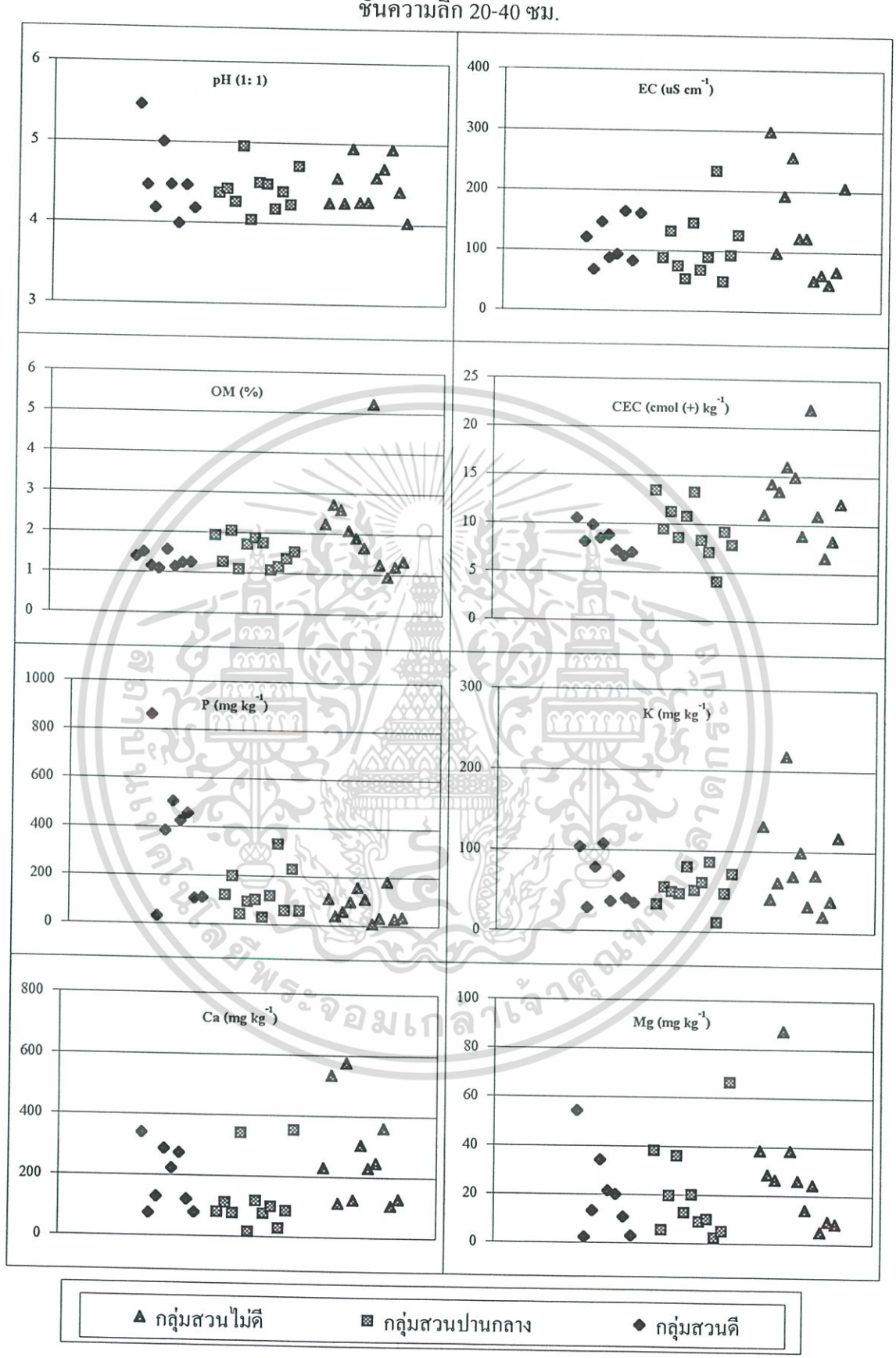
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

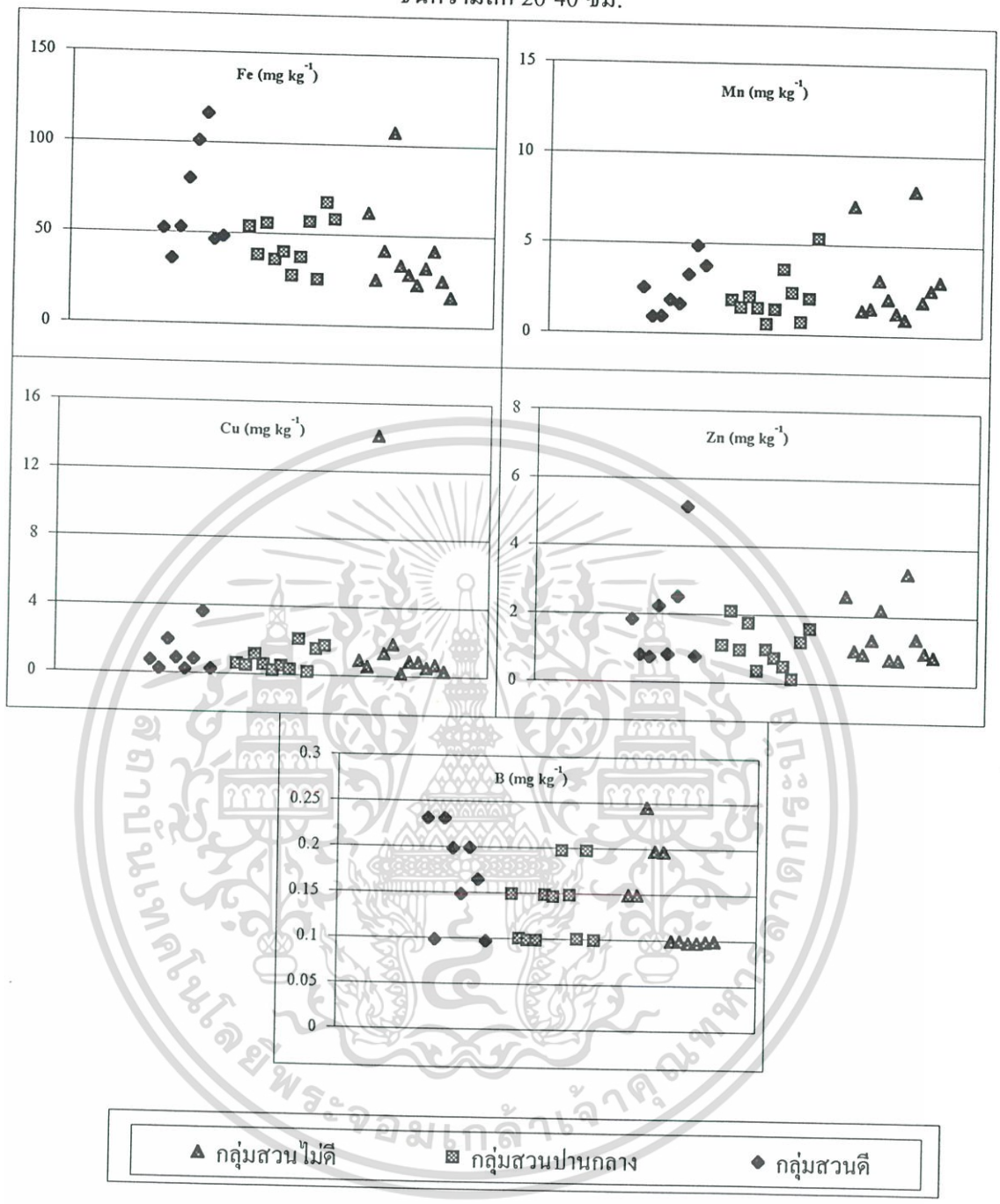
ชั้นความลึก 20-40 ซม.



รูปที่ 4.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

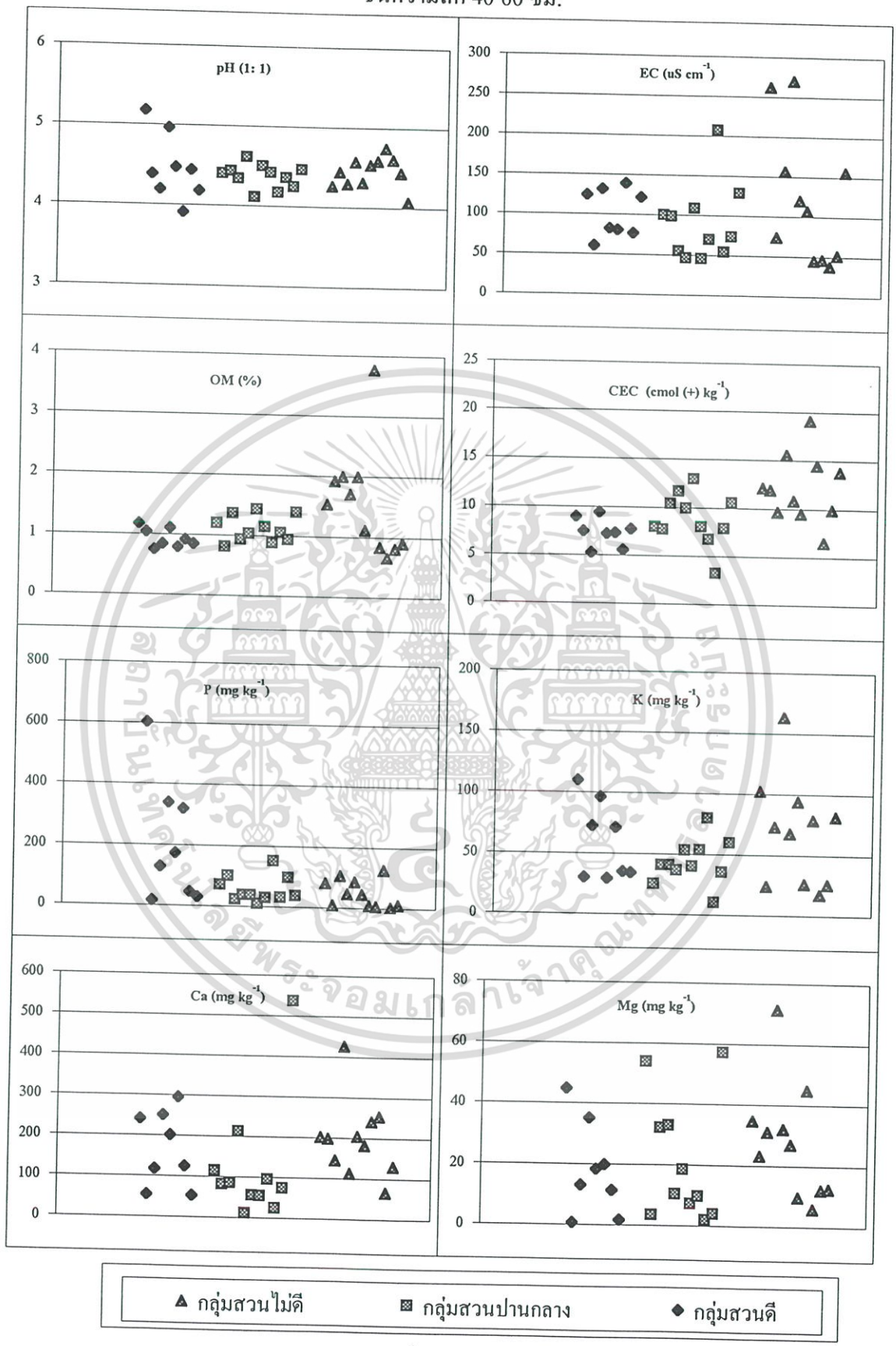
ชั้นความลึก 20-40 ซม.



รูปที่ 4.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

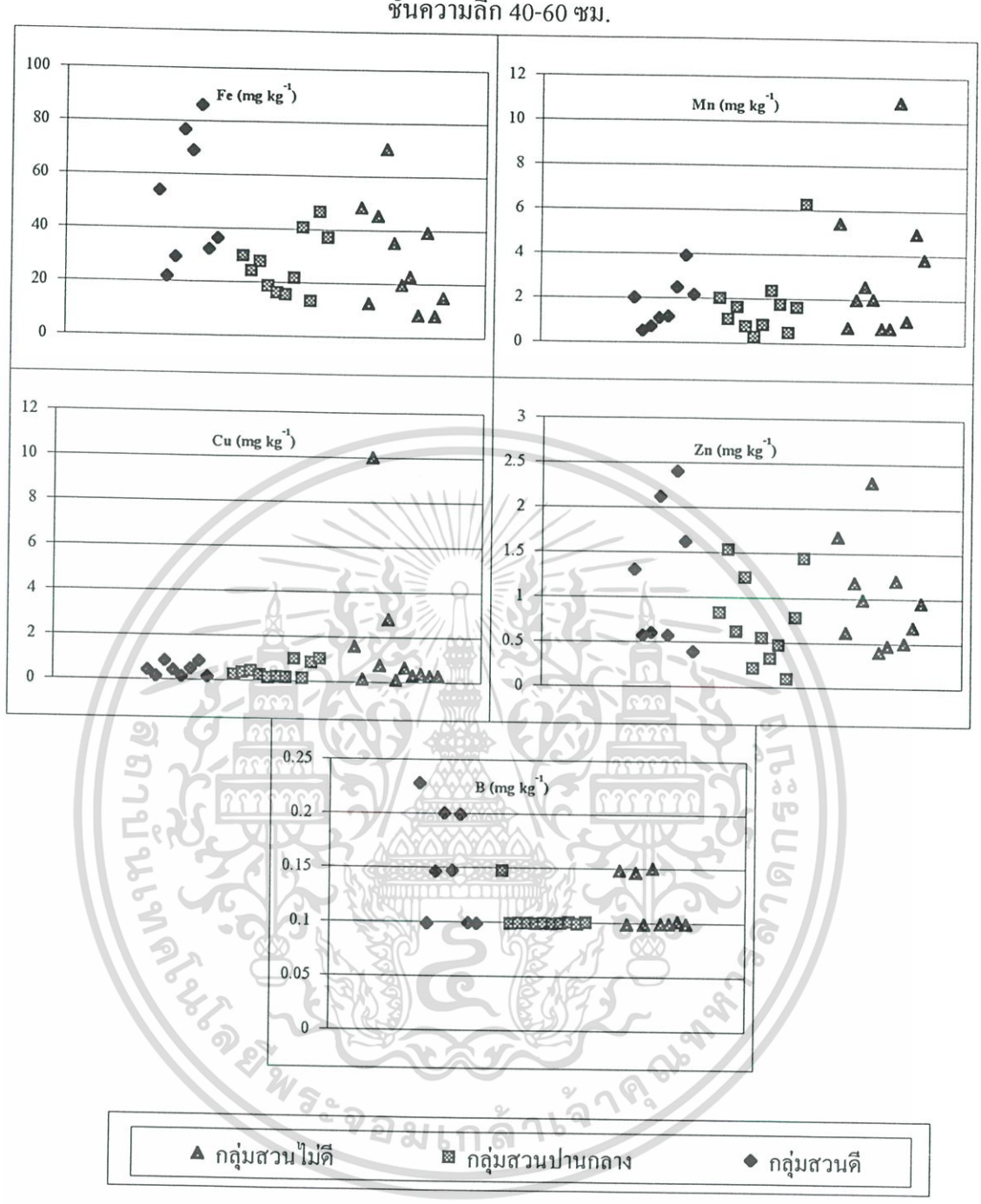
ชั้นความลึก 40-60 ซม.



รูปที่ 4.1 (ต่อ)

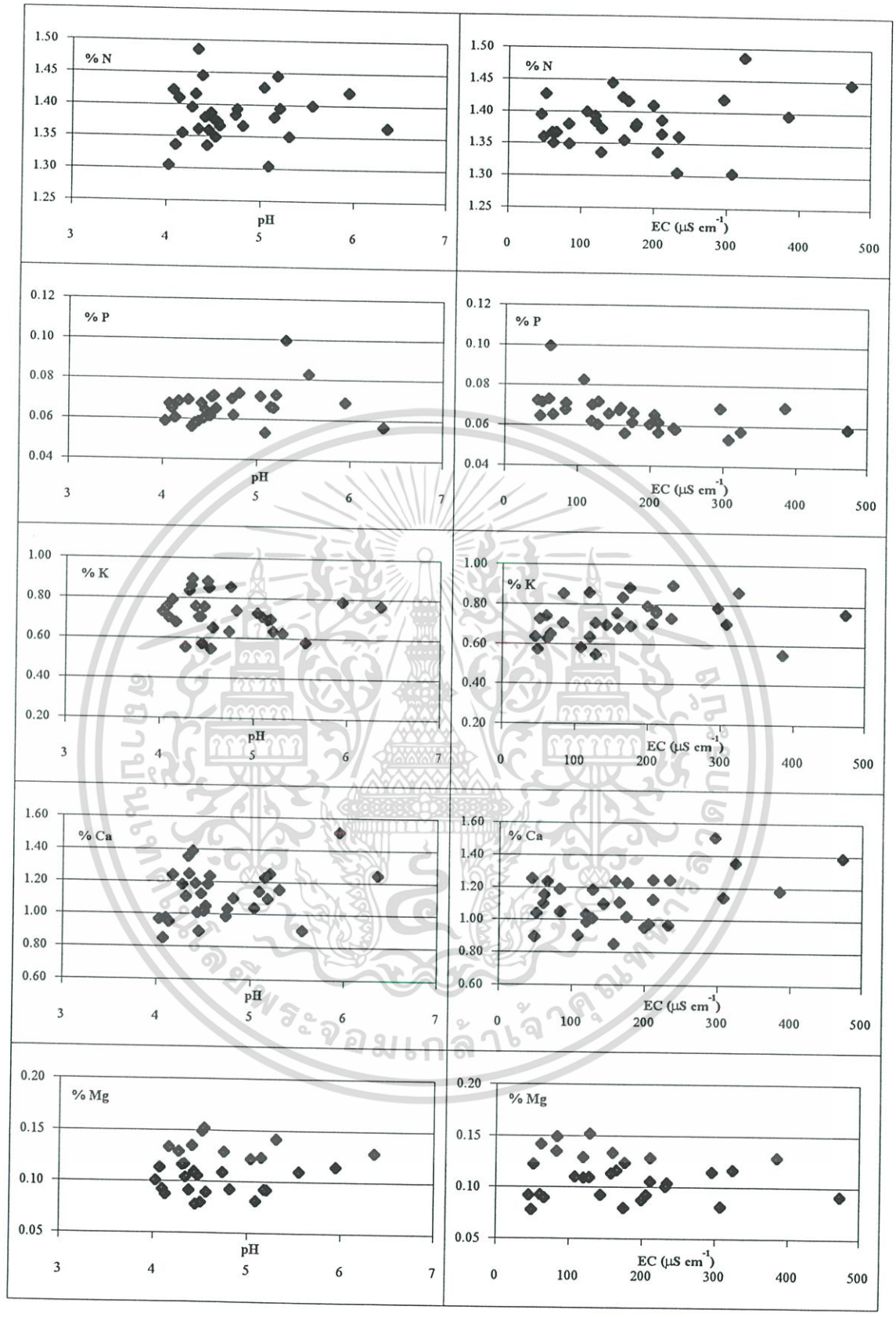
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นความลึก 40-60 ซม.



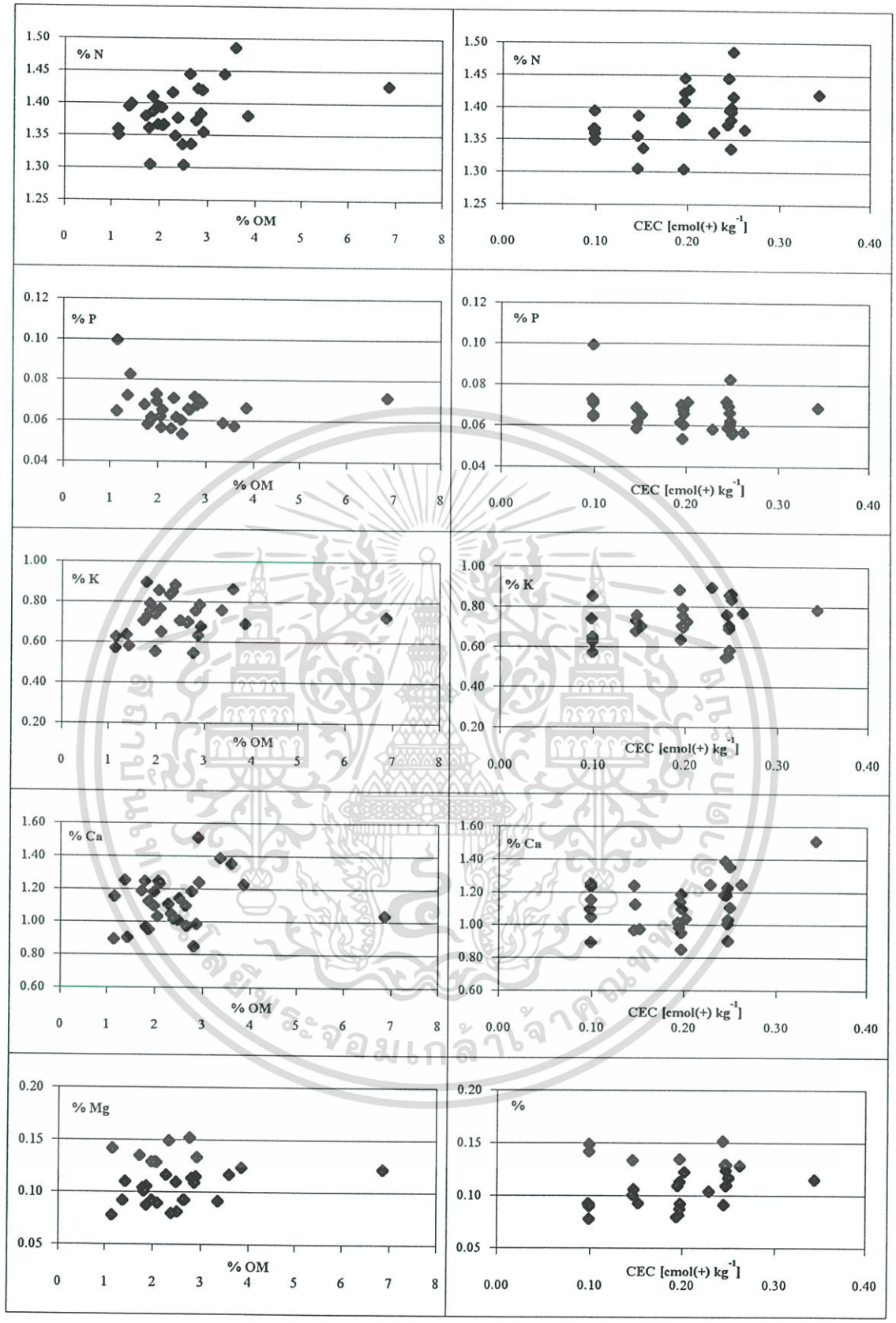
รูปที่ 4.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



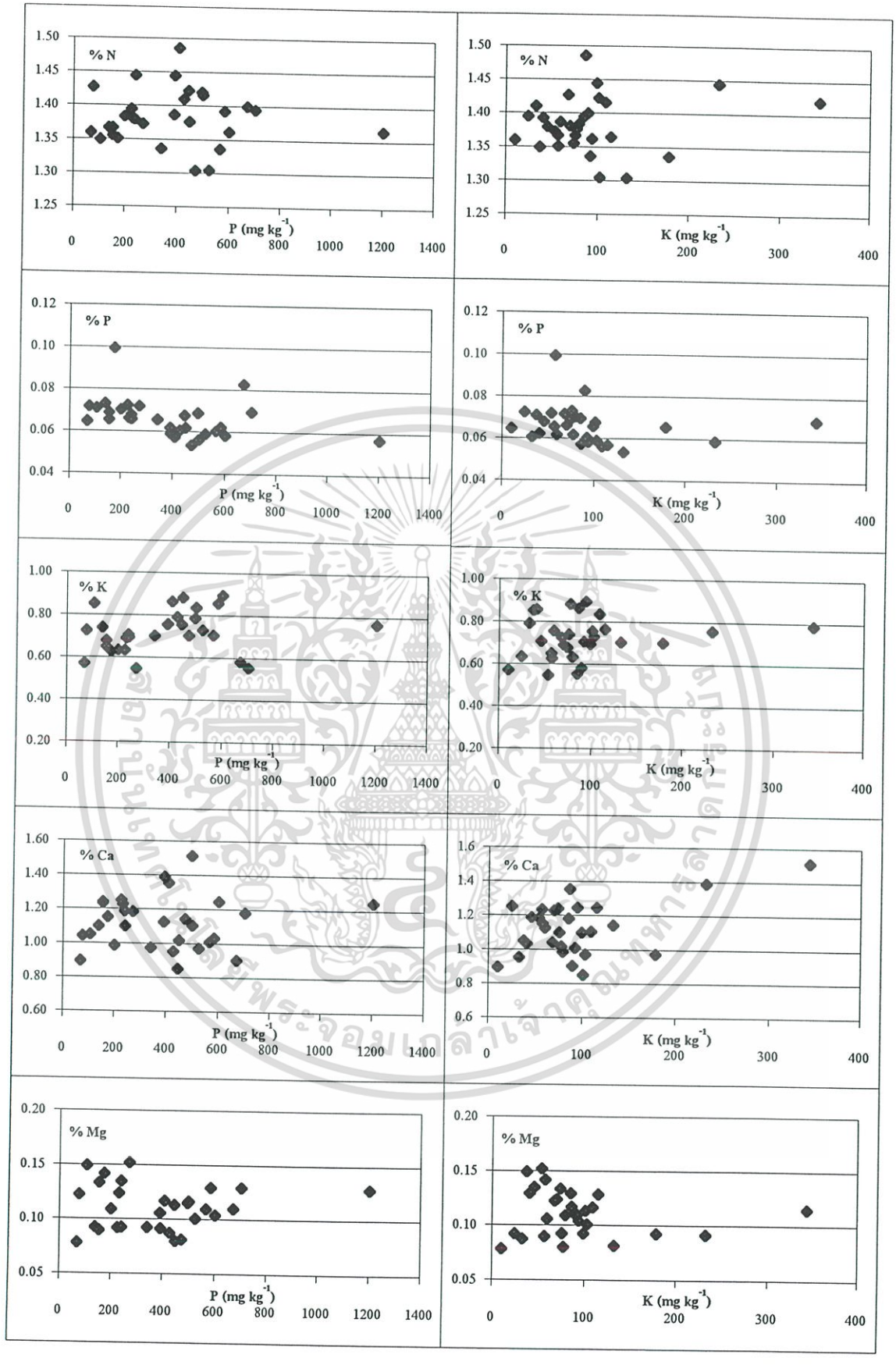
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. กับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



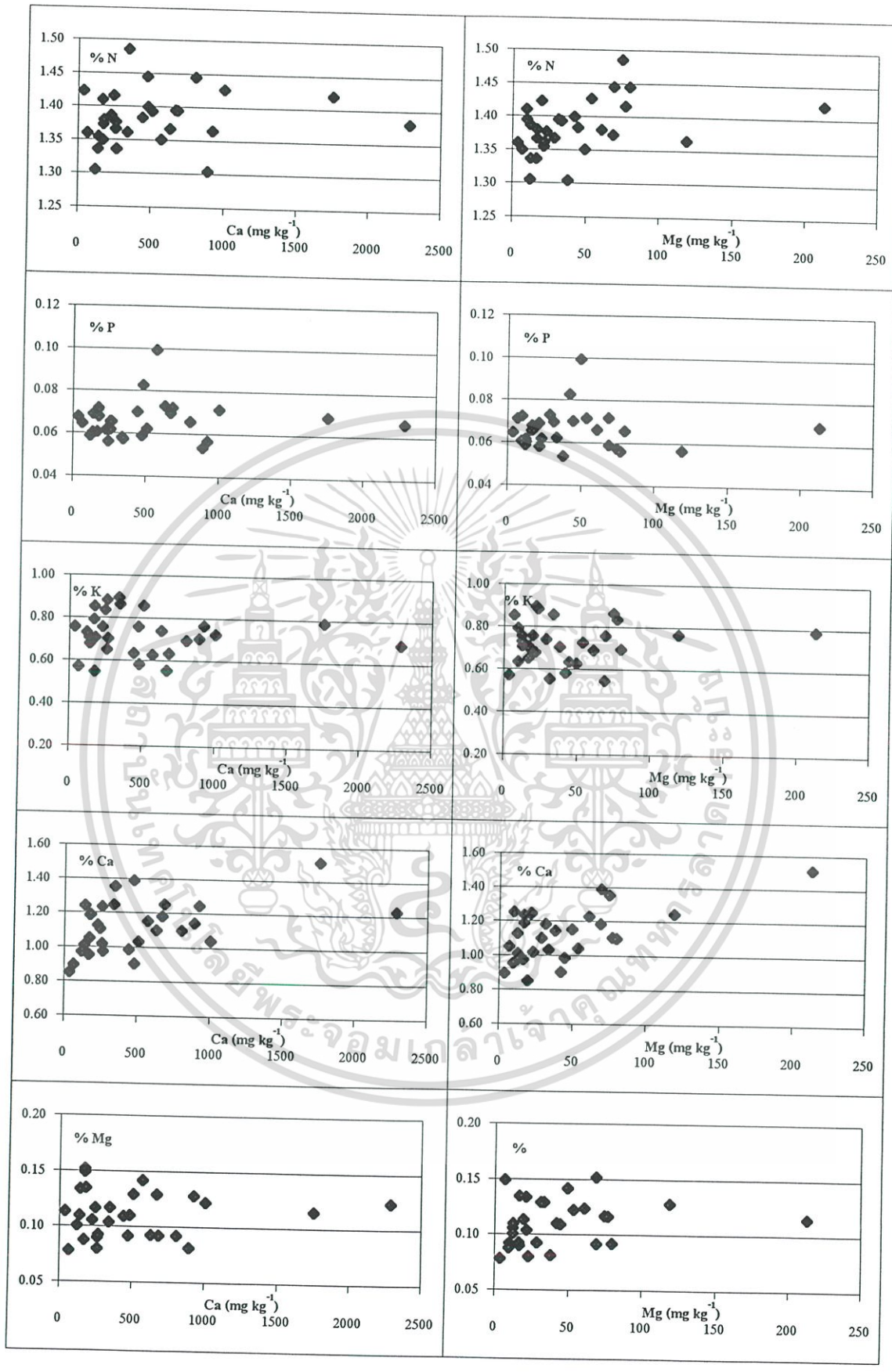
รูปที่ 4.2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



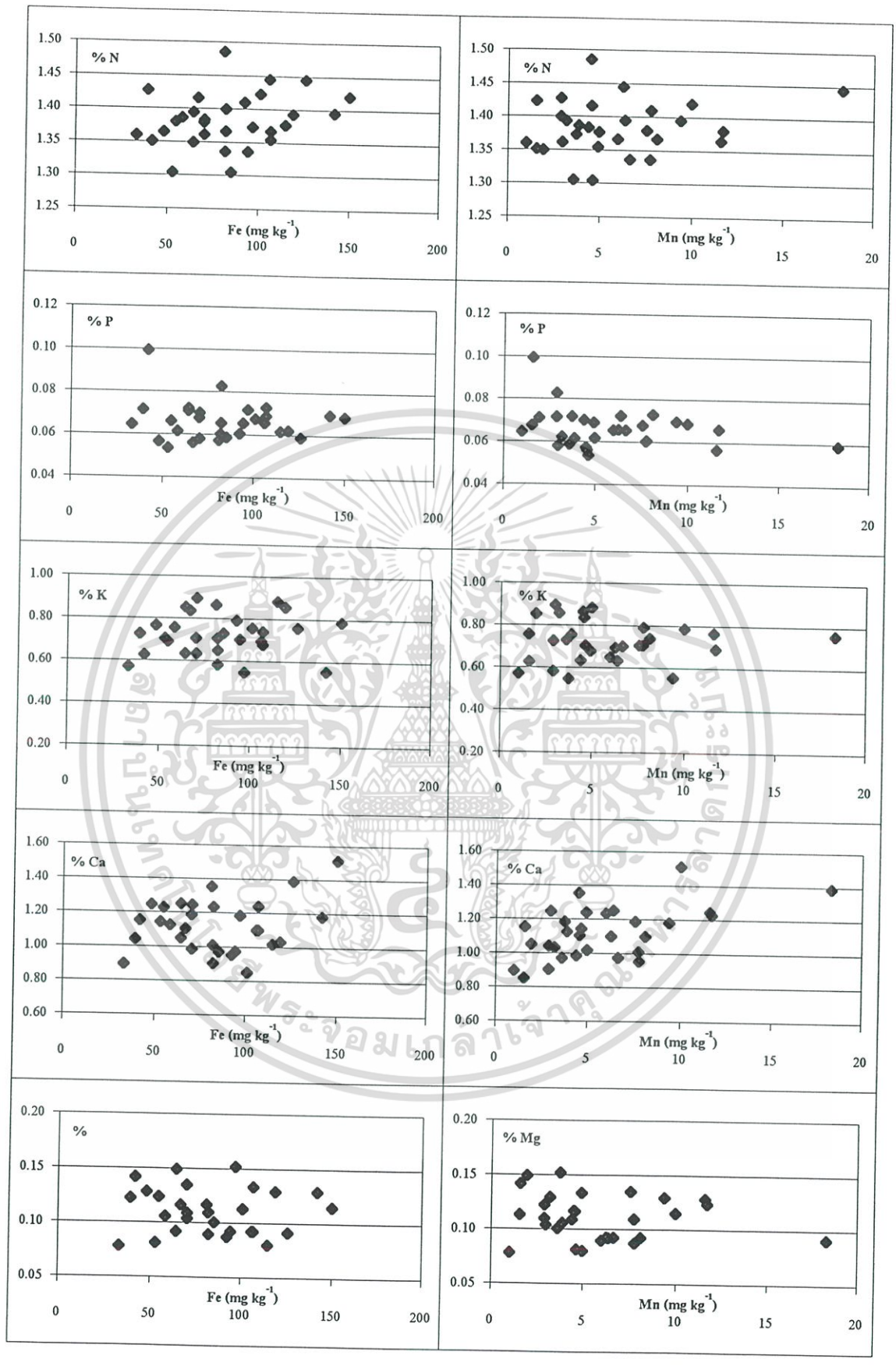
รูปที่ 4.2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



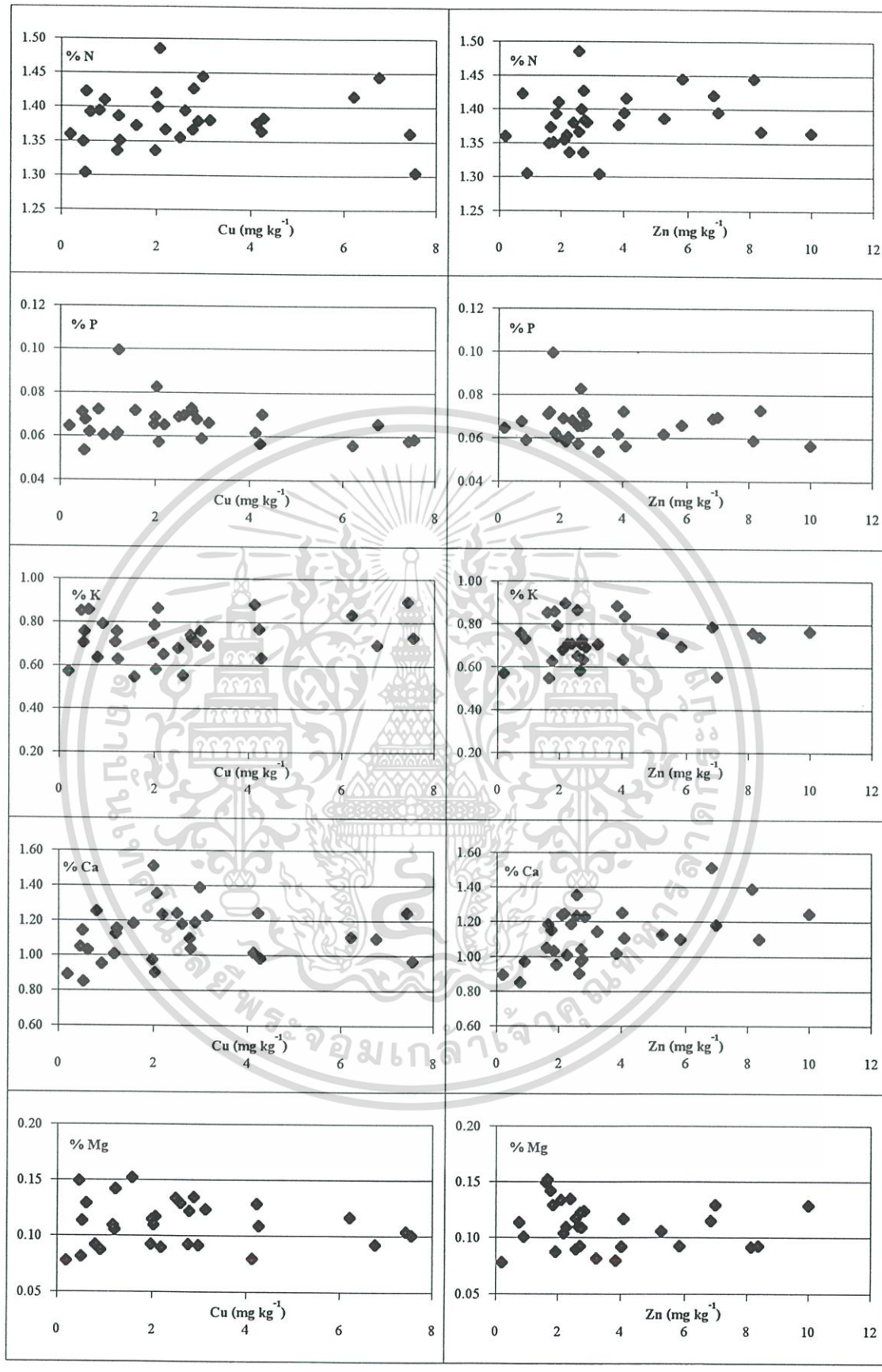
รูปที่ 4.2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



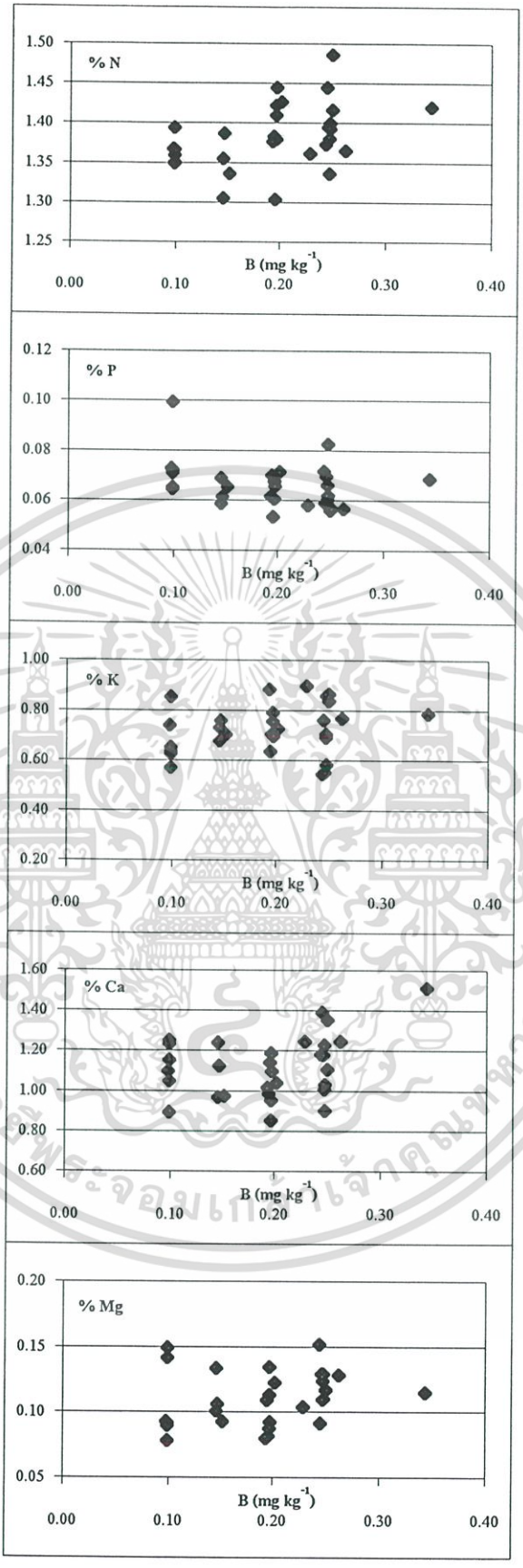
รูปที่ 4.2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุด

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นธาตุอาหารทั้ง 30 สวนได้มีการแบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม (รูปที่ 4.3) คือ กลุ่มที่มีความอุดมสมบูรณ์ของต้นอยู่ในระดับดีจำนวน 8 สวน กลุ่มที่มีความอุดมสมบูรณ์ของต้นอยู่ในระดับปานกลางจำนวน 11 สวน และกลุ่มที่มีความอุดมสมบูรณ์ของต้นอยู่ในระดับไม่ดีจำนวน 11 สวน โดยการแบ่งกลุ่มนี้ได้อาศัยการประเมินลักษณะภาพรวมของสวนด้วยสายตา สอบถามจากเกษตรกรถึงคุณภาพและปริมาณผลผลิตในแต่ละปีที่ผ่านมา และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้ง 30 สวนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สามารถแสดงได้ด้วยเส้น quadratic (รูปที่ 4.4) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ไนโตรเจน (N)

ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนทั้ง 30 สวน (อายุใบ 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10 และ 12 เดือน) ที่ทำการศึกษา พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยผันแปรอยู่ในช่วงแคบๆ คือเพิ่มขึ้นจาก 1.32% เมื่ออายุใบ 2 เดือนไปเป็น 1.4% เมื่ออายุใบ 7 เดือน และหลังจากนั้นความเข้มข้นจะลดลงเหลือ 1.32% อีกครั้งเมื่อใบมีอายุ 12 เดือน ความเข้มข้นของปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างคงที่เมื่อใบมีอายุ 6-9 เดือนคือมีค่าประมาณ 1.4% ส่วนความเข้มข้นของทั้ง 3 กลุ่มสวนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกันคือเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในช่วงอายุใบ 2-7 เดือน และค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ ซึ่งตลอดระยะเวลาการเก็บตัวอย่างมีค่าความเข้มข้นค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มสวนดีมีค่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นระหว่าง 1.33-1.43% กลุ่มสวนปานกลางและกลุ่มสวนไม่ดีมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นระหว่าง 1.31-1.43% และ 1.34-1.43% ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุไนโตรเจนที่พบในการทดลองนี้แตกต่างจากไม้ผลในเขตหนาวที่ความเข้มข้นของไนโตรเจนลดลงค่อนข้างมาก เมื่อใบมีอายุมากขึ้น (Brow, 1994; Clark et al., 1989; Kotur and Singh, 1993) อาจเนื่องจากมังคุดเป็นไม้ผลที่มีจำนวนใบมากและใบมีอายุยืนยาวหลายปี การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบจึงเกิดช้า

4.3.2 ฟอสฟอรัส (P)

ฟอสฟอรัสที่ทำการศึกษามีแนวโน้มลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น โดยทั้ง 30 สวนมีปริมาณความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงสุดเมื่ออายุใบ 2 เดือน ซึ่งความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอยู่ที่ 0.09% และลดลงเล็กน้อยในเดือนต่อ ๆ มา ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีค่าคงที่เมื่อใบมีอายุ 6-9 เดือนโดยมีความเข้มข้น 0.07% และเมื่อมีอายุ 10 และ 12 เดือนมีความเข้มข้นลดลงเหลือ 0.06% ผลการทดลองนี้คล้ายกับที่พบในทุเรียน (Poovarodom et al., 2001) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้ง 3 กลุ่มสวนมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงแคบๆ และมีค่าค่อนข้างต่ำ โดยแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน กลุ่มสวนดีมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสระหว่าง 0.06-0.1% กลุ่มสวนปานกลางมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.07-0.09% ส่วนกลุ่มสวนไม่ดีมีค่าความเข้มข้น 0.06-0.09% ทั้ง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มสวนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฟอสฟอรัสค่อนข้างใกล้เคียงและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือจะมีความเข้มข้นสูงที่สุดเมื่ออายุใบ 2 เดือนและจะค่อยๆ ลดลงเมื่ออายุใบมากขึ้น เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในพืชโดยเคลื่อนที่จากเนื้อเยื่อแก่ไปยังเนื้อเยื่ออ่อนเช่นเดียวกับไนโตรเจน ทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น

4.3.3 โพแทสเซียม (K)

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบตลอดระยะเวลาการเก็บตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงค่อนข้างมากเมื่อใบมีอายุมากขึ้น โดยปริมาณความเข้มข้นของทั้ง 30 สวนมีค่าลดลงจาก 1.25% เมื่อใบอายุ 2 เดือน ไปเป็น 0.68% เมื่ออายุใบมี 12 เดือน และในช่วงอายุใบ 8-9 เดือนพบว่าปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมคงที่คือประมาณ 0.7% แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของทั้ง 3 กลุ่มสวนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือความเข้มข้นของโพแทสเซียมลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น โดยภาพรวมของทั้ง 3 กลุ่มสวน ตลอดช่วงอายุใบ 2-12 เดือนพบว่ากลุ่มสวนปานกลางมีค่าต่ำกว่ากลุ่มสวนดีและไม่ดีเล็กน้อย ตลอดระยะเวลาที่ศึกษากลุ่มสวนดีมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นระหว่าง 0.66-1.30% ส่วนกลุ่มสวนปานกลางมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.66-1.17% และกลุ่มสวนไม่ดีมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นระหว่าง 0.68-1.30% แต่ทั้ง 3 กลุ่มสวนนี้มีปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมค่อนข้างคงที่เมื่ออายุใบ 8-10 เดือน

4.3.4 แคลเซียม (Ca)

ความเข้มข้นของแคลเซียมเพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น กล่าวคือเมื่อใบมีอายุ 2 เดือนความเข้มข้นของแคลเซียมเฉลี่ย 30 สวน เท่ากับ 0.80% หลังจากนั้นความเข้มข้นของแคลเซียมค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงเมื่อใบมีอายุ 8 เดือน ความเข้มข้นของแคลเซียมมีค่าอยู่ที่ 1.11% และหลังจากนั้นปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมค่อนข้างคงที่ เนื่องจากแคลเซียมเป็นธาตุที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในพืช จึงมีปริมาณแคลเซียมสูงในใบแก่ ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมทั้ง 3 กลุ่มสวนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสวนแต่ละกลุ่มพบว่า กลุ่มสวนไม่ดีมีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่ากลุ่มสวนดีและกลุ่มสวนปานกลาง โดยกลุ่มสวนไม่ดีมีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.85-1.29% ในขณะที่กลุ่มสวนดีมีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.81-1.17% และกลุ่มสวนปานกลางมีค่าความเข้มข้นระหว่าง 0.72-1.07% อาจเนื่องมาจากการที่สวน ในกลุ่มดีมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราสูง จึงทำให้เกิดปฏิปักษ์ระหว่างแคลเซียมกับโพแทสเซียม ซึ่งในกลุ่มสวนดีมีความเข้มข้นโพแทสเซียมสูงทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำ สวนทั้ง 3 กลุ่มมีความเข้มข้นของแคลเซียมค่อนข้างคงที่เมื่อใบมีอายุระหว่าง 8-10 เดือน

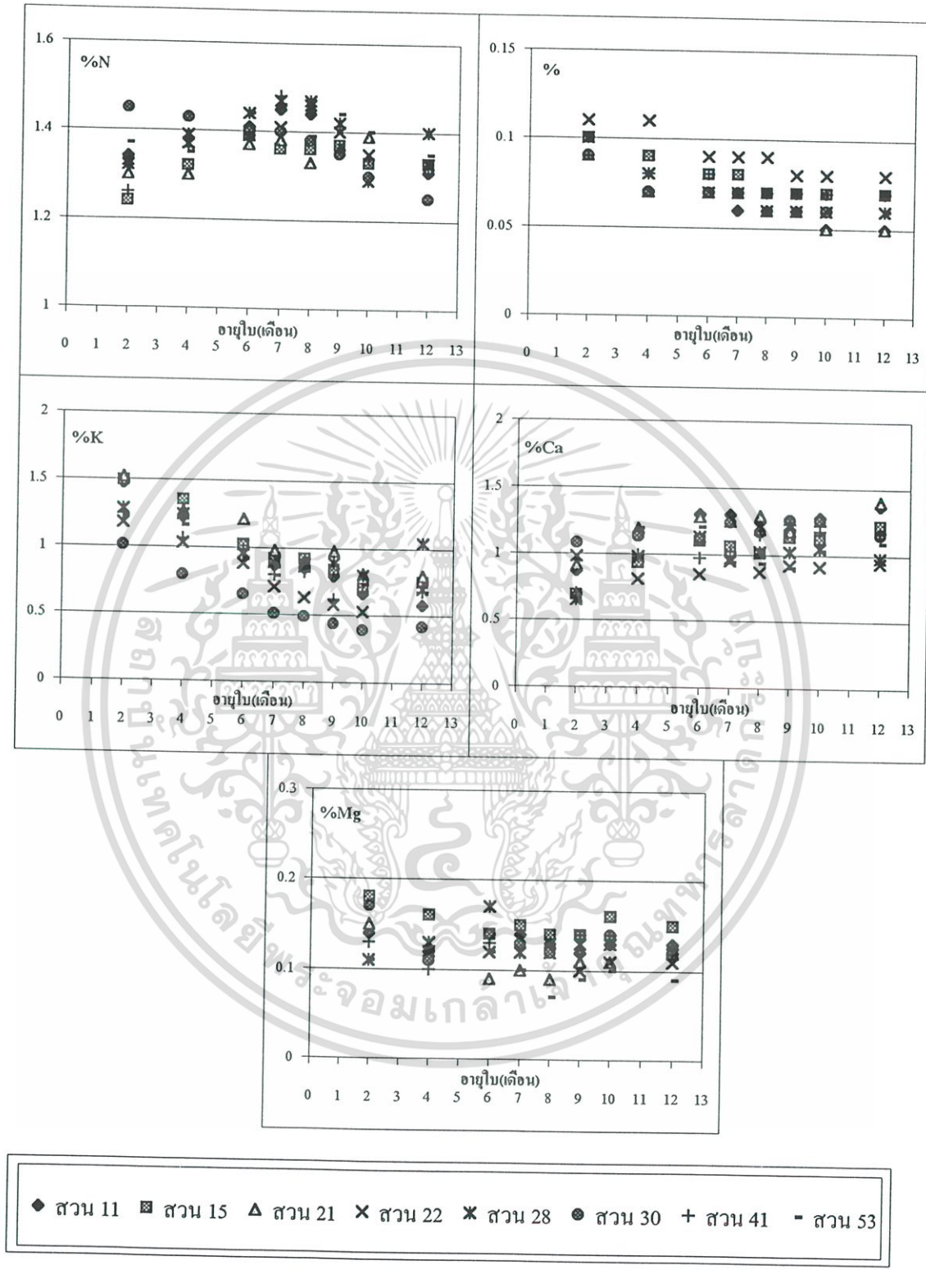
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 แมกนีเซียม (Mg)

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ความเข้มข้นของแมกนีเซียมเมื่อใบมีอายุ 2 เดือนเท่ากับ 0.14% และค่อย ๆ ลดลงในเดือนต่อๆ มาตามลำดับ จนถึงเมื่อใบมีอายุ 8-12 เดือน ซึ่งความเข้มข้นของแมกนีเซียมเท่ากับ 0.11% ทั้งนี้แมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ในพืช ทำให้มีการเคลื่อนย้ายธาตุแมกนีเซียมจากเนื้อเยื่อแก่ไปบำรุงเนื้อเยื่อที่เกิดใหม่ ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันมากนัก โดยทั้ง 3 กลุ่มสวนมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือจะมีความเข้มข้นสูงที่สุดเมื่อใบมีอายุ 2 เดือนและความเข้มข้นลดลงเล็กน้อยเมื่อใบมีอายุมากขึ้น กลุ่มสวนดีมีแนวโน้มความเข้มข้นของแมกนีเซียมสูงกว่ากลุ่มสวนปานกลางและกลุ่มสวนไม่ดีเล็กน้อย โดยกลุ่มสวนดีมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมระหว่าง 0.12-0.14% กลุ่มสวนปานกลางมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมระหว่าง 0.11-0.14% และกลุ่มสวนไม่ดีมีค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมระหว่าง 0.11-0.13%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

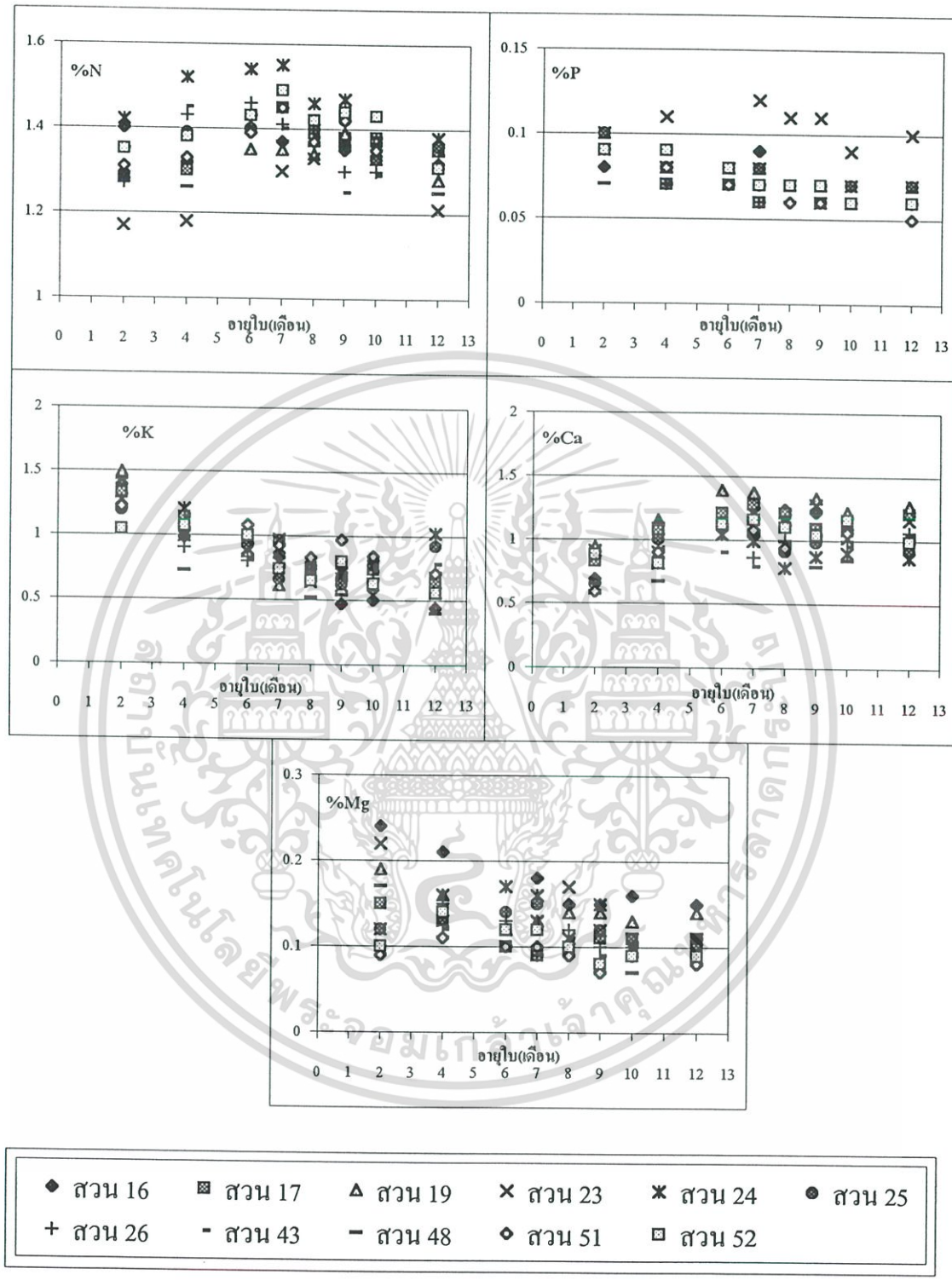
กลุ่มสวนดี



รูปที่ 4.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นธาตุอาหารมหธาตุทั้ง 3 กลุ่มสวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

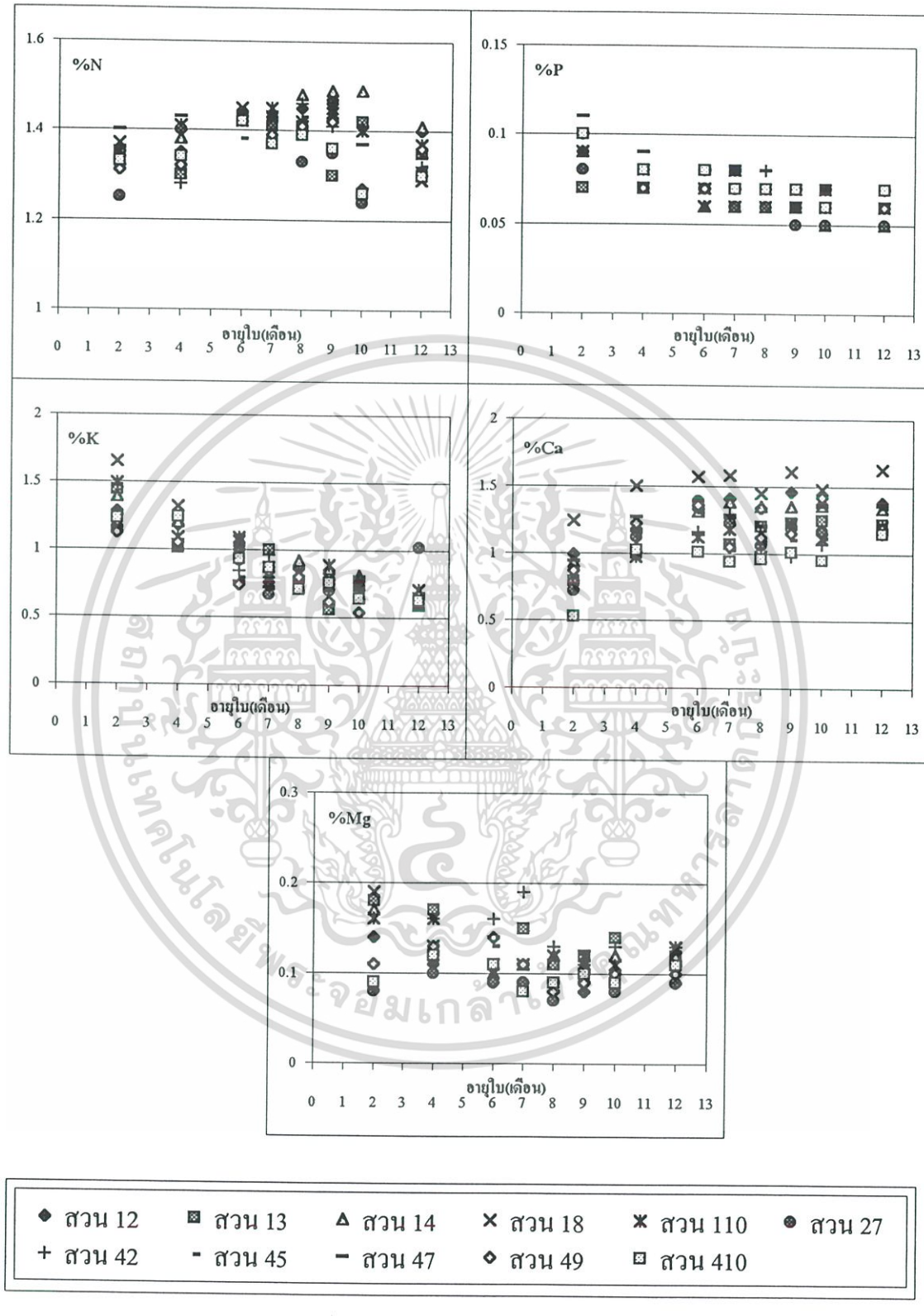
กลุ่มสวนปานกลาง



รูปที่ 4.3 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

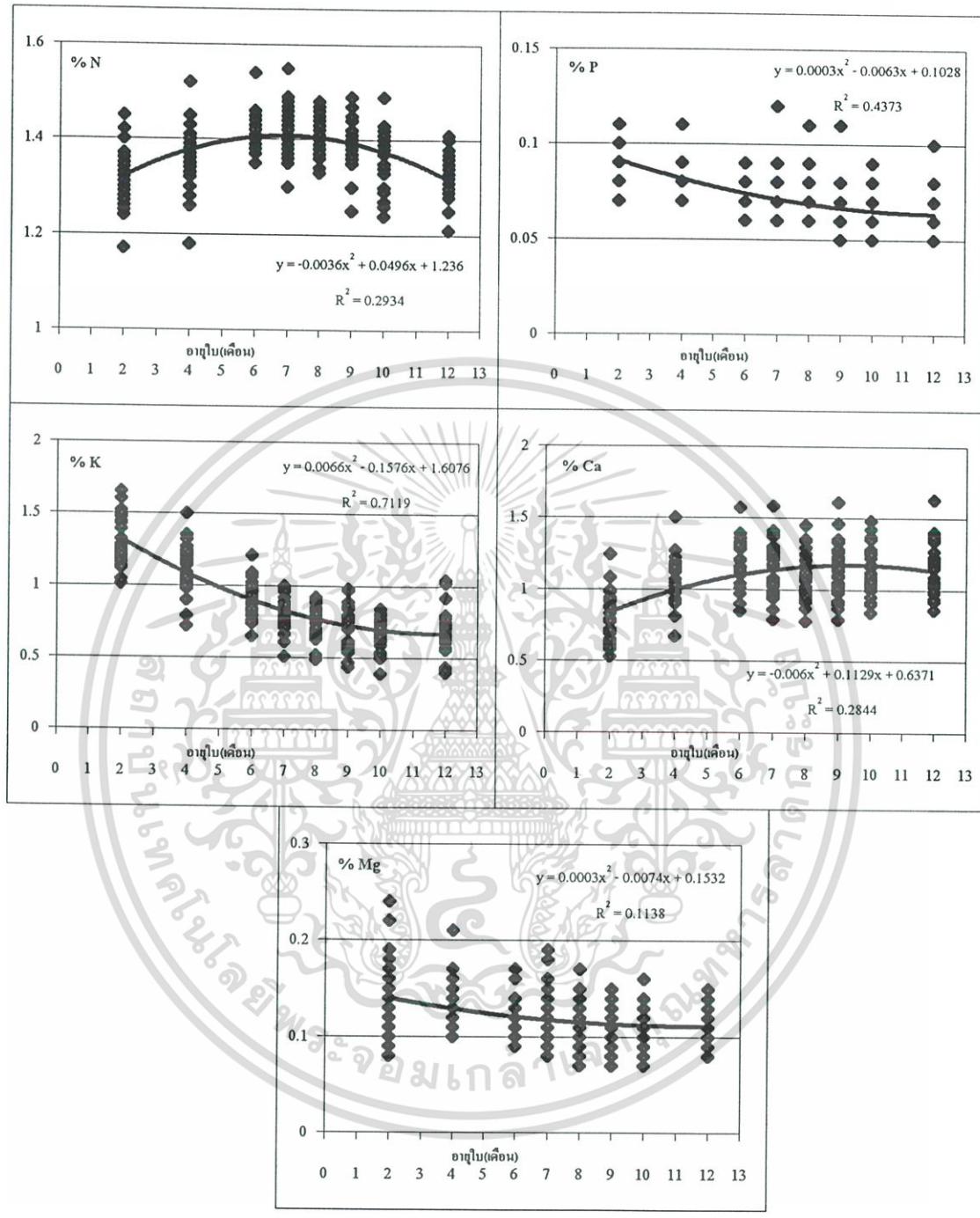
กลุ่มสวนไม่ดี



รูปที่ 4.3 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

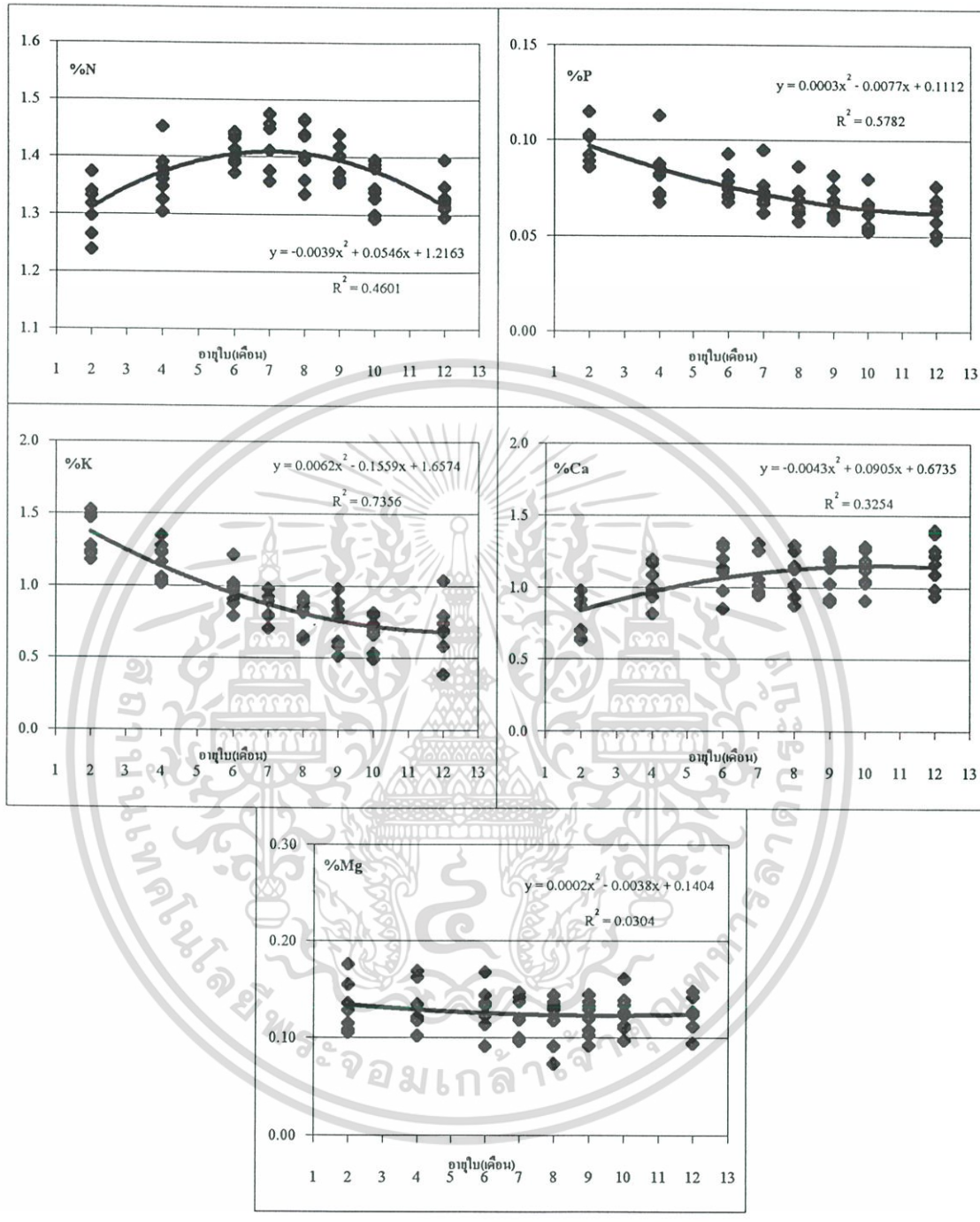
กราฟ 30 สวน



รูปที่ 4.4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุด แสดงด้วยเส้น Quadratic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

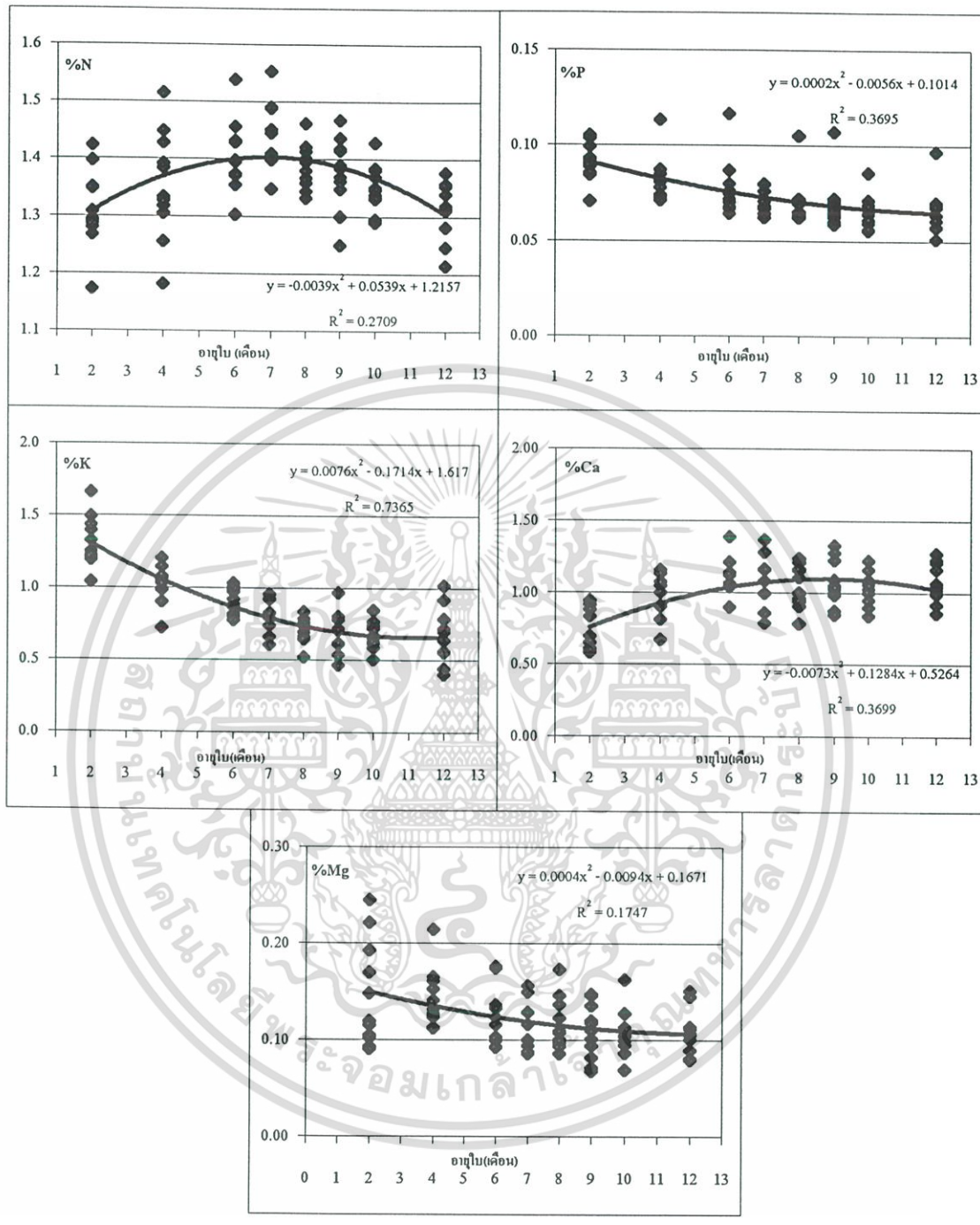
กลุ่มสวนดี



รูปที่ 4.4 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

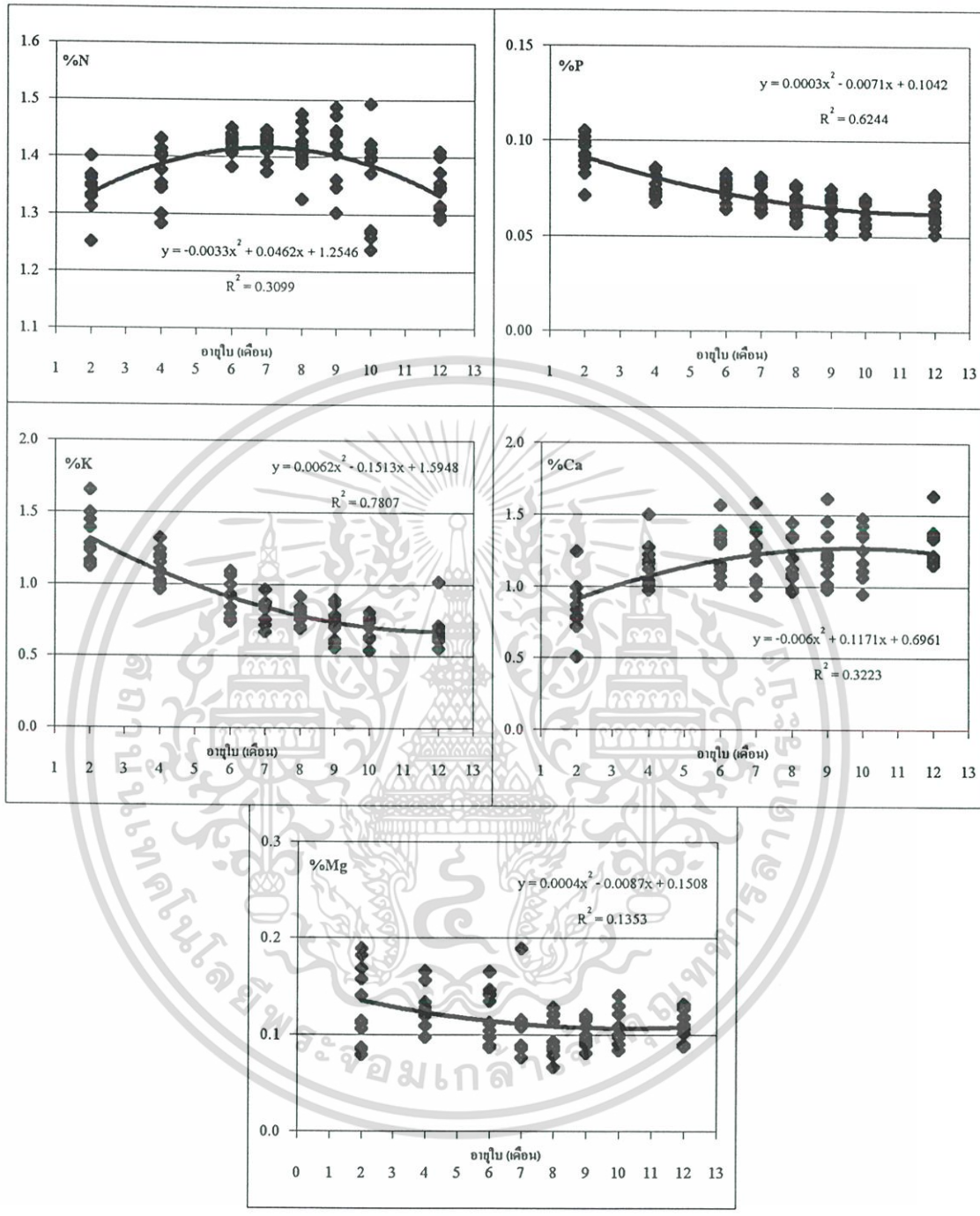
กลุ่มสวนปานกลาง



รูปที่ 4.4 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มสวนไม่ดี



รูปที่ 4.4 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้น

จากการศึกษาพบว่าเมื่อมังคุดมีอายุใบ 8-10 เดือนเป็นช่วงที่ใบมังคุดมีปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารส่วนใหญ่ค่อนข้างคงที่ เป็นช่วงที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างใบมังคุดเพื่อวิเคราะห์ ซึ่งเหมือนกับที่พบในการศึกษาของ Poovarodom et al. (2002) จึงนำข้อมูลในช่วงนี้มาหาค่าเฉลี่ย (mean) และพิสัย (range) ของทั้ง 30 สวน เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมสำหรับนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในใบมังคุด (สุมิตรา และคณะ, 2546) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5

4.4.1 ไนโตรเจน

เมื่อใบมีอายุอยู่ในช่วง 8-10 เดือนพบว่ามีความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้ง 30 สวนมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.30-1.49% เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นในใบมังคุด (1.10-1.40%) พบว่าสูงกว่าช่วงค่ามาตรฐานจำนวน 8 สวนหรือร้อยละ 27 และอีก 22 สวนที่เหลือมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐาน คิดเป็นร้อยละ 73 ของตัวอย่างทั้งหมด

4.4.2 ฟอสฟอรัส

ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้ง 30 สวนในช่วงอายุใบ 8-10 เดือน ค่อนข้างผันแปรมาก คือมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.05-0.10% เมื่อนำความเข้มข้นมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้นคือ 0.05-0.08% พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้ง 30 สวน พบว่ามีเพียงสวนเดียว หรือร้อยละ 3 ที่มีปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงกว่าช่วงค่ามาตรฐาน ส่วนสวนที่เหลืออีก 29 สวน (ร้อยละ 97) พบว่าอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐาน

4.4.3 โพแทสเซียม

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมสวนมังคุดทั้ง 30 สวนพบว่าในช่วงอายุใบ 8-10 เดือน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.55-0.90% และเมื่อนำช่วงค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ 0.60-1.10% พบว่า มีจำนวนสวนที่มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 13 หรือจำนวน 4 สวน และอีก 26 สวนที่เหลือมีความเข้มข้นของปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 87 ของจำนวนสวนทั้งหมด

4.4.4 แคลเซียม

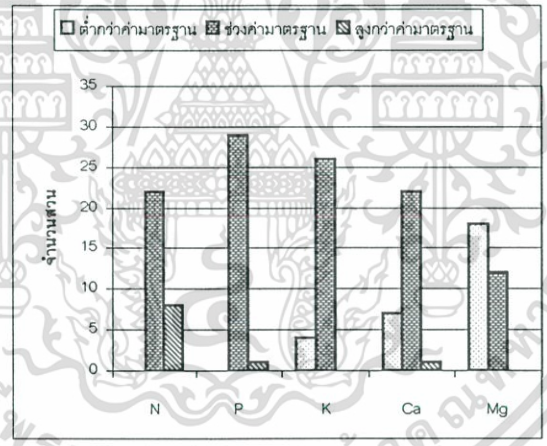
ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมทั้งหมด 30 สวนในช่วงอายุ 8-10 เดือนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.85-1.51% และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของทั้ง 30 สวนที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 1.00-1.40% พบว่า มีเพียงสวนเดียวเท่านั้น (ร้อยละ 3) ที่มีปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมสูงกว่าช่วงค่ามาตรฐานคือมีค่าความเข้มข้น 1.51% และมีสวนที่มีความเข้มข้นต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าช่วงค่ามาตรฐานจำนวน 7 สวนหรือร้อยละ 23 คือมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.85-0.98% ส่วนสวนที่เหลืออีก 22 สวนมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานซึ่งคิดเป็นร้อยละ 73 ของทั้งหมด

4.4.5 แมกนีเซียม

ในช่วงอายุใบ 8-10 เดือนความเข้มข้นของแมกนีเซียมทั้ง 30 สวนมีปริมาณค่อนข้างต่ำคือมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.08-0.15% เมื่อนำช่วงค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารคือ 0.12-0.18% แล้วพบว่า จากทั้งหมด 30 สวนมีจำนวน 18 สวนที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าช่วงของค่ามาตรฐาน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 60 ทั้งนี้สวนเหล่านี้มีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.08-0.11% สวนที่พบว่าอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานมีร้อยละ 40 หรือจำนวน 12 สวนโดยมีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.12-0.15% การที่พบสวนจำนวนมากมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐาน อาจเนื่องจากสวนเหล่านี้มีปริมาณแมงกานีสในใบสูง (ทองอาน และสุมิตรา, 2546) ทำให้แมงกานีสไปขัดขวางการดูดใช้แมกนีเซียมของพืช (Foy et al., 1987) นอกจากนั้น ดินส่วนมาก ยังมีแมกนีเซียมต่ำ และเกษตรกรไม่นิยมใส่ปุ๋ยแมกนีเซียม จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้แมกนีเซียมของสวนส่วนมากต่ำ



รูปที่ 4.5 ความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุจากสวนเกษตรกร 30 สวนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้น

4.5 ความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุทั้ง 3 กลุ่มสวนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นในใบของธาตุอาหารมหธาตุเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (รูปที่ 4.6) ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มใช้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเมื่อใบมีอายุ 8-10 เดือน เนื่องจากเป็นช่วงที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 กลุ่มสวนดี (8 สวน)

ความเข้มข้นธาตุอาหารในใบของกลุ่มสวนดีทั้งหมดจำนวน 8 สวนในช่วงอายุใบ 8-10 เดือนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.35-1.41% เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุไนโตรเจน 1.10-1.40% พบว่ามีจำนวน 7 สวน (87.5%) ที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน และมีเพียงสวนเดียว (12.5%) ซึ่งมีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าค่ามาตรฐานคือ 1.41%

ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสกลุ่มสวนดีมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.06-0.08% ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารของฟอสฟอรัสคือ 0.05-0.08% พบว่าทั้งหมด 8 สวน หรือ 100% ในกลุ่มสวนดีมีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน

โพแทสเซียมในใบของกลุ่มสวนดีนี้มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นระหว่าง 0.55-0.90% ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุโพแทสเซียมคือ 0.60-1.10% พบว่ามีจำนวน 6 สวนอยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน (75%) และมีเพียง 2 สวน (25%) ที่มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐานคือมีค่าความเข้มข้น 0.55% และ 0.58%

แคลเซียมในกลุ่มสวนดีมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นระหว่าง 0.90-1.25% เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานความเข้มข้นของแคลเซียมคือ 1.00-1.40% พบว่ามีจำนวนเพียง 2 สวน (25%) ที่มีปริมาณค่าเฉลี่ยความเข้มข้นต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐานคือมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น 0.90% และ 0.95% ส่วนอีก 6 สวน (75%) ที่มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นอยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแมกนีเซียมในกลุ่มสวนดีทั้ง 8 สวนมีค่าระหว่าง 0.09-0.15% เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคือ 0.12-0.18% พบว่ามีจำนวน 3 สวน (38%) ที่มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐานคือมีค่าความเข้มข้น 0.09%, 0.10% และ 0.11% ส่วนอีก 5 สวน (63%) มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐาน

4.5.2 กลุ่มสวนปานกลาง (11 สวน)

ไนโตรเจนของกลุ่มสวนปานกลางทั้ง 11 สวนมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของช่วงอายุใบ 8-10 เดือนอยู่ระหว่าง 1.30-1.44% เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วพบว่า มีจำนวน 9 สวน (82%) ที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน และมีเพียง 2 สวน (18%) เท่านั้นที่มีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าช่วงค่ามาตรฐานคือมีปริมาณความเข้มข้น 1.42% และ 1.44%

ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอสฟอรัสช่วงอายุใบ 8-10 เดือนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.10% เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของธาตุฟอสฟอรัสแล้วพบว่า มีเพียงสวนเดียว (9%) ที่มีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าช่วงค่ามาตรฐานคือ 0.10% ส่วนอีก 10 สวน (91%) ที่เหลือมีปริมาณความเข้มข้นจัดอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานทั้งหมด

โพแทสเซียมในกลุ่มสวนระดับปานกลางนี้มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.55-0.88% เมื่อนำค่าเฉลี่ยความเข้มข้นที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานจากทั้งหมด 11 สวน พบว่ามีเพียง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวน (18%) ที่มีปริมาณความเข้มข้นต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐาน คือ 0.55% และ 0.57% ส่วนอีก 9 สวน (82%) มีความเข้มข้นจัดอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐาน

ความเข้มข้นของค่าเฉลี่ยแคลเซียมมีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.85-1.24% ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่ามีสวนที่ต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐานจำนวน 4 สวน (36%) คือมีค่าความเข้มข้น 0.85%, 0.98%, 1.01% และ 1.02% อีก 7 สวน (64%) ที่เหลือจัดว่าอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐาน

ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมมีค่าเฉลี่ยของช่วงอายุใบ 8-10 เดือนอยู่ระหว่าง 0.08-0.15% เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่ามีจำนวนสวนที่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐานจำนวนเพียง 3 สวน (27%) คือมีค่าความเข้มข้น 0.13%, 0.14% และ 0.15% ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในกลุ่มสวนปานกลางนี้มีสวนที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐานถึง 8 สวน (73%) โดยสวนส่วนใหญ่มีปริมาณค่าเฉลี่ยความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.08-0.11%

4.5.3 กลุ่มสวนไม่ดี (11 สวน)

ความเข้มข้นของไนโตรเจนของกลุ่มสวนไม่ดีมีค่าเฉลี่ยช่วงอายุใบ 8-10 เดือนอยู่ระหว่าง 1.30-1.49% ซึ่งมีจำนวนสวนที่อยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานจำนวน 6 สวน (55%) และมีจำนวนสวนที่มีปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่าค่ามาตรฐานถึง 5 สวน (45%) ซึ่งในกลุ่มสวนไม่ดีนี้มีปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่ากลุ่มสวนดีและสวนปานกลาง

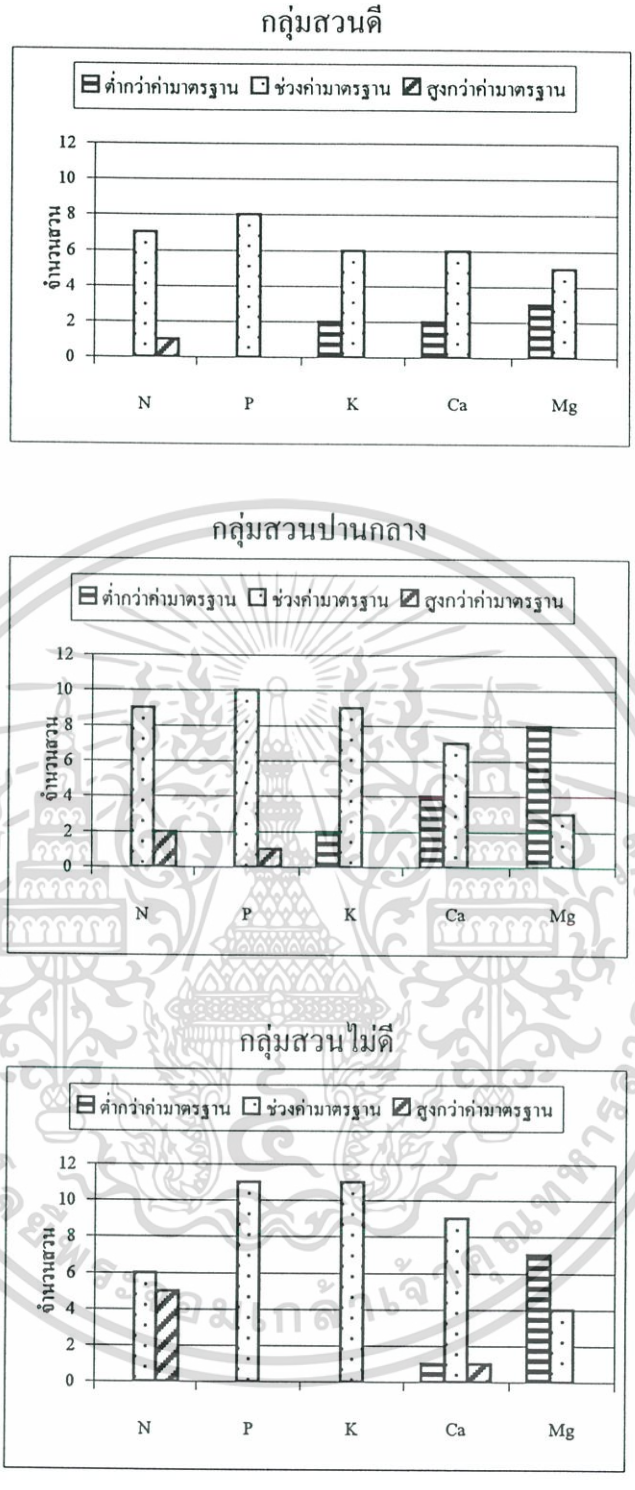
ฟอสฟอรัสของกลุ่มสวนไม่ดีนี้ มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของอายุใบ 8-10 เดือนอยู่ระหว่าง 0.05-0.07% ซึ่งในกลุ่มสวนไม่ดีเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วทั้งหมด 11 สวน (100%) มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจัดอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานทั้งหมด

ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.63-0.86% เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วพบว่า สวนในกลุ่มไม่ดีนี้ได้จัดอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานทั้งหมดจำนวน 11 สวน (100%)

ความเข้มข้นของแคลเซียมที่พบมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.97-1.51% เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่า อยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานจำนวน 9 สวน (82%) และต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐานจำนวน 1 สวน (9%) คือมีค่าความเข้มข้น 0.97% และมีสูงกว่าช่วงค่ามาตรฐานจำนวน 1 สวน (9%) โดยมีค่าความเข้มข้น 1.51%

แมกนีเซียมในกลุ่มสวนไม่ดีมีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของช่วงอายุใบ 8-10 เดือนอยู่ระหว่าง 0.08-0.12% เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่ามีจำนวนสวนที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าช่วงค่ามาตรฐานถึง 7 สวน (64%) และมีจำนวนเพียง 4 สวนเท่านั้น (36%) ที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ความเข้มข้นธาตุอาหารมหธาตุ 3 กลุ่มสวนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

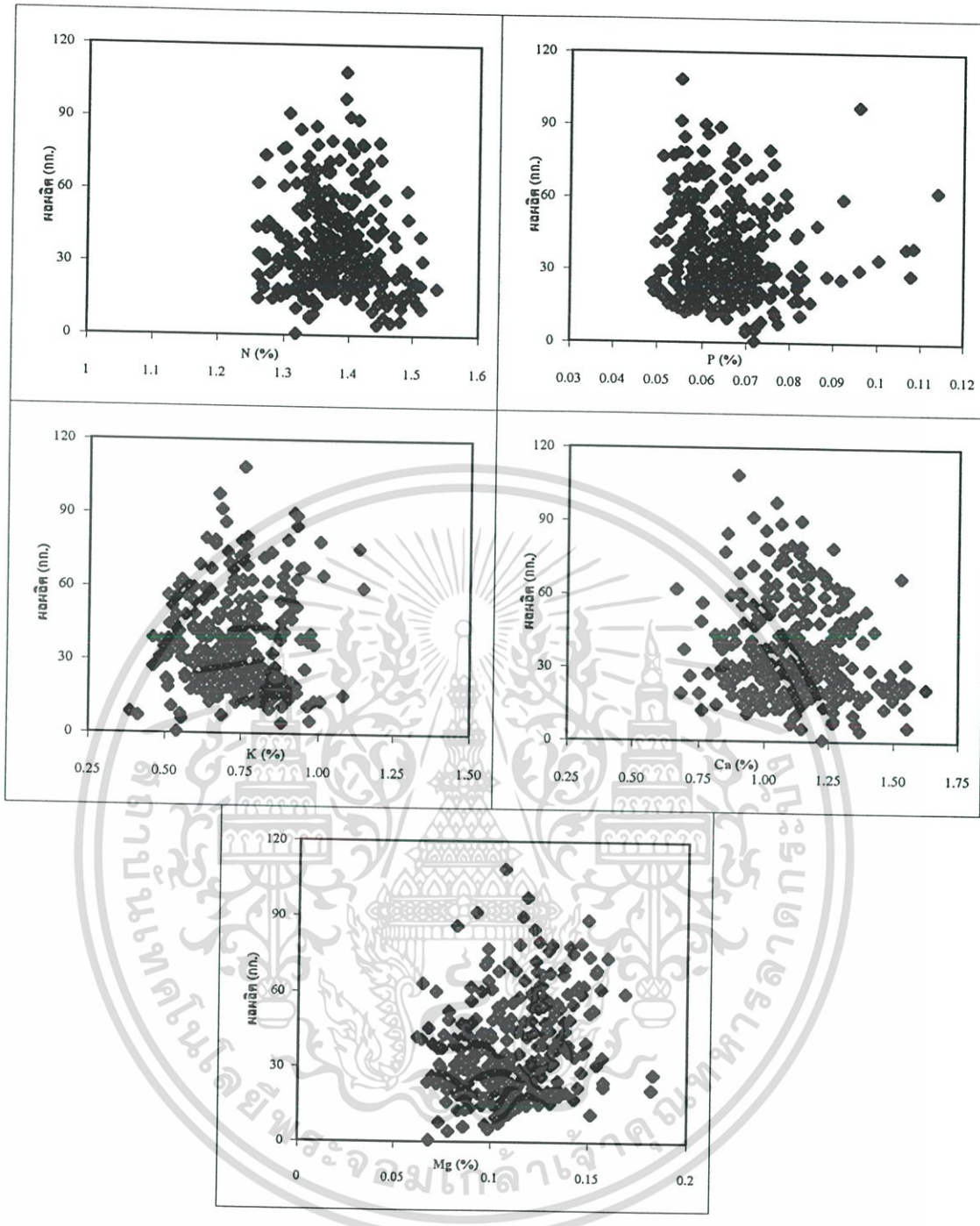
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุด

เมื่อนำความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดในช่วงอายุ 8-10 เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเหมาะสมในการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์มาหาความสัมพันธ์กับผลผลิตของมังคุดทั้ง 30 สวนที่ทำการศึกษา ปรากฏว่าไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่าง ความเข้มข้นธาตุอาหารมหธาตุกับผลผลิตของมังคุด (รูปที่ 4.7) ซึ่งมักพบได้โดยทั่วไปในไม้ผล โดยเฉพาะเมื่อเป็นข้อมูลจากการสำรวจความเข้มข้นของธาตุอาหารในสวนไม้ผลจำนวนมาก เนื่องจากมีปัจจัยอื่นที่จำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ถึงแม้ความเข้มข้นของธาตุอาหารจะอยู่ในระดับที่เหมาะสมก็ตาม ในทางปฏิบัติจึงนิยมหาความสัมพันธ์ในลักษณะสามเหลี่ยม (triangle pattern) ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารกับผลผลิตที่สูงที่สุดในกลุ่มตัวอย่าง (Webb, 1972; Walworth et al., 1986; Evanylo and Sumner, 1987; Righetti et al., 1990) ซึ่งแสดงว่าในกลุ่มข้อมูลบนเส้นขอบเขตนั้นมีความสัมพันธ์ในลักษณะ cause-effect กันโดยตรง

เมื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลผลผลิตสูงสุดและระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้น พบว่ามีความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็นเส้นสหสัมพันธ์ (regression line) 2 เส้น ในธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ข้อมูลจากสวนที่มีความอุดมสมบูรณ์และให้ผลผลิตสูง (>87 กิโลกรัม/ต้น)

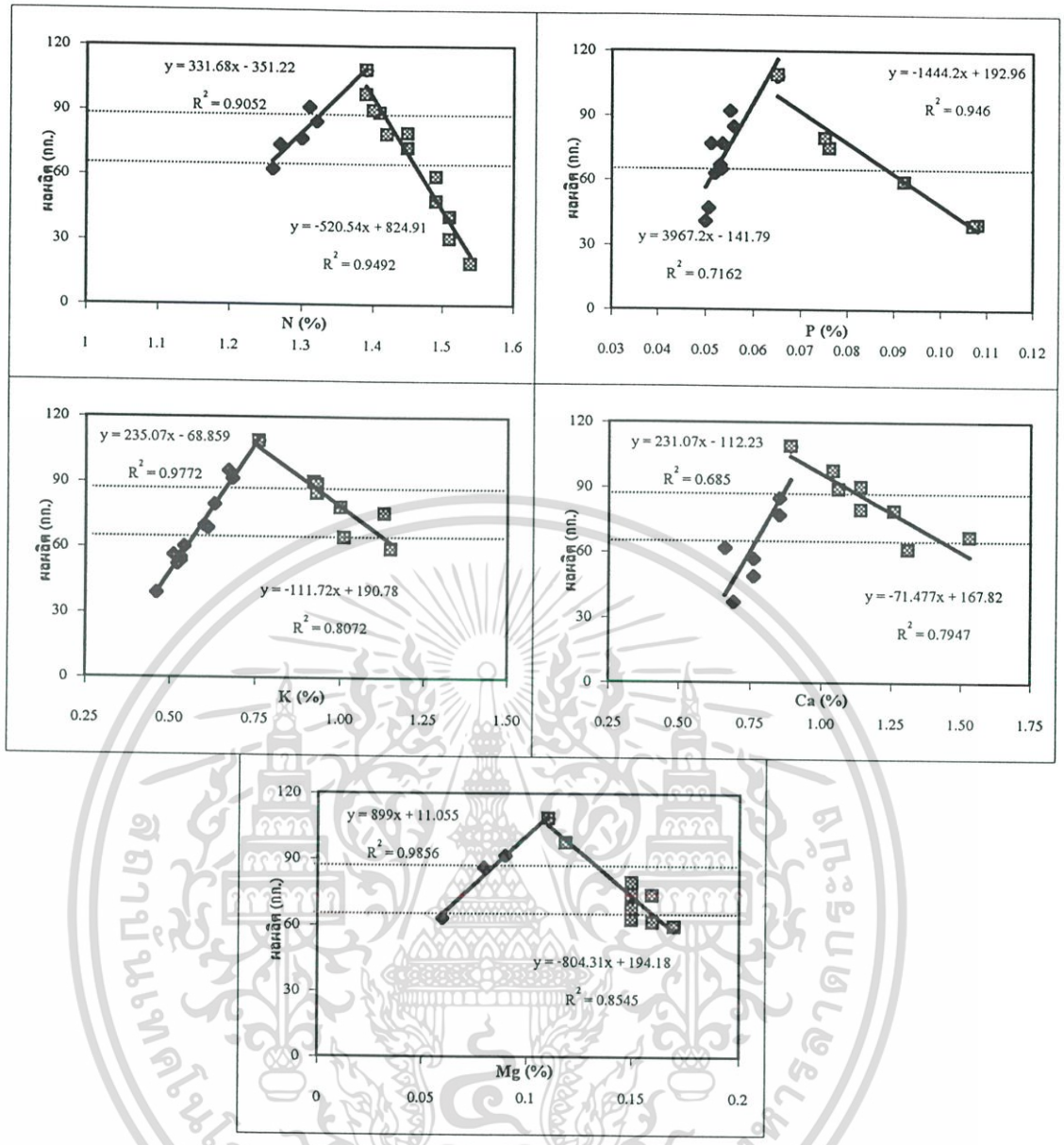
จุดที่เส้นสหสัมพันธ์ทั้ง 2 เส้นตัดกัน (รูปที่ 4.8) ถือเป็นจุดที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารมีความเหมาะสมที่สุดหรือเรียกกันว่าค่าวิกฤตมาตรฐาน (critical value) ซึ่งสหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารกับผลผลิต เมื่อใช้ร่วมกับข้อมูลของผลผลิตแล้วสามารถใช้ชี้บ่งช่วงค่าธาตุอาหารที่เหมาะสม (sufficiency range) ของธาตุอาหารแต่ละธาตุได้ ดังนั้น จุดตัดของเส้นสหสัมพันธ์ที่มี slope เป็นบวก (เส้นสหสัมพันธ์เส้นที่ 1) กับระดับผลผลิตที่กำหนดในช่วง <60, 60-80 และ 80-100% สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดสถานะของธาตุอาหารในระดับ ขาดแคลน (deficient) ต่ำ (low) และเหมาะสม (optimum) ได้ตามลำดับ ในขณะที่ระดับธาตุอาหารที่จัดอยู่ในช่วงสูงหรือสูงมาก (excessive) สามารถชี้บ่งด้วยจุดเริ่มต้นของความเข้มข้นธาตุอาหารซึ่งผลผลิตเริ่มลดลง (เส้นสหสัมพันธ์ที่เป็นลบหรือเส้นที่ 2) ช่วงความพอดีของธาตุอาหารที่ได้โดยการใช้วิธีเส้นขอบเขตนี้สอดคล้องและใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานเบื้องต้นที่ใช้เกณฑ์ระดับธาตุอาหารในใบมังคุดจากสวนที่ให้ผลผลิตดีและในช่วงที่ธาตุอาหารต่างๆ มีความผันแปรน้อยที่สุดในฤดูกาลเป็นตัวกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตมังคุด (กก.) กับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 Boundary line ของความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตมังคุด (กก.) กับความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 ช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหารมหธาตุที่กำหนดโดยวิธีเส้นขอบเขตเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นของมังคุด

ช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหารที่ได้จากการใช้วิธีกำหนดโดยเส้นขอบเขต เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้นในมังคุดที่กำหนดโดย สุมิตรา และคณะ (2546) พบว่ามีความสอดคล้องกัน ดังตารางที่ 4.2 จากตารางพบว่า ช่วงค่ามาตรฐานเบื้องต้นของธาตุไนโตรเจนมีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 1.10-1.40% ส่วนช่วงค่าจากเส้นขอบเขตนั้นมีค่าความเข้มข้นระหว่าง 1.25-1.42% ซึ่งยังอยู่ในช่วงเดียวกับค่ามาตรฐานเบื้องต้น วิธีการใช้เส้นขอบเขตได้มีการแบ่งช่วงค่ามาตรฐานออกเป็นระดับต่ำไปจนถึงสูง ระดับที่เหมาะสมมีค่าความเข้มข้นไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 1.32-1.42% ซึ่งค่อนข้างแคบอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการแปลความหมายค่าวิเคราะห์ได้ง่าย เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่เกิดการแปรผันแปรระหว่างปีได้มากในไม้ผล (Righetti et al.,1990)

ธาตุฟอสฟอรัสมีช่วงค่ามาตรฐานเบื้องต้นคือระหว่าง 0.05-0.08% ส่วนช่วงค่ามาตรฐานใหม่จากวิธีเส้นขอบเขตนั้นมีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.05-0.07% ซึ่งอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานเดิม และช่วงค่าที่เหมาะสมของวิธีเส้นขอบเขตอยู่ระหว่าง 0.06-0.07% ซึ่งค่อนข้างแคบและอาจผิดพลาดได้ง่ายมากขึ้น

โพแทสเซียมมีช่วงค่ามาตรฐานเบื้องต้นอยู่ระหว่าง 0.60-1.10% ส่วนค่ามาตรฐานใหม่ที่ได้จากวิธีเส้นขอบเขตมีค่าความเข้มข้นระหว่าง 0.60-1.0% อยู่ในช่วงเดียวกับค่ามาตรฐานเบื้องต้นและช่วงที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.70-1.00%

มีเพียงธาตุแคลเซียมเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันบ้าง กล่าวคือ ช่วงค่าความเข้มข้นเบื้องต้นของแคลเซียมที่กำหนดไว้ ซึ่งมีค่าความเข้มข้นระหว่าง 1.0-1.4% ส่วนค่าที่กำหนดจากเส้นขอบเขตมีค่าความเข้มข้นระหว่าง 0.9-1.1% ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานเบื้องต้นของแคลเซียม อย่างไรก็ตามเนื่องจากสวนที่ศึกษาส่วนใหญ่มีค่า pH ของดินค่อนข้างต่ำ จึงส่งผลให้มีปริมาณแคลเซียมในดินน้อย จึงทำให้ค่าแคลเซียมที่ได้จากวิธีเส้นขอบเขตค่อนข้างต่ำ ปัจจุบันนี้พบว่าแคลเซียม มีบทบาทสำคัญในการเก็บรักษาและคุณภาพของไม้ผลหลังเก็บเกี่ยว (Bangerth, 1979; Shear, 1975) ดังนั้นช่วงค่าที่ค่อนข้างต่ำอาจมีส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต

แมกนีเซียมมีค่ามาตรฐานเบื้องต้นอยู่ระหว่าง 0.12-0.18% ส่วนช่วงค่าความเข้มข้นจากวิธีเส้นขอบเขตอยู่ระหว่าง 0.08-0.13% ซึ่งอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานเบื้องต้นเดิม ค่าความเข้มข้นแมกนีเซียมที่เหมาะสมจากวิธีเส้นขอบเขตคือ 0.11-0.13% ซึ่งช่วงค่าความเข้มข้นนี้ค่อนข้างต่ำและอยู่ในช่วงแคบๆ อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการแปลความหมายได้ง่าย นอกจากนั้นยังพบว่าสวนส่วนมาก มีอาการขาดแมกนีเซียม ดังนั้นการกำหนดค่ามาตรฐานที่ต่ำอาจทำให้การแปลผลวิเคราะห์ผิดพลาดได้ง่าย

การที่ช่วงค่ามาตรฐานที่เหมาะสมจากวิธีเส้นขอบเขต มีค่าค่อนข้างแคบกว่าช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นที่สร้างจากวิธีการสำรวจความเข้มข้นของธาตุอาหาร เพราะว่าช่วงค่ามาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานจากวิธีเส้นขอบเขต สามารถแบ่งความเข้มข้นของธาตุอาหารออกได้หลายระดับ คือตั้งแต่ระดับขาดแคลน ไปจนถึงระดับสูง ส่วนค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นเดิมนั้น เป็นช่วงค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารที่อยู่ในช่วงกว้างๆ ซึ่งอาจรวมเอาค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในช่วงบริโภคฟุ่มเฟือยของสวนที่ให้ผลผลิตดีเอาไว้ด้วย

ตารางที่ 4.2 ช่วงค่ามาตรฐานที่ได้จากการกำหนดโดยใช้วิธีเส้นขอบเขตเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารของมังคุด

	มหธาตุอาหาร(%)				
	N	P	K	Ca	Mg
ค่ามาตรฐานธาตุอาหาร[1]	1.10-1.40	0.05-0.08	0.60-1.10	1.00-1.40	0.12-0.18
ช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหารจากวิธีเส้นขอบเขต					
ขาดแคลน (deficient)	< 1.25	< 0.05	< 0.60	<0.80	< 0.08
ต่ำ (low)	1.25-1.32	0.05-0.06	0.60-0.70	0.80-0.90	0.08-0.11
เหมาะสม (optimum)	1.32-1.42	0.06-0.07	0.70-1.00	0.90-1.10	0.11-0.13
สูง (high)	> 1.42	> 0.07	> 1.00	> 1.10	> 0.13

[1] ค่ามาตรฐานเบื้องต้นที่กำหนดโดยสุมิตรา และคณะ (2546)

4.7 การใช้ DRIS สร้างค่ามาตรฐานในใบสำหรับมังคุด

ค่ามาตรฐาน DRIS (DRIS norm) ของพืชต่างๆ โดยทั่วไปได้มีการศึกษาและตีพิมพ์เผยแพร่กันอย่างกว้างขวาง (Sumner and Beaufils, 1975; Rodriguez et al., 1997; Sanz, 1999) ส่วน norm ของมังคุดในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษา โดยเฉพาะในแหล่งผลิตที่สำคัญของไทย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาค่ามาตรฐาน DRIS โดยใช้ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ของความเข้มข้นของธาตุอาหารและผลผลิตของมังคุด เพื่อประกอบการประเมิน และวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในมังคุดร่วมกับค่ามาตรฐานธาตุอาหาร การกำหนดค่ามาตรฐาน DRIS (norm) ได้จากค่าเฉลี่ยและค่า Coefficient of Variation (C.V.) ของสัดส่วนธาตุอาหารต่างๆ ในประชากรของตัวอย่างพืชที่ให้ผลผลิตสูง โดยถือว่าค่าสัดส่วนธาตุอาหารในพืชที่ให้ผลผลิตสูงเป็นค่าที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้เป็นค่าอ้างอิงมาตรฐานได้ ผลการกำหนดค่า norm ของมังคุดที่ให้ผลผลิตสูงคือผลผลิตมากกว่า 50 กิโลกรัมต่อต้น จำนวน 70 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 23 ของจำนวนประชากรมังคุดทั้งหมด 310 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 4.3 แสดงค่า norm ของความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca และ Mg ในใบ ซึ่งค่า norm ที่ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุที่ได้มีค่าสอดคล้องและอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานเบื้องต้นที่กำหนดโดย สุมิตรา และคณะ (2546) ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่ได้คือ 1.37%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณฟอสฟอรัส 0.06% ปริมาณโพแทสเซียม 0.76% ปริมาณแคลเซียม 1.10% และแมกนีเซียม 0.12%

การกำหนดค่า DRIS norm ของธาตุที่มีความเข้มข้นลดลงตามอายุใบ ซึ่งจะแสดงในรูปของสัดส่วนธาตุอาหารทีละคู่ ส่วนธาตุอาหารที่มีระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเมื่ออายุใบมากขึ้น คือ Ca และ Mg จะแสดงค่า norm ในรูปของผลคูณระหว่างธาตุอาหาร ดังตารางที่ 4.4 ซึ่งแสดงสัดส่วนระหว่างธาตุอาหารและปริมาณผลผลิตร่วมกับค่า Standard Deviation (S.D.) และค่า Variation Coefficient (%C.V.) ทำให้ค่า norm ที่ได้ทั้ง 2 กรณีมีระดับค่อนข้างคงที่และสามารถลดความผิดพลาดในกรณีที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุใบ

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของธาตุอาหารในตัวอย่างใบมังคุด

	Norm	S.D.	C.V. (%)
N%	1.37	0.05	3.4
P%	0.06	0.01	17.08
K%	0.76	0.14	18.69
Ca%	1.1	0.16	14.14
Mg%	0.12	0.02	18.04

ตารางที่ 4.4 ค่ามาตรฐาน Norm ในรูปสัดส่วนและผลคูณของธาตุอาหารและผลผลิตในมังคุด

	Norm	S.D.	C.V. (%)
N/P	21.86	3.05	13.96
N/K	1.86	0.35	18.68
K/P	12.22	2.96	24.2
P/K	0.09	0.03	31.09
P/N	0.05	0.01	18.01
K/N	0.56	0.1	18.08
Mg/Ca	0.11	0.02	19.46
PxCa	197	120	61.09
PxMg	0.07	0.01	21.09
KxCa	9.11	5.27	57.87
KxMg	0.84	0.2	23.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.1 การวิเคราะห์สถานะธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุดโดยใช้ DRIS

ในการวิเคราะห์สถานะธาตุอาหารโดยใช้ DRIS จากตัวอย่างใบจำนวน 15 ตัวอย่างใช้สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างค่า DRIS และค่ามาตรฐานธาตุอาหารในใบ จากการเปรียบเทียบค่า DRIS norm สำหรับธาตุ N, P และ K กับค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นในใบมังคุด ที่กำหนดโดย สุมิตรา และคณะ (2546) ซึ่งตัวอย่างทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่างระดับต่ำและระดับที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ด้วยวิธี DRIS norm สามารถให้รายละเอียดของค่าวิเคราะห์ได้มากกว่าค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นที่ใช้เกณฑ์ระดับธาตุอาหารในใบมังคุดจากสวนที่ให้ผลผลิตดีและช่วงที่ธาตุอาหารต่างๆ มีความผันแปรน้อยที่สุดในฤดูกาลเป็นตัวกำหนดโดย DRIS สามารถแสดงให้เห็นถึงความพอเพียงในภาวะขาดแคลน และภาวะปกติ จากการศึกษาพบว่าการใช้ DRIS สามารถวินิจฉัยภาวะขาดแคลนและความไม่เพียงพอของธาตุอาหารในสวนมังคุด (ตารางที่ 4.5) จากการศึกษาทั้งหมด 15 ตัวอย่างซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มของผลผลิต โดยกลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำจำนวน 5 ตัวอย่าง (< 60 กิโลกรัม/ต้น) กลุ่มที่ให้ผลผลิตระดับปานกลางจำนวน 5 ตัวอย่าง (60-80 กิโลกรัม/ต้น) และกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง (>80 กิโลกรัม/ต้น) ดังมีรายละเอียดดังนี้

4.7.1.1 กลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำ (< 60 กิโลกรัม/ต้น)

ในกลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำนี้ค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุที่ได้ เมื่อใช้ค่าดัชนี DRIS พบว่าค่าดัชนี K ตัวอย่างที่ 1 และ 2 เมื่อเทียบกับค่า N และ P พบว่าค่า K เป็นค่าลบค่อนข้างมาก แสดงว่าตัวอย่างนี้พืชขาดธาตุ K และ K น่าจะเป็นตัวที่จำกัดระดับของผลผลิต ซึ่งการวินิจฉัยโดยการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานไม่สามารถบอกได้ ในกลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำทั้ง 5 ตัวอย่างนี้มีจำนวน 3 ตัวอย่างที่มีอาการขาด K (ค่าดัชนี DRIS มากกว่า –10) และ ในขณะเดียวกันทั้ง 3 ตัวอย่างนี้ก็มีความเข้มข้นของ P สูงเกินไป (ค่าดัชนี DRIS สูงกว่า +10) ส่วนค่า N และความเข้มข้นของธาตุอาหารอีก 2 สวนที่เหลือจัดอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้นแล้วปรากฏว่าทั้งหมด 5 ตัวอย่างมีค่าความเข้มข้นอยู่ในระดับพอเพียง มีเพียง 2 ตัวอย่างที่มีปริมาณความเข้มข้นของ K อยู่ในระดับต่ำ

4.7.1.2 กลุ่มที่ให้ผลผลิตปานกลาง (60-80 กิโลกรัม/ต้น)

กลุ่มผลผลิตปานกลางเมื่อนำค่าความเข้มข้นที่ได้มาคำนวณโดยใช้วิธีดัชนี DRIS พบว่าจากทั้งหมด 5 ตัวอย่างมีจำนวน 2 ตัวอย่างคือตัวอย่างที่ 6 และ 7 มีปริมาณความเข้มข้นของ N สูงเกินไปคือมีค่าดัชนี DRIS เท่ากับ 11 และ 15 ซึ่งทั้ง 2 ตัวอย่างนี้ยังพบอาการขาด K คือมีค่าดัชนี DRIS เท่ากับ –12 และ –13 ตามลำดับ มีเพียงตัวอย่างเดียวที่มีอาการขาด P คือตัวอย่างที่ 8 ซึ่งมีค่าดัชนี DRIS เท่ากับ –11 ส่วนที่ไม่ได้กล่าวถึงอยู่ในระดับที่พอเพียง เมื่อนำทั้ง 5 ตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้นพบว่ามีจำนวน 2 ตัวอย่างที่มีค่า K อยู่ในระดับต่ำคือตัวอย่างที่ 6 และ 7 และมีจำนวน 2 ตัวอย่างที่มีปริมาณความเข้มข้นของ N อยู่ในระดับสูงคือตัวอย่างที่ 8 และ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.1.3 กลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง (>80 กิโลกรัม/ต้น)

ในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง เมื่อนำมาหาดัชนี DRIS ปรากฏว่า จากทั้งหมด 5 ตัวอย่างมีอาการขาด P จำนวน 1 ตัวอย่างคือตัวอย่างที่ 11โดยมีค่าดัชนี DRIS เท่ากับ –16 ในตัวอย่างนี้ยังพบว่ามีปริมาณ K สูงเกินไปด้วยคือมีค่าดัชนี DRIS เท่ากับ +17 สำหรับตัวอย่างที่ 15 พบอาการขาด K ซึ่งมีค่าดัชนี DRIS เท่ากับ –14 ส่วนในตัวอย่างอื่นมีค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารอยู่ในระดับพอเพียง เมื่อนำค่าความเข้มข้นที่ได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเบื้องต้นพบว่า จากทั้งหมด 5 ตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าความเข้มข้น N, P และ K อยู่ในระดับที่พอเพียง ยกเว้นค่าความเข้มข้น N ของตัวอย่างที่ 11, 13 และ 15 ซึ่งพบว่ามีความเข้มข้นของ N จัดอยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 4.5 การแปลความหมายค่าดัชนี DRIS ในการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในตัวอย่างใบมังคุดที่มีระดับผลผลิตแตกต่างกัน

Diagnosis[1]													
Concentration (%)				DRIS indices			DRIS			Standard values[2]			Yield
	N	P	K	I_N	I_P	I_K	N	P	K	N	P	K	kg tree^{-1}
1	1.26	0.07	0.53	1	19	-20	M	H	L	M	M	L	45
2	1.35	0.08	0.51	6	20	-26	M	H	L	M	M	L	45
3	1.40	0.08	0.64	-2	17	-15	M	H	L	M	M	M	45
4	1.38	0.06	0.74	5	-6	1	M	M	M	M	M	M	45
5	1.39	0.06	0.78	1	-3	2	M	M	M	M	M	M	45
6	1.37	0.06	0.58	11	1	-12	H	M	L	M	M	L	60
7	1.34	0.05	0.54	15	-2	-13	H	M	L	M	M	L	60
8	1.42	0.06	0.88	2	-11	9	M	L	M	H	M	M	60
9	1.34	0.06	0.88	-1	-10	11	M	M	M	M	M	M	61
10	1.42	0.06	0.75	6	-7	1	M	M	M	H	M	M	61
11	1.42	0.06	1.00	-1	-16	17	M	L	H	H	M	M	78
12	1.35	0.06	0.75	5	-8	3	M	M	M	M	M	M	79
13	1.42	0.07	0.66	5	3	-8	M	M	M	H	M	M	79
14	1.40	0.06	0.90	-1	-9	10	M	M	M	M	M	M	79
15	1.45	0.08	0.63	4	10	-14	M	M	L	H	M	M	80

[1]L= ต่ำ (low), M= เหมาะสม (optimum), H= สูง (high)

[2]ค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้น (สุมิตราและคณะ, 2546) ดังนี้ N=1.10-1.40%, P=0.05-0.08%, K=0.60-1.10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สมบัติของดินจากสวนมังคุดทั้ง 30 สวน

ดินทั้ง 30 สวนที่ศึกษามีค่า pH ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 4.0-5.0 ซึ่งค่อนข้างเป็นกรดจัด โดยดินชั้นบน (0-20 ซม.) มีค่าระหว่าง 4.0-6.3 ส่วนในดินชั้นกลาง (20-40 ซม.) และดินชั้นล่าง (40-60 ซม.) มีค่า pH ต่ำกว่าดินชั้นบนเล็กน้อยตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินส่วนใหญ่ค่อนข้างต่ำคือ 45-473 $\mu S/cm^{-1}$ ซึ่งจัดว่าดินไม่มีความเค็ม ปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นบนส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง 2.0-3.0% ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางและในดินชั้นต่ำลงไปมีปริมาณอินทรียวัตถุลดลงตามลำดับ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณที่ค่อนข้างสูง และมีค่าผันแปรค่อนข้างมาก ระหว่าง 70-1,200 mg kg^{-1} โพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินส่วนมากมีปริมาณค่อนข้างต่ำ มีค่าระหว่าง 10-100 mg kg^{-1} โดยในดินชั้นที่อยู่ลึกลงไปมีค่าลดลงตามลำดับ แคลเซียมและแมกนีเซียมในดินค่อนข้างต่ำซึ่งค่าแคลเซียมและแมกนีเซียมมีแนวโน้มในทางเดียวกับค่า pH คือเมื่อค่า pH ต่ำความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมจะต่ำด้วย ธาตุเหล็กในดิน ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 50-119 mg kg^{-1} ซึ่งจัดว่าค่อนข้างสูง แมงกานีสส่วนใหญ่จัดอยู่ในช่วงต่ำจนถึงปานกลางคือมีค่าระหว่าง 1.6-8.1 mg kg^{-1} ปริมาณทองแดงและสังกะสี จัดอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนโบรอนจัดอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คือ 0.19-0.26 mg kg^{-1}

5.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นธาตุอาหารมหธาตุในใบมังคุดทั้ง 30 สวน

ธาตุ N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยผันแปรอยู่ในช่วงแคบ ๆ คือระหว่าง 1.30 - 1.49% มีค่าเฉลี่ย 1.38% (ค่าเฉลี่ยใช้ข้อมูลของใบมังคุด อายุ 8-10 เดือน) โดยสวนทั้ง 3 กลุ่ม คือ ดี ปานกลาง ไม่ดี มีค่า N ใกล้เคียงกัน ความเข้มข้น P ลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น โดยมีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.05 - 0.10% ซึ่งจัดว่าค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับในไม้ผลทั่วไปซึ่งมีค่าความเข้มข้น P สูงกว่า 0.1% และความเข้มข้นของ P ของทั้ง 3 กลุ่มสวนมีความใกล้เคียงกัน ความเข้มข้นของ K ในใบมีแนวโน้มลดลงค่อนข้างมากเมื่อใบมีอายุมากขึ้น ในแต่ละกลุ่มสวนมีแนวโน้มลดลงเหมือนกัน โดยมีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.90% และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.72% ซึ่งเมื่อพิจารณาความเข้มข้น K ในทั้ง 3 กลุ่มสวนแล้ว พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตาม การแปลผลความเข้มข้นของ K จะต้องคำนึงถึงปริมาณผลผลิตด้วย เพราะต้นที่ให้ผลผลิตสูงจะมีค่า K ต่ำกว่าต้นที่ให้ผลผลิตต่ำ ดังนั้นในสวนดีจึงมีแนวโน้มที่จะมีความเข้มข้นสูงกว่าสวนปานกลาง และสวนไม่ดี นอกจากนั้นยังพบปฏิปักษ์ระหว่าง K กับ Ca และ K กับ Mg ในกลุ่มสวนดีที่มีค่า K ต่ำ ความเข้มข้น Ca เพิ่มขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น และมีความเข้มข้นแตกต่างกันค่อนข้างมากตั้งแต่ 0.85 - 1.51% โดยมีค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.12% ในสวนทั้ง 3 กลุ่มสวนพบปฏิปักษ์ ระหว่าง Ca กับ K โดยในกลุ่มสวนที่ดีมีความเข้มข้น K สูงทำให้ค่า Ca ต่ำ กลุ่มสวนไม่ดีมีความเข้มข้น Ca สูงกว่ากลุ่มสวนดีและกลุ่มสวนปานกลาง ความเข้มข้น Mg ลดลงเมื่อใบมีอายุมากขึ้น โดยมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.08 - 0.15% ค่าเฉลี่ย 0.11% ความเข้มข้นของ Mg ในกลุ่มสวนที่ดีมีแนวโน้มสูงกว่าปานกลางและไม่ดี สวนส่วนใหญ่มีความเข้มข้นของ Mg ค่อนข้างต่ำและมีหลายสวนที่ต่ำกว่า 0.1 % สวนเหล่านี้จะแสดงอาการขาด Mg ที่รุนแรง โดยมังคุดที่พบอาการขาด Mg คือใบมีสีเหลืองระหว่างเส้นใบ มีความเข้มของ Mg ในใบเท่ากับ 0.15% จากการทดลองยังพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นทั้ง 30 สวนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สามารถแสดงได้ด้วยเส้น quadratic โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2) มากกว่า 0.80 ทุกธาตุ

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบโดยวิธีเส้นขอบเขต (boundary line)

เมื่อนำความเข้มข้นของธาตุอาหารเมื่อใบมังคุดมีอายุ 8-10 เดือน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์มาหาความสัมพันธ์กับผลผลิตทั้ง 30 สวน ปรากฏว่าไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเข้มข้นกับผลผลิต เนื่องจากมีปัจจัยอื่นที่จำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ถึงแม้ความเข้มข้นจะอยู่ในระดับที่เหมาะสมก็ตามในทางปฏิบัติ จึงนิยมหาความสัมพันธ์ในลักษณะสามเหลี่ยม (triangle pattern) ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารกับผลผลิตที่สูงที่สุดในกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแสดงว่าในกลุ่มข้อมูลบนเส้นขอบเขตนั้นมีความสัมพันธ์ในลักษณะ cause-effect กันโดยตรง เมื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลผลผลิตสูงสุดและระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้น พบว่ามีความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็นเส้นสหสัมพันธ์ (regression line) 2 เส้น ในธาตุ N, P, K, Ca และ Mg โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ข้อมูลจากสวนที่มีความอุดมสมบูรณ์และให้ผลผลิตสูงกว่า 87 กิโลกรัม/ต้น จุดที่เส้นสหสัมพันธ์ทั้ง 2 ตัดกันถือเป็นจุดที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารมีความเหมาะสมที่สุดหรือเรียกกันว่าค่าวิกฤติมาตรฐาน (critical value) ซึ่งสหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับของธาตุอาหารกับผลผลิต เมื่อใช้ร่วมกับข้อมูลของผลผลิตแล้วสามารถชี้บ่งช่วงค่ามาตรฐานที่เหมาะสม (sufficiency range) ของธาตุอาหารแต่ละธาตุได้ ซึ่งช่วงความพอเพียงของธาตุอาหารที่ได้โดยการใช้วิธีเส้นขอบเขตนี้สอดคล้องและใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานเบื้องต้น มีเพียงธาตุ Ca เท่านั้นที่มีความแตกต่างจากค่ามาตรฐานเดิมเล็กน้อย คือช่วงค่ามาตรฐานเดิมมีค่า Ca ระหว่าง 1.0-1.4% ส่วนค่าที่กำหนดจากเส้นขอบเขตมีค่าระหว่าง 0.9-1.1% ทั้งนี้เนื่องจากสวนที่ศึกษาส่วนใหญ่มีค่า pH ค่อนข้างต่ำทำให้มี Ca ในดินน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 การใช้ DRIS ในการสร้างค่ามาตรฐานในใบสำหรับมังคุด

การใช้ความเข้มข้นของธาตุอาหารและผลผลิตของมังคุด เพื่อประกอบการประเมิน และวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในมังคุดร่วมกับค่ามาตรฐานธาตุอาหาร การกำหนดค่ามาตรฐาน DRIS (norm) ได้จากค่าเฉลี่ยและค่า Coefficient of variation (C.V.) ของสัดส่วนธาตุอาหารต่างๆ ในประชากรของตัวอย่างมังคุดที่ให้ผลผลิตสูง คือผลผลิตมากกว่า 50 กิโลกรัมต่อต้น จำนวน 70 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 23 ของจำนวนประชากรมังคุดทั้งหมด 310 ตัวอย่าง ผลการกำหนดค่า norm ของความเข้มข้นธาตุ N, P, K, Ca และ Mg ในใบ แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารมหธาตุที่ได้มีค่าสอดคล้องและอยู่ในช่วงของค่ามาตรฐานเบื้องต้น โดยปริมาณไนโตรเจนที่ได้คือ 1.37% ปริมาณฟอสฟอรัส 0.06% ปริมาณโพแทสเซียม 0.76% ปริมาณแคลเซียม 1.10% และแมกนีเซียม 0.12% การกำหนดค่า DRIS norm ของธาตุที่มีความเข้มข้นลดลงตามอายุใบ ซึ่งจะแสดงในรูปของสัดส่วนธาตุอาหารทีละคู่ ส่วนธาตุอาหารที่มีระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเมื่ออายุใบมากขึ้น คือ Ca และMg จะแสดงค่า norm ในรูปของผลคูณระหว่างธาตุอาหาร ซึ่งแสดงสัดส่วนระหว่างธาตุอาหารและปริมาณผลผลิตซึ่งแสดงโดยค่า Standard Deviation (S.D.) และค่า Variation Coefficient (%C.V.) ทำให้ค่า norm ที่ได้ทั้ง 2 กรณีมีระดับค่อนข้างคงที่และสามารถลดความผิดพลาดในกรณีที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุใบ

ในการวิเคราะห์สถานะธาตุอาหารโดยใช้ DRIS จากตัวอย่างใบจำนวน 15 ตัวอย่างใช้สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างค่า DRIS และค่ามาตรฐานธาตุอาหารในใบ จากการเปรียบเทียบค่า DRIS norm สำหรับธาตุ N, P และ K กับค่ามาตรฐานธาตุอาหารเบื้องต้นในมังคุด ซึ่งทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่างระดับต่ำและระดับที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ด้วยวิธี DRIS norm สามารถให้รายละเอียดของค่าวิเคราะห์ได้มากกว่าค่ามาตรฐานธาตุอาหารโดย DRIS สามารถแสดงให้เห็นถึงความพอเพียงในภาวะขาดแคลน และภาวะปกติ จากการศึกษาพบว่าการใช้ DRIS สามารถวินิจฉัยภาวะขาดแคลนและความไม่เพียงพอของธาตุอาหารในสวนมังคุด จากการศึกษาทั้งหมด 15 ตัวอย่างซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มของผลผลิต โดยกลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำ 5 ตัวอย่างพบว่าพืชขาด K จำนวน 3 ตัวอย่างซึ่งน่าจะเป็นตัวที่จำกัดระดับของผลผลิต ในกลุ่มที่ให้ผลผลิตปานกลางพบว่ามี 2 ตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของ N สูงเกินไปและใน 2 ตัวอย่างนี้ยังพบการขาด K ด้วย และในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูงจากทั้งหมด 5 ตัวอย่างพบว่ามีการขาด P เพียง 1 ตัวอย่างและในขณะเดียวกันตัวอย่างนี้ยังพบว่ามีปริมาณ K สูงเกินไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ทองอาน งามแสง และ สุมิตราภู่วโรดม. 2546. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด : จุลธาตุ. การประชุมพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 3 วันที่ 23-25 เมษายน 2546. กรุงเทพฯ.

บุญส่ง ไกรศรพรสรรค์. 2545. คู่มือปฏิบัติการวิชาปุ๋ยและการจัดการดิน. ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 50 หน้า.

บุญส่ง ไกรศรพรสรรค์ และจำเป็น อ่อนทอง. 2545. ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในใบลองกอง ในระยะต่างๆ. ว.วิทย.กษ. 33 : 253-263.

วริษาฐา จันทร์ชูวงศ์. 2545. อายุและตำแหน่งใบที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในทุเรียน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมสุข ศรีจักรวาฬ. 2531. มังคุดผลไม้น่าจับตามอง. วารสารกสิกร. 6 : 37-38.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน และสำเนา เพ็ชรฉวี. 2547. การแนะนำการใช้ปุ๋ยกับไม้ผลโดยการวิเคราะห์ดินและพืช. [Online]. Available : http://www.sfts.org.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร และสุรนันต์ สุภาทรพันธุ์. 2533. การเปลี่ยนตามฤดูกาลของปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในกิ่งและใบของต้นกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน. ว.วิทย.กษ. 24 : 136-144.

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

สุมิตรา ภู่วโรดม พรทิวา กัญยวงศ์หา นุจรี บุญแปลง และปัญจพร เลิศรัตน์. 2546. การกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารในใบสำหรับมังคุด. ในการประชุมพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 3 วันที่ 23 – 25 เมษายน 2546. กรุงเทพฯ.

สุมิตรา ภู่วโรดม และวิเชียร จาฏุพจน์. 2546. การใช้วิธีเส้นขอบเขตในการกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน. ว.วิทย.กษ. 34 : 51-58.

สุมิตรา ภู่วโรดม และวิเชียร จาฏุพจน์. 2547. การวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในทุเรียนโดยการใช้ DRIS. ว.วิทย.กษ. 35 : 5-12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Allan, S.E. 1971. Chemical Analysis of Ecological Materials. John Wiley and Sons, New York.

Baldock, J.O. and E. E. Schult. 1996. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. J. Agron. 88 : 448-456.

Bangerth, F. 1979. Calcium-related physiological disorders of plant Ann. Rev. Phytopathol. 17 : 97-122.

Beaufils, E.R. 1973. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Soil Sci. Bull. No. 1. University of Natal, South Africa.

Bould, C. 1963. Soil and leaf analysis in relation to fruit nutrition. J. Sci. Fd. Agric. 14 : 710-718.

Brown, P.H. 1994. Seasonal variations in fig (*Figus carica* L.) leaf nutrient concentrations. J. Hort. Sci. 29 : 871-873.

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

Embleton, T.W., W.W. Jone, J.D. Kirkpatrick and D. Gregory-Allen. 1958. Influence of Sampling Date, Season, and Fertilization on Macronutrients in Fuerte Avocado Leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72 : 309-320.

Embleton, T.W., W.W. Jones, C.K. Labanauskas and W. Reuter. 1973. Leaf Analysis as a Diagonostic Tool and Guide to Fertilization. 183-210. *In* W. Reuther (ed.) The Citrus Industry. Vol. III. University of California. USA .

Evanylo, G.K. and M.E. Sumner. 1987. Utilization of the boundary line approach in the development of soil nutrient norm for soybean production. Commum. Soil Sci. Plant Anal. 18 : 1379-1401.

Foy, C.D., R.L. Chaney and M.C. White. 1978. The physiology of metal toxicity in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 29 : 511-566.

Guardiola, J.L. 1974. Somenon – Nutritional Factors Infiuencing Leaf Composition. Proceedings of the International Colloquium on Plant Analysis and Fertilizer Problems. 7 : 117-133.

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

Kenworthy, A.L. 1961. Interpreting the Balance of Nutrient – Elements in Leave of Fruit Trees. P. 28-43. *In* Reuther, W. Plant Analysis and Fertilizer Problems. Vol. 3. Washington DC : Ed. Amer. Inst. Biol. Sci.

Kenworthy, A.L. 1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchard. P. 381-392. *In* L.M. Walsh and J.D. Benton (eds.) Soil Testing and Plant Analysis. Rev. ed. SSSA, Madison, Wl.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keren, R. 1996. Boron. pp. 603-626. *In* D.L. Spark (ed.) Methods of Soil Analysis Part 3-Chemical Methods. SSSA, Madison. USA.

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

Lark, R.M. 1997. An empirical method for describing the joint effects of environmental and other variables on crop yield. Ann. Appl. Biol. 131 : 141-159.

Marchal, J. 1972. Premieres analyses foliaires du mangostanier. Fruits. 27 : 361-362.

Menzel, C.M., M.L. Caseldine, G.F. Haydon and D.R. Simpson. 1987. The Effect of Leaf Age on Nutrients Composition of Non – Fruiting Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). J. Hort. Sci. 62 : 273-279.

Obreza, T.A. 1993. Program Fertilization for Establishmeny of Orange Trees. J. Prod. Agric. 6 : 546-5552.

Peryae, F.J. 1994. Boron nutrition in deciiduous tree fruit. p. 95-107. *In* A.B. peterson and R.G. Stevens (ed.) Tree fruit Nutrition. Good Fruit Grower, Yakima, Washington.

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

Poovarodom, S., P. Kanyawongha, P. Lertrat, and N. Boonplang, 2002. Leaf age and position on mineral composition of mangosteen leaves. Transaction of the 17th World Congress of Soil Science, 14-21 August 2002, Bangkok, Thailand.

Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1986. Plant Analysis : An Interpretation Manual. Inkata Press, Victoria, Australia.

Righetti, T.L., K.L. Wilder and G.A. Cumminngs. 1990. Plant analysis as an aid in fertilizing orchards. p. 563-601. R.L. Westerman (eds.) Soil Testing and Plant Analysis, 3rd ed. SSSA, Madison, Wl.

Rodriguez, O., E. Rojas and M.E. Sumner. 1997. Valencia orange DRIS norm for Venezuela. Commun. *In* Soil Sci. Plant Anal. 28 : 1461-1468.

Sanchez – Alonso, F. and Lachica, M. 1987. Seasonal trend in the mineral content of Sweet cherry leaves. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 18 : 17-29.

Sanz, M. 1999. Evaluation and interpretation of DRIS system during growing season of the peach tree : comparison with DOP method. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 30 : 1025-1036.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวเนาวรัตน์ โฉมสันเทียะ
วัน เดือน ปีเกิด	6 กันยายน 2521 ที่จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	2542 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้