ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด

Seasonal Variation of Nutrient Concentrations in Mangosteen Leaves

โดย

นาย มานพ หนุนทรัพย์

(รศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

(อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ ..10..เดือน ...พ.ค.... พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด

Seasonal Variation of Nutrient Concentration in mangosteen Leaves

โดย

นาย มานพ หนุนทรัพย์

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2543

ลง.
2443
เลขหมู่ 2543
เลขทะเบียน 40023
วัน, เดือน, ปี 24 ก.ค. 2544

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพระเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษา ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ และกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาตลอดจนช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ทำให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง และ คุณนารี พันธุ์จินดาวรรณ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ รวมทั้ง คุณทองม้วน สุนทรา และ คุณสมจิตร มั่งนาค ที่ช่วยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบคุณ คุณวริษาฐา จันทร์ชูวงศ์ ที่ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ของข้าพเจ้าที่คอยให้กำลังใจ ที่สำคัญยิ่งทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

นายมานพ หนุนทรัพย์

28 เมษายน 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

มังคุดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่นิยมปลูกกันมากในแถบภาคใต้และภาคตะวันออกแต่เกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจในการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้อง จึงได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด ในสวนมังคุดที่มีการเจริญเติบโตปานกลาง ที่ตำบลพลับพลา อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี โดยเก็บตัวอย่างดินและใบจากมังคุด 8 ต้น เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20, 20-40 และ 40-60 ซม.สำหรับตัวอย่างใบ เก็บใบที่ 1และ 2 จากยอด ที่แตกออกมาใหม่ในเดือนกันยายน 2543 ในเดือนแรกของการเก็บตัวอย่าง ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของธาตุอาหารในใบที่เก็บจากทิศทั้ง 4 (เหนือ ใต้ ออก ตก) ส่วนเดือนต่อไปเก็บตัวอย่างใบจากทิศใดทิศหนึ่งมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง นำใบที่ได้มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn ผลการทดลองปรากฏว่า

ดินที่ใช้ปลูกมังคุดมี 8 ต้น มีเนื้อดินประเภท LOAMY SAND เป็นส่วยใหญ่ ดินมี pH เป็นกรดจัด มีค่า EC ต่ำมาก จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินพบว่ามี OM , CEC และ Availibility K ต่ำ แต่มี Availibility P ในดินชั้นบนสูง ดินมีปริมาณ Ca , Mg , Mn , Cu , Zn , ต่ำ แต่มี Fe สูง

ปริมาณธาตุอาหารของแต่ละทิศปริมาณธาตุ N , P , K , Ca , Mn , Cu และ Zn ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณธาตุ Mg และ Fe มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันน้อยมาก จนอาจกล่าวได้ว่าทิศไม่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหาร โดยในใบที่ 1 มีปริมาณความเข้มข้นของธาตุ N , P , K , Mg , Ca สูงกว่าใบที่ 2 แต่ในใบที่ 2 มีความเข้มข้นของธาตุอาหาร Fe , Cu , Mn , Cu , Zn สูงกว่าในใบที่ 1 จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารเป็นเวลา 5 เดือน พบว่าปริมาณ N , Ca ,Fe , Mn , Zn มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนปริมาณ P ,Mg ค่อนข้างคงที่ และ Cu มีแนวโน้มสูงขึ้นในเดือนที่ 4 และลดลงในเดือนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
- มังคุด	3
- คุณสมบัติของดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออก	3
- การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	7
- การใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์พืช	11
- การวิเคราะห์พืชและวิธีการอื่นที่ใช้ประเมินสถานะของธาตุอาหาร	13
- กลไกที่ควบคุมความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช	13
- ความเข้มข้นวิกฤตของธาตุอาหารพืช	17
- ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช	18
- รูปของธาตุอาหาร	21
วิธีการทดลอง	22
ผลการทดลอง	25
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	46
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงค่าวิเคราะห์ทางกายภาพของดิน	25
ตารางที่ 2	แสดงค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดิน	30
ตารางที่ 3	แสดงค่าการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	29
ตารางที่ 4	ความเข้มข้นของธาตุอาหารของแต่ละทิศ ในใบที่ 1 และ ใบที่ 2	36
ตารางที่ 5	ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (ตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5)	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป		หน้า
รูปที่ 1	แสดงค่า pH ของดินแต่ละระดับความลึก	31
รูปที่ 2	แสดงค่า EC ของดินแต่ละระดับความลึก	31
รูปที่ 3	แสดงค่า %OM ของดินแต่ละระดับความลึก	31
รูปที่ 4	แสดงค่า CEC ของดินแต่ละระดับความลึก	32
รูปที่ 5	แสดงค่า Available P (ppm) ของดินแต่ละระดับความลึก	32
รูปที่ 6	แสดงค่า Available K (ppm) ของดินแต่ละระดับความลึก	32
รูปที่ 7	แสดงค่า Ca (ppm) ของดินแต่ละระดับความลึก	33
รูปที่ 8	แสดงค่า Mg (ppm) ของดินแต่ละระดับความลึก	33
รูปที่ 9	แสดงค่า Fe (ppm) ของดินแต่ละระดับความลึก	33
รูปที่ 10	แสดงค่า Mn (ppm) ของดินแต่ละระดับความลึก	34
รูปที่ 11	แสดงค่า Cu (ppm) ของดินแต่ละระดับความลึก	34
รูปที่ 12	แสดงค่า Zn (ppm) ของดินแต่ละระดับความลึก	34
รูปที่ 13	ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (Macronutrient) ของแต่ละทิศ ในใบที่ 1	37
รูปที่ 14	ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (Micronutrient) ของแต่ละทิศ ในใบที่ 1	37
รูปที่ 15	ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (Macronutrient) ของแต่ละทิศ ในใบที่ 2	38
รูปที่ 16	ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (Micronutrient) ของแต่ละทิศ ในใบที่ 2	38
รูปที่ 17	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ %N	43
รูปที่ 18	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ %P	43
รูปที่ 19	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ %K	43
รูปที่ 20	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ %Ca	44
รูปที่ 21	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ %Mg	44
รูปที่ 22	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Fe (ppm)	44
รูปที่ 23	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Mn (ppm)	45
รูปที่ 24	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Cu (ppm)	45
รูปที่ 25	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Zn (ppm)	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

มังคุดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง ที่ทำรายได้ให้แก่เกษตรกรและประเทศเป็นอย่างมาก มีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในแถบภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยมังคุดให้ผลผลิตสูงสุดเมื่ออายุ 13-20 ปี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 949 กก./ไร่ (ธวัชชัย, 2542) แต่ในปัจจุบัน เกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจ และขาดข้อมูลในการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องตรงตามความต้องการของมังคุด จึงทำให้ผลผลิตที่ได้ยังไม่ดีเท่าที่ควร การปลูกมังคุดให้ได้ผลดีและมีคุณภาพนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่สมดุล และเหมาะสม ซึ่งการที่มังคุดจะได้รับปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมนั้น การวิเคราะห์ดิน และการวิเคราะห์พืช จะมีส่วนช่วยอย่างมาก แต่ในปัจจุบันยังขาดข้อมูลเหล่านี้อยู่มาก เนื่องจากมังคุดมีความต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและฤดูกาล มังคุดอาจต้องการธาตุอาหารบางชนิดน้อยหรือมากกว่าปกติ หากมังคุดได้รับธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสมในช่วงอายุหรือฤดูกาลที่กำลังให้ผลผลิต อาจทำให้มังคุดเจริญเติบโตไม่เต็มที่ หรืออาจส่งผลถึงผลผลิตที่จะได้รับ มังคุดอาจไม่ติดผลหรือผลผลิตไม่ได้คุณภาพตามความต้องการของตลาด หากเกษตรกรได้รู้ถึงความต้องการธาตุอาหารของมังคุดที่ถูกต้อง ว่ามังคุดมีความต้องการธาตุอาหารบางชนิดใดบ้าง มากหรือน้อยอย่างไร จะทำให้เกษตรกรทราบว่า ควรจะมีการจัดการเกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยอย่างไร ทางผู้จัดทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการศึกษาข้อมูลระดับสูงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้ปลูกมังคุด
2. เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของทิศที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

มังคุด

มังคุดเป็นไม้ยืนต้น ต้นเมื่อโตเต็มที่สูง 10-25 เมตร เป็นพืชที่ไม่มีดอกเพศผู้ เมล็ดภายในผลที่มี เกิดขึ้นโดยไม่มีการผสมพันธุ์จากเกสรตัวผู้ จึงไม่มีการกลายพันธุ์เกิดขึ้นจากการเพาะเมล็ดตามหลักแล้วมังคุดทั้งโลกจึงมีพันธุ์เดียว ความแตกต่างที่เห็นโดยทั่วไปน่าจะเป็นผลมาจากสิ่งแวดล้อม ในประเทศไทยมังคุดมีระยะเวลาจากวันปลูกถึงติดผล 7 ปี อายุ 13-20 ปี เป็นช่วงที่ให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 949 กก./ไร่ (ปลูก 16 ต้น/ไร่) ระยะตั้งแต่ออกดอกถึงผลสุก 110 วัน ภาคตะวันออกเก็บเกี่ยวผลช่วงเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม ภาคใต้เกี่ยวผลช่วงเดือน สิงหาคม-ตุลาคม ผลมีลักษณะทรงกลมแป้นเล็กน้อย ด้านก้นผลเรียบ มียอดเกสรเพศเมียขนาดเล็กเป็นแฉกๆ ติดอยู่ ซึ่งบ่งบอกถึงจำนวนกลีบด้านใน ด้านขั้วผลมน มีกลีบรองดอกจำนวน 4 กลีบขนาดใหญ่หนา ผิวเปลือกเรียบ เมื่อแรกสุกจะมีริ้วสีแดงคล้ายเส้นเลือด ขณะสุกเต็มที่จะมีสีม่วงดำทั้งผล เมื่อกดดูจะอ่อนนุ่ม เปลือกหนาปานกลาง เนื้อในของเปลือกมีสีม่วงแดง เนื้อผลมีลักษณะเป็นกลีบประมาณ 4-7 กลีบ/ผล สีขาว ละเอียด ฉ่ำน้ำ ติดเมล็ด มีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว บางกลีบมีหรือไม่มีเมล็ดก็ได้ เมล็ดมีขนาดรูปร่างกลมแบน งอกเป็นต้นอ่อนได้หลายต้น มีผู้สังเกตว่าอาจแยกมังคุดในประเทศไทยออกเป็น 2 พวก คือมังคุดเมืองนนท์ และมังคุดปักษ์ใต้ มังคุดเมืองนนท์ใบมีลักษณะเรียว ผลเล็ก ขั้วผลเล็กและยาว เปลือกบาง กลีบที่ปลายขั้วมีสีแดง ผลสุกมีสีม่วงดำ ขณะที่มังคุดของปักษ์ใต้ ใบมีลักษณะอ้วนป้อม ผลใหญ่ ขั้วผลสั้น เปลือกหนา กลีบที่ปลายขั้วสีเขียวเข้ม ผลสุกมีสีแดงอมชมพู และผลจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงได้ช้ากว่า มังคุดเมืองนนท์ (ธวัชชัย, 2542)

คุณสมบัติของดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออก

สภาพภูมิอากาศในภาคตะวันออกแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน ได้แก่ บริเวณทางด้านตะวันออกของจังหวัดระยอง ชลบุรี ฉะเชิงเทรา และ ปราจีนบุรี มีช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งแตกต่างกันอย่าชัดเจน ดังนั้น พื้นที่บริเวณนี้จึงมีการปลูกพืชไร่เป็นพืชเศรษฐกิจ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง และ สับปะรด ภูมิอากาศอีกชนิดหนึ่งคือภูมิอากาศแบบมรสุมในเขตร้อน ได้แก่ บริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด มีปริมาณฝนตกมากและมีช่วงแห้งแล้งสั้น ฉะนั้น พืชพรรณป่าไม้จึงขึ้นหนาทึบในส่วนนี้ของภาค เป็นพื้นที่ซึ่งเหมาะแก่การปลูกไม้ผลหลายชนิด เช่น ทุเรียน มังคุด เงาะ ลองกอง และเหมาะแก่การปลูกยางพาราอีกด้วย

ทรัพยากรดินในภาคตะวันออก มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก ทั้งในด้านภูมิอากาศดิน (soil climate) วัตถุกำเนิดดิน และพืชพรรณที่ปกคลุม (Vegetative covers) เนื่องจากสภาพภูมิอากาศในภาคนี้ บางพื้นที่มีลักษณะเหมือนกับภาคใต้ เช่น แถบจังหวัดจันทบุรี และ ตราด บางพื้นที่เหมือนกับภาคกลาง เช่น จังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรี สำหรับจังปราจีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะภูมิอากาศและดินจึงมีส่วนคล้ายคลึงกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วย

ลักษณะทางธรณีสัณฐานและวัตถุต้นกำเนิดของดินในภาคตะวันออก ประกอบด้วยธรณีสันฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอน (landforms developed form transported materials) ธรณีสัณฐานที่เหลือจากการกัดกร่อน (erosion surface) ธรณีสัณฐานที่เกิดจากหินเหลวเย็นตัว (lava plateaux) และธรณีสัณฐานที่เป็นภูเขา ถึงแม้ภาคตะวันออกจะมีพื้นที่น้อยกว่าภาคอื่นๆ ของประเทศก็ตาม แต่ทรัพยากรดินในภาคนี้นับว่ามีบทบาทสำคัญทั้งในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยวเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในด้านเกษตรกรรม มีความจำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรดินเป็นปัจจัยพื้นฐานในการผลิต การใช้ทรัพยากรดินในภาคนี้มีแนวโน้มที่จะใช้ในลักษณะที่มีความเข้มข้นยิ่งขึ้น (intensive use) เพราะภาคตะวันออกมีภูมิอากาศที่เหมาะสมในการปลูกพืชไร่และไม้ผลหลายชนิด การขยายพื้นที่เพาะปลูก จำเป็นต้องมีการศึกษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการผลิตพืชให้มีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางในการใช้ปุ๋ยให้เหมาะกับความต้องการของพืชและเกิดประโยชน์สูงสุด

จำแนกความเหมะสมของดินสำหรับไม้ผลตามหลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน , 2523 และสุวณี ,2534) สามารถจัดชั้นความเหมาะสมของดินได้ 3 ชั้น คือ

1. ชั้นที่ 1 ดินที่มีความเหมาะสม ดินที่อยู่ในชั้นนี้จัดว่ามีความเหมาะสมในการปลูกไม้ผลได้โดย ไม่มีข้อจำกัดในการใช้ดิน อย่างไรก็ตาม ในการปลูกไม้ผลจำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนหรือแหล่งน้ำธรรมชาติประกอบกันไปด้วย
2. ชั้นที่ 2 ดินที่ไม่ค่อยเหมาะสม ดินที่อยู่ในชั้นนี้ไม่ค่อยเหมาะสมในการปลูกไม้ผล เนื่องจากมีข้อจำกัดบางประการในการใช้ดิน เช่น มีชั้นดินดาน ก้อนกรวด ลูกรัง หรือเศษหินในระดับความลึก 50-100 เซนติเมตร หรือมีปัญหาน้ำท่วมเป็นบางครั้งในรอบ 20 ปี
3. ชั้นที่ 3 ดินที่ไม่เหมาะสม ดินที่อยู่ในชั้นนี้จัดว้าไม่เหมาะสมในการปลูกไม้ผล เนื่องจากมีข้อจำกัดในการใช้ที่ดิน เช่น มีชั้นดินดาน ก้อนกรวด ลูกรัง หรือเศษหิน ในระดับที่ตื้นกว่า 50 เซนติเมตร การระบายน้ำเลว หรือสภาพภูมิประเทศมีความลาดชันมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีปัญหาน้ำท่วมขังใน ฤดูเพาะปลูก หรือมีการชะล้างพังทะลายของดินสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเนื้อดิน

เนื้อดินหมายถึงอัตราส่วนสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคดินเหนียว (clay particle) อนุภาคดินทรายแป้ง (silt particle) และอนุภาคดินทราย (sand particle) เนื้อดินเป็นตัวการในการแลกเปลี่ยนประจุบวกหรือเป็นตัวดูดซับแร่ธาตุอาหารพืช ดินที่มีเปอร์เซนต์ของอนุภาคดินเหนียวสูงจะมี ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) และความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-ด่าง (buffering capacity) สูงกว่าดินที่มีเปอร์เซนต์ของอนุภาคที่มีดินเหนียวต่ำ ดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออกส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) และดินร่วนเหนียว (clay loam) ลักษณะเนื้อดินนี้จะแตกต่างกันตามลักษณะทางภูมศาสตร์และวัตถุต้นกำเนิดดิน ในบริเวณที่ฝนตกมากและดินไม่แห้งเป็นระยะเวลานานในช่วงฤดูแล้ง ดินที่เกิดจากหินดินดาน หินแกรนิต ลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย สภาพการระบายน้ำปานกลางถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ เช่น ชุดดินตราด คลองชาก ห้วยโป่ง ดินที่เกิดจากการ สลายตัวของหินบะซอลล์บนธารหินเหลวที่เย็นตัวลง (lava Plateaux) ในจังหวัดจันทบุรี และตราด สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลแดง เนื้อดินลึกมาก ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ เช่นชุดดินท่าใหม่ หนองบอน ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีปฏิกิริยาเป็นด่างเช่นหินปูน ลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวสีแดงหรือ น้ำตาลปนแดง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เช่นชุดดินโป่งน้ำร้อน ดินที่เกิดจากตะกอนน้ำเค็มและน้ำกร่อยที่ถูกพัดพามา ทับถมในบริเวณที่ราบลุ่มซึ่งน้ำทะเลเคยท่วมถึง ลักษณะดินจะเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง ใช้ประโยชน์ในการทำนาเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็มีไม่น้อยที่เกษตรกรใช้ปลูกไม้ผล เช่นมะม่วง ดินในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินมะขาม รังสิต องครักษ์

ปฏิกิริยาดิน

ปฏิกิริยาดินหรือความเป็นกรด-ด่างของดิน เป็นสมบัติทางเคมีที่บ่งชี้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ตลอดจนความเหมาะสมในการใช้ที่ดินดังกล่าวปลูกพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตตามต้องการ ดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดสูงพืชจะไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร เนื่องจากความเป็นกรดจะทำให้สภาพทางเคมีและชีวภาพของดินเปลี่ยนไปในทางที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ดินที่เป็นกรดจัด ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากนัก เพราะจุลินทรีย์ดินที่ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปไนโตรเจนให้เป็นไนเตรทไม่สามารถทำหน้าที่ได้ และความเป็นกรดของดินจะทำให้ฟอสฟอรัสตกตะกอนกับเหล็กและอะลูมินั่ม ในขณะเดียวกันระดับความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม ที่มีต่อพืชก็ต่ำไปด้วยและจะถูกชะล้างออกโดยดินได้ง่ายมาก จากการศึกษาปฏิกิริยาดินในภาคตะวันออกส่วนใหญ่เป็นกรดเล็กน้อยถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปานกลาง อยู่ระหว่าง 4.5-5.7 แต่ดินบางแห่งก็มีความเป็นกรดสูง จำเป็นต้องใช้ปูนในการปรับสภาพดินให้เหมาะกับพืชที่ปลูก

การนำไฟฟ้าของดิน

การนำไฟฟ้า (electrical conductivity)ของดินเป็นการวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ที่มีอยู่ในดินสามารถนำไปประเมินเกี่ยวกับความเป็นพิษของเกลือในดินที่มีต่อพืชได้ การนำไฟฟ้าของดินในภาคตะวันออกส่วนใหญ่ค่อนข้างต่ำ (ต่ำกว่า 1 mmho/cm) สามารถใช้ในการปลูกพืชได้โดยไม่มีอันตรายจากเกลือในดิน ยกเว้นในดินที่มีลักษณะเป็นดินเหนียวกรดจัด จะมีการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูงดินชนิดนี้นอกจากจะเป็นอันตรายจากเกลือในดินแล้วปฏิกิริยาของดินซึ่งเป็นกรดจัดทำให้ธาตุอาหารบางอย่างอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช และธาตุอาหารบางอย่างอาจละลายอยู่ในสารละลายดินมากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืชที่ปลูกได้

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเป็นตัวบ่งบอกถึงสถาณภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินได้เป็นอย่างดีเนื่องจากอินทรียวัตถุเป็นแหล่งสำรองของธาตุอาหารพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน และธาตุอาหารจุลธาตุต่างๆ เหล่านี้ จะถูกปลดปล่อยออกมาเมื่ออินทรียวัตถุย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดิน นอกจากนี้ อินทรีย์วัตถุยังมีบทบาทสำคัญต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน (CEC) อีกด้วย ปริมาณอินทรียวัตถุในดินภาคตะวันออกมีตั้งแต่ระดับต่ำจนถึงปานกลางและสูง (<1 ถึง >2%) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าเป็นพื้นที่เปิดใหม่ หรือมีการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยการใส่ปุ๋ยที่มีอินทรียวัตถุ อยู่สูงมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อดินอีกด้วย

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออกมีประมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้แตกต่างกันค่อนข้างมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะดิน วัตถุต้นกำเนิดดิน ปฏิกิริยาดิน ส่วนประกอบต่างๆของดิน และประวัติการใช้ที่ดิน ในจังหวัดจันทบุรี ระยองและตราด เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีค่อนข้างมาก ทำให้มีธาตุอาหารตกค้างในดิน ค่อนข้างมาก แต่ในจังหวัดปราจีนบุรี สระแก้ว ฉะเชิงเทรา และชลบุรี เกษตรกรจะปลูกพืชไร่ มีบางรายที่ปลูกไม้ผล อย่างไรก็ตาม เกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าวมีการใช้ปุ๋ยเคมีน้อยมาก บางรายไม่มีการใช้ปุ๋ยเลย ทำให้ผลผลิตไม่สูงเท่าที่ควร และพืชเกิดอาการขาดธาตุอาหารขึ้นในบางพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

โดยปรกติดินทั่วไปจะมีโพแทสเซียมค่อนข้างสูงยกเว้นในดินทรายซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำลักษณะเนื้อดินจัดเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมจากการศึกษาคุณสมบัติของดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออกพบว่าดินส่วนใหญ่มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่เพียงพอกับความต้องการของพืช (ยกเว้นดินในกลุ่ม Low Humic glay ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมค่อนข้างต่ำ) ทั้งนี้นอกจากจะเป็นเพราะระดับโพแทสเซียมซึ่งอยู่ในดินเดิมมีระดับสูงแล้ว เกษตรกรที่ปลูกไม้ผลส่วนใหญ่ยังมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลผลิตอีกด้วย

ปริมาณธาตุอาหารรองในดิน

Motomura et al. (1984) รายงานว่า ดินในประเทศไทยมีแคลเซียมอยู่ในระดับเพียงพอในพื้นที่หลายแห่งซึ่งดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด เกษตรกรมีการใช้ปูนเพื่อปรับระดับ pH ของดินและลดปริมาณสารพิษบางอย่างในดินลง ในขณะเดียวกันเป็นการเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้แก่ดินด้วย Tinker (1976) พบว่าถ้ามีค่า CEC ต่ำกว่า 5 me/100 g พืชจะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยแมกนีเซียม จากการวิเคราะห์ดินพบว่าปริมาณแมกนีเซียมในดินภาคตะวันออกส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช อย่างไรก็ตาม มีข้อควรระวังว่าถ้ามีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตราสูงอาจทำให้ขาดโพแทสเซียมได้ เนื่องจากโพแทสเซียม มีส่วนยับยั้งการดูดธาตุแมกนีเซียม ดังนั้น จึงควรเพิ่มแมกนีเซียมควบคู่ ไปกับการใส่ปุ๋ยโพแตชเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ปริมาณโซเดียมในดินสกัดด้วย IN NH_4OAC ส่วนใหญ่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง แต่เนื่องจากปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินมีอยู่สูง จึงไม่น่าเกรงอันตรายที่จะเกิดจากโซเดียม

การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พืชที่ปลูกเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูง ดินแต่ละชนิดมีธาตุอาหารอยู่ในปริมาณที่ไม่เท่ากันและพืชแต่ละชนิดก็มีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นการที่จะใส่ปุ๋ยหรือธาตุอาหารพืชลงไปในดินเพื่อให้มีปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของพืชแต่ละชนิดจึงทำได้ยาก เพราะเป็นการยากที่จะคาดคะเนว่าพืชชนดิที่ปลูกอยู่ในดินชนิดหนึ่งได้รับธาตุอาหารทุกชนดิสมบูรณ์หรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอจะเพิ่มเติมธาตุอาหารชนิดใดลงไป ในปริมาณเท่าไร การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งจะให้คำตอบที่เกี่ยวกับชนิดและปริมาณของธาตุอาหารพืชที่ควรใส่ลงไปเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของพืช อย่างไรก็ตามการเพิ่มเติมธาตุอาหารพืชในรูปของปุ๋ยนั้นต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนึงถึงกำไร ขาดทุน และสภาพของเกษตรกรด้วย วิธีการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่นิยมปฏิบัติกันโดยทั่วไปมีดังนี้

1. สังเกตอาการผิดปกติของพืช

เป็นการสังเกตอาการผิดปกติต่างๆ ที่พืชแสดงออกมาเนื่องจากได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ หรือสังเกตจากผลผลิตพืช โดยเปรียบเทียบกับผลผลิตที่เคยได้รับหรือกับผลผลิตของแปลงข้างเคียง จากการสังเกตเหล่านี้ ถ้าผู้สังเกตมีความชำนาญพอก็อาจบอกได้ว่าพืชขาดธาตุอาหารชนิดใดและควรแก้ไขอย่างไร

วิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกไม่ต้องใช้เครื่องมือใดๆ ไม่เสียค่าใช้จ่ายมากและเป็นวิธีการที่สามารถบอกผลได้รวดเร็ว แต่วิธีนี้จะใช้ได้ผลดีก็ต่อเมื่อผู้สังเกตมีความชำนาญและมักจะสังเกตได้เมื่อพืชขาดธาตุอาหารอย่างรุนแรงแล้ว ทำให้แก้ไขไม่ทันในในฤดูปลูกนั้น นอกจากนี้แล้ววิธีนี้ไม่สามารถบอกปริมาณธาตุอาหารที่จะใส่ลงไปเพิ่มเติมในรูปของปุ๋ยได้ นอกจากนี้ผู้สังเกตต้องมีประสบการณ์สูงจึงสามารถคาดคะเนได้

2. การทำแปลงทดสอบปลูกพืช

วิธีนี้เป็นวิธีที่แม่นยำที่สุด แต่เสียเวลาและสิ้นเปลืองมากที่สุด วิธีการก็คือเลือกพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของบริเวณที่ทำการศึกษา แล้วแบ่งพื้นที่ที่เลือกไว้เป็นแปลงเล็กๆ ซึ่งเรียกกันว่าแปลงย่อย และใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆลงไปในแปลงย่อยเหล่านี้ รูปร่างแปลงย่อยควรเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและขนาดไม่ต่ำกว่า 40 ตารางเมตร สำหรับพืชไร่ ส่วนไม่ยืนต้นอย่างน้อยควรจะประกอบไปด้วย 4-6 ต้นต่อแปลงย่อย การใช้ปุ๋ยที่ต้องปฏิบัติในแต่ละแปลงย่อยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

การประเมินระดับความอุดมสมบูรณของดิน โดยการทดสอบปลูกพืชนี้เป็นวิธีที่เหมาะสำหรับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมนำไปปฏิบัติเพื่อหาข้อมูลในเรื่องนี้ในพื้นที่ที่ตัวเองรับผิดชอบอยู่

3. การทดลองปลูกพืชในกระถาง

เป็นวิธีที่คล้ายกับการทำแปลงทดสอบปลูกพืช แต่เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายจึงนำดินที่จะศึกษามาทำการทดลองปลูกพืชในกระถางแทน อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการทดลองในกระถางนี้จะนำไปใช้ทันทีไม่ได้ จะต้องมีการเปรียบเทียบผลที่ได้จาการปลูกในกระถางกับการปลูกในไร่นาเสียก่อน ทั้งนี้เพราะการปลูกพืชในกระถางนั้น สิ่งแวดล้อมต่างๆมีความแตกต่างกับการปลูกพืชในไร่นาจริงๆเป็นอย่างมาก วิธีการนี้ในประเทศไทยมีการปฏิบัติกันไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีทำแปลงทดสอบปลูกพืช

4. การวิเคราะห์ดิน

การวิเคราะห์ดินนั้นมาจากแนวความคิดที่ว่าพืชดูดธาตุอาหารขึ้นไปจากดิน ดังนั้นถ้าสามารถหาสารละลายเคมีสกัดธาตุอาหารออกจากดินได้เท่าๆกับ หรือเป็นสัดส่วนกับปริมาตรทราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชดูดขึ้นไปก็จะทำให้ทราบถึงระดับความอุดมสมบูรณของดินได้โดยง่ายวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกันทั่วโลก ทำให้เกิดวิธีการและรายละเอียดปลีกย่อยแตกต่างกันออกไปมากมาย

บทบาทของธาตุอาหารในดิน

ไนโตรเจน เมื่อไนโตรเจนในดินมีอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินจะส่งผลต่อพืชดังต่อไปนี้คือ จะช่วยให้พืชเจริญเติบโตและมีความแข็งแร่ง ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น ทำให้ใบมีสีเขียว ส่งเสริมคุณภาพของพืชโดยเฉพาะพืชสวนครัวที่ใช้ใบ ลำต้น และหัวเป็นอาหาร ส่งเสริมให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต เพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ เช่น ข้าวหรือหญ้าอาหารสัตว์ ควบคุมการออกดอกออกผลของพืชและช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นโดยเฉพาะพืชที่ให้ผลและเมล็ด

ฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างเสริมการเจริญเติบโต ความแข็งแรงของพืช ทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและรากตลอดจนการออกดอกออกผล ถ้าพืชได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการไม่ว่าในช่วงใดของชีพจักรของพืช ย่อมมีผลทำให้กระบวนการเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโตของพืชผิดปกติ ซึ่งอาจมีผลมากพอที่จะทำให้เกิดอาการผิดปกติของพืชออกมาให้เห็นได้ในบางกรณีแต่ทั้งนี้และทั้งนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรงและความยาวนานของความขาดแคลน ชนิดของพืช และช่วงอายุขัยของพืช ในกรณีที่พืชขาดฟอสฟอรัสอย่างรุนแรงโดยทั่วไปจะแสดงลักษณะอาการผิดปกติดังนี้คือ พืชมีการเจริญเติบโตที่จำกัด ต้นเล็กผอมเกร็น ไม้เถาอาจพบลำต้นบิดเป็นเกลียว เนื้อไม้แข็งเปราะง่าย ใบเล็กผิดปกติ สีของใบล่างมักมีสีเหลืองอมสีอื่น สีของใบบนๆใกล้ยอดกับสีของใบล่างต่างกันชัดเจน ออกดอกช้ากว่าปกติ ดอกอาจเล็กและเปอร์เซ็นต์ของดอกที่ติดผลต่ำกว่าปกติ พืชแก่ช้า รากผอม บาง สั้นและมีจำนวนจำกัด

โพแทสเซียม ในพืชที่ขาดโพแทสเซียมจะมีปริมาณแป้งที่ต่ำกว่าปกติ การเคลื่อนย้ายน้ำตาลในอ้อยหยุดชะงัก ในพืชหัวต้องการโพแทสเซียมในปริมาณที่มากกว่าพืชที่ให้โปรตีน การเจริญของรากของพืชหัวจะลดลงมากถ้ามีโพแทสเซียมจำกัด เมื่อเทียบกับการเจริญของใบ โรคต่างที่เกิดกับพืชหลายชนิดจะลดลงถ้าดินมีโพแทสเซียมที่พอเหมาะเพราะโพแทสเซียมจะทำให้ผนังเซลล์ของพืชหนาและมั่งคง ยากต่อการเข้าทำลายของโรคนอกจากนี้โพแทสเซียมยังเป็นตัวเร่งให้เซลล์พืชทำงานได้ดีขึ้น และในผักและผลไม้การขาดโพแทสเซียมจะทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตของพืชต่ำลงซึ่งรวมถึง สี ขนาด ความเป็นกรด และคุณภาพของการเก็บรักษาเช่น ผลไม้จะสีสันไม่สวยงามและมีเนื้อไม่น่ารับประทาน เป็นต้น

แคลเซียม พืชที่ขาดธาตุแคลเซียมจะแสดงอาการในส่วนที่กำลังเจริญเติบโตคือ ที่ใบอ่อนส่วนที่อยู่ใกล้ๆกับยอดและที่ปลายราก เพราะแคลเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ไม้ได้โดยปกติใบอ่อนจะบิดเปี้ยว และปลายใบจะงอกลับเข้ามายังลำต้น ขอบใบม้วนลงข้างล่าง ตามขอบใบจะขาดเป็นริ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหยักไม่รอบ ต่อไปขอบใบจะแห้งขาวหรือมีสีน้ำตาลหรือเป็นจุดสีน้ำตาลตามขอบใบต่อไปยอดอ่อนก็จะตาย ระบบรากไม่เจริญเท่าที่ควร รากสั้น ไม่มีเส้นใย

แมกนีเซียม พืชแต่ละชนิดเมื่อขาดแมกนีเซียมจะมีลักกษณะอาการแตกต่างกันออกไปเฉพาะพืช อย่างไรก็ตามลักษณะทั่วไปของพืชที่ขาดแมกนีเซียมมักจะแสดงออกที่ใบล่างทั้งนี้เพราะว่าแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ภายในพืช เมื่อพืชขาดแมกนีเซียมจะแสดงออกดังต่อไปนี้คือ ใบล่างจะมีสีเหลืองแต่เส้นใบยังคงมีสีเขียวอยู่ ต่อไปจะเปลี่ยนเป็นสีขาวและสีน้ำตาลและตายในที่สุด อาจจะมีจุดขาวกระจายทั่วใบแก่ และใบเปราะหักง่าย

เหล็ก ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสงและหายใจ หากขาดใบอ่อนมีสีขาวซีดในขณะที่ใบแก่ยังเขียวสด

แมงกานีส ช่วยในการสังเคราะห์แสงและการทำงานของเอนไซม์บางชนิด หากขาด ใบอ่อนมีสีเหลืองในขณะที่เส้นใบมีมีเขียวต่อมาที่มีอาการดังกล่าวจะเหี่ยวแล้วร่วงหล่น

ทองแดง ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การหายใจ การใช้โปรตีนและแป้ง กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด หากขาดนี้ ตายอดจะชะงักการเจริญเติบโตและกลายเป็นสีดำ ใบอ่อนเหลือง พืชทั้งต้นจะชะงักการเจริญเติบโต

สังกะสี ช่วยในการสังเคราะห์ออกซิน (ฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่ง) คลอโรฟิลล์ และแป้ง หากขาด ใบอ่อนจะมีสีเหลืองซีด และปรากฏสีขาวๆประปรายตามแผ่นใบ โดยเส้นใบยังเขียวรากสั้นไม่เจริญตามปกติ

ขั้นตอนการใช้การวิเคราะห์ดินเพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน มี 4 ขั้นตอน

1. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ ขั้นตอนนี้นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดเพราะจากการศึกษาพบว่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์ดินนั้น 90 % มาจากการเก็บตัวอย่างดินไม่ดีหรือไม่ถูกต้อง ผลการวิเคราะห์ที่ได้รับจากการเก็บตัวอย่างดินที่ไม่ถูกต้องนั้นก็จะไมมีประโยชน์ ไม่สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นการเก็บตัวอย่างดินควรจะได้ศึกษาวิธีการเก็บให้เข้าใจเสียก่อนเพื่อความถูกต้องของผลการทดลอง
2. การสกัดและการการวิเคราะห์ เป็นการนำเอาตัวอย่างดินมาสกัดธาตุอาหารโดยใช้สารละลายเคมีชนิดต่างๆ ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดธาตุอาหารที่ต้องการวิเคราะห์และวิธีการของแต่ละหน่วยงานจากนั้นก็นำเอาสารละลายที่สกัดธาตุอาหารนั้นออกมาไปวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณที่มีอยู่มนดิน
3. การหาความสัมพันธ์และการแปรความหมายค่าที่วิเคราะห์ได้ ค่าวิเคราะห์ที่ได้นั้นเป็นตัวเลขที่ไม่มีความหมาย ถ้าไม่มีการแปรความหมายเสียก่อนว่าค่าที่ได้นั้นมีความหมายว่าอย่างไรการที่จะแปรความหมายได้นั้น จะต้องมีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ได้กับปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดขึ้นไปใช้จริงๆเสียก่อนหรืออาจหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้กับปริมาณผลผลิตของพืชก็ได้ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด จากนั้นก็ให้ความหมายค่าวิเคราะห์โดยจะบอกให้ทราบว่าดินนั้นมีความอุดมสมบูรณ์สูง ปานกลาง หรือต่ำ

4. การแนะนำการใช้ปุ๋ย ค่าวิเคราะห์ดินที่ได้จะนำมาพิจารณาในคำแนะนำการใช้ปุ๋ยโดยใช้ผลการค้นคว้าวิจัยทดสอบปลูกพืชในไร่นามาประกอบก็จะทำให้ทราบว่าควรใส่ปุ๋ยชนิดใด ปริมาณเท่าไร สำหรับประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านการเกษตร เมื่อมีการวิเคราะห์ดินและทราบระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินแล้วจะสามารถบอกได้ทันทีว่าควรจะใส่ปุ๋ยชนิดใด ปริมาณเท่าไร แต่สำหรับประเทศไทยข้อมูลทางด้านนี้ยังไม่สมบูรณ์ยังต้องมีการศึกษาอีกมาก

5. การวิเคราะห์พืช

การใช้การวิเคราะห์พืชเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบความผิดปรกติของพืชนั้นมีมานานตั้งแต่ ค.ศ. 1800 เป็นต้นมา นักเคมีซึ่งทำการวิเคราะห์เถ้าของพืชทราบดีถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต พืชกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช ความก้าวหน้าของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบันทำให้ค่าวิเคราะห์พืชมีความถูกต้องแน่นอนยิ่งขึ้นและทำให้วิธีง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่น atomic absorption spectroscopy สามารถวิเคราะห์หาความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารบางชนิดได้อย่างรวดเร็ว ในระยะต่อมาก็ได้มีการพัฒนาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ที่สามารถวิเคราะห์ธาตุอาหารได้ครั้งละหลาย ๆ ธาตุ เครื่องมือดังกล่าวได้แก่ spark emmission spectrometers, X-ray spectrometers และ inductively coupled plasma (ICP) emission spectrometers ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์พืชด้วยเครื่องมือดังกล่าวมีคุณค่าอย่างยิ่งต่อการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ที่ได้

การใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์พืช

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์พืชแต่เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ ต้องอาศัยข้อมูลอื่น ๆ ประกอบด้วย ผลการวิเคราะห์นำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้ คือ

- ตรวจสอบการขาดแคลนธาตุอาหาร ความเป็นพิษและความไม่สมดุลของธาตุอาหาร
- คาดคะเนชนิดของธาตุอาหารที่จะขาดในฤดูปลูกต่อไป
- เป็นแนวทางประกอบการแนะนำการใช้ปุ๋ย
- ติดตาม ตรวจสอบ ประสิทธิภาพของปุ๋ยที่ใช้
- ประเมินปริมาณธาตุอาหารสำคัญๆ ที่สูญเสียไปกับส่วนของพืชที่ถูกนำออกไปจากแปลงเพื่อประโยชน์ในการใส่ทดแทนซึ่งจะทำให้ดินยังคงมีความอุดมสมบูรณ์เช่นเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประเมินสถานะภาพของธาตุอาหารในท้องที่หรือตามชนิดของดินได้
- คาดคะเนผลผลิต
- ประเมินคุณค่าทางอาหารของผลผลิตพืช

การที่จะใช้ค่าวิเคราะห์พืชได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นที่จะต้องจำแนกชนิดของข้อมูลทางเคมีที่ต้องการและความแน่นอนของค่าวิเคราะห์ มีข้อมูลที่จำเป็นบางประการที่การวิเคราะห์พืชแต่เพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะให้คำตอบได้เช่นกัน

1. ปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินจำนวนเท่าใดจึงจะเพียงพอต่อการแก้ไขการขาดแคลนธาตุอาหารบางชนิดได้

โดยปกติแล้ว ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทางดินจะเป็นปัจจัยส่วนใหญ่ที่กำหนดปริมาณปุ๋ยที่ใช้ ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ แร่ดินเหนียว เนื้อดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์และที่ถูกดูดซับอยู่ในดิน เป็นต้น ดังนั้นถ้าพบว่าในบริเวณนั้นขาดแคลนธาตุอาหาร การวิเคราะห์ การทำแปลงทดสอบปุ๋ย และการตอบสนองต่อปุ๋ยจากประสบการณ์ที่ผ่านมาจะช่วยให้แนะนำปุ๋ยได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องใช้ค่าวิเคราะห์พืชแต่เพียงอย่างเดียว การวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ของพืชหลังการใส่ปุ๋ยไปแล้วสามารถที่จะใช้เป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการประเมินปริมาณปุ๋ยที่จะใช้กับดินบางชนิดได้

2. การขาดแคลนธาตุอาหารเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตัวอย่างเช่นการวิเคราะห์พืชไม่สามารถที่จะบอกได้ว่าการขาดแคลนธาตุอาหารจุลภาค (micronutrients) บางชนิดเกิดขึ้นเพราะการใส่ปูนหรือความเป็นพิษของแมงกานีสเกิดขึ้นเนื่องจากดินมีน้ำขัง

3. ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่อยู่ในระดับพอดีขณะนี้จะขาดแคลนตอนปลายฤดูปลูกหรือเปล่า

การวิเคราะห์พืชบอกได้ถึงระดับหรือสถานะของธาตุอาหารในระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง ข้อมูลที่ได้รับไม่เพียงพอที่จะคาดคะเนถึงความเข้มข้นของธาตุอาหารในระยะต่อไปได้ แต่มีหลายการวิจัยที่บ่งบอกได้ว่าการวิเคราะห์พืชสามารถที่จะคาดคะเนความเข้มข้นของพืชในระยะต่าง ๆ ได้

4. พืชจะตอบสนองอย่างไรถ้าความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นพืชได้รับการปรับปรุงให้สูงขึ้น

ในทางทฤษฎีแล้ว การตอบสนองของพืชที่เกิดขึ้นเมื่อธาตุใดธาตุหนึ่งได้รับการแก้ไขนั้น สามารถที่จะคาดคะเนได้จากความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและความเข้มข้นของธาตุอาหารนั้น ความสัมพันธ์นี้มักจะใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการประเมินสถานะของธาตุอาหารในพืช ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมพันธ์ควรจะดำเนินการภายใต้สภาพแวดล้อมซึ่งพันธุกรรมของพืชและชนิดของธาตุอาหารที่ทำการวิจัยเท่านั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืช สภาพเช่นนั้นทำไม่ได้ง่ายนักในแปลงใหญ่ ๆ ในสภาพแวดล้อมของพื้นที่เพาะปลูกนั้น การตอบสนองต่อธาตุอาหารพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวแปรของพืชที่คาดคะเนจากความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับความเข้มข้นของธาตุอาหารนั้นแตกต่างออกไปจากมาตรฐานที่กำหนดไว้

การวัดการตอบสนองของพืช

การวัดการตอบสนองพืชที่เหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับการใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์พืชด้วยเช่นกัน ผลผลิตของพืชเป็นข้อมูลที่ใช้กันมากที่สุดในการวัดการตอบสนองของพืชต่อธาตุอาหาร แต่ผลผลิตก็อาจจะไม่ใช่ข้อมูลที่เหมาะสมที่สุด ตัวอย่างเช่น ไม้ผลและพืชผักซึ่งคุณภาพของผลผลิตอาจมีความสำคัญมากกว่าปริมาณผลผลิต สำหรับพืชบางชนิดปริมาณน้ำมันหรือโปรตีนในเมล็ดมีความสำคัญมากเป็นอันดับแรก ปริมาณไนโตรเจนที่พืชตระกูลถั่วตรึงไนโตรเจนได้จากอากาศอาจมีความสำคัญมากกว่าน้ำหนักของต้น การเลือกข้อมูลของพืชเพื่อวัดการตอบสนองต่อธาตุอาหารยิ่งมากขึ้นไปอีกสำหรับพืชอาหารสัตว์ในแปลงซึ่งปล่อยให้สัตว์เข้าไปกอนซึ่งผลผลิตของพืชอาจจะมีความสำคัญน้อยกว่าการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและแข็งแรงหลังจากสัตว์แทะเล็มแล้วและไม่ตายง่าย อย่างไรก็ตามจนกระทั่งถึงปัจจุบันน้ำหนักแห้งของพืชยังคงเป็นมาตรฐานที่ใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายสำหรับการใช้วัดการตอบสนองของพืชโดยการใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์พืช

การวิเคราะห์พืชและวิธีการอื่นที่ใช้ในการประเมินสถานะของธาตุอาหาร

โดยทั่วไปแล้วได้มีการเปรียบเทียบคุณค่าของการวิเคราะห์พืชกับวิธีการอื่นเสมอ วิธีการเหล่านั้นได้แก่ การวิเคราะห์ดิน การทดลองในเรือนกระจกและในไร่ การสังเกตลักษณะอาการขาดธาตุอาหาร การทดสอบโดยใช้วิธีทางชีวเคมีและทางสรีรวิทยาของพืช การประเมินหรือตรวจสอบสถานะของธาตุอาหารที่จะให้ผลเป็นที่น่าเชื่อถือที่สุดนั้น คือการประเมินที่ได้ข้อมูลจากด้านต่าง ๆ มากที่สุดสิ่งนี้เป็นความสำคัญอย่างยิ่งเมื่อข้อมูลที่ได้นั้นจะนำมาใช้เพื่อประโยชน์ในการแนะนำปุ๋ยเพื่อแก้ไขการขาดแคลนธาตุอาหารนั้น ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยทางดินที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารมีความสำคัญมากในชั้นนี้ การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์พืชให้ได้ผลดียิ่งขึ้นดูเหมือนว่าจะต้องการข้อมูลจากการวิเคราะห์ดินร่วมด้วย ทั้งนี้เนื่องจากว่าสมบัติของดินมีบทบาทอย่างสำคัญต่ออัตราการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารไปยังราก

กลไกที่ควบคุมความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช

ความเข้มข้นของธาตุอาหารเกือบทุกชนิดในพืชนั้นมีช่วงค่อนข้างจะแคบ โดยทั่วไปพืชมีความสามารถที่จะปรับอัตราการดูดธาตุอาหารจากบริเวณรากได้ตามความต้องการที่พอเหมาะกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเจริญเติบโต ดังนั้นถึงแม้ว่าบริเวณรอบ ๆ รากจะมีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงขึ้น ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืชก็ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ตัวอย่างเช่น Asher and Loneragan (1967) ทดลองให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่สูงกว่าปรกติถึง 625 เท่า ติดต่อกันเพื่อให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงอย่างคงที่บริเวณรอบ ๆ ราก แต่ปรากฏว่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่านั้น ในการวิจัยที่คล้ายคลึงกับธาตุโพแทสเซียมซึ่งให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในบริเวณรากแตกต่างกันถึง 16,000 เท่า ก็มีผลทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นมันสำปะหลัง ข้าวโพด หรือทานตะวัน อยู่ในช่วงแตกต่างกัน 6.9 ถึง 12.6 เท่า เท่านั้น (Spear et al., 1978) สำหรับพืชซึ่งเจริญเติบโตไม่ถูกจำกัดโดยฟอสฟอรัสหรือโพแทสเซียม ช่วงความแตกต่างของธาตุอาหารในต้นจะน้อยกว่านี้อีก

ความเข้าใจถึงขบวนการหรือกลไกที่พืชใช้ควบคุมความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อมีความสำคัญมากต่อการแปลความหมายของค่าวิเคราะห์พืช เป็นที่น่ายินดีที่งานวิจัยทางด้านนี้ได้รับความสนใจมากขึ้นในปัจจุบัน ได้มีการรายงานถึงผลของการขาดแคลนธาตุอาหารที่มีต่อการดูดธาตุอาหารของราก การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารในต้นพืช ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารภายในต้น และความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของพืชกับการดูดธาตุอาหาร จากการศึกษาเหล่านี้ทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของพืชที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อดีขึ้น

1. การดูดใช้ธาตุอาหาร

บทบาทของขบวนการที่ควบคุมอัตราการดูดธาตุอาหารของรากพืชเป็นบทบาทสรีรวิทยาของพืชที่ได้รับความสนใจมาก ซึ่งจะเห็นได้จากการทดลองของ Clarkson et al. (1983) ในเรื่องเกี่ยวกับธาตุกำมะถันของพืชอาหารสัตว์เขตร้อนคือ siratro (*Macroptillium atropurpureum*) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าต้นพืชที่ได้รับกำมะถันอย่างพอเพียงนั้นเมื่อลดการให้ธาตุกำมะถันในดินลงอัตราการดูดธาตุกำมะถันของพืชจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อัตรานั้นจะเพิ่มขึ้นถึง 5 เท่าภายใน 24 ชั่วโมง และจะถึงจุดสูงสุดประมาณ 10 ถึง 12 เท่าภายใน 48 ถึง 72 ชั่วโมง ในทางกลับกันเมื่อพืชที่ขาดกำมะถันถูกนำไปใส่ในน้ำยาที่มีกำมะถันอย่างพอเพียง อัตราการดูดธาตุกำมะถันของรากจะลดลง ดังนั้นหลังจาก 24 ชั่วโมงแล้ว การดูดกำมะถันก็จะไม่แตกต่างกับพืชซึ่งได้รับกำมะถันติดต่อกันอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามพืชที่เมื่อกำมะถันที่ให้อยู่ถูกนำออกไปจะสามารถดูดธาตุกำมะถันอย่างมีประสิทธิภาพในอัตราที่สูงมากทันทีที่ธาตุกำมะถันได้ถูกนำมาให้อีกครั้งและจะสามารถสะสมกำมะถันได้อย่างสูงมากในระยะสั้น ๆ นี้ จากผลนี้ทำให้ความเข้มข้นของกำมะถันในต้นพืชหลังจากที่ให้กำมะถัน 24 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นสูงกว่าพืชซึ่งได้รับกำมะถันอย่างเพียงพอติดต่อกันอยู่ตลอดเวลา ธาตุกำมะถันที่พืชสะสมจากปุ๋ยที่ใส่ลงไปนี้จะเคลื่อนที่ไปยังต้นพืชอย่างรวดเร็ว พืชที่ขาดแคลนกำมะถันจะสะสมกำมะถันไว้ภายในต้นทันทีเมื่อได้รับการใส่กำมะถันลงไปในดินหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำยาปลูกพืช ซึ่งอาจจะเป็นธรรมชาติของพืช ที่จะป้องกันการขาดแคลนกำมะถันอีก การศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมเช่นนี้ทำให้ต้น siratro สามารถที่จะลดอัตราการดูดซัลเฟต เมื่อการเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัดโดยปัจจัยอื่น ซึ่งไม่ใช่การให้ปุ๋ยกำมะถัน การทดลองทำให้อัตราเจริญเติบโตของพืชเปลี่ยนแปลงโดยการทำให้มีร่มเงา แสดงให้เห็นว่าอัตราความสามารถในการดูดกำมะถันที่ดีขึ้นในต้นพืชที่ขาดกำมะถันนั้น มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงกับอัตราการเจริญเติบโตของพืช ระบบควบคุมของพืชเช่นนี้ทำให้ siratro สามารถที่จะปรับอัตราการดูดใช้กำมะถันให้เข้ากับปริมาณกำมะถันที่พืชต้องการสำหรับอัตราการเจริญเติบโตของพืชขณะนั้น

ระบบการควบคุมการดูดธาตุอาหารของรากพืชเช่นนี้ เกิดขึ้นกับธาตุอื่น ๆ ด้วยเช่น โพแทสเซียม ฟอสฟอรัสและคลอไรท์ (Class, 1983) พืชซึ่งถูกนำเอากำมะถันหรือฟอสฟอรัสออกไปจากที่ปลูก ความสามารถในการดูดใช้ซัลเฟตจะมากขึ้นเมื่อการใส่ปุ๋ยลดลงเท่านั้น ดังนั้นเมื่อการให้ธาตุอาหารใดธาตุหนึ่งให้มีความสัมพันธ์กับอัตราการดูดใช้ธาตุอาหารอื่น ๆ ได้ เป็นที่น่าสังเกตว่าพืชจะตระหนักถึงระบบดังกล่าวได้ต่อเมื่อปริมาณธาตุอาหารที่เป็นตัวจำกัดเพิ่มขึ้นเท่านั้น ถ้าปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวไม่ได้เพิ่มขึ้นการเจริญเติบโตของพืชจะลดลง ขบวนการควบคุมดังกล่าวจะปรับอัตราการดูดใช้ธาตุอาหารตลอดเวลาการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นพืชอยู่ในช่วงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

2. ความเข้มข้นและการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของพืช

สำหรับพืชจำพวกล้มลุก ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของพืชและการเคลื่อนที่ไปมาได้ตามส่วนต่าง ๆ นั้นเกี่ยวข้องกับการพัฒนาอย่างรวดเร็วในระหว่างการเจริญเติบโตของพืช ส่วนพืชยืนต้นหรือพืชที่มีอายุเกินกว่า 1 ปีนั้นขบวนการเช่นนี้จะสามารถทำให้ธาตุอาหารสะสมอยู่และเคลื่อนที่ไปจากแหล่งที่สะสมอยู่เพื่อก่อกำเนิดเนื้อเยื่อและการเจริญเติบโตขึ้นใหม่ในฤดูถัดไปสถานะของธาตุอาหารในต้นพืชจะมีผลต่อทั้งความเข้นข้นของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ และการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารจากส่วนต่าง ๆ นั้นตลอดเวลาการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อของพืช ขบวนการเหล่านี้มีบทบาทอย่างสำคัญต่อความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของพืชความเข้าใจสถานะของธาตุอาหารว่ามีผลต่อระดับของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของพืชอย่างไรจะมีส่วนช่วยอย่างสำคัญต่อการแปลความหมายของการวิเคราะห์พืช

2.1 ส่วนของธาตุอาหารระหว่างรากและลำต้น

ต้นพืชที่ขาดแคลนกำมะถันนั้น กำมะถันที่รากจะเคลื่อนที่ไปยังลำต้นอย่างรวดเร็ว (Clarkson et al., 1983) เมื่อมีการใส่ธาตุกำมะถันไปให้กับพืชที่ขาดกำมะถัน ความเข้มข้นของกำมะถันจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงระดับที่มากกว่าพืชที่ได้รับกำมะถันอย่างพอเพียงตลอดเวลา ขบวนการเช่นนี้ทำให้เนื้อเยื่อพืชในใบแก่มีกำมะถันเพิ่มขึ้นอย่างมาก อย่างไรก็ตามรากและใบอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะสะสมกรดอะมิโนที่ประกอบด้วยกำมะถันอย่างรวดเร็วหลังจากที่การขาดแคลนกำมะถันได้รับการแก้ไขแล้ว

ในการทดลองกับ *Stylosanthes hamata* ซึ่งเป็นพืชอาหารสัตว์เขตร้อนได้พบว่ามีการเคลื่อนที่ของฟอสเฟตจากรากไปสู่ต้นในระยะแรกของการแก้ไขการขาดฟอสฟอรัส ถ้าการขาดแคลนฟอสฟอรัสของพืชรุนแรงยิ่งขึ้นสัดส่วนจะเปลี่ยนแปลงไปโดยที่จะมีการเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสในลำต้นกลับคืนมาที่ราก จากการศึกษานี้ยังได้พบว่ารากพืชจะมีฟอสฟอรัสในปริมาณที่น้อยกว่าส่วนอื่น ๆ ของต้นเมื่อมีการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพื่อให้ฟอสฟอรัสในสารละลายดินเพียงพอกับการเจริญเติบโตของพืช เมื่อฟอสฟอรัสในสารละลายเพิ่มขึ้นรากจะสะสมฟอสฟอรัสไว้มากและทำหน้าที่เหมือนกับส่วนที่สะสมอาหารของพืช แต่เมื่อฟอสฟอรัสในสารละลายดินต่ำลงรากก็จะได้รับคาร์โบไฮเดรทที่ได้สังเคราะห์แสงมากขึ้นทำให้ระบบรากแผ่ขยายขึ้นในขณะที่การเจริญทางลำต้นลดลง ซึ่งมีผลทำให้อัตราส่วนระหว่างรากต่อต้นสูงขึ้น

2.2 การเคลื่อนที่ของธาตุอาหาร

การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารจากเนื้อเยื่อที่แก่แล้วของพืชไปยังเนื้อเยื่อที่อ่อนกว่าในระยะการพัฒนาและการขาดแคลนธาตุอาหารของพืชนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของต้นพืชโดยเฉพาะ ธาตุอาหารที่เคลื่อนที่ได้เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสามารถที่จะเคลื่อนที่ได้ทันทีจากเนื้อเยื่อแก่ไปยังเนื้อเยื่ออ่อนของพืชเกือบทุกชนิด ธาตุเหล่านี้เคลื่อนที่ได้ดีทั้งในพืชที่ได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอและพืชที่ขาดแคลน การเคลื่อนกลับมาใหม่ของธาตุอาหารเหล่านี้ในระหว่างการพัฒนาของพืช หรือระหว่างการขาดแคลนธาตุอาหารโดยทั่ว ๆ ไป เป็นผลมาจากการที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบแก่ต่ำกว่าในใบอ่อน

การขาดแคลนธาตุอาหารกลุ่มที่ไม่เคลื่อนที่ในท่ออาหารมีผลทำให้ความเข้มข้นของธาตุเหล่านี้ในเนื้อเยื่ออ่อนลดลงธาตุอาหารในกลุ่มที่เคลื่อนที่ไม่ได้นี้จะไม่เคลื่อนที่ไปจากเนื้อเยื่อแก่และเมื่อพืชเกิดขาดแคลนพืชจะต้องได้รับจากแหล่งภายนอก เช่นจากดินหรือจากปุ๋ยเท่านั้น ดังนั้นพืชอาจจะมีธาตุเหล่านี้เป็นปริมาณสูงในใบแก่ แต่ใบอ่อน ตา หรือผลไม้อาจจะมีธาตุเหล่านี้ประกอบอยู่น้อยและแสดงอาหารขาดหรือมีลักษณะผิดปรกติได้ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารนี้จากภายนอกไม่เพียงพอ ปรากฏการณ์เช่นนี้อาจทำให้การแปลความหมายของค่าวิเคราะห์พืชผิดไปได้ นอกจากว่าจะมีวิธีการเก็บตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น เก็บในอ่อนที่เจริญเต็มที่แล้ว เป็นต้น

ธาตุอาหารที่จัดอยู่ในกลุ่มที่เคลื่อนที่ได้ปานกลางหรือเคลื่อนที่ได้บ้างซึ่งได้แก่ กำมะถัน สังกะสี ทองแดง และโมลิบดีนัมนั้น ชนิดของพืชและระยะการเจริญเติบโตมีผลต่อการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารกลุ่มนี้ ในระยะหลายปีที่ผ่านมาได้มีการสนในถึงอิทธิพลของการใส่ธาตุอาหารที่มีต่อการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารชนิดนั้น ๆ ในต้นพืช (Loneragan et al., 1976) สังกะสีเคลื่อนที่ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใบแก่ไปยังช่อดอกที่กำลังเจริญและเมล็ดในพืชซึ่งได้รับธาตุนี้อย่างเพียงพอ แต่ในทางตรงกันข้าม สังกะสีจากใบแก่เคลื่อนที่ได้น้อยมากเมื่อพืชขาดแคลนธาตุนี้

การศึกษาอย่างละเอียดของความต้องการธาตุอาหารทองแดงของข้าวสาลี (Hill et al., 1987) และถั่วสิสง (Nualsri, 1977) แสดงถึงอิทธิพลของการใส่ธาตุทองแดงต่อการเคลื่อนที่ของธาตุนี้จากการศึกษาได้พบว่า การเคลื่อนที่ของทองแดงมีความสัมพันธ์กับการร่วงหล่นของใบพืช ทั้งนี้ปรากฏว่าธาตุทองแดงถูกปลดปล่อยออกมาระหว่างที่โปรตีนในใบพืชที่กำลังจะร่วงลดลงในพืชซึ่งได้รับธาตุทองแดงอย่างพอเพียง ธาตุนี้จะเคลื่อนที่จากใบแก่ไปยังส่วนที่กำลังเจริญของพืชได้ในขณะที่มีการร่วงของใบแก่ อย่างไรก็ตามการขาดแคลนทองแดงในข้าวสาลีและถั่วลิสงทำให้การร่วงของใบช้าลงและจะลดปริมาณทองแดงที่ลดลงในใบแก่ การเคลื่อนที่ของทองแดงในข้าวสาลีและถั่วลิสงที่ขาดแคลนทองแดง มีผลทำให้ความเข้มข้นของทองแดงในใบแก่สูงกว่าต้นพืชที่ได้รับทองแดงอย่างพอเพียง

กำมะถันก็เป็นอีกธาตุหนึ่งที่มีการเคลื่อนที่ได้ปานกลาง จากการศึกษาของ Clarkson et al., (1983) แสดงให้เห็นถึงการสะสมธาตุกำมะถันในรูปซัลเฟตในใบแก่ของ siratro เมื่อพืชที่ขาดแคลนธาตุนี้ได้รับการใส่ธาตุกำมะถัน อย่างไรก็ตามเมื่อพืชดังกล่าวถูกนำไปปลูกในที่ขาดแคลน

กำมะถันเช่นเดิม กำมะถันที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อนั้นก็ไม่เคลื่อนที่ไปยังส่วนต่าง ๆ ของที่ต้องการธาตุอาหารนี้ การเคลื่อนที่ได้น้อยของกำมะถันในรูปอินทรีย์ในพืช ทำให้เกิดลักษณะการขาดกำมะถันกับพืชหลายชนิด พืชที่ขาดกำมะถันจะมีใบอ่อนสีเหลือง ส่วนใบแก่ยังคงมีสีเขียวอยู่ระยะหนึ่ง

ความเข้มข้นวิกฤตของธาตุอาหารพืช

แนวความคิดเกี่ยวกับความเข้มข้นวิกฤติของธาตุอาหารพืชเป็นหลักที่สำคัญที่สุดในการใช้ค่าวิเคราะห์พืชเพื่อประเมินสถานะของธาตุอาหาร คำนิยามของความเข้มข้นวิกฤตได้แก่ ความเข้มข้นของธาตุอาหารซึ่งกำลังจะไม่เพียงพอต่อการให้ผลผลิตสูงสุดของพืช หรือความเข้มข้นที่เพิ่งจะเพียงพอต่อการให้ผลผลิตสูงสุดของพืช คำนิยามเช่นนี้ใช้ได้กับวิธีการที่พัฒนาเพื่อใช้ประเมินสถานะของธาตุอาหาร อย่างไรก็ตามค่าวิกฤตของธาตุอาหารเพียงจุดเดียวยังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ถ้าไม่ทราบถึงหน้าที่

ธาตุอาหารและการวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ทันทีในบริเวณที่เกิดปฏิกริยาต่าง ๆ ในเซลล์พืช ถ้าเราทราบเทคโนโลยีดังกล่าวแน่นอนแล้ว ความเข้มข้นวิกฤตอาจได้แก่ ความเข้มข้นของธาตุอาหารซึ่งเกี่ยวพันกับปฏิกริยาทางสรีรวิทยาของพืชที่จำกัดการเจริญเติบโตในขณะที่เก็บตัวอย่างพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40023

ประโยชน์ที่ได้รับจากการทราบค่าความเข้มข้นวิกฤตเป็นช่วงก็คือเราสามารถที่จะคาดคะเนข้อผิดพลาดเนื่องจากความเบี่ยงเบนไปจากเส้นโค้งมาตรฐานได้ การเลือกจุดบนเส้นโค้งได้กระทำจากเส้นโค้งซึ่งลากเส้นขึ้นด้วยตัวเอง แต่ปัจจุบันนี้ได้นำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาใช้และมีสมการต่าง ๆ ที่เหมาะกับการอธิบายเส้นโค้งรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้สามารถคาดคะเนผลผลิตจากค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืชได้แม่นยำยิ่งขึ้น

แนวความคิดที่คล้ายคลึงกับค่าความเข้มข้นวิกฤตได้แก่ " ความต้องการธาตุอาหารที่เหมาะสมกับหน้าที่ของธาตุอาหาร (functional nutrient requirement) " ซึ่งเสนอโดย Loneragan (1968) ซึ่งหมายถึง " ความเข้มข้นของธาตุอาหารปริมาณที่น้อยที่สุดที่ทำให้ขบวนการเมตาโบลิซึมดำเนินไปได้ในอัตราที่ไม่จำกัดการเจริญเติบโตของพืช " แนวความคิดนี้เป็นประโยชน์มากสำหรับธาตุอาหารพืชที่เคลื่อนที่ได้ในพืชอย่างจำกัด เช่น แคลเซียม (Loneragan and Snowball, 1969) และเน้นถึงความสำคัญที่จะใช้เนื้อเยื่อพืชที่เหมาะสมในการวินิจฉัย (diagnose) ความผิดปรกติเนื่องจากการขาดธาตุอาหารใดธาตุหนึ่ง

การที่จะกำหนดค่าความเข้มข้นวิกฤตของธาตุอาหารนั้น จำเป็นที่จะต้องอาศัยเส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับความเข้มข้นของธาตุอาหาร ความสัมพันธ์นี้อาจได้จากการปลูกพืชในเรือนกระจกหรือการทดลองในไร่นา ซึ่งมีการใส่ธาตุอาหารระดับต่าง ๆ ในดินที่ขาดแคลนธาตุอาหารนั้น อัตราธาตุอาหารที่เลือกใช้ ควรจะเป็นอัตราที่ก่อให้เกิดเส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ในช่วงต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน นอกจากนั้นการวัดผลผลิตสูงสุดในการทดลองก็มีความจำเป็นมาก ทั้งนี้ต้องระมัดระวังอย่างยิ่งว่าในระหว่างการวิจัยนั้น การเจริญเติบโตของพืชไม่ได้ถูกจำกัดโดยปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่ธาตุอาหารที่ต้องการจะศึกษา

ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช

1. ความแตกต่างของสายพันธุ์

ผลงานวิจัยกับพืชชนิดต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นวิกฤตของธาตุอาหารพืชแตกต่างกันไปตามความแตกต่างของสายพันธุ์ อย่างไรก็ตามค่าความเข้มข้นนั้นมีความแตกต่างกันน้อยลงมากเมื่อเนื้อเยื่อหรือตัวอย่างพืชที่นำมาวิเคราะห์นั้นคล้ายคลึงกันและระยะที่เก็บตัวอย่างนั้นเป็นระยะทางสรีรวิทยาของพืชระยะเดียวกันเช่นระยะที่พืชเริ่มออกดอก ในหลาย ๆ กรณีเรายังสามารถที่จะจัดกลุ่มของพืชสายพันธุ์ที่เกี่ยวข้องกันและมีช่วงความเข้มข้นวิกฤตที่ใกล้เคียงกันเข้าไว้ด้วยกันได้ ทั้งนี้เนื่องจากว่าการจัดกลุ่มเช่นนี้จะทำให้นักวิจัยเกี่ยวกับธาตุอาหารพืชสามารถที่จะนำค่าความเข้มข้นวิกฤตนั้นไปใช้เป็นแนวทางเปรียบเทียบกับพืชที่มีสายพันธุ์หรือประเภทเดียวกันได้ อย่างไรก็ตามจะต้องระลึกอยู่เสมอว่าค่าที่นำไปเปรียบเทียบใช้นั้นเป็นเพียงชั่วคราวเท่านั้นจนกว่าจะมีผลการทดลองยืนยัน จึงจะสรุปเป็นที่แน่นอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าจะพิจารณาถึงแตกต่างของความเข้มข้นวิกฤตของพืชชนิดเดียวกันแต่พันธุ์ต่างกัน จะพบว่ามีการศึกษาเรื่องนี้น้อยมาก จากการศึกษากับข้าวสาลี ข้าวบาร์เล่ย์ และข้าวโอ๊ตพันธุ์ต่าง ๆ พบว่าความเข้มข้นของธาตุทองแดงในลำต้นและใบแก่ค่อนข้างแตกต่างกัน แต่ใบอ่อนมีความเข้มข้นวิกฤตที่ใกล้เคียงกันคือประมาณ 1.0 มก./กก. (Nambiar, 1976)

อย่างไรก็ตาม จะต้องตระหนักว่าพืชต่างสายพันธุ์ที่มีความเข้มข้นวิกฤตของธาตุอาหารใกล้เคียงกันนั้นอาจจะมีความต้องการธาตุอาหารนั้นในสารละลายดิน แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้การแนะนำปริมาณปุ๋ยที่ใช้แตกต่างกันไป ถึงแม้ว่าพืชจะมีความเข้มข้นวิกฤตใกล้เคียงกันก็ตาม ตัวอย่างเช่นพืชสายพันธุ์ต่างกันมีความสามารถที่จะดูดธาตุอาหารจากดินและเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในต้นแตกต่างกัน ความแตกต่างเหล่านี้อาจจะไม่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืช แต่จะมีผลต่อคำแนะนำปุ๋ยที่อาศัยผลจากการวิเคราะห์พืช ปรากฏการณ์เช่นนี้ก็เกิดขึ้นได้กับไม้ผลและไม้ดอกไม้ประดับซึ่งแต่ละชนิดมีความสามารถในการสกัด และการดูดใช้ธาตุอาหารจากดินแตกต่างกัน

2. อายุของเนื้อเยื่อพืช

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของส่วนต่าง ๆ ของพืช ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นพืชเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการแปลความหมายของความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชจึงจะต้องพิจารณากำหนดระยะการเจริญเติบโตของพืชที่จะเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ที่แน่นอนซึ่งมีวิถีทางที่จะทำได้ 2 ทางคือ

วิธีหนึ่งได้แก่การกำหนดมาตรฐานของระยะการเจริญเติบโตที่แน่นอน ในการเก็บตัวอย่างพืชทั้งต้นเพื่อวิเคราะห์ วิธีการเช่นนี้ใช้ตรวจสอบค่ามาตรฐานของความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชอาหารสัตว์เขตร้อน (Andrew, 1977) การผสมเนื้อเยื่อพืชหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชเข้าด้วยกันอาจจะทำให้ค่าวิเคราะห์แปรปรวนได้ง่าย แต่ก็จะลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการเก็บตัวอย่างส่วนของพืชที่ไม่เหมาะสม วิถีทางนี้เหมาะสำหรับธาตุอาหารที่เคลื่อนที่ได้ดีทั้งในต้นพืชที่ได้รับธาตุนั้นอย่างเพียงพอหรือขาดแคลน แต่จะไม่เหมาะสมกับธาตุอาหารที่เคลื่อนที่ได้อย่างจำกัดหรือเคลื่อนที่ได้ไม่แน่นอน

วิธีที่สอง ได้แก่การเลือกเก็บส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เช่นใบอ่อนที่เจริญเต็มที่แล้ว ใบอ่อนที่สุด หรือใบอ่อนที่เพิ่งจะเริ่มคลี่ ทั้งนี้เนื่องจากว่าใบอ่อนหรือเนื้อเยื่อพืชที่ยังอ่อนอยู่นั้นจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตามระดับธาตุอาหารที่พืชได้รับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุอาหารพืชซึ่งเคลื่อนที่ไม่ได้หรือเคลื่อนที่ได้น้อย

เป็นที่น่าเสียใจว่า ในบางกรณีการเลือกเนื้อเยื่อที่มีอายุใกล้เคียงกันตามสรีรวิทยาของพืช ก็ยังไม่สามารถที่จะเชื่อมั่นได้ว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้นั้นเป็นอิสระจากอายุของต้นพืช ทั้งนี้หลายการทดลองที่แสดงให้เห็นถึงปัญหานี้เช่น การทดลองกับ siratro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Johansen, 1976) desmodium (Johansen, 1978) ขิง (Lee et al, 1981) ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อกรณีเช่นนี้อาจอธิบายได้ว่า เนื่องจากการขาดแคลนธาตุอาหารทำให้การพัฒนาของส่วนต่าง ๆ ของพืชช้ากว่าปรกติ ดังนั้นถ้าความต้องการธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่งของพืชแตกต่างไปตามระยะการพัฒนาของเนื้อเยื่อพืช ความเข้มข้นวิกฤตของธาตุอาหารก็อาจจะแตกต่างไปด้วย

การวิเคราะห์เมล็ดพืชก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากสะดวกและสามารถที่จะหลีกเลี่ยงปัญหาเกี่ยวกับอายุของพืชได้ อย่างไรก็ตามมีข้อแม้อยู่ว่าการขาดแคลนธาตุอาหารนั้นไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อการพัฒนาของส่วนต่าง ๆ ของพืช ดังเช่นที่ปรากฏกับธัญพืชที่ขาดแคลนธาตุทองแดง (Graham and Nambiar, 1981) โดยทั่ว ๆ ไปแล้วเป็นที่คาดกันว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในเมล็ดจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเพราะมีการเคลื่อนที่จากเนื้อเยื่ออื่น ๆ ของพืชมาสู่เมล็ด อย่างไรก็ตามผลการวิจัยของ Randall et al. (1981) แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของกำมะถันและไนโตรเจนเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของกำมะถันและไนโตรเจนที่ใส่ให้กับพืช

3. ปฏิกริยาระหว่างธาตุอาหารพืชกับสภาพแวดล้อม

แนวความคิดเกี่ยวกับการใช้ค่าความเข้มข้นวิกฤตให้เป็นประโยชน์ต้องระลึกอยู่เสมอว่า ธาตุอาหารที่ทำการวิจัยเป็นธาตุอาหารเดียวเท่านั้นที่เป็นปัจจัยที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืชอย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมต่าง ๆ มีผลกระทบต่อค่าวิเคราะห์พืช เมื่อการเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัดโดยความแห้งแล้ง แสงอาทิตย์ โรคและแมลงหรือการให้น้ำชลประทาน การใช้มาตรฐานการตรวจสอบและวินิจฉัยการขาดแคลนธาตุอาหารของพืชซึ่งได้จากสภาพที่ควบคุมสิ่งแวดล้อมได้อาจทำให้การแปลความหมายค่าวิเคราะห์พืชผิดพลาดไปได้ นอกจากนั้นปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมยังมีผลทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารระหว่างการเจริญเติบโต ซึ่งทำให้เกิดความสับสนขึ้นได้ Fisher (1980) รายงานว่า ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้น *Stylosanthes humulis* ลดลงจาก 0.20 % เป็น 0.08 % เมื่อพืชขาดน้ำในระยะการเจริญเติบโตระยะแรกและลดลงจาก 0.22% เป็น 0.15 % ในการเจริญเติบโตระยะหลัง เมื่อพืชได้รับน้ำอย่างเพียงพอแล้ว ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจึงกลับเข้าสู่ระดับปรกติ

เนื่องจากว่าปฏิกริยาระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารกับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมนั้นควบคุมได้ยากมากในสภาพไร่นา จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการทางสถิติเช่น multiple regression เพื่อลดปัญหานี้ วิธีนี้นับว่าได้ผลถ้ามีข้อมูลมากเพียงพอ ดังเช่นค่าความเข้มข้นมาตรฐานของธาตุอาหารพืชสำหรับอ้อยที่เสนอไว้โดย Clements (1964) อย่างไรก็ตามการใช้วิธีทางสถิติวิธีนี้ก็ต้องเลือกใช้กับข้อมูลที่เหมาะสมมิฉะนั้นก็จะทำให้การแปลความหมายผิดพลาดไปได้ (Terman and Nelson, 1976)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นวิกฤตที่วัดได้อาจได้รับผลกระทบกระเทือนจากปฏิกริยาระหว่างธาตุอาหารพืชด้วยกันเอง กรณีเช่นนี้เกิดขึ้นจากการที่ธาตุอาหารชนิดหนึ่งมีผลต่อหน้าที่ของธาตุอาหารอีกชนิดหนึ่งหรือมีผลต่อการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารนั้นไปยังบริเวณที่จะทำหน้าที่ได้ตามปรกติ ตัวอย่างเช่น ผลของธาตุโซเดียมที่มีผลต่อความต้องการธาตุโพแทสเซียมของพืชบางชนิด ความเข้มข้นวิกฤตของโพแทสเซียมในต้นหญ้า *Chloris gayana* ลดลงจาก 2.1 % เป็น 0.4 % เมื่อมีการใส่โซเดียมลงไป(Smith, 1974) การเคลื่อนที่ของธาตุทองแดงที่ขึ้นอยู่กับการสลายตัวของโปรตีน (Hill et al., 1979) จากใบแก่อาจมีผลมาจากปฏิกริยาระหว่างทองแดงและไนโตรเจน ในกรณีส่วนใหญ่ซึ่งปฏิกริยาระหว่างธาตุอาหารเกิดเนื่องจากการที่ธาตุหนึ่งมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนย้ายของอีกธาตุหนึ่งในต้นพืชนั้น การเลือกเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะจะช่วยลดปฏิกริยาที่เกิดขึ้นได้

รูปของธาตุอาหาร

รูปของธาตุอาหารซึ่งสะสมอยู่ในพืช มักจะเป็นผลมาจากการให้ธาตุอาหารนั้น ดังเช่นไนโตรเจนในรูปไนเตรทอาจจะสะสมอยู่ในพืชซึ่งได้รับไนโตรเจนมาก ๆ ซึ่งอาจจะทำให้กำหนดมาตรฐานเพื่อตรวจสอบความต้องการไนโตรเจนของพืชโดยใช้รูปไนเตรทแทนไนโตรเจนทั้งหมดได้ การสะสมซัลเฟตในปริมาณที่มากเกินพอในพืชยที่ได้รับปุ๋ยกำมะถันอย่างเพียงพอทำให้สามารถที่จะกำหนดค่าบ่งชี้ของสถานะของกำมะถันในพืชได้โดยคิดปริมาณซัลเฟตเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณกำมะถันทั้งหมด (Spencer et al., 1978) การวิเคราะห์เนื้อเยื่อพืชเพื่อหาปริมาณฟอสฟอรัสในรูปอนินทรีย์ก็ได้มีการพัฒนาขึ้นมา (Irving and Bouma, 1984) นอกจากนั้นได้มีการทำการวิเคราะห์รูปของธาตุอาหารในส่วนที่เป็นสารละลายในพืช (plant sap) เพื่อที่จะใช้เป็นค่าที่บ่งชี้สถานะของธาตุอาหารในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างซึ่งจะลดผลกระทบจากความแปรปรวนของค่าวิเคราะห์พืชที่วิเคราะห์ในรูปธาตุอาหารทั้งหมดได้ (Spencer and Govaars, 1982)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

การวิเคราะห์ดิน

1. การเก็บตัวอย่างดิน

จากการวิเคราะห์ดินใช้ปลูกมังคุดจำนวน 8 ต้น เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหาร ที่บริเวณตำบลพลับพลา อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างดิน เมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2543 ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร 20-40 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร จากนั้นเก็บตัวอย่างดินใส่ถุงพลาสติก เพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2 การเตรียมตัวอย่างดิน

นำดินที่เก็บมาได้ผึ่งในที่ร่มจนแห้งดี แล้วนำมาบดแล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร

3. การวิเคราะห์ดิน

3.1 การวิเคราะห์ดินทางกายภาพ

3.1.1 การวิเคราะห์การแจกกระจายของอนุภาคดิน (partical-size distribution) โดยวิธี hydrometer

3.1.2 จำแนกประเภทของเนื้อดิน (soil textural classes) โดยใช้ตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA texture class) (Soil Surval Laboratory Staff ,1992)

3.2 การวิเคราะห์ดินทางเคมี

3.2.1 ค่าปฏิกิริยาของดิน วัดโดยเครื่องวัด pH (pH meter) โดยใช้น้ำ อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1

3.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยใช้วิธี wet oxidation (Walkley and Black)

3.2.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) โดยสกัดด้วยน้ำยา Bray II แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง spectrophotometer

3.2.4 ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดด้วยสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7.0 แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic absorption Spectrometer HITACHI Z –8200

3.2.5 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation exchange capacity) โดยการชะล้าง (Leaching) ดินด้วยสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตท pH 7.0

3.2.6 ปริมาณเกลือที่ละลายได้ วัดโดยเครื่อง EC (EC meter) โดยใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 ปริมาณจุลธาตุในดิน (Fe Mn Cu Zn) โดยสกัดด้วยน้ำยา DTPA pH 7.3 แล้ววัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer

การวิเคราะห์พืช

จากการวิเคราะห์พืชทำการเก็บตัวอย่างใบมังคุด ทั้ง 8 ต้น เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหาร โดยเก็บเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2543 , 23 พฤศจิกายน 2543 , 19 ธันวาคม 2543 , 21 มกราคม 2544 และ 24 กุมภาพันธ์ โดยมีวิธีการดังนี้

ขั้นตอนการเก็บใบมังคุด

1. เลือกต้นมังคุดที่มีอายุประมาณ 12-15 ปี จำนวน 8 ต้น
2. เก็บตัวอย่างใบมังคุดจากต้นมังคุดทั้ง 8 ต้น ที่ ตำบลพลับพลา อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี โดยเก็บตัวอย่างใบจากปลายกิ่ง ถึงบริเวณกลางเรือนยอดที่ได้รับแสงเต็มที่ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างใบที่ 1 ตรงปลายใบที่สุดของกิ่งที่เพิ่งแตกออกมา และใบที่ 2 คือใบที่มีตำแหน่งถัดลงมาจากใบที่ 1 ในการเก็บครั้งที่ 1 ทำการเก็บตัวอย่างแยกเก็บทิศเหนือ ใต้ ออก ตก เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละทิศ
3. ในการเก็บตัวอย่างใบในเดือน พฤศจิกายน 2543 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ 2544 ทำการเก็บตัวอย่างจากทั้ง 4 ทิศ แล้วนำมารวมเป็น 1 ตัวอย่าง ทั้งใบที่ 1 และใบที่ 2 เนื่องจากค่าวิเคราะห์ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างใบครั้งแรก ในเดือนตุลาคม แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละทิศทั้งใบที่ 1 และใบที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกัน
4. บรรจุลงในถุงพลาสติกที่มีการระบุข้อมูลชัดเจน
5. นำมาทำความสะอาดด้วยน้ำ 0.1 N HCl ให้สะอาด อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมงในตู้อบที่มีระบบหมุนเวียนอากาศ จนแห้ง
6. หลังจากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบดที่มีช่องบดแบบโลหะไร้สนิม
7. นำไปย่อยสลาย(digest) และวิเคราะห์ N ,P , K , Ca , Mg , Mn , Zn และ Cu

วิธีการวิเคราะห์

1. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Kjedahl method
2. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ HNO_3- $HClO_4$ digestion method โดยใช้ conc. HNO_3: conc. $HClO_4$ (5:1) แล้วทำให้เกิดสีด้วยน้ำยา molydate-vanadate solution
3. Aliquot ที่ได้จากวิธี HNO_3- $HClO_4$ digestion method นำไปวิเคราะห์หา K , Ca , Mg , Fe , Mn ,Zn และ Cu ได้ โดยทำการวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Spectrophotometer โดย การวัด Ca และ Mg ต้องใส่ Strontium 2.5 % โดยใช้ 25% final volumm

วิธีการย่อยสลาย

1. Kjedahl method

ชั่งตัวอย่างพืชประมาณ 200 mg เติม salt mixture ปริมาณใกล้เคียงกับน้ำหนักพืชที่ใช้ เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 3 ml หลังจากนั้นนำไปย่อยสลายบนเตาด้วยความร้อยที่อุณหภูมิเริ่มต้น 100 ° C เพิ่มอุณหภูมิขึ้นจนกระทั่งถึง 350 ° C เมื่อได้สารละลายใน digest ต่อไปอีก 1 ชั่วโมง แล้วยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

2. $HNO_3 - HClO_4$ digestion method

ชั่งพืชประมาณ 500 mg เติม mixed acid 6 ml (pre-digest ไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง) หลังจากนั้น digest ด้วยอุณหภูมิเริ่มต้น 140 ° C จนควันสีดำจางหายไป ให้เพิ่มอุณหภูมิเป็น 170 ° C เป็นเวลา 30 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 200 ° C (ห้ามเกิน 208 ° C) digest ต่อไปจนกระทั่งสารละลายใส (ระวังอย่าให้สารละลายแห้ง และหยุดการ digest เมื่อเกิดควันสีขาว) ยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็นอีกครั้ง ทำการปรับปริมาตรเป็น 50 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ดิน

จากการวิเคราะห์ดินที่ใช้ปลูกมังคุด จำนวน 8 ต้น เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารที่บริเวณ ตำบลพลับพลา อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างดินเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2543 ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร , 20-40 เซนติเมตร และ40-60 เซนติเมตร จากการวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

1. การวิเคราะห์ทางกายภาพ

จากการทดลอง ดินที่ใช้ปลูกมังคุดทั้ง 8 ต้น โดยส่วนมากเป็นเนื้อดินประเภท LOAMY SAND โดยมีต้นที่ 3,6,7 (ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร) ต้นที่ 4 , 8 (ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร) และ ต้นที่ 5 (ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร) มีเนื้อดินเป็นดินประเภท SAND ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าวิเคราะห์ทางกายภาพของดิน

	Texture (USDA SYSTEM)		
	ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร	ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร	ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร
ต้นที่1	LOAMY SAND	LOAMY SAND	LOAMY SAND
ต้นที่2	LOAMY SAND	LOAMY SAND	LOAMY SAND
ต้นที่3	SAND	LOAMY SAND	SAND
ต้นที่4	SAND	LOAMY SAND	LOAMY SAND
ต้นที่5	LOAMY SAND	LOAMY SAND	SAND
ต้นที่6	SAND	LOAMY SAND	SAND
ต้นที่7	SAND	LOAMY SAND	SAND
ต้นที่8	SAND	LOAMY SAND	LOAMY SAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ทางเคมี

2.1 ค่า pH

ค่า pH ของดินที่ใช้ปลูกมังคุดทั้ง 8 ต้นที่ทุกระดับความลึกมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ในช่วง 4.29-5.12 โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ค่า pH อยู่ในช่วง 4.29-4.58 มีค่าเฉลี่ย 4.41 มีค่า SD ของค่า pH คือ 0.09 ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร ค่า pH อยู่ในช่วง 4.31-4.77 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 มีค่า SD ของค่า pH คือ 0.17 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร ค่า pH อยู่ในช่วง 4.68-5.12 มีคาเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 มีค่า SD ของค่า pH คือ 0.17 (ตารางที่ 2, รูปที่ 1)

2.2 ค่าการนำไฟฟ้า

ดินที่ใช้ปลูกมังคุดทั้ง 8 ต้นที่ทุกระดับความลึกมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 13.70-35.40 µS /cm โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร โดยมี ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ปลูกมังคุดทั้ง 8 ต้นอยู่ในช่วง 18.85-32.75 µ S /cm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.25 µS /cm ค่า SDของค่าการนำไฟฟ้า คือ 4.95 ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 17.85-35.40 µS /cm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.63 µS /cm ค่า SD ของค่าการนำไฟฟ้าคือ 5.88 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 13.70-24.25 µS /cm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.45 µS /cm ค่า SD ของค่าการนำไฟฟ้าคือ 3.47 (ตารางที่ 2, รูปที่ 2)

2.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ

จากการทดลองพบว่า ที่ระดับความลึก 0-20 มีปริมาณอินทรียวัตถุ โดยเฉลี่ยสูงที่สุดและมีค่าลดลงตามระดับความลึก (ตารางที่ 2, รูปที่ 3) โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 1.23-2.14 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.73 เปอร์เซ็นต์ ค่า SD เท่ากับ 0.29 ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 0.69-1.25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.89 เปอร์เซ็นต์ ค่า SD เท่ากับ 0.17 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 0.27-0.72 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.44 เปอร์เซ็นต์ ค่า SD เท่ากับ 0.15 จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก (ตารางที่ 3)

2.4 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกอยู่ในช่วง 8.57-10.41 meq/100 g soil มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.66 meq/100 g soil ค่า SD เท่ากับ 0.74 ที่ระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลึก 20-40 เซนติเมตร ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อยู่ในช่วง 4.98-8.33 meq/100 g soil มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.74 meq/100 g soil ค่า SD เท่ากับ 1.06 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกอยู่ในช่วง 4.65-7.10 meq/100 g soil มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.88 meq/100 g soil ค่า SD เท่ากับ 0.91 (ตารางที่ 2, รูปที่ 4)จากการทดลองพบว่าที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกโดยเฉลี่ยสูงที่สุด ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกใกล้เคียงกัน จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินพบว่าที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร, 20-40 เซนติเมตร และ40-60 เซนติเมตร มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 3)

2.5 ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส

ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และ 20-40 เซนติเมตรมีปริมาณความเป็นประ โยชน์ของฟอสฟอรัสใกล้เคียงกัน โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 22.62-43.58 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.91 ppm. มีค่า SD เท่ากับ7.69 ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 22.17-58.29 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.39 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 11.70 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 3.10-14.95 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.22 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 3.33 (ตารางที่ 2, รูปที่ 5) จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีความอุดมสมบูรณ์สูง ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 3)

2.6 โพแทสเซียม

ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณโพแทสเซียมในดินสูงที่สุด ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร มีปริมาณโพแทสเซียมในดินใกล้เคียงกัน โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรมีปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ในช่วง 18.10-45.69 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.21 ppm. ค่า SD เท่ากับ 7.68 ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร ปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ในช่วง 16.30-25.09 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.87 ppm. ค่า SD เท่ากับ 3.14 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตรปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ในช่วง 10.20-41.68 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.49 ppm. ค่า SD เท่ากับ 9.84 (ตารางที่ 2, รูปที่ 6) จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 แคลเซียม

ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร จะมีปริมาณแคลเซียมในดินสูงที่สุด โดยปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ในช่วง 64.38-182.34 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 116.58 และมีค่า SD เท่ากับ 40.14 และที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีปริมาณแคลเซียมต่ำที่สุด โดยมีปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ในช่วง 31.19-149.52 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.07 ppm. มีค่า SD เท่ากับ45.99 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตรมีปริมาณแคลเซียมในดินอยู่ในช่วง 43.78-177.67 ppm.มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 103.24 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 40.81 (ตารางที่ 2, รูปที่ 7)

2.8 แมกนีเซียม

จากการทดลองพบว่า ที่ทุกระดับความลึกมีปริมาณแมกนีเซียมในดินใกล้เคียงกัน ซึ่งที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีปริมาณแมกนีเซียมในดินสูงที่สุด โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรปริมาณแมกนีเซียมในดินอยู่ในช่วง 5.20-16.30 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.79 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 36.69 ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรปริมาณแมกนีเซียมในดินอยู่ในช่วง 3.60-17.90 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.49 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 4.74 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตรปริมาณแมกนีเซียมในดินอยู่ในช่วง 5.10-26.29 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.37 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 7.04 (ตารางที่ 2, รูปที่ 8)

2.9 เหล็ก

จากผลการทดลองเหล็กเป็นธาตุอาหารที่มีอยู่สูงที่สุดในดินและที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณเหล็กในดินสูงที่สุดโดยอยู่ในช่วง 115.37-304.65 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 101.95 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 69.91 ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร ปริมาณเหล็กอยู่ในช่วง 44.39-131.37 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.51 ppm. ค่า SD เท่ากับ30.54 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีปริมาณเหล็กในดินต่ำที่สุด โดยอยู่ในช่วง 10.93-31.98 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.92 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 7.62 (ตารางที่ 2, รูปที่ 9)

2.10 แมงกานีส

ในดินมีแมงกานีสอยู่ในปริมาณที่ต่ำมากและมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันทุกระดับความลึก โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ปริมาณแมงกานีส อยู่ในช่วง 1.86-5.51 ppm.มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.40 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 1.36 ที่ระดับความลึก 20-40เซนติเมตร มีปริมาณแมงกานีสอยู่ในช่วง 0.5-8.98 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.84 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 3.37 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร ปริมาณแมงกานีสอยู่ในช่วง 1.24-12.25 ppm. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.05 ppm. มีค่า SD เท่ากับ 4.64 โดยที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตรมีปริมาณแมงกานีสต่ำที่สุด (ตารางที่ 2, รูปที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ทองแดง

จากการทดลองพบว่า ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรมีปริมาณทองแดงสูงที่สุดซึ่งที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณทองแดงในดินอยู่ในช่วง 1.40-3.57 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.22 ppm มีค่า SD เท่ากับ 0.80 ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร มีปริมาณทองแดงเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรมีปริมาณทองแดงในดินอยู่ในช่วง 0.81-2.06 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.15 ppm มีค่า SD เท่ากับ0.43 และที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตรปริมาณทองแดงในดินอยู่ในช่วง 0.32-2.07 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.13 ppm มีค่า SD เท่ากับ 0.73 (ตารางที่ 2 , รูปที่ 11)

2.12 สังกะสี

จากการทดลองสังกะสีเป็นธาตุอาหารที่มีปริมาณน้อยที่สุดที่ทุกระดับความลึกและทุกระดับความลึกมีปริมาณสังกะสีใกล้เคียงกัน โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรมีปริมาณสังกะสีในดินอยู่ในช่วง 1.06-2.12 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.38 ppm มีค่า SD เท่ากับ 0.36 ที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตรมีปริมาณสังกะสีต่ำที่สุด ซึ่งมีปริมาณอยู่ในช่วง0.50-1.22 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.74 ppm มีค่า SD เท่ากับ 0.22 ที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีปริมาณสังกะสีอยู่ในช่วง 0.60-2.09 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 มีค่า SD เท่ากับ 0.46 (ตารางที่ 2, รูปที่ 12)

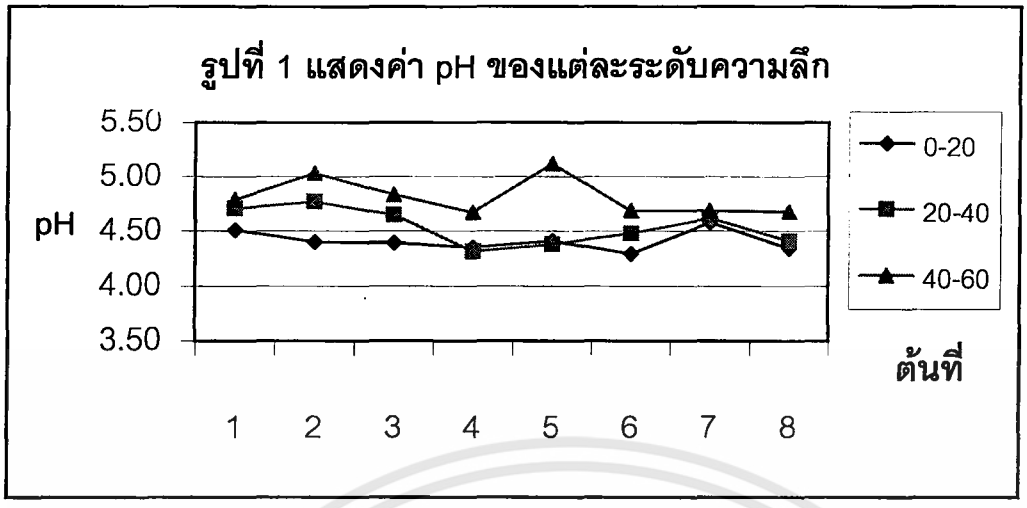
ตารางที่ 3 แสดงการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

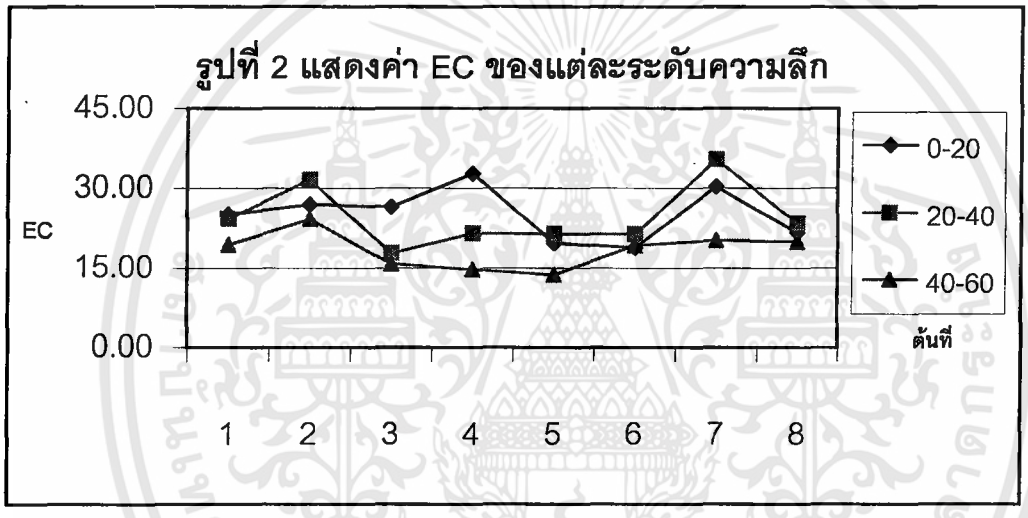
ค่าในการเปรียบเทียบ	ระดับความลึก	ระดับความลึก	ระดับความลึก
	0-20	20-40	40-60
OM (%)	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก
CEC (meq/100g soil)	ค่อนข้างต่ำ	ค่อนข้างต่ำ	ค่อนข้างต่ำ
Available P (ppm)	สูง	สูง	ค่อนข้างต่ำ
Available K (ppm)	ต่ำมาก	ต่ำ	ต่ำ

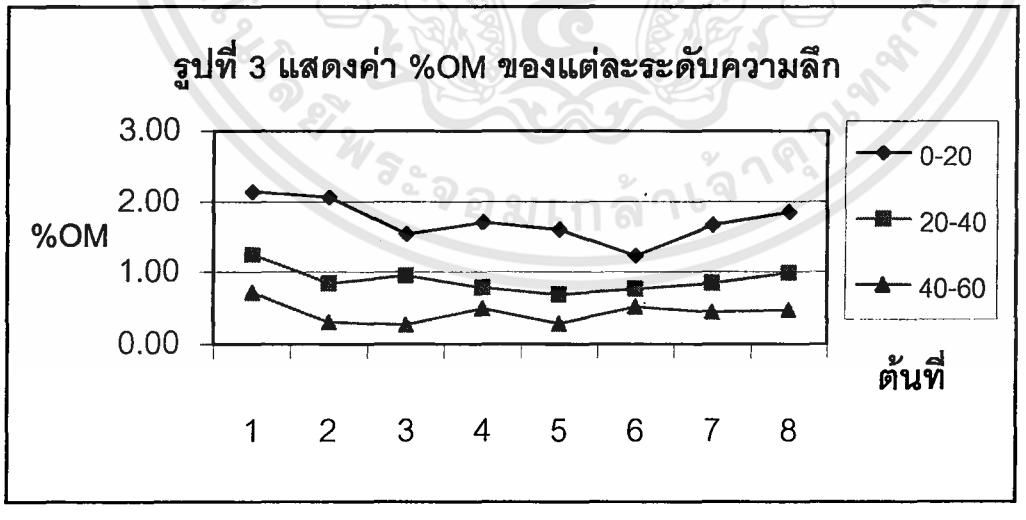
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงค่าการวิเคราะห์ดินทางเคมี

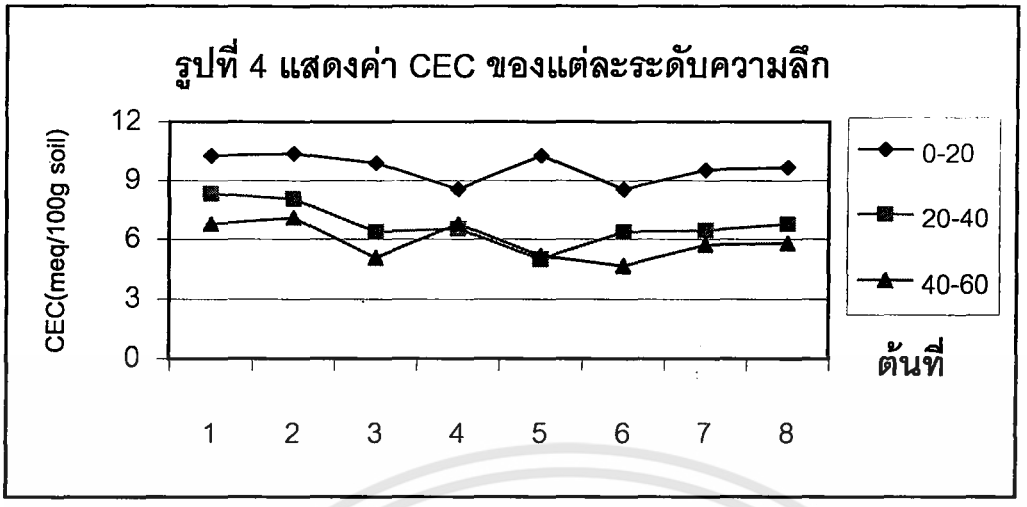
ระดับความลึก (เซนติเมตร)		pH (1:1)	EC (µS /cm) (1:5)	OM (%)	CEC meq/100g soil	avail. P (ppm)	Extractable (ppm) NH_4OAc pH7.0			Extractable (ppm) DTPA (pH 7.3)			
							K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
0-20	เฉลี่ย	4.41	25.25	1.73	9.66	30.91	31.21	116.58	10.79	201.95	3.40	2.22	1.38
	SD	0.09	4.95	0.29	0.74	7.69	7.68	40.14	3.69	69.91	1.36	0.80	0.36
	Min	4.29	18.85	1.23	8.57	22.62	18.10	64.38	5.20	115.37	1.86	1.40	1.06
	Max	4.58	32.75	2.14	10.41	43.58	45.69	182.34	16.30	304.65	5.51	3.57	2.12
20-40	เฉลี่ย	4.54	24.63	0.89	6.74	38.39	21.87	83.07	9.49	69.51	2.84	1.15	0.74
	SD	0.17	5.88	0.17	1.06	11.70	3.14	45.99	4.74	30.54	3.37	0.43	0.22
	Min	4.31	17.85	0.69	4.98	22.17	16.30	31.19	3.60	44.39	0.50	0.81	0.50
	Max	4.77	35.40	1.25	8.33	58.29	25.09	149.52	17.90	131.37	8.98	2.06	1.22
40-60	เฉลี่ย	4.81	18.45	0.44	5.88	8.22	25.49	103.24	13.37	16.92	5.05	1.13	1.10
	SD	0.17	3.47	0.15	0.91	3.33	9.84	40.81	7.04	7.62	4.64	0.73	0.46
	Min	4.68	13.70	0.27	4.65	3.10	10.20	43.78	5.10	10.93	1.24	0.32	0.60
	Max	5.12	24.25	0.72	7.10	14.95	41.68	177.67	26.29	31.98	12.25	2.07	2.09

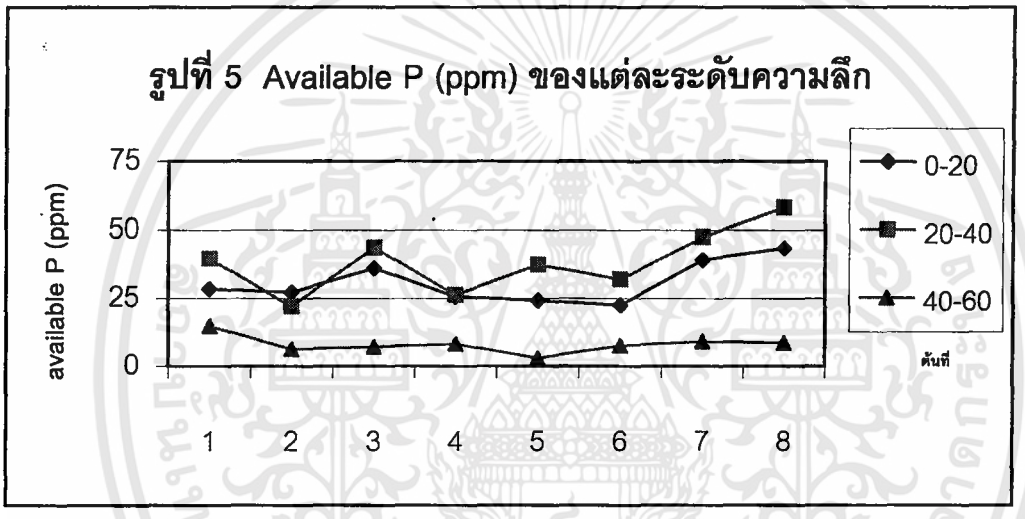


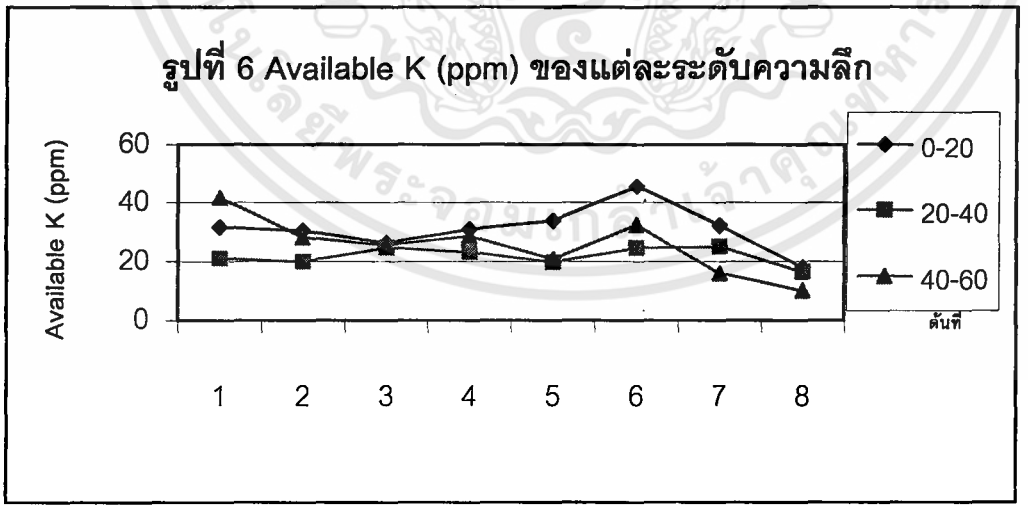




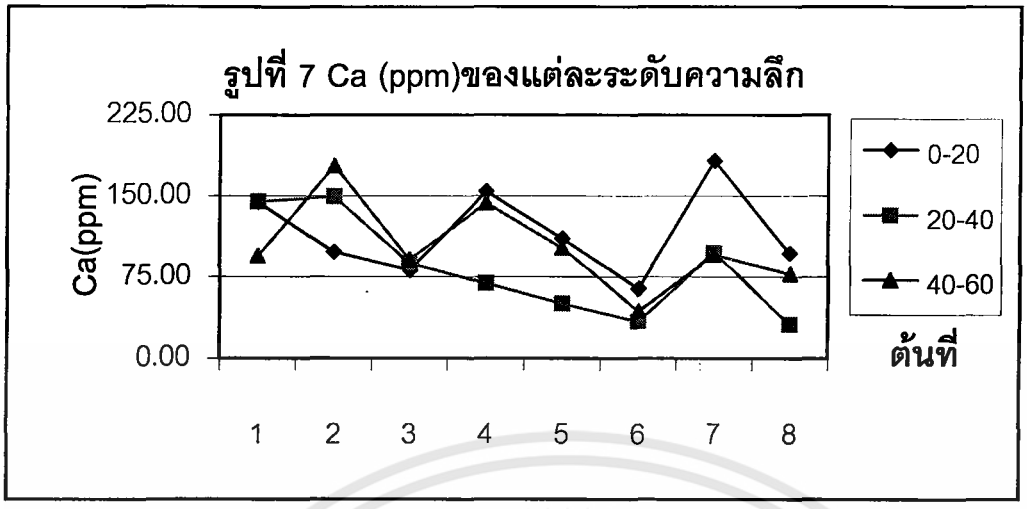
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

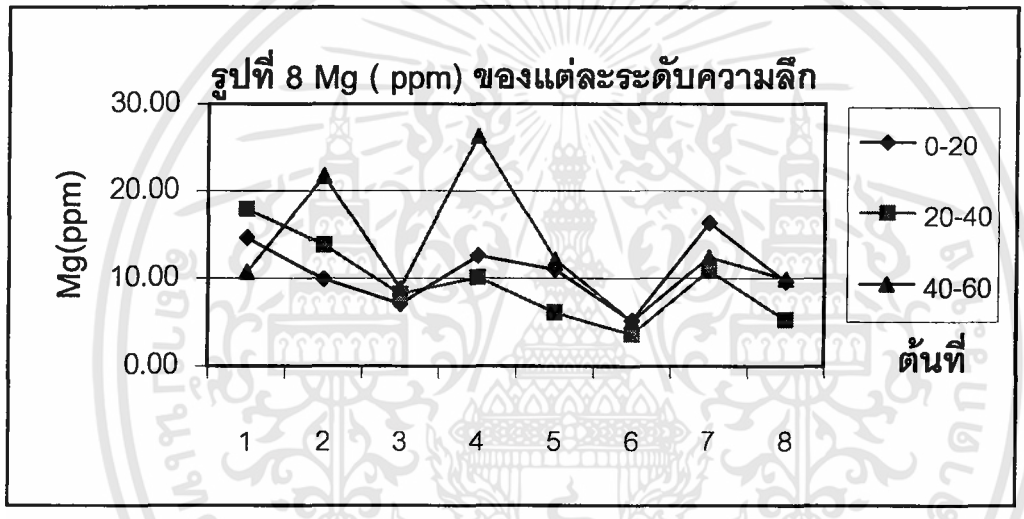


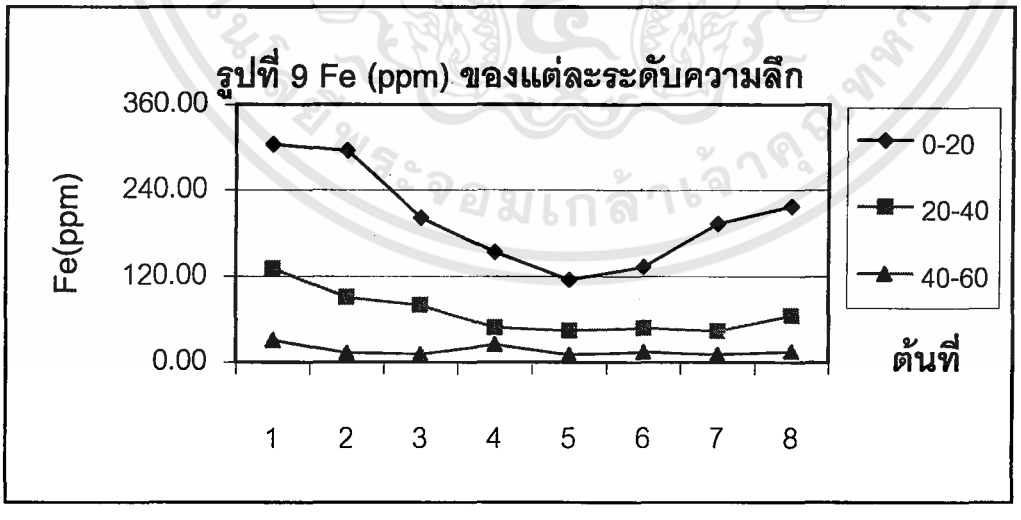




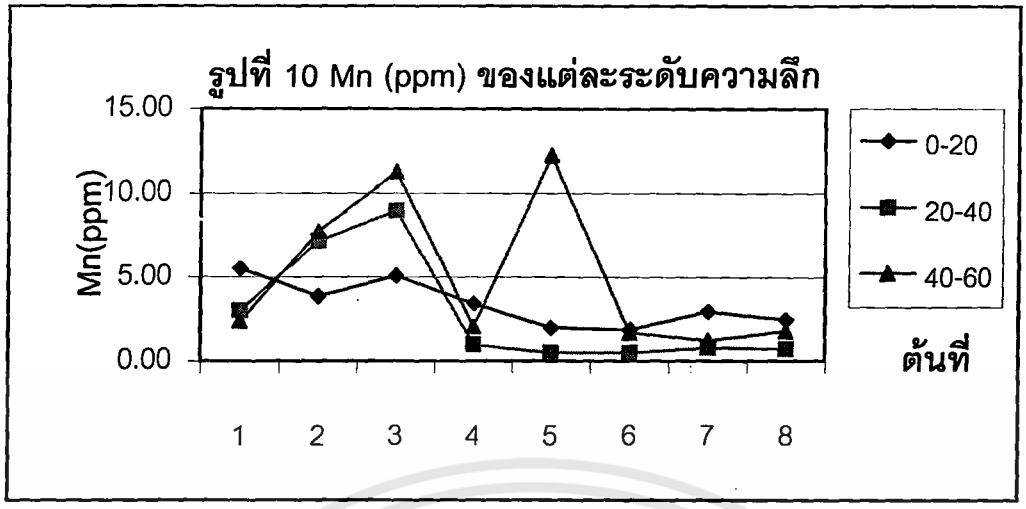
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

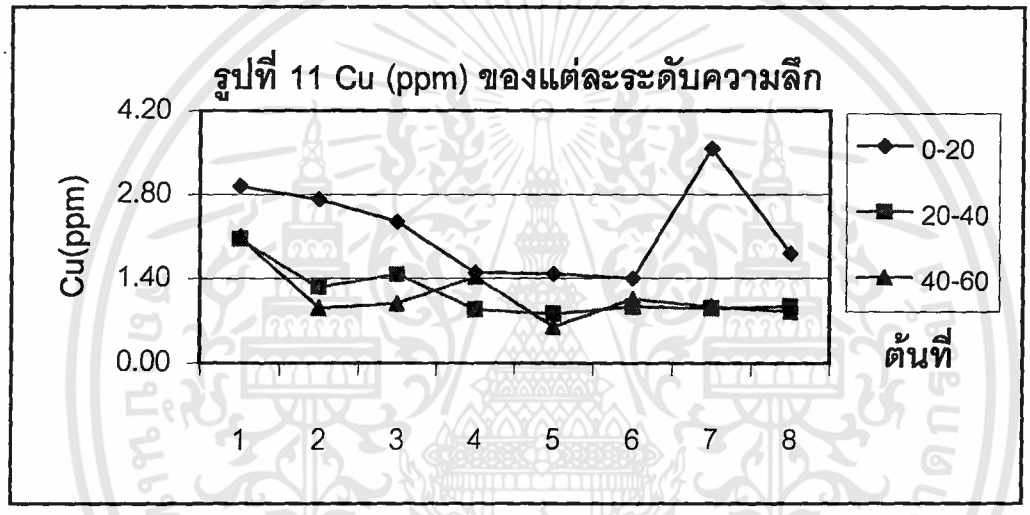


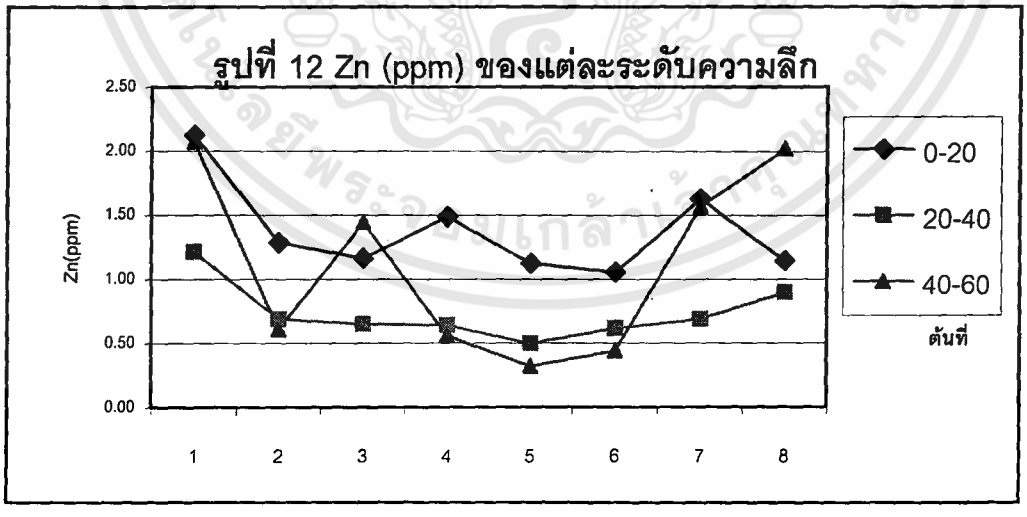




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของทิศที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด

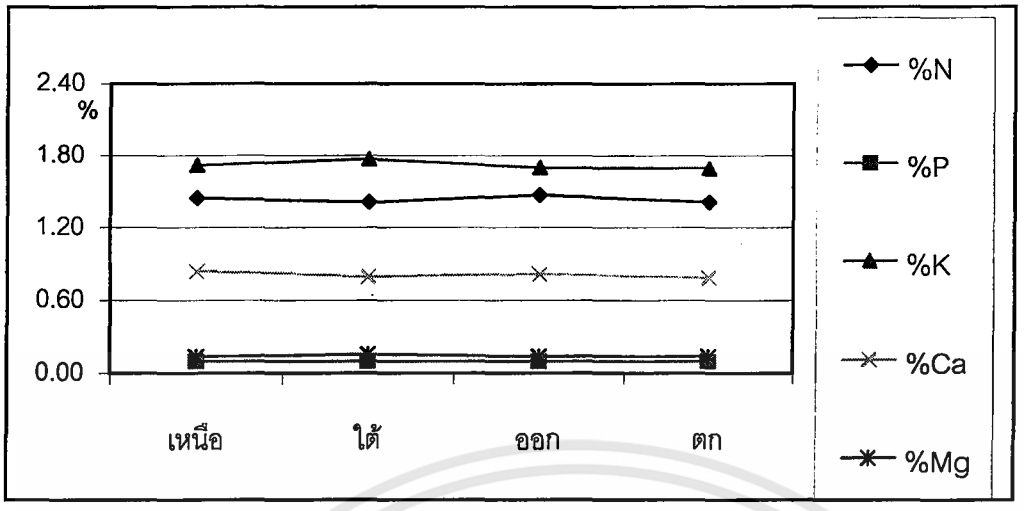
จากการวิเคราะห์ใบมังคุดทั้ง 8 ต้นพบว่าปริมาณธาตุ N , P , K , Ca , Mn , Cu และ Zn ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ส่วนปริมาณธาตุ Mg และ Fe มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยธาตุ Mg ในใบที่ 1 ทิศเหนือมีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงที่สุด และใบที่ 2ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนธาตุ Fe ใบที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ใบที่ 2 ทิศเหนือมีมีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงที่สุด แต่ความเข้มข้นของธาตุอาหารมีความแตกต่างกันน้อยมากจนอาจกล่าวได้ว่า ไม่มีความแตกต่างกันเลย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Kotur and singh (2541) (ตารางที่ 4, รูปที่ 13 ถึง รูปที่ 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

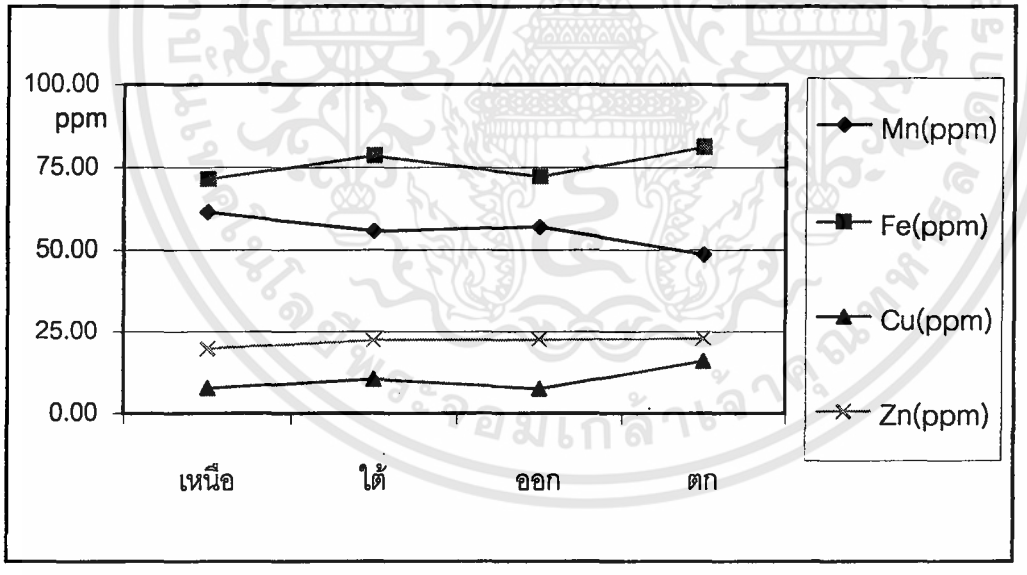
ตารางที่ 4 แสดงค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารของแต่ละทิศ ในใบมังคุดใบที่ 1 และใบที่ 2

ธาตุอาหาร	ใบที่ 1				ใบที่ 2			
	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เหนือ	ใต้	ออก	ตก
%N	1.45a	1.41a	1.47a	1.41a	1.28a	1.28a	1.32a	1.32a
%P	0.10a	0.10a	0.10a	0.10a	0.06a	0.06a	0.06a	0.05a
%K	1.72a	1.77a	1.70a	1.69a	0.72ab	0.70a	0.95b	0.67a
%Ca	0.84a	0.80a	0.82a	0.79a	1.71a	1.78a	1.52a	1.73a
%Mg	0.14ab	0.16b	0.14ab	0.14a	0.15a	0.14a	0.15a	0.14a
Fe(ppm)	71.49a	78.66a	72.30a	81.13a	100.11b	81.28ab	61.49a	78.97ab
Mn(ppm)	61.68a	55.70a	57.05a	48.63a	177.14a	160.80a	135.65a	156.49a
Cu(ppm)	7.71a	10.40a	7.54a	15.89a	14.10a	9.84a	10.46a	8.28a
Zn(ppm)	19.66a	22.33a	22.55a	22.86a	16.45a	17.14a	17.44a	18.14a

รูปที่ 13 แสดงปริมาณธาตุอาหาร Macronutrients ของแต่ละทิศ ในใบมังคุดใบที่1

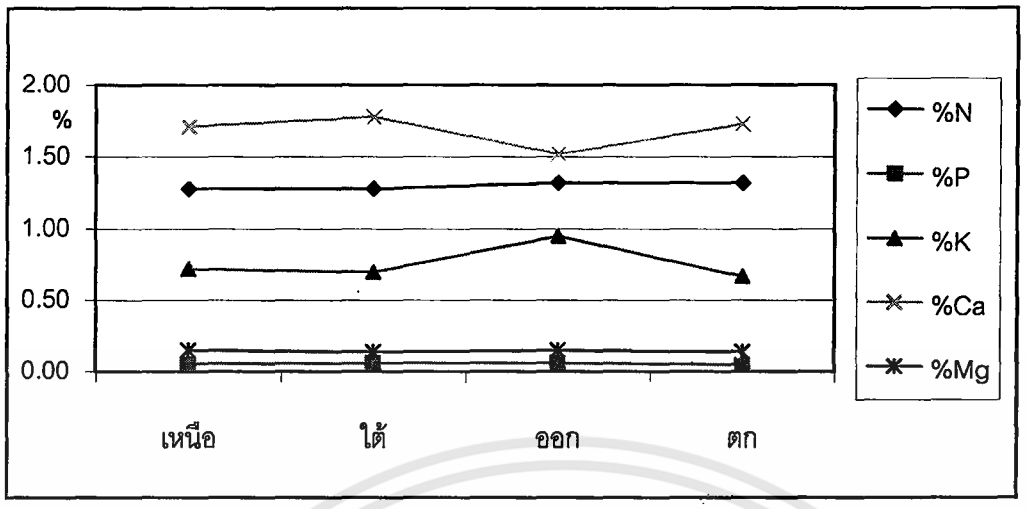


รูปที่ 14 แสดงปริมาณธาตุอาหาร Micronutrients ของแต่ละทิศ ในใบมังคุดใบที่1

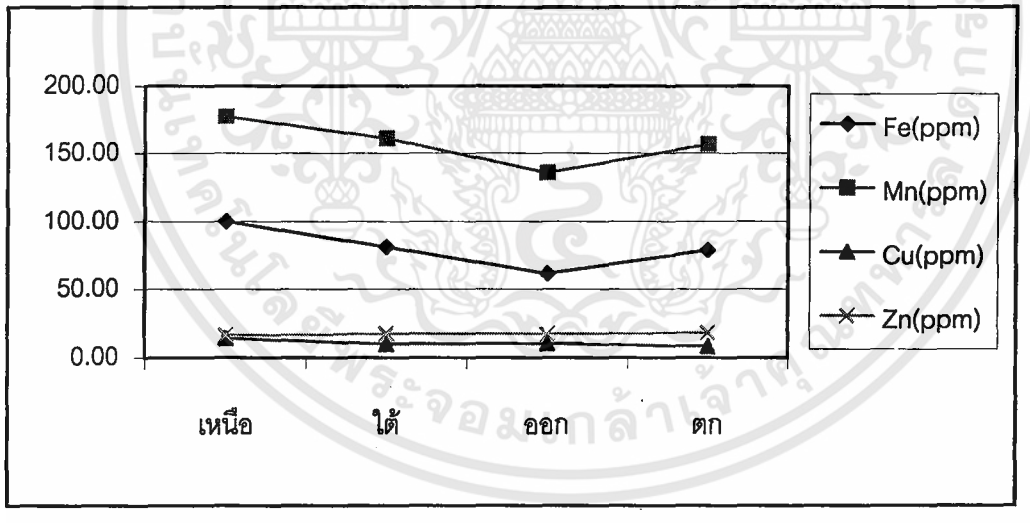


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 15 แสดงปริมาณธาตุอาหาร Macronutrients ของแต่ละทิศ ในใบมังคุดใบที่ 2



รูปที่ 16 แสดงปริมาณธาตุอาหาร Micronutrients ของแต่ละทิศ ในใบมังคุดใบที่2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด

จากการวิเคราะห์ใบมังคุดทั้ง 8 ต้น เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด จากการเก็บตัวอย่างใบ และวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละเดือน เป็นเวลา 5 เดือน ได้ผลดังนี้

1. ความเข้มข้นของไนโตรเจน

ปริมาณ N ของแต่ละทิศมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4, รูปที่ 13 และรูปที่15) จากการวิเคราะห์ใบที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง 1.35-1.60 %N ในเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 5 พบว่าใบที่ 1 และใบที่ 2 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณ N เหมือนกัน ซึ่งใบที่ 2 มีปริมาณ N ต่ำกว่าใบที่ 1 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.24-1.49 %N โดยในเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 3 ปริมาณ N จะค่อนข้างคงที่ และมีปริมาณสูงขึ้นในเดือนที่ 4 และเดือนที่ 5 (ตารางที่ 5, รูปที่ 17)

2. ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส

ปริมาณ P ของแต่ละทิศมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4, รูปที่13 และรูปที่ 15) จากการวิเคราะห์ใบที่ 1 มีปริมาณ P ใกล้เคียงกันมาก มีค่าอยู่ในช่วง 0.08-0.10 %P ซึ่ง P มีปริมาณสูงสุดในเดือนที่ 1 และปริมาณ P ลดลงในเดือนที่ 2 จากนั้นมีปริมาณคงที่ในเดือนที่ 3 และเดือนที่ 4 และมีปริมาณ P เพิ่มขึ้นในเดือนที่ 5 จากการวิเคราะห์ใบที่2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.06-0.09 %P ปริมาณ P มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 1ถึงเดือนที่ 3 ในเดือนที่ 4 และเดือนที่ 5 ปริมาณ P จะลดลงและคงที่ (ตารางที่ 5, รูปที่ 18)

3. ความเข้มข้นของโพแทสเซียม

ปริมาณ K ของแต่ละทิศมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4, รูปที่ 13 และรูปที่ 15) จากการวิเคราะห์ใบที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง 0.92-1.72 %K ในเดือนที่ 1 มีปริมาณ K สูงที่สุด ในเดือนที่ 2และเดือนที่ 3 จะมีปริมาณลดลง และคงที่ในเดือนที่ 4 และเดือนที่ 5 จากการวิเคราะห์ใบที่ 2 มีค่า อยู่ในช่วง 0.48-0.76 %K โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับใบที่ 1 คือในเดือนที่ 1 มีปริมาณ K สูงที่สุด ในเดือนที่ 2 และเดือนที่ 3 จะมีปริมาณลดลง และมีปริมาณค่อนข้างคงที่ในเดือนที่ 4 และเดือนที่ 5 (ตารางที่ 5, รูปที่ 19)

4. ความเข้มข้นของแคลเซียม

ปริมาณ Ca ของแต่ละทิศมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4, รูปที่ 13 และรูปที่ 15) จากการวิเคราะห์ใบที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง 0.81-1.58 %Ca ในเดือนที่ 1 มีปริมาณ Ca ต่ำที่สุด ในเดือนที่ 2 มีปริมาณ Ca เพิ่มขึ้นและคงที่จนถึงเดือนที่ 5 จากการวิเคราะห์ใบที่ 2 มีปริมาณ Ca สูงกว่าใบที่ 1 มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในช่วง 1.69-2.47 %Ca โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับใบที่ 1 คือเดือนที่1 มีปริมาณ Ca ต่ำที่สุด ในเดือนที่ 2 มีปริมาณ Ca เพิ่มขึ้นและคงที่จนถึงเดือนที่ 5 (ตารางที่ , รูปที่ 20)

5. ความเข้มข้นของแมกนีเซียม

ปริมาณ Mg ของแต่ละทิศมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4, รูปที่ 13 และรูปที่ 15) จากการวิเคราะห์ใบมังคุดใบที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง 0.14-0.18 %Mg โดยมีปริมาณ Mg ต่ำสุดในเดือนที่ 1 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 และคงที่จนถึงเดือนที่ 5 จากการวิเคราะห์ใบที่ 2 Mg มีค่าอยู่ในช่วง 0.15-0.17 %Mg ปริมาณ Mg มีแนวโน้มสูงขึ้นและมีปริมาณ Mg สูงที่สุดในเดือนที่ 3 ในเดือนที่ 4 จะมีปริมาณ Mg ลดลงจนถึงเดือนที่ 5 (ตารางที่ 5, รูปที่ 21)

6. ความเข้มข้นของเหล็ก

ปริมาณ Fe (ppm) ของแต่ละทิศมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4, รูปที่14 และรูปที่ 16) จากการวิเคราะห์ใบที่ 1 ปริมาณ Fe (ppm) มีค่าอยู่ในช่วง 35.43-85.17 ppm Fe ปริมาณ Fe (ppm) จะลดลงต่ำสุดในเดือนที่ 2 และในเดือนที่ 1,3,4และ5 จะมีปริมาณ Fe (ppm) สูงกว่าเดือนที่ 2 และมีปริมาณค่อนข้างคงที่ จากการวิเคราะห์ใบที่ 2 ปริมาณ Fe (ppm) มีค่าอยู่ในช่วง 61.97-105.41 ppm Fe ในเดือนที่1 ถึงเดือนที่ 5 Fe (ppm) มีปริมาณคงที่ (ตารางที่ 5, รูปที่ 22)

7. ความเข้มข้นของแมงกานีส

ปริมาณ Mn (ppm) ของแต่ละทิศมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4, รูปที่ 14 และรูปที่ 16)โดยใบที่1 มีค่าอยู่ในช่วง 55.76-135.21 ppm Mn ในเดือนที่1มีปริมาณ Mn (ppm) ต่ำที่สุด และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 2 และคงที่จนถึงเดือนที่ 5จากการวิเคราะห์ ใบที่ 2 ปริมาณ Mn (ppm) มีค่าอยู่ในช่วง 157.74-206.19 ppm Mn ในเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 5 Mn (ppm) มีปริมาณคงที่โดยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5, รูปที่ 23)

8.ความเข้มข้นของทองแดง

ปริมาณ Cu (ppm) ของแต่ละทิศมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4, รูปที่14 และรูปที่ 16) จากการวิเคราะห์ใบที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง 7.24-16.97 ppm Cu โดยในเดือนที่ 1ถึงเดือนที่ 5 จะมีปริมาณ Cu (ppm) ค่อนข้างคงที่ และมีปริมาณ Cu (ppm) ต่ำสุดในเดือนที่ 5 จากการวิเคราะห์ใบที่ 2 ปริมาณ Cu (ppm) มีค่าอยู่ในช่วง 5.49-36.86 ppm Cu ปริมาณ Cu (ppm) จะค่อนข้างคงที่จากเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 3 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นมนเดือนที่ 4 และลดลงในเดือนที่ 5 (ตารางที่ 5, รูปที่ 24)

9.ความเข้มข้นของสังกะสี

ปริมาณ Zn (ppm) ของแต่ละทิศมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4, รูปที่14 และรูปที่ 16)จากการวิเคราะห์ใบที่ 1 ปริมาณZn (ppm) มีค่าอยู่ในช่วง 9.36 –24.21 ppm Zn โดยปริมาณZn (ppm) มีแนว

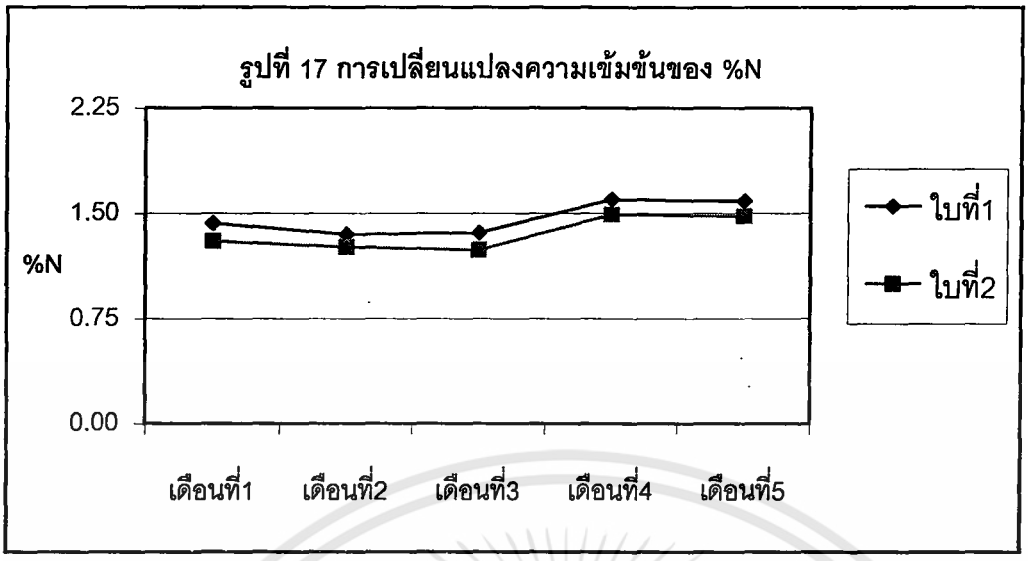
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โน้มลดลงจากเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 3 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 4 และเดือนที่ 5 ใบที่ 2 มีปริมาณ Zn (ppm) อยู่ในช่วง 5.61-22.61 ppm Zn โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนเหมือนใบที่ 1 คือ ปริมาณ Zn (ppm) ลดลงจากเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 3 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 4 และมีปริมาณคงที่จนถึงเดือนที่ 5 (ตารางที่ 5, รูปที่ 25)

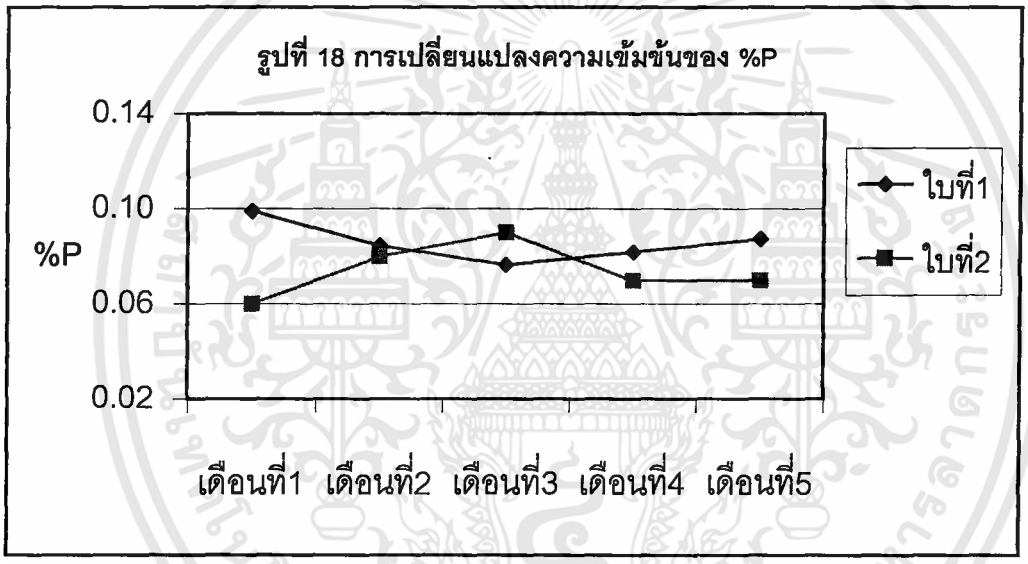
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่าความเข้มข้นของธาตุอาหาร (ตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5)

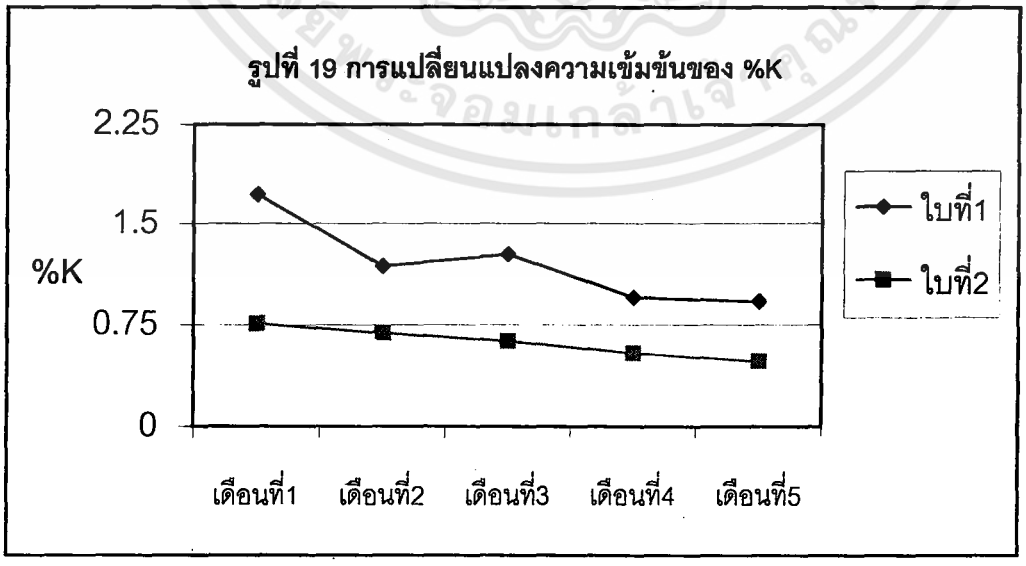
ธาตุอาหาร	ใบที่1					ใบที่2			
	เดือนที่1	เดือนที่2	เดือนที่3	เดือนที่4	เดือนที่5	เดือนที่1	เดือนที่2	เดือนที่3	เดือนที่4
%N	1.43a	1.35a	1.36a	1.60b	1.59b	1.30a	1.26a	1.24a	1.49b
%P	0.10b	0.08ab	0.08a	0.08a	0.09ab	0.06a	0.08b	0.09c	0.07b
%K	1.72c	1.18ab	1.27b	0.95a	0.92a	0.76b	0.69ab	0.63ab	0.54a
%Ca	0.81a	1.42b	1.56b	1.55a	1.58b	1.69a	2.09ab	2.30b	2.38b
%Mg	0.14a	0.18b	0.18b	0.16b	0.17b	0.15a	0.18b	0.18b	0.15a
Fe(ppm)	75.90ab	35.43a	57.66ab	85.17b	74.99ab	80.46a	65.23a	61.97a	97.41a
Mn(ppm)	55.76a	115.41b	125.01b	135.21b	133.38b	157.74a	189.43a	206.19a	195.85a
Cu(ppm)	10.38a	8.24a	14.34a	16.97a	7.24a	10.67a	6.49a	7.11a	36.86b
Zn(ppm)	21.85bc	12.85ab	9.36a	19.23abc	24.21c	17.29bc	7.86ab	5.61a	22.61c



รูปที่ 17 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ %N

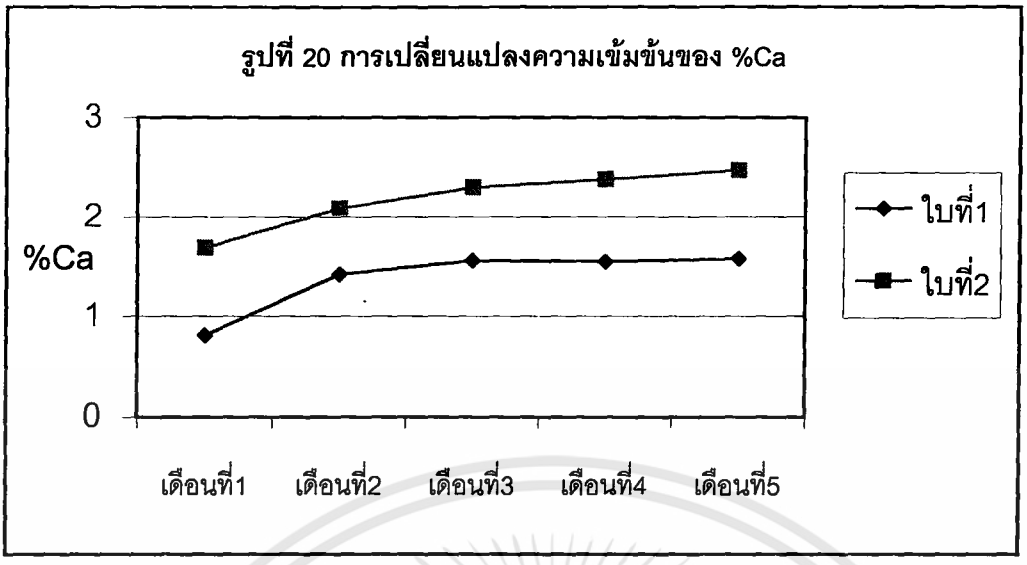


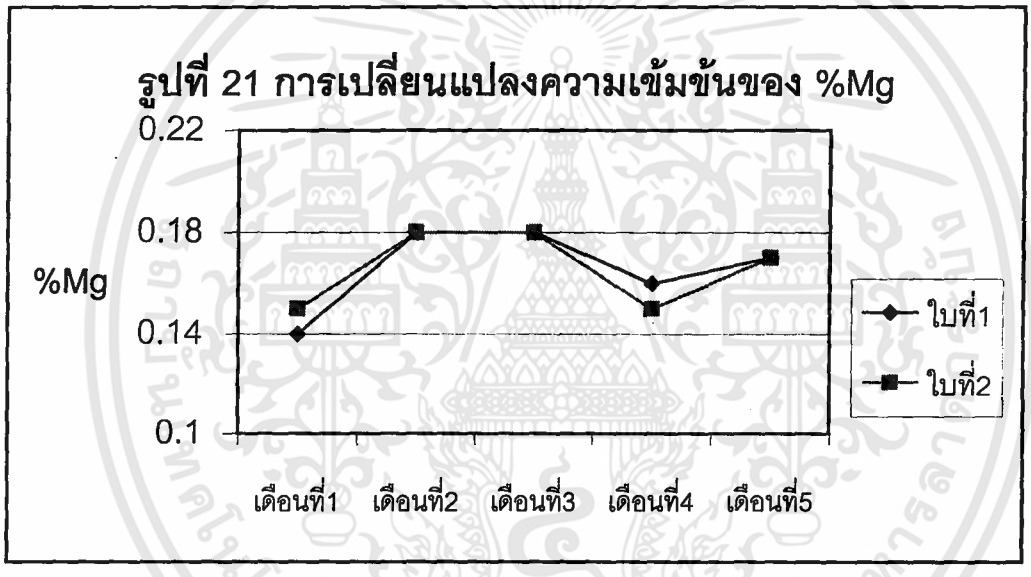
รูปที่ 18 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ %P

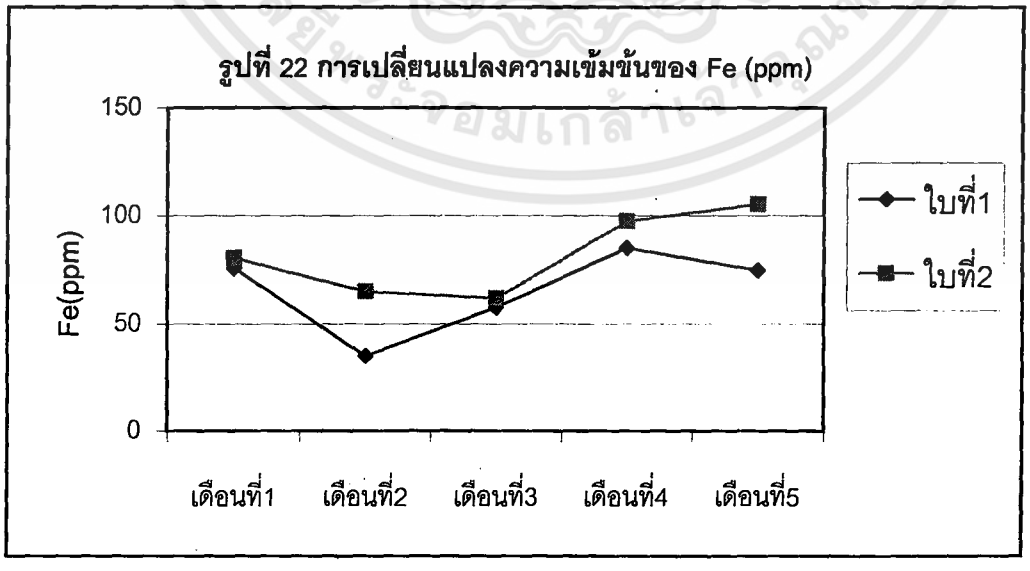


รูปที่ 19 การแปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ %K

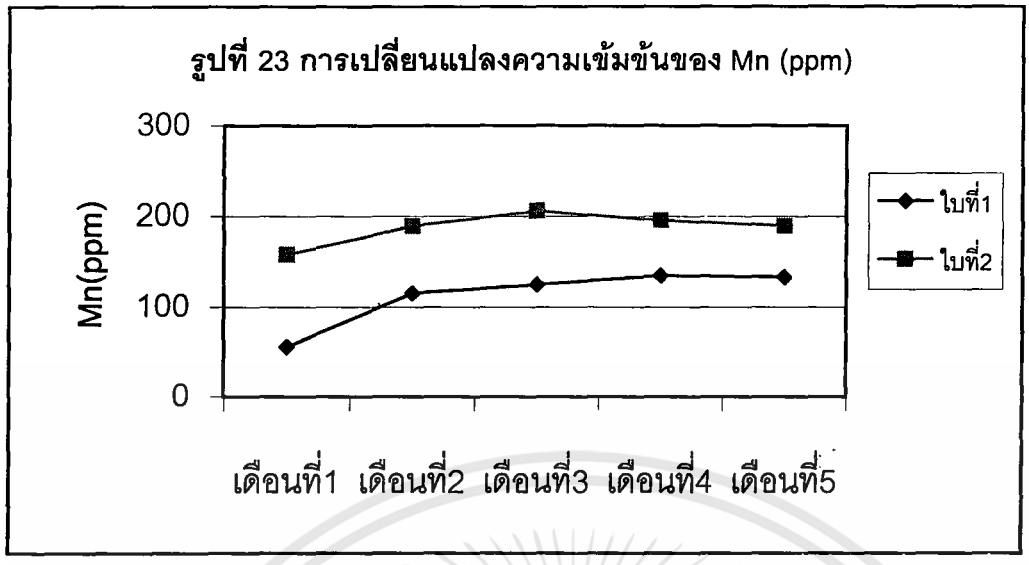
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

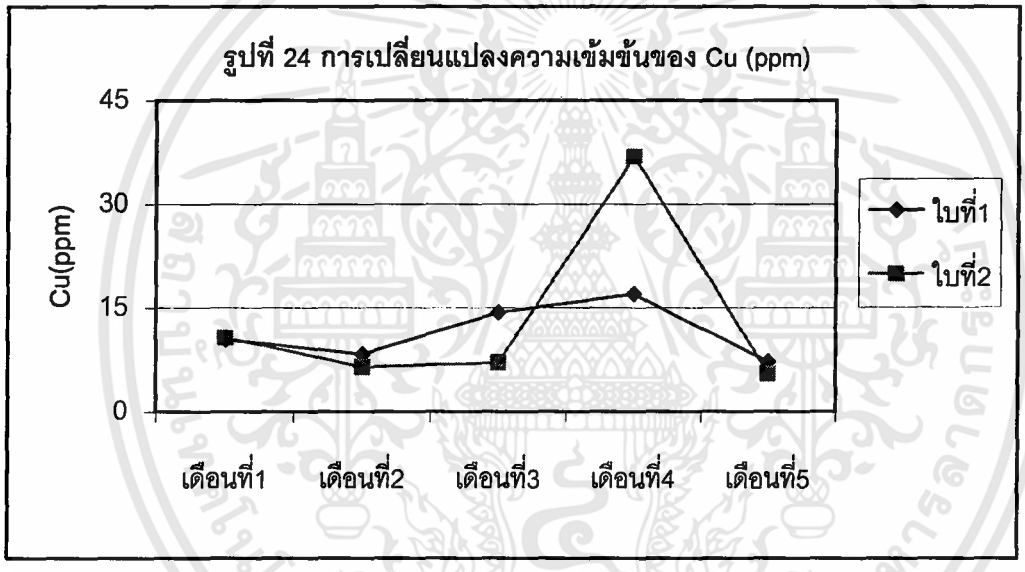


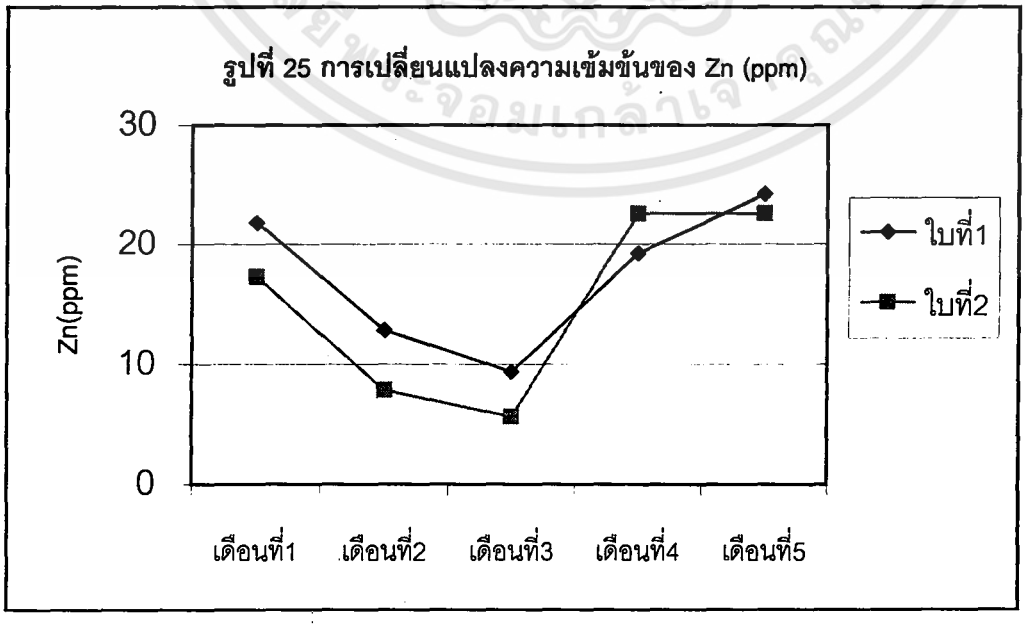




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ดินที่ใช้ปลูกมังคุดทั้ง 8 ต้น บริเวณตำบลพลับพลา อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีปริมาณของกลุ่มขนาดทรายมากเป็นประเภทเนื้อหยาบ มีความเป็นกรดสูงมีระดับความอุดมสมบูรณ์ของ OM , CEC และ Available K ต่ำ แต่มี Available P สูง มีปริมาณ Ca , Mg ,Cu , Zn ต่ำ แต่มี Fe สูง จึงควรมีการปรับระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้ดินมีความเป็นกลาง เพื่อให้ธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น และความมีการใส่ปุ๋ยหรือเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน เพื่อเพิ่มธาตุอาหารในดิน

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดพบว่าทิศไม่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหาร ซึ่งมีผลการทดลองคล้ายกับ Kotur and Singh (1993) และวริษาฐา(2541) จากการวิเคราะห์เป็นเวลา 5 เดือน ในใบที่ 1 ปริมาณ N , K , Ca , Zn , Fe , Cu , Mn มีความเข้มข้นสูงขึ้น ปริมาณ P , Mg มีความเข้มข้นค่อนข้างคงที่ ใบที่ 2 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารเหมือนกับใบที่ 1 โดยปริมาณ N , P , K , Ca , Mg จะมีความเข้มข้นของธาตุอาหารต่ำกว่าใบที่ 1 แต่ความเข้มข้นของจุลธาตุ (Fe , Mn , Cu , Zn) ในใบที่ 2 จะสูงกว่าใบที่ 1 เนื่องจากจุลธาตุเป็นธาตุอาหารที่เคลื่อนที่ไม่ได้ในใบพืช (ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และ ศิวาพร ธรรมดี. 2542. พันธุ์ไม้ผลในประเทศไทย. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 166

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 259-261

จักรพงษ์ เจิมศิริ. 2539. คุณสมบัติของดินที่ปลูกไม้ผลในภาคตะวันออก. วารสารดินและปุ๋ย. ปีที่ 18. เล่มที่ 4 206-222 ; 53

พิชิต พงษ์สกุล. 2540. หลักในการแปลความหมายค่าวิเคราะห์พืช. วารสารดินและปุ๋ย. ปีที่ 19. เล่มที่ 1. 2-19 ; 63

วริษาฐา จันทร์ชูวงศ์. 2541. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบทุเรียน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชา ปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร

Andrew, C.S. 1977. The effect of sulpher on the growth and nitrogen concentration,and critical sulpher concentrations of some tropical and temperate pasture legumes. Aust. J. Agric.Res. 28: 807-820

Ascher,C.S. and J.P. Loneragan.1967. Response of plants to phosphate concentration in solution culture. I.Growth and phosphorus content.Scil Sci.103:225-233

Bar-Akiva,A.1977.Functional aspects of mineral nutrients in use for the evaluation of plant nutrient.requirment.pp.115-142 In R.M. Samish(rd)Recent advances in plant nutrition.Proceedings of the sixth international colloguium on plant analysis and fertiltzer problem.Vol.1.

Bevege,D.I.1978.Foliar analysis as a guide to the nutrient status of tropical pines.pp.53-60. In A.R. Ferguson and R.L. Beileski (eds) Plant nutrition. Vol.1. Government Printer.Wellington

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bolan,N.S.,A.D. Robson,and N.J. Barrow,1983.Plant and soil factors including my corrhizal infection causing sigmoidal response of plants to applied phosphorus.Plant Soil 73:187-201.

Bouma,D.,and E.F.Dowling.1976. The relationship between the phosphorus status of subterranean clover plants and the dry weight responses of detached leaves in solution with and without phosphate.Aust.J.Agric.Res.27:53-62.

Clackson, D.T.,F.W. Smith and P.J. Vanden Berg.1983.Regulation of sulfate transport in a tropical legumes, Macroptillium

Clement,H.F.1964.Interactions of factors affecting yield. Ann. Rev. Plant Physiol.15 :409-442

Delhaize, E., J.F.Loneragan, and F J. Webb.1982.Enzymatic diagnosis of copper deficiency in subterranean clover. **II.** A simple field test. Aust. J. Agric. Res.33 :981-987.

Fisher,M.J.1980.The influence of water stress on nitrogen and phosphorus uptake and concentration in Townsville stylo *(Stylosanthes humilis)*.Sust.J.Exp.Agric,Amim.Husb.20:175-180.

Freney,J.R.,K.Spencer,and M.B.Jones.1977.On the constancy of the ratio of nitrogen to sulphur in the protein of subtreeanean clover tops.Commun.Soil Sci.and Plant Anal.8:175-180.

Glass,A.D.M.1983.Requlation of ion transport. Ann.Rev. Plant Physiol. 34:311-326

Graham,R.D.,andE.K.S. Nambiar.1981.Advances in research on copper deficiency in cereals.Aust.J.Agric.Res.32 :1009-1037

Greenwood,E.A.N.1976. Nitrogen stress in plants.Adv.Agron.28:1-35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hill ,J.,A.D.Robson,and J.E.Loneragan.1978.The effects of copper and nitrogen supply on the translocation of copper in four cultivars of wheat.Aust.J.Agric.Res.29:925-939

Hill ,J.,A.D.Robson,and J.E.Loneragan.1979.The effects of Cu supply and shading on Curetranslocation from old wheat levels.Ann.Bot.(Lond.)43:449-457

Irving, G.C.J., and D.Bouma.1984.Phosphorus compounds measured in a rapid and simple leaf test for assessment of the phosphorus status of subterranean clover.Aust.J.Exp.Agric.Anim.Husb.24 :213-218

Johansen,C.1976.Concentration of nutrient element in parts of siratro as affected by phosphorus supply and plant age. Comm.Soil cSci. Plant Anal.7:527-545.

Lee, M.T., D.G. Edwards, and C.J. Asher.1981.Nitrogen nutrition of ginger*(Eingiber officinale)* . **II**.Establishment.of aleaf analysis test.Field Crops Res.4:49-81.

Loneragan.J.F.1968.Nutrient requirements of plants Nulture 220:1307-1308

Loneragan.J.F.,andK.Snowball.1969.Calcium Requirements of plants.Aust.J.Agric Res.20:466-478

Loneragan.J.F., K.Snowball, and A.D.Ronson. 1976.Remobilization of nutrients and its signficance in plant nutrition.pp.463-469.**In** I.F. wardlaw and J.B. Passioura(eds.)Transport and transfer processes in plants.Academic Press,New York.

Loneragan.J.F., K.Snowball, and A.D.Ronson. 1980.Copper supply in relation to conttent and redistribution of copper among organs of the wheat plants.Ann.Bot(Lond.)45:621-632

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Loneragan.J.F, E.Delhaize, and J.Webb.1982.Enzymic diagnosis of copper deficiency in subterranean clover.I. Relationship of ascorbate oxidase activity in leaves to copper status.Aust.J.Agric.Res.33 :967-979

Mclachlan,K.D.1982 Leaf acid phosphatase activity and the phosphorus status of field grown wheat.Aust.J.Agric.Res.33:453-464.

Mambiar,E.K.S.1976. Genetic differences in the copper nutrition of cereals. I. Differential responses of genotypes of copper.Aust.J.Agric.Res.27 : 453-463.

Nualsri,L.1977.Copper nutrition of peanuts. Ph.D. Thesis,University of Western Australia.

Piper,C.S.1942.Investigation on copper deficiency in plants.J.Agric.Sci.22:143-178.

Randell,P.J.,K.Spencer,and J.R.Frency.1981.Sulphur and nitrogen fertilizer effects on wheat. I.Sulphur and nitrogen concentrations in the grain in relation to response.Aust.J.Agric.Res.32:203-212.

Robson,A.D.,and K.Snowball.1986.Nutrient deficiency and toxicity symptoms pp.13-19. In D.J.Peuter and J.P. Robinson(eds.) Plant analysis : An interpretation manual. Inkata Press.Melbourne,Sydney.

Smith,F.W. 1974. The effect of sodium on potassium nutrition and ionic relations in rhodes grass.Aust.J.Agric.Res.25 : 407-414.

Spear, S.N., C.J.Asher and D.G. Edwards. 1978.Responses of cassava, sunflower, and maize to patassium concentration in solution.I. Growth and plant potassium concentration. Field Crop Res. 1:347-361.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Spencer, K., J.R.Freney, and M.B.Jones.1978.Diagnosis of Sulphur deficiency in plants. In A.W.Ferguson, R.L.Bieski and I.B.Ferguson(eds.)Plant nutrition 1978.Vol.2.Government Printer,Welington.

Spencer, K., and A.D. Govaas.1982.Rapid test for determining potassium levels in clover tissues.J.Aust.Inst.Agric.Sci.43 : 101-103

Steenberg, F.1951.Yield curves and chemical plant analyses. Plant Soil 3:97-109.

Terman,G.L.,andL.A.Nelson.1976.Comments on use of multiple regession in plant analysis interpretation.Agron.J.68:148-150.

Ulrich, A., and F.J. Hill.1967.Principles and practives of plant analysis.pp. 11-24. In Soil test and plant analysis. Part II. Soil Sci.Soc.Am.Spec.Pub.No.2 Madison, Wjs.

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

Leece, D.R. 1968. The concept of leaf analysis for fruit tree. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 34 : 146-153

Leece, D.R. 1976. Diagnosis of nutritional dissoder of friut tree by leaf and soil analysis and biochamical indices. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 42:3-19.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงค่าการวิเคราะห์ดินทางกายภาพ

No.	ระดับ	Particle Size Distribution			Texture
	(cm)	%Sand	%Silt	%clay	(USDA SYSTEM)
	0 - 20	84.92	7.85	7.23	LOAMY SAND
ต้นที่ 1	20 - 40	84.92	2.85	12.23	LOAMY SAND
	40 - 60	82.42	5.35	12.23	LOAMY SAND
	0 - 20	82.42	7.85	9.73	LOAMY SAND
ต้นที่ 2	20 - 40	83.92	6.35	9.73	LOAMY SAND
	40 - 60	89.42	3.35	7.23	LOAMY SAND
	0 - 20	89.42	5.85	4.73	SAND
ต้นที่ 3	20 - 40	87.42	2.85	9.73	LOAMY SAND
	40 - 60	90.42	4.85	4.73	SAND
	0 - 20	89.92	5.35	4.73	SAND
ต้นที่ 4	20 - 40	82.42	7.85	9.73	LOAMY SAND
	40 - 60	83.92	6.35	9.73	LOAMY SAND
	0 - 20	89.92	2.85	7.23	LOAMY SAND
ต้นที่ 5	20 - 40	84.92	2.85	12.23	LOAMY SAND
	40 - 60	92.42	3.85	3.73	SAND
	0 - 20	92.42	2.85	4.73	SAND
ต้นที่ 6	20 - 40	84.92	5.35	9.73	LOAMY SAND
	40 - 60	89.92	4.35	5.73	SAND
	0 - 20	89.42	5.85	4.73	SAND
ต้นที่ 7	20 - 40	84.92	5.35	9.73	LOAMY SAND
	40 - 60	84.92	10.35	4.73	SAND
	0 - 20	89.92	5.35	4.73	SAND
ต้นที่ 8	20 - 40	83.92	6.35	9.73	LOAMY SAND
	40 - 60	82.42	7.85	9.73	LOAMY SAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงค่าวิเคราะห์ดินทางเคมีที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร

ระดับความลึก 0-20												
ต้นที่	pH (1:1)	EC (1:5)	OM (%)	CEC meq/100g soi	avai P (ppm)	Extractable (ppm) NH_4OAc pH7.0			Extractable (ppm) DTPA (pH 7.3)			
						K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
1	4.51	25.15	2.14	10.29	28.45	31.69	144.55	14.60	304.65	5.51	2.94	2.12
2	4.40	27.00	2.07	10.41	27.25	30.59	98.18	9.90	296.10	3.89	2.72	1.29
3	4.39	26.55	1.55	9.92	36.13	26.48	80.94	7.09	201.40	5.06	2.35	1.17
4	4.35	32.75	1.71	8.57	25.75	30.98	154.30	12.59	153.77	3.46	1.50	1.49
5	4.41	19.70	1.61	10.29	24.35	33.89	110.98	11.00	115.37	1.99	1.47	1.13
6	4.29	18.85	1.23	8.57	22.62	45.69	64.38	5.20	133.53	1.86	1.40	1.06
7	4.58	30.35	1.68	9.55	39.15	32.29	182.34	16.30	193.51	2.97	3.57	1.63
8	4.34	21.65	1.85	9.68	43.58	18.10	96.99	9.60	217.27	2.46	1.82	1.15
เฉลี่ย	4.41	25.25	1.73	9.66	30.91	31.21	116.58	10.79	201.95	3.40	2.22	1.38
SD	0.09	4.95	0.29	0.74	7.69	7.68	40.14	3.69	69.91	1.36	0.80	0.36
Min	4.29	18.85	1.23	8.57	22.62	18.10	64.38	5.20	115.37	1.86	1.40	1.06
Max	4.58	32.75	2.14	10.41	43.58	45.69	182.34	16.30	304.65	5.51	3.57	2.12

ตาราง แสดงค่าวิเคราะห์ดินทางเคมีที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร

ระดับความลึก 20-40												
ต้นที่	pH (1:1)	EC (1:5)	OM (%)	CEC meq/100g soil	avai P (ppm)	Extractable (ppm) NH_4OAc pH7.0			Extractable (ppm) DTPA (pH 7.3)			
						K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
1	4.71	24.30	1.25	8.33	39.63	21.09	144.96	17.90	131.37	3.04	2.06	1.22
2	4.77	31.60	0.85	8.08	22.17	19.99	149.52	13.79	91.38	7.16	1.25	0.69
3	4.65	17.85	0.95	6.37	43.67	24.80	87.39	8.20	80.50	8.98	1.47	0.65
4	4.31	21.55	0.79	6.53	26.38	23.29	69.17	10.10	49.00	0.98	0.88	0.64
5	4.38	21.45	0.69	4.98	37.33	19.69	50.58	6.10	45.09	0.50	0.81	0.50
6	4.48	21.40	0.77	6.37	32.08	24.69	34.19	3.60	48.53	0.50	0.93	0.62
7	4.62	35.40	0.85	6.45	47.54	25.09	97.57	10.90	44.39	0.81	0.90	0.69
8	4.41	23.45	0.99	6.78	58.29	16.30	31.19	5.30	65.84	0.74	0.93	0.90
เฉลี่ย	4.54	24.63	0.89	6.74	38.39	21.87	83.07	9.49	69.51	2.84	1.15	0.74
SD	0.17	5.88	0.17	1.06	11.70	3.14	45.99	4.74	30.54	3.37	0.43	0.22
Min	4.31	17.85	0.69	4.98	22.17	16.30	31.19	3.60	44.39	0.50	0.81	0.50
Max	4.77	35.40	1.25	8.33	58.29	25.09	149.52	17.90	131.37	8.98	2.06	1.22

ตาราง แสดงค่าวิเคราะห์ดินทางเคมีที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร

ระดับความลึก 40-60												
ต้นที่	pH (1:1)	EC (1:5)	OM (%)	CEC meq/100g soil	avai P (ppm)	Extractable (ppm) NH_4OAc pH7.0			Extractable (ppm) DTPA (pH 7.3)			
						K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
1	4.79	19.45	0.72	6.78	14.95	41.68	94.56	10.70	31.98	2.37	2.07	2.09
2	5.03	24.25	0.31	7.10	6.35	28.38	177.67	21.68	13.81	7.75	0.61	0.90
3	4.84	15.85	0.27	5.06	7.28	25.70	90.98	8.80	11.73	11.28	1.44	0.97
4	4.68	14.75	0.50	6.78	8.33	28.79	143.76	26.29	25.31	2.05	0.56	1.42
5	5.12	13.70	0.29	5.14	3.10	20.80	101.98	12.10	10.93	12.25	0.32	0.60
6	4.69	19.30	0.53	4.65	7.68	32.49	43.78	5.10	14.80	1.69	0.44	1.05
7	4.69	20.30	0.45	5.71	9.28	15.90	95.59	12.40	11.48	1.24	1.57	0.92
8	4.68	20.00	0.48	5.80	8.78	10.20	77.58	9.90	15.34	1.80	2.02	0.85
เฉลี่ย	4.81	18.45	0.44	5.88	8.22	25.49	103.24	13.37	16.92	5.05	1.13	1.10
SD	0.17	3.47	0.15	0.91	3.33	9.84	40.81	7.04	7.62	4.64	0.73	0.46
Min	4.68	13.70	0.27	4.65	3.10	10.20	43.78	5.10	10.93	1.24	0.32	0.60
Max	5.12	24.25	0.72	7.10	14.95	41.68	177.67	26.29	31.98	12.25	2.07	2.09

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ %N ของแต่ละทิศ

ทิศ	ใบที่ 1				ใบที่ 2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เหนือ	1.45	0.09			1.28	0.04		
ใต้	1.41	0.1			1.28	0.09		
ออก	1.47	0.08			1.32	0.08		
ตก	1.41	0.07	0.958	0.426	1.32	0.06	0.956	0.427

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ %P ของแต่ละทิศ

ทิศ	ใบที่ 1				ใบที่ 2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เหนือ	0.10	0.02			0.06	0.01		
ใต้	0.10	0.02			0.06	0.02		
ออก	0.10	0.01			0.06	0.01		
ตก	0.10	0.02	0.102	0.958	0.05	0.01	0.356	0.785

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ %K ของแต่ละทิศ

ทิศ	ใบที่ 1				ใบที่ 2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เหนือ	1.72	0.23			0.72	0.22		
ใต้	1.77	0.18			0.70	0.26		
ออก	1.70	0.16			0.95	0.18		
ตก	1.69	0.12	0.350	0.790	0.67	0.28	2.390	0.090

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ %Ca ของแต่ละทิศ

ทิศ	ใบที่ 1				ใบที่ 2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เหนือ	0.84	0.26			1.71	0.24		
ใต้	0.80	0.13			1.78	0.31		
ออก	0.82	0.13			1.52	0.21		
ตก	0.79	0.19	0.108	0.955	1.73	0.21	1.825	0.165

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ %Mg ของแต่ละทิศ

ทิศ	ใบที่ 1				ใบที่ 2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เหนือ	0.14	0.02			0.15	0.03		
ใต้	0.16	0.01			0.14	0.02		
ออก	0.14	0.01			0.15	0.02		
ตก	0.14	0.02	2.221	0.108	0.14	0.02	0.308	0.820

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ Fe (ppm) ของแต่ละทิศ

ทิศ	ใบที่ 1				ใบที่ 2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เหนือ	71.49	31.22			100.11	45.93		
ใต้	78.66	30.87			81.28	34.65		
ออก	72.30	32.06			61.49	13.87		
ตก	81.13	39.81	0.393	0.759	78.97	13.6	0.651	0.589

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ Mn (ppm) ของแต่ละทิศ

ทิศ	ใบที่ 1				ใบที่ 2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เหนือ	61.68	33.69			177.14	73.56		
ใต้	55.70	24.97			160.80	58.45		
ออก	57.05	18.41			135.65	46.31		
ตก	48.63	16.59	0.077	0.972	156.49	58.06	2.397	0.089

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ Cu (ppm) ของแต่ละทิศ

ทิศ	ใบที่ 1				ใบที่ 2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เหนือ	7.71	9.56			14.10	14.74		
ใต้	10.40	12.27			9.84	6.42		
ออก	7.54	5.66			10.46	9.8		
ตก	15.89	21.18	0.674	0.575	8.28	5.07	0.510	0.679

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ Zn (ppm) ของแต่ละทิศ

ทิศ	ใบที่ 1				ใบที่ 2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เหนือ	19.66	4.89			16.45	5.41		
ใต้	22.33	4.72			17.14	5.52		
ออก	22.55	6.94			17.44	4.65		
ตก	22.86	8.11	0.435	0.730	18.14	7.87	0.109	0.954

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ความเข้มข้นของ %N ของแต่ละทิศในใบมังคุดใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 1

ต้น	ใบที่1						ใบที่ 2					
	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD
1	1.36	1.47	1.46	1.48	1.44	0.06	1.29	1.36	1.36	1.36	1.34	0.04
2	1.59	1.43	1.53	1.41	1.49	0.08	1.33	1.44	1.46	1.41	1.41	0.06
3	1.48	1.41	1.41	1.35	1.41	0.05	1.32	1.20	1.24	1.24	1.25	0.05
4	1.55	1.59	1.62	1.52	1.57	0.05	1.24	1.27	1.25	1.31	1.27	0.03
5	1.41	1.31	1.39	1.34	1.36	0.05	1.27	1.30	1.30	1.29	1.29	0.01
6	1.36	1.31	1.39	1.36	1.36	0.04	1.27	1.14	1.33	1.27	1.25	0.08
7	1.46	1.32	1.51	1.38	1.42	0.09	1.22	1.24	1.39	1.32	1.29	0.08
8	1.38	1.45	1.43	1.43	1.42	0.03	1.29	1.27	1.23	1.36	1.29	0.05
เฉลี่ย	1.45	1.41	1.47	1.41	1.43	0.06	1.28	1.28	1.32	1.32	1.30	0.05
SD	0.09	0.10	0.08	0.07	0.07	0.02	0.04	0.09	0.08	0.06	0.05	0.02

ตาราง ความเข้มข้นของ %P ของแต่ละทิศในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 1

ต้นที่	ใบที่1						ใบที่2					
	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD
1	0.12	0.11	0.12	0.10	0.11	0.01	0.05	0.08	0.08	0.06	0.07	0.01
2	0.11	0.10	0.09	0.11	0.10	0.01	0.05	0.07	0.06	0.07	0.06	0.01
3	0.11	0.11	0.11	0.09	0.10	0.01	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.01
4	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	0.01	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.01
5	0.06	0.07	0.09	0.08	0.08	0.01	0.09	0.05	0.06	0.04	0.06	0.02
6	0.10	0.09	0.11	0.09	0.10	0.01	0.05	0.03	0.08	0.04	0.05	0.02
7	0.09	0.11	0.09	0.12	0.11	0.01	0.05	0.07	0.06	0.08	0.06	0.01
8	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.00	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.00
เฉลี่ย	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.00
SD	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ความเข้มข้นของ %K ของแต่ละทิศในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 1

ต้น	ใบที่1						ใบที่2					
	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD
1	1.77	1.86	1.83	1.59	1.76	0.12	0.72	0.77	1.03	0.63	0.79	0.17
2	2.04	1.95	1.70	1.93	1.91	0.14	0.39	0.82	0.92	0.60	0.68	0.23
3	2.02	2.08	1.85	1.84	1.90	0.12	0.85	0.98	1.08	1.03	0.99	0.10
4	1.60	1.61	1.64	1.63	1.62	0.02	0.42	0.39	0.63	0.38	0.45	0.12
5	1.35	1.60	1.92	1.65	1.63	0.23	0.80	0.37	1.23	0.72	0.78	0.35
6	1.71	1.79	1.71	1.66	1.72	0.05	0.80	0.45	0.95	0.45	0.66	0.25
7	1.59	1.62	1.46	1.61	1.57	0.07	1.05	1.03	0.96	1.13	1.04	0.07
8	1.67	1.69	1.52	1.62	1.63	0.08	0.77	0.77	0.83	0.43	0.70	0.18
เฉลี่ย	1.72	1.77	1.70	1.69	1.72	0.04	0.72	0.70	0.95	0.67	0.76	0.13
SD	0.23	0.18	0.16	0.12	0.05	0.07	0.22	0.26	0.18	0.28	0.19	0.09

ตาราง ความเข้มข้นของ %Ca ของแต่ละทิศในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 1

ต้น	ใบที่1						ใบที่2					
	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD
1	0.91	1.00	0.96	1.01	0.97	0.04	1.69	2.17	1.62	1.87	1.84	0.24
2	0.89	0.84	0.96	1.01	0.93	0.08	2.00	1.67	1.75	1.95	1.84	0.16
3	0.72	0.85	0.63	0.63	0.71	0.11	1.83	1.64	1.46	1.67	1.65	0.15
4	0.87	0.80	0.76	0.89	0.83	0.06	1.98	2.00	1.85	1.94	1.94	0.07
5	1.33	0.81	0.85	0.63	0.91	0.30	1.79	2.05	1.35	1.44	1.66	0.32
6	0.78	0.77	0.80	0.79	0.78	0.01	1.56	1.90	1.32	1.82	1.65	0.27
7	0.41	0.53	0.66	0.51	0.53	0.10	1.28	1.22	1.25	1.43	1.30	0.09
8	0.81	0.82	0.93	0.86	0.85	0.05	1.58	1.62	1.54	1.75	1.62	0.09
เฉลี่ย	0.84	0.80	0.82	0.79	0.81	0.02	1.71	1.78	1.52	1.73	1.69	0.12
SD	0.26	0.13	0.13	0.19	0.14	0.09	0.24	0.31	0.21	0.21	0.20	0.09

ตาราง ความเข้มข้นของ %Mg ของแต่ละทิศในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 1

ต้น	ใบที่1						ใบที่2					
	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD
1	0.14	0.17	0.15	0.16	0.15	0.01	0.13	0.16	0.16	0.14	0.15	0.02
2	0.16	0.17	0.14	0.15	0.15	0.01	0.16	0.11	0.13	0.14	0.13	0.02
3	0.14	0.16	0.13	0.13	0.14	0.01	0.13	0.14	0.13	0.15	0.14	0.01
4	0.13	0.14	0.14	0.15	0.14	0.01	0.13	0.14	0.13	0.16	0.14	0.01
5	0.16	0.14	0.15	0.12	0.14	0.02	0.17	0.15	0.18	0.13	0.16	0.02
6	0.12	0.15	0.13	0.11	0.13	0.02	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.01
7	0.12	0.14	0.14	0.13	0.13	0.01	0.18	0.16	0.17	0.18	0.17	0.01
8	0.15	0.16	0.16	0.14	0.15	0.01	0.19	0.15	0.18	0.13	0.16	0.03
เฉลี่ย	0.14	0.16	0.14	0.14	0.14	0.01	0.15	0.14	0.15	0.14	0.15	0.00
SD	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01

ตาราง ความเข้มข้นของ Fe (ppm) ของแต่ละทิศในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 1

ต้น	ใบที่1						ใบที่2					
	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD
1	113.74	68.20	108.86	142.60	108.35	30.63	148.19	81.18	80.64	89.60	99.90	32.45
2	84.84	152.95	124.28	135.82	124.47	28.93	144.83	157.85	53.77	70.57	106.75	52.21
3	95.77	65.04	86.02	30.91	69.43	28.70	56.28	92.14	64.30	69.28	70.50	15.39
4	38.80	64.64	36.37	90.60	57.60	25.45	71.81	68.27	62.68	48.73	62.87	10.15
5	100.24	62.32	56.33	74.86	73.44	19.47	77.17	53.75	42.89	86.26	65.02	20.13
6	43.87	83.74	61.34	65.45	63.60	16.36	59.93	88.31	79.89	58.46	71.65	14.80
7	32.40	71.59	36.38	54.40	48.70	18.02	169.77	54.40	46.42	75.89	86.62	56.81
8	62.26	60.80	68.83	54.38	61.57	5.93	72.91	54.38	61.31	64.88	80.40	35.89
เฉลี่ย	71.49	78.66	72.30	81.13	75.90	4.74	100.11	81.28	61.49	70.46	80.46	15.80
SD	31.22	30.87	32.06	39.81	26.43	8.37	45.93	34.65	13.87	13.60	16.18	17.68

ตาราง ความเข้มข้นของ Mn (ppm) ของแต่ละทิศในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 1

ต้น	ใบที่1						ใบที่2					
	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD
1	44.39	36.64	41.76	52.17	43.74	6.48	157.69	155.90	102.53	164.26	145.09	28.60
2	47.90	69.25	68.85	69.12	63.78	10.59	205.37	189.16	172.26	199.76	191.64	14.56
3	80.37	105.77	59.67	62.82	77.16	21.14	316.99	245.02	197.89	238.26	249.54	49.55
4	69.64	62.07	75.73	59.73	66.79	7.30	171.41	201.79	176.05	205.85	188.78	17.55
5	128.54	60.32	66.79	29.44	71.27	41.51	212.12	196.06	137.15	126.16	167.87	42.57
6	29.91	28.42	22.44	43.47	31.06	8.88	96.36	133.72	54.41	135.92	105.10	38.36
7	22.93	34.31	47.83	20.94	31.50	12.38	80.38	78.36	114.75	54.91	82.10	24.65
8	69.72	48.84	73.32	51.38	60.82	12.49	176.77	86.35	130.12	126.80	130.01	36.98
เฉลี่ย	61.68	55.70	57.05	48.63	55.76	5.40	177.14	160.80	135.65	156.49	157.52	17.08
SD	33.69	24.97	18.41	16.59	17.94	11.60	73.56	58.45	46.31	58.06	53.54	12.32

ตาราง ความเข้มข้นของ Cu (ppm) ของแต่ละทิศในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 1

ต้น	ใบที่1						ใบที่2					
	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD
1	2.00	1.98	1.99	1.99	1.99	0.01	5.99	2.99	2.98	2.49	3.61	1.60
2	0.50	1.99	1.00	1.49	1.25	0.64	1.98	4.48	1.49	5.96	3.48	2.11
3	1.49	0.99	9.45	27.92	9.96	12.58	1.00	5.98	7.98	10.47	6.35	4.02
4	5.97	12.45	10.96	12.45	10.46	3.07	20.43	18.43	21.87	16.40	19.28	2.38
5	29.28	8.48	11.96	6.49	14.05	10.40	5.48	17.43	17.46	13.46	13.46	5.64
6	12.97	13.46	2.99	3.50	8.23	5.76	6.99	6.99	2.50	2.00	4.62	2.74
7	5.98	5.47	4.98	9.47	6.48	2.04	29.96	5.99	3.49	6.49	11.48	12.39
8	3.49	38.37	16.96	63.86	30.67	26.38	40.95	16.46	25.91	8.98	23.08	13.78
เฉลี่ย	7.71	10.40	7.54	15.89	10.38	3.90	14.10	9.84	10.46	8.28	10.67	2.46
SD	9.56	12.27	5.66	21.18	9.25	8.83	14.74	6.42	9.80	5.07	7.50	4.81

ตาราง ความเข้มข้นของ Zn (ppm) ของแต่ละทิศในใบที่ 1และใบที่ 2 ในเดือนที่ 1

ต้น	ใบที่1						ใบที่2					
	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD	เหนือ	ใต้	ออก	ตก	เฉลี่ย	SD
1	12.47	15.85	17.90	17.39	15.90	2.45	12.48	12.46	15.43	11.45	12.95	1.72
2	13.47	23.91	16.47	14.92	17.19	4.64	10.42	15.44	10.95	11.43	12.06	2.29
3	16.37	15.40	16.41	12.96	15.29	1.62	9.45	9.96	12.96	10.97	10.84	1.55
4	22.89	23.85	27.90	27.88	25.63	2.64	17.44	23.42	15.91	13.43	17.55	4.25
5	22.33	20.44	22.43	23.95	22.29	1.44	15.44	12.44	17.95	25.93	17.94	5.78
6	20.93	24.43	18.45	23.48	21.82	2.69	20.47	20.96	19.97	15.99	19.35	2.27
7	23.43	26.35	24.41	38.39	28.15	6.94	23.47	24.95	20.95	30.45	24.95	4.02
8	25.41	28.41	36.41	23.94	28.54	5.57	22.47	17.47	25.42	25.46	22.70	3.76
เฉลี่ย	19.66	22.33	22.55	22.86	21.85	1.48	16.45	17.14	17.44	18.14	17.29	0.70
SD	4.89	4.72	6.94	8.11	5.33	1.99	5.41	5.52	4.65	7.87	5.08	1.48

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ %N ในเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5

	ใบที่1				ใบที่2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เดือนที่1	1.43	0.07			1.30	0.05		
เดือนที่2	1.35	0.09			1.26	0.10		
เดือนที่3	1.36	0.08			1.24	0.06		
เดือนที่4	1.60	0.08			1.49	0.11		
เดือนที่5	1.59	0.09	17.443	0	1.48	0.05	19.520	0

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ %P ในเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5

	ใบที่1				ใบที่2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เดือนที่1	0.10	0.01			0.06	0.01		
เดือนที่2	0.08	0.01			0.08	0.01		
เดือนที่3	0.08	0.01			0.09	0.01		
เดือนที่4	0.08	0.01			0.07	0.01		
เดือนที่5	0.09	0.01	3.482	0.017	0.07	0.01	11.896	0

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ %K ในเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5

	ใบที่1				ใบที่2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เดือนที่1	1.72	0.13			0.76	0.19		
เดือนที่2	1.18	0.14			0.69	0.23		
เดือนที่3	1.27	0.14			0.63	0.19		
เดือนที่4	0.95	0.26			0.54	0.2		
เดือนที่5	0.92	0.25	15.113	0	0.48	0.17	2.623	0.051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ %Ca ในเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5

	ใบที่1				ใบที่2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เดือนที่1	0.81	0.14			1.69	0.2		
เดือนที่2	1.42	0.26			2.09	0.79		
เดือนที่3	1.56	0.23			2.30	0.53		
เดือนที่4	1.55	0.22			2.38	0.39		
เดือนที่5	1.58	0.25	17.073	0	2.47	0.41	3.063	0.029

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ %Mg ในเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5

	ใบที่1				ใบที่2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เดือนที่1	0.14	0.01			0.15	0.02		
เดือนที่2	0.18	0.02			0.18	0.02		
เดือนที่3	0.18	0.02			0.18	0.02		
เดือนที่4	0.16	0.02			0.15	0.02		
เดือนที่5	0.17	0.01	4.997	0.003	0.17	0.02	5.724	0.001

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ Fe (ppm) ในเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5

	ใบที่1				ใบที่2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เดือนที่1	75.90	26.43			80.46	16.18		
เดือนที่2	35.43	12.36			65.23	41.11		
เดือนที่3	57.66	27.11			61.97	28.93		
เดือนที่4	85.17	59.91			97.41	67.59		
เดือนที่5	74.99	44.56	2.162	0.094	105.41	102.49	0.823	0.519

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ Mn(ppm) ในเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5

	ใบที่1				ใบที่2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เดือนที่1	55.76	17.94			157.74	53.54		
เดือนที่2	115.41	37.25			189.43	51.05		
เดือนที่3	125.01	43.37			206.19	65.49		
เดือนที่4	135.21	67.56			195.85	51.22		
เดือนที่5	133.38	40.24	4.434	0.005	189.74	52.63	0.875	0.489

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ Cu (ppm) ในเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5

	ใบที่1				ใบที่2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เดือนที่1	10.38	9.25			10.67	7.50		
เดือนที่2	8.24	6.62			6.49	4.53		
เดือนที่3	14.34	18.54			7.11	5.50		
เดือนที่4	16.97	32.08			36.86	49.1		
เดือนที่5	7.24	4.97	0.445	0.775	5.49	4.14	2.791	0.041

ตาราง แสดงผลทางสถิติของ Zn (ppm) ในเดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 5

	ใบที่1				ใบที่2			
	average	SD	F	Sig	average	SD	F	Sig
เดือนที่1	21.85	5.33			17.29	5.08		
เดือนที่2	12.85	5.16			7.86	4.22		
เดือนที่3	9.36	5.59			5.61	4.13		
เดือนที่4	19.23	11.49			22.61	16.49		
เดือนที่5	24.21	16.92	2.540	0.058	22.59	15.2	5.488	0.002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ความเข้มข้นของ %N ในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 2 ถึง เดือนที่ 5

ต้นที่	เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5	
	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
1	1.52	1.27	1.36	1.26	1.49	1.56	1.56	1.50
2	1.34	1.30	1.46	1.33	1.64	1.70	1.60	1.43
3	1.36	1.14	1.26	1.18	1.57	1.39	1.50	1.40
4	1.38	1.24	1.47	1.18	1.60	1.53	1.67	1.50
5	1.43	1.27	1.29	1.26	1.54	1.36	1.71	1.47
6	1.41	1.28	1.33	1.29	1.71	1.50	1.61	1.53
7	0.07	0.09	1.33	1.25	1.57	1.43	1.60	1.47
8	0.00	0.00	1.43	1.15	1.71	1.46	1.43	1.53
เฉลี่ย	1.06	0.95	1.36	1.24	1.60	1.49	1.59	1.48
SD	0.64	0.56	0.08	0.06	0.08	0.11	0.09	0.05

ตาราง ความเข้มข้นของ %P ในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 2 ถึง เดือนที่ 5

ต้นที่	เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5	
	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
1	0.08	0.07	0.09	0.10	0.08	0.09	0.08	0.07
2	0.10	0.08	0.10	0.10	0.08	0.06	0.09	0.07
3	0.10	0.06	0.08	0.09	0.07	0.07	0.09	0.06
4	0.09	0.08	0.07	0.09	0.07	0.06	0.09	0.09
5	0.09	0.07	0.06	0.09	0.08	0.06	0.08	0.06
6	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	0.06	0.09	0.08
7	0.07	0.10	0.06	0.10	0.10	0.08	0.07	0.08
8	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.07	0.10	0.06
เฉลี่ย	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.07	0.09	0.07
SD	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ความเข้มข้นของ %K ในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 2 ถึง เดือนที่ 5

ต้นที่	เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5	
	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
1	1.00	0.56	1.08	0.43	0.99	0.61	0.71	0.26
2	1.20	0.83	1.37	0.61	1.02	0.39	0.95	0.45
3	1.43	1.01	1.47	0.92	1.31	0.81	1.28	0.57
4	1.26	0.61	1.27	0.48	0.66	0.41	0.88	0.38
5	1.12	0.44	1.31	0.77	0.49	0.36	1.07	0.41
6	1.05	0.43	1.38	0.49	1.08	0.30	1.18	0.49
7	1.10	1.00	1.20	0.85	1.09	0.72	0.53	0.85
8	1.27	0.63	1.08	0.51	0.98	0.72	0.75	0.43
เฉลี่ย	1.18	0.69	1.27	0.63	0.95	0.54	0.92	0.48
SD	0.14	0.23	0.14	0.19	0.26	0.20	0.25	0.17

ตาราง ความเข้มข้นของ %Ca ในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 2 ถึง เดือนที่ 5

ต้นที่	เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5	
	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
1	1.18	2.46	1.82	3.12	1.70	2.78	1.93	3.06
2	1.72	2.90	1.57	2.86	1.57	2.60	1.57	2.46
3	1.16	1.81	1.47	1.99	1.47	2.06	1.47	2.70
4	1.13	1.87	1.68	2.55	1.68	2.22	1.68	2.63
5	1.76	2.93	1.41	1.82	1.41	2.53	1.41	2.45
6	1.42	2.58	1.37	2.38	1.37	2.91	1.37	2.52
7	1.36	1.62	1.26	1.55	1.26	1.81	1.26	1.63
8	1.61	0.57	1.92	2.15	1.93	2.11	1.93	2.29
เฉลี่ย	1.42	2.09	1.56	2.30	1.55	2.38	1.58	2.47
SD	0.26	0.79	0.23	0.53	0.22	0.39	0.25	0.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ความเข้มข้นของ %Mg ในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 2 ถึง เดือนที่ 5

ต้นที่	เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5	
	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
1	0.17	0.20	0.17	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
2	0.17	0.17	0.17	0.17	0.13	0.13	0.18	0.17
3	0.16	0.17	0.16	0.17	0.14	0.16	0.15	0.16
4	0.15	0.16	0.15	0.16	0.13	0.14	0.16	0.15
5	0.19	0.18	0.19	0.18	0.19	0.15	0.18	0.14
6	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.12	0.17	0.14
7	0.20	0.21	0.20	0.21	0.18	0.17	0.18	0.19
8	0.21	0.19	0.21	0.19	0.17	0.19	0.17	0.14
เฉลี่ย	0.18	0.18	0.18	0.18	0.16	0.15	0.17	0.15
SD	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02

ตาราง ความเข้มข้นของ Fe (ppm) ในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 2 ถึง เดือนที่ 5

ต้นที่	เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5	
	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
1	62.86	144.77	28.90	107.61	53.94	186.96	41.95	48.86
2	32.95	46.93	35.94	45.95	92.89	49.93	168.73	73.87
3	26.99	53.81	62.91	28.94	34.94	29.90	65.88	64.81
4	38.94	38.92	68.93	74.84	66.85	54.87	37.81	60.85
5	36.88	113.68	49.88	43.90	54.97	194.73	113.91	70.93
6	21.97	45.87	111.87	53.85	122.90	76.98	66.91	351.09
7	28.94	27.95	68.94	99.74	39.90	40.96	49.93	127.95
8	33.93	49.91	33.89	40.96	214.96	144.94	54.84	44.96
เฉลี่ย	35.43	65.23	57.66	61.97	85.17	97.41	74.99	105.41
SD	12.36	41.11	27.11	28.93	59.91	67.59	44.65	102.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ความเข้มข้นของ Mn (ppm) ในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 2 ถึง เดือนที่ 5

ต้นที่	เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5	
	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
1	85.81	173.72	85.71	214.23	90.89	196.96	107.87	184.48
2	115.84	181.75	119.81	226.77	100.88	205.71	169.73	181.67
3	120.95	275.01	177.75	306.33	127.80	253.19	206.63	305.08
4	96.85	169.66	115.88	182.60	178.61	211.49	81.59	170.59
5	178.43	253.29	108.74	159.65	283.83	251.65	150.88	185.81
6	88.88	151.58	95.88	176.51	109.91	160.97	105.85	174.55
7	74.84	120.78	90.93	103.73	73.82	93.91	120.83	116.95
8	161.68	189.66	205.34	279.72	115.98	192.92	123.63	198.80
เฉลี่ย	115.41	189.43	125.01	206.19	135.21	195.85	133.38	189.74
SD	37.25	51.05	43.37	65.49	67.56	51.22	40.24	52.63

ตาราง ความเข้มข้นของ Cu (ppm) ในใบที่ 1 และ ใบที่ 2 ในเดือนที่ 2 ถึง เดือนที่ 5

ต้นที่	เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5	
	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
1	3.99	2.00	51.82	2.99	4.00	9.00	4.00	2.99
2	3.99	3.99	3.00	4.00	2.00	7.99	8.99	8.98
3	8.00	1.99	3.00	7.98	1.00	1.00	16.97	1.00
4	5.99	13.97	5.00	19.96	2.99	9.98	1.00	1.00
5	7.97	9.97	4.00	4.99	8.00	30.96	6.00	5.99
6	23.97	3.99	4.99	3.99	10.99	108.98	8.99	8.98
7	7.98	10.98	7.99	7.98	95.77	5.99	8.99	12.00
8	3.99	4.99	34.89	5.00	11.00	120.95	2.99	3.00
เฉลี่ย	8.24	6.49	14.34	7.11	16.97	36.86	7.24	5.49
SD	6.62	4.53	18.54	5.50	32.08	49.10	4.97	4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ความเข้มข้นของ Zn (ppm) ในใบที่ 1และใบที่ 2 ในเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 5

ต้นที่	เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5	
	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2	ใบที่1	ใบที่2
1	13.97	5.99	10.96	5.98	33.96	25.99	23.97	28.92
2	6.99	4.99	7.99	3.00	12.98	12.98	39.94	35.94
3	4.00	2.99	0.00	0.00	1.00	0.00	6.99	1.00
4	14.98	9.98	10.99	4.99	11.97	13.97	1.00	5.99
5	10.96	6.98	4.00	4.99	34.98	32.95	53.96	29.97
6	16.98	7.98	8.99	2.99	14.99	27.99	19.97	34.91
7	18.96	16.97	13.99	12.97	20.95	12.99	26.96	36.99
8	15.97	6.99	17.94	9.99	23.00	53.98	20.94	6.99
เฉลี่ย	12.85	7.86	9.36	5.61	19.23	22.61	24.21	22.59
SD	5.16	4.22	5.59	4.13	11.49	16.49	16.92	15.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้