**ใบรับรองปัญหาพิเศษ**

**ภาควิชาปฐพีวิทยา**

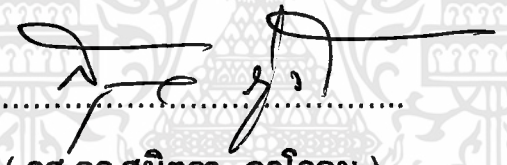
**เรื่อง**

# การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด

Seasonal Variation of Nutrient Concentration in Mangosteen Leaves

**โดย**

**นายวชิร เอื้ออำนวย**

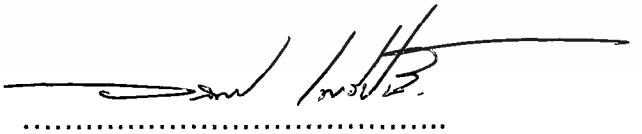


.....

**( รศ.ดร.สุมิตรา ภูวโรดม )**

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

**ภาควิชารับรองแล้ว**



.....

**( ผศ.ดร.อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น )**

**หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา**

**วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

# การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด

Seasonal Variation of Nutrient Concentration in Mangosteen Leaves

โดย

นายวชิร เอื้ออำนวย

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ. 2543

ปพ.
วิ1457
เลขหมู่ 2543
เลขทะเบียน 40037
วัน, เดือน, ปี 24 ก.ค. 2544

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

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด

## Seasonal Variation of Nutrient Concentration in Mangosteen Leaves

## บทคัดย่อ

ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในใบมังคุด ในสวนมังคุดที่มีการเจริญเติบโตปานกลางถึงค่อนข้างต่ำที่ ตำบลพลับพลา อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี โดยเก็บตัวอย่างดินและใบจากต้นมังคุด 8 ต้น เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20, 20-40 และ40-60 ซม. และเก็บตัวอย่างใบมังคุดในตำแหน่งใบที่ 1-2 จากยอด ใบที่แตกออกมาใหม่ในเดือนกันยายน 43 ในเดือนแรกของการเก็บตัวอย่าง ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของธาตุอาหารในใบทั้ง 4 (เหนือ ใต้ ออก ตก) ส่วนเดินต่อไป เก็บตัวอย่างใบจากทุกทิศ แล้วนำมารวมกันเป็นหนึ่งตัวอย่าง ทั้งใบที่ 1 และใบที่ 2 นำใบที่ได้มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหาร N, P, K, Ca, Mg, Cu และ Zn

จากผลการทดลองพบว่า ดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายร่วน ค่าปฏิกิริยาดินเป็นดินกรดจัด มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำมากจัดว่าไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, ปริมาณแคลเซียม, แมกนีเซียม, เหล็ก, แมงกานีส, ทองแดง และสังกะสี มีค่าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินอยู่ในระดับที่สูงมาก สำหรับปริมาณธาตุอาหารของใบมังคุดในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโต พบว่าปริมาณธาตุอาหารทุกธาตุจากทิศทั้ง 4 มีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดตั้งแต่เดือน ตุลาคม 43 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 44 พบว่าธาตุ N, Ca, Fe, Mn และZn จะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่วนธาตุ P, K, Mg และCu มีความเข้มข้นลดต่ำลง ตลอดระยะเวลาของการเก็บตัวอย่าง นอกจากนั้นยังพบอีกว่าความเข้มข้นของ N, P และK ในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีค่าที่สูงกว่าในตำแหน่งที่ 2 ในทางกลับกันความเข้มข้นของ Ca และ Mn จะมีค่าสูงในใบตำแหน่งที่ 2 มากกว่าใบตำแหน่งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม ที่ได้ให้โอกาสแก่ข้าพเจ้าให้ได้ทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ รวมถึงยังได้ช่วยแนะนำ และสั่งสอนแก่ข้าพเจ้าในการทำปัญหาพิเศษ และยังขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ นูกุล ถวิลถึง และอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้กรุณาช่วยให้คำแนะนำตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆจนทำให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเสร็จลุลวงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่น้อย (คุณนุจรี บุญแปลง) และพี่นารี ที่ได้ช่วยให้คำแนะนำ ตักเตือน รวมถึง น้าหงษ์ และน้าจิตร ที่ยังได้ช่วยเอื้ออำนวยความสะดวกต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาปฐพีทุกท่าน และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่ได้ให้การช่วยเหลือต่างๆ

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ และน้อง ของข้าพเจ้าที่คอยให้การช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจ จนทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

นายวชิร เอื้ออำนวย

เมษายน 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 2 |
| ตรวจเอกสาร | 3 |
| อุปกรณ์และสารเคมี | 10 |
| วิธีการทดลอง | 12 |
| ผลการทดลอง | 15 |
| สรุปผลการศึกษาและวิจารณ์ | 37 |
| เอกสารอ้างอิง | 39 |
| ภาคผนวก | 42 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงสมบัติทางกายภาพของดินในสวนมังคุด 15
ตารางที่ 2 แสดงค่า เฉลี่ย (Average), ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (SD), ค่าต่ำสุด(Min) และค่าสูงสุด(Max) ของค่าวิเคราะห์ดินในสวนมังคุด 19
ตารางที่ 3 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารในทิศเหนือ, ใต้, ตะวันออก, และตะวันตก ของใบมังคุด 26
ตารางที่ 4 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารของใบมังคุด ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2543 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2544 33

## ตารางภาคผนวก

ตารางที่ 5 แสดงค่า เฉลี่ย (Average), ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (SD), ค่าต่ำสุด(Min) และค่าสูงสุด(Max) ของความเข้มข้นธาตุอาหารในทิศเหนือ, ใต้, ตะวันออก, และตะวันตก ของใบมังคุดในตำแหน่งที่ 1 43
ตารางที่ 6 แสดงค่า เฉลี่ย (Average), ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (SD), ค่าต่ำสุด(Min) และค่าสูงสุด(Max) ของความเข้มข้นธาตุอาหารในทิศเหนือ, ใต้, ตะวันออก, และตะวันตก ของใบมังคุดในตำแหน่งที่ 2 44
ตารางที่ 7 แสดงค่า เฉลี่ย (Average) และค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (SD) ของความเข้มข้นธาตุอาหารในใบมังคุด ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2543 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2544 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

หน้า


รูปที่ 1 แสดงค่าปฏิกิริยาดิน (pH) ของดินในสวนมังคุด 20
รูปที่ 2 แสดงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินในสวนมังคุด 20
รูปที่ 3 แสดงปริมาณอินทรีวัตถุ (OM) ของดินในสวนมังคุด 20
รูปที่ 4 แสดงปริมาณ CEC ของดินในสวนมังคุด 21
รูปที่ 5 แสดงปริมาณ P ของดินในสวนมังคุด 21
รูปที่ 6 แสดงปริมาณ K ของดินในสวนมังคุด 21
รูปที่ 7 แสดงปริมาณ Ca ของดินในสวนมังคุด 22
รูปที่ 8 แสดงปริมาณ Mg ของดินในสวนมังคุด 22
รูปที่ 9 แสดงปริมาณ Fe ของดินในสวนมังคุด 22
รูปที่ 10 แสดงปริมาณ Mn ของดินในสวนมังคุด 23
รูปที่ 11 แสดงปริมาณ Cu ของดินในสวนมังคุด 23
รูปที่ 12 แสดงปริมาณ Zn ของดินในสวนมังคุด 23
รูปที่ 13 แสดงปริมาณ N, P, K, Ca, Mg ของใบมังคุดทั้ง 4 ทิศ ในใบตำแหน่งที่ 1 27
รูปที่ 14 แสดงปริมาณ N, P, K, Ca, Mg ของใบมังคุดทั้ง 4 ทิศ ในใบตำแหน่งที่ 2 27
รูปที่ 15 แสดงปริมาณ Fe, Mn, Cu, Zn ของใบมังคุดทั้ง 4 ทิศ ในใบตำแหน่งที่ 1 28
รูปที่ 16 แสดงปริมาณ Fe, Mn, Cu, Zn ของใบมังคุดทั้ง 4 ทิศ ในใบตำแหน่งที่ 2 28
รูปที่ 17 แสดง %N ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน 34
รูปที่ 18 แสดง %P ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน 34
รูปที่ 19 แสดง %K ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน 34
รูปที่ 20 แสดง %Ca ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน 35
รูปที่ 21 แสดง %Mg ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน 35
รูปที่ 22 แสดงปริมาณ Fe ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน 35
รูปที่ 23 แสดงปริมาณ Mn ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน 36
รูปที่ 24 แสดงปริมาณ Cu ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน 36
รูปที่ 25 แสดงปริมาณ Zn ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน 36



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตผลไม้เมืองร้อนและกึ่งร้อนที่มากกว่า 30 ชนิด โดยมังคุดเป็นไม้ผลที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย และให้ผลตอบแทนต่อไร่ที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ มังคุดมีศักยภาพในการส่งออกสูง ทั้งในซีกโลกตะวันตก ทั้งในยุโรป อเมริกา หรือ ตลาดในเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น ฮ่องกง และ สิงคโปร์ เป็นต้น แต่ถึงแม้ประเทศดังกล่าว จะมีความต้องการนำเข้ามังคุดในปริมาณที่สูงก็ตาม แต่ปริมาณและมูลค่าของการส่งออกของมังคุดในประเทศไทยก็ยังไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้เท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรยังมีความรู้น้อยในเรื่องของข้อมูลในการพิจารณาการปลูกมังคุดให้มีคุณภาพสูงที่สุด จึงทำให้การส่งออกมังคุดของไทยยังข้อจำกัดในด้านปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ทำให้ไม่สามารถทำการส่งออกได้เพียงพอกับความต้องการของตลาดต่างประเทศ (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี กรมวิชาการเกษตร, 2539)

โดยเหตุผลอย่างหนึ่งที่ทำให้มังคุดมีคุณภาพไม่ดี ก็เนื่องมาจากความผิดปกติของธาตุอาหารพืช ซึ่งจะเป็นตัวจำกัดการผลิตพืชในดินทุกชนิดทั่วโลก ดังนั้นในการที่จะพัฒนาผลผลิตมังคุดทางเศรษฐกิจ จึงต้องคำนึงถึงการให้ธาตุอาหารแก่ต้นมังคุดในจำนวนที่พอเพียงและเหมาะสม ซึ่งจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้ประสบผลสำเร็จสูงสุดในด้านผลผลิตมังคุด การใส่ปุ๋ยให้มังคุดได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ สามารถทำได้โดยการใช้ค่าวิเคราะห์ดินและพืช

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน จะเป็นตัวที่ใช้ประเมินระดับของปริมาณธาตุอาหารในดิน ว่ามีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของพืชหรือไม่ และจะต้องเพิ่มเติมธาตุอาหารในรูปปุ๋ยชนิดต่างๆ ให้แก่ดินนั้นๆ ในปริมาณเท่าใดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ประกอบกับการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช จะสามารถเป็นตัวบ่งบอกความสามารถของพืชในการนำธาตุอาหารไปใช้ โดยปริมาณธาตุอาหารในพืชจะสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณที่แท้จริงของธาตุอาหารนั้นๆ ที่พืชได้รับจากดินในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ที่พืชเจริญเติบโตอยู่

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้ จึงได้ทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในดิน และในใบของต้นมังคุด เพื่อนำค่าวิเคราะห์ที่ได้ใช้เป็นแนวโน้มในการปรับปรุงและแก้ไขดิน โดยในการวิเคราะห์พืชได้ทำการวิเคราะห์พืชที่ระยะเวลาต่างๆ เพื่อศึกษาถึงช่วงของการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหาร ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารเสริม และจุลธาตุในต้นมังคุด ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ จะสามารถใช้ในการประเมินความต้องการของปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกันของต้นมังคุดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในสวนมังคุด
2. เพื่อศึกษาการความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดทั้ง 4 ทิศ (เหนือ ใต้ ออก ตก)
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ตรวจเอกสาร

จังหวัดจันทบุรี มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ลาดเชิงเขา ที่ราบชายฝั่งทะเล และเนินสูงเป็นส่วนใหญ่ ภูมิอากาศมรสุมในเขตร้อน (tropical monsoon climate) มีปริมาณฝนมากและช่วงแห้งแล้งสั้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 2,992.7 มิลลิเมตร และอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 27.3 °C (อนันต์และคณะ, 2540) เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมเป็นอย่างมากในการปลูก มังคุด และไม้ผลชนิดอื่นๆ ซึ่งลักษณะดินที่เหมาะสมกับการปลูกมังคุดคือ ดินร่วนปนทราย มี pH ประมาณ 5.5 มีหน้าดินลึกไม่ควรน้อยกว่า 1.5 เมตรขึ้นไป (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2530)

มังคุดเป็นผลไม้ที่คนรู้จักกันดี นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย และเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดีที่ชวนรับประทาน จึงถูกตั้งสมญานามว่าเป็น ราชินีแห่งไม้ผล (Queen of fruits) มังคุดเป็นพืชไม่ผลัดใบที่มีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า จะติดผลเมื่ออายุ 8-15 ปี ผลผลิตในต้นที่มีอายุ 18-20 ปี จะได้ผลผลิตประมาณ 23-25 กิโลกรัม มังคุดมีถิ่นกำเนิดในหมู่เกาะมาเลย์ โมลัคคา และซุนดา แพร่กระจายปลูกกันทั่วไปในเขตร้อนชื้นของโลก ได้แก่ ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ จีนตอนใต้ เวียตนาม กัมพูชา พม่า อินเดีย ศรีลังกา ไอวอรี่โคส ฮอนดูรัส ปานามา เปอร์โตริโก ตรินิแดด อเมริกากลางและใต้

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ทั่วไป**

ชื่อสามัญ Mangossteen

ตระกูล Guttiferac

ชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Garcinia mangostana* Linn.

มังคุดเป็นไม้ผลที่มีลักษณะทรงต้นแข็งแรง มังคุดมีการเจริญเติบโตมาจากเมล็ด เมื่อโตเต็มที่จะมีความสูงประมาณ 10-25 เมตร ต้นประกอบด้วยใบสีเขียวเข้ม ขอบใบทั้งสองยกขึ้น แผ่นใบจะโค้งลงเล็กน้อย จำนวนมากเป็นทรงพุ่มแน่น ภายในทรงพุ่มจะมีกิ่งแขนงแตกออกจากลำต้นที่เป็นแกนกลางเป็นรัศมีโดยรอบ

ดอกของมังคุดจะเกิดตรงบริเวณปลายกิ่งที่มีอายุมากกว่า 2 ปี อาจเกิดเป็นดอกเดียวหรือดอกคู่ก็ได้ ดอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-6 เซนติเมตร ในดอกตัวเมียอาจพบดอกตัวผู้ที่เป็นหมันเรียกว่า สตามิโนด (staminode) ประกอบออยู่ในดอกหนึ่งๆ จะมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกสีเหลืองประกอบอยู่อย่างละ 4 กลีบ

ผลของมังคุดมีลักษณะเป็นรูปร่างค่อนข้างกลม สีเมื่อสุกเป็นสีแดงอมชมพูหรือสีม่วง น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาร 80-150 กรัม ผลมีเปลือกหนาและแข็ง บริเวณภายใต้ของผลจะมีต่อมน้ำยางอยู่มาก ด้านบนของผลจะประกอบด้วยขั้วผลขนาดใหญ่ และแข็งแรงเชื่อมติดกันอยู่กับกลีบเลี้ยง 4 กลีบ กลีบคู่หนึ่งจะเล็ก และอีกคู่หนึ่งจะใหญ่กว่าวางอยู่บนผล ภายในผลมังคุดมีเนื้อที่มีลักษณะนิ่มสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งเป็นกลีบๆ อัดแน่นกันห่อหุ้มเมล็ดอยู่บริเวณของเนื้อนี้จะมีอยู่น้อยมาก พบว่าในมังคุด 1 กิโลกรัม จะมีเนื้อเพียง 3-4 ขีดเท่านั้น

เมล็ดมังคุดจะเกิดจากเนื้อเยื่อของไข่อ่อน จากชั้นที่เรียกว่า นิวเซลลัส (mucellus) ไม่ได้เกิดจากการผสมแบบเมล็ดทั่วๆ ไป ฉะนั้นการมีชีวิตของเมล็ดเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่นจึงสั้นกว่าปกติ เมล็ดที่อยู่ในผลที่สุกจะมีอายุเพียง 3-5 สัปดาห์ แต่ถ้าเก็บเมล็ดไว้ในสภาพที่เหมาะสม คืออุณหภูมิ 25 °C และความชื้นที่เหมาะสม เมล็ดจะมีอายุการงอกยาวขึ้น

มังคุดในบ้านเราในแต่ละผลจะมีเมล็ดไม่เกิน 2 เมล็ด แต่ละเมล็ดมีความยาวเฉลี่ย 2 เซนติเมตร น้ำหนักต่อเมล็ดประมาณ 0.5-1.5 กรัม มีเนื้อเยื่อสำหรับรับประทานห่อหุ้มอยู่ ในเมล็ดจะไม่มีต้นอ่อน (embryo) และใบเลี้ยง (cotyledon) และมีโครโมโซมหลายชุด ในสภาพ ดิพลอยด์ (diploid) พบว่ามีจำนวน 2n=96

ในผลมังคุดส่วนที่รับประทานได้ใน 100 กรัม จะอุดมไปด้วยแหล่งวิตามิน A (Carotene) 14IU วิตามิน B (Thiamin) 0.09 มก. วิตามิน $B_2$ (Riboflavin) 0.06 มก. $B_5$ (Niacin) 0.1 มก. และวิตามีน C 66 มก. โปรตีน 0.5 กรัม คาร์โบไฮเดรท 19.8 กรัม กรดซิตริค 0.63 กรัม แคลเซียม 11 มก. ฟอสฟอรัส 17 มก. และเหล็ก 0.9 มก. น้ำ 79.2 %

**ความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์ดินกับการวิเคราะห์พืช**

ยงยุทธ (2543) ได้กล่าวไว้ว่า แม้การวิเคราะห์พืชและการวิเคราะห์ดินจะเป็น 2 วิธีหลัก ที่ใช้ในการแนะนำทั้งเรื่องชนิดและอัตราปุ๋ย แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีใดดีกว่ากัน โดยทั้ง 2 วิธี จะยืนอยู่บนหลักการเดียวกัน คือการเปรียบเทียบมาตราฐาน (calibration) โดยต่างก็มุ่งหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินหรือในพืชกับการเจริญเติบโตของพืชเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยขึ้นตามลำดับ อันเป็นผลจากการทดลองในกระถางและในภาคสนาม โดยในข้อเท็จจริงแล้ว ทั้งการวิเคราะห์ดินและการวิเคราะห์พืชต่างมีข้อดีและข้อด้อย และอาจให้ผลที่แตกต่างกันบ้าง

ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมี แสดงถึงศักย์ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินที่รากพืชอาจดูดใช้ได้ ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าสภาพของดินเหมาะแก่การเจริญเติบโตและกิจกรรมของราก ส่วนผลการวิเคราะห์พืชสะท้อนเฉพาะสถานภาพที่แท้จริงของธาตุอาหารในพืชว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด ดั้งนั้นหากใช้การวิเคราะห์ทั้งสองวิธีร่วมกัน ย่อมให้พื้นฐานสำหรับการการแนะนำชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยได้ดีกว่าการประเมินด้วยวิธีเดียว ทั้งนี้วิธีหนึ่งอาจดีหรือด้อยกว่าอีกวิธีหนึ่งเพราะปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดพืช สมบัติของดิน และชนิดของธาตุที่มีปัญหา

ในกรณีของไม้ผลยืนต้น การวิเคราะห์ดินอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอสำหรับการแนะนำปุ๋ย เนื่องจากไม่สามารถกำหนดความลึกของชั้นดินที่ถือเป็นเขตรากสำหรับพืชรากลึกได้อย่างถูกต้อง ซึ่งชั้นดินที่ว่าเป็นแหล่งธาตุอาหารส่วนใหญ่ของพืช และเมื่อหันมาพิจารณาธรรมชาติของพืชยืนต้น จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าค่าการแปรปรวนด้านความเข้มข้นของธาตุอาหารต่างๆ ในใบระหว่างฤดู มีน้อยกว่าในพืชล้มลุก สำหรับในใบแก่ของพืชยืนต้น ธาตุอาหารในใบส่วนนี้น่าจะสะท้อนถึงสถานภาพที่แท้จริงในระยะยาวได้ค่อนข้างดี เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วการเทียบมาตราฐานเพื่อหา ความเข้มข้นขาดแคลนขั้นวิกฤต และพิสัยของความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เพียงพอแก่พืช จึงทำได้ค่อนข้างแม่นยำ ดังนั้นการวิเคราะห์พืชจึงเหมาะสมมากที่จะนำมาใช้กับพืชยืนต้นเป็นหลัก แต่อย่างไรก็ตามก็ควรวิเคราะห์ดินประกอบไปด้วยเป็นครั้งคราว เนื่องจากผลการการวิเคราะห์ดินจะแสดงให้เห็นภาพรวมของศักย์ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินนั้นๆ

**การวิเคราะห์ดิน**

การวิเคราะห์ดินทางเคมี หมายถึง การใช้เทคนิคทางเคมีเพื่อแยกแยะองค์ประกอบของดินในส่วนที่เป็นธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะส่วนของธาตุอาหารที่คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อพืช ให้ได้ข้อมูลในเชิงปริมาณแล้วแปลความหมายจากผลการวิเคราะห์ดินนั้น (สำเนา, 2536)

การวิเคราะห์ดินมีประโยชน์หลายประการ (Smith, 1986) ได้แก่

1. การวินิจฉัยโดยการขาดแร่ธาตุอาหาร การเป็นพิษ หรือการขาดสมดุลของธาตุอาหาร
2. การตรวจวัดปริมาณแร่ธาตุอาหารที่พืชดึงขึ้นไปใช้แล้วให้ปุ๋ยทดแทนสร้างความอุดมสมบูรณ์ของดินให้คงสภาพอยู่ต่อไป
3. การคาดการสภาพแร่ธาตุอาหารโดยรวมของภูมิภาคหรือชนิดของดิน
4. แนะแนวทางการให้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ
5. พยากรณ์ผลผลิต

Bould (1963) ได้เสนอว่า การทดสอบ ไนโตรเจนในดินไม่ประสบผลสำเร็จ ในการทำนายความต้องการไนโตรเจนในไม้ผล สำหรับฟอสฟอรัส ในกรณีที่ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำ พืชต้องได้รับการดูแลอย่างดีให้ได้รับฟอสฟอรัสมากขึ้นโดยราก ส่วนในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูง แต่ในพืชอาจมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำ อาจเกิดจากความชื้นเป็นตัวขัดขวางในการดูดใช้ของพืช แต่สำหรับโพแทสเซียมและแมกนีเซียม การทดสอบในดินประสบผลสำเร็จ

Prabuddham (1975) พบว่าปริมาณเหล็กทั้งหมดในดินนาของประเทศไทย จะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณ clay, ปริมาณอินทรียวัตถุ, Mnทั้งหมด และpH ของดิน และ Dobrzanski และคณะ (1971และ1972) ได้พบว่าปริมาณของจุลธาตุอาหารมีความสัมพันธ์สูงมากกับปริมาณเหล็กทั้งหมดจากดินในประเทศเวียดนาม

Shuman (1979) ได้ทำการศึกษาดินทั้ง 8 ชนิดในตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา พบว่าแมงกานีสในดินเนื้อละเอียดมีมากกว่าในดินเนื้อหยาบ และแมงกานีสแลกเปลี่ยนได้ (Exch.$Mn^{2+}$) จะมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก และในปี 1985 ยังพบว่าสังกะสีที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch.$Zn^{2+}$) จะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับ pH, CEC และปริมาณ clay

Lindsay และ Norvell (1978) พบว่าการเพิ่มค่า pH ของน้ำยาสกัดในรูป DTPA จาก 7.0 ถึง 7.9 มีผลทำให้ปริมาณแมงกานีสและเหล็กที่สกัดได้ลดลงอย่างเด่นชัด ส่วนปริมาณของสังกะสีและทองแดงที่สกัดได้พบว่าไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลที่ว่าค่า pH ของสารละลายที่สูงมากกว่า 7.0 ขึ้นไป แมงกานีสและเหล็กจะละลายออกมาน้อยมาก ขณะที่ค่า pH ต่ำลง แมงกานีสและเหล็กจะละลายออกมามาก และยังสรุปว่าปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน เพิ่มขึ้นตามค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ของดิน ในขณะที่ปริมาณแมงกานีสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และมีปริมาณลดลงเมื่อปริมาณ clay ลดลง ปริมาณสังกะสีในหน้าตัดดินจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณอินทรียวัตถุ หรือความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ของดินอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ส่วนปริมาณทองแดงในดิน พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมีดังกล่าว

**การวิเคราะห์พืช**

การวิเคราะห์พืช หมายถึง การใช้วิธีการทางเคมีเพื่อแยกแยะเนื้อเยื่อพืชว่ามีองค์ประกอบอยู่มากน้อยเพียงใด โดยอาศัยหลักการพื้นฐานด้านความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการเจริญเติบโตของพืชกับความเข้มข้นของธาตุอาหาร โดยทั่วไปจะบอกเป็นความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อน้ำหนักแห้งของพืชตัวอย่าง (ยงยุทธ, 2543)

องค์ประกอบของพืช โดยทั่วไปพืชจะมีน้ำหนักแห้ง เฉลี่ย 15 % ของน้ำหนักสด และ 90 % ของน้ำหนักแห้งจะประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน รวมกันทั้งสิ้นประมาณ 13.5 % ของน้ำหนักสด ส่วนอีก 1.5 % ของน้ำหนักสดที่เหลือ จะประกอบด้วยธาตุอื่นๆ อีกหลายธาตุ ซึ่งส่วนใหญ่พืชจะได้รับจากดิน

Epstein และGauch (1972) ได้แบ่งธาตุอาหารพืชตามปริมาณที่พืชต้องการ คือ

1.ธาตุอาหารมหัพภาค คือธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณที่มาก ความเข้มข้นของธาตุโดยน้ำหนักแห้งเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มวัยสูงกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ส่วนคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนนั้น แม้พืชจะใช้ในปริมาณที่มากแต่เนื่องจากพืชได้รับจากน้ำและแก๊ส คือ คาร์บอนไดออกไซ์ และออกซิเจน จึงมิได้รวมไว้ในกลุ่มนี้

สำหรับธาตุอาหารมหัพภาคทั้ง 6 ธาตุนี้ ยังสามารถแบ่งต่อได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ธาตุอาหารหลัก (primary nutrient elements) ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ส่วนที่เหลืออีก 3 ธาตุ คือ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน เรียกว่าธาตุอาหารรอง (secondary nutrient elements)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ธาตุอาหารจุลภาคหรือจุลธาตุอาหาร คือธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณที่น้อย ความเข้มข้นของธาตุโดยน้ำหนักแห้งเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มวัยต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้แก่ โปรอน คลอรีน ทองแดง เหล็ก แมงกานีส โมลิบดีนัม สังกะสี และนิกเกิล

Kenworthy (1961) ได้ให้จุดประสงค์ของการวิเคราะห์ใบพืช ไว้ดังนี้

1.เพื่อศึกษาถึงการแสดงอาการตอบสนองของพืชที่มีการแปรผันในระบบปลูก

2.เพื่อศึกษาการขาดธาตุอาหารที่ปรากฏขึ้น

3.ใช้ในการประเมินความต้องการปุ๋ยตามลำดับก่อนหลัง

Conroy (1992) กล่าวไว้ว่า การกำหนดระดับปริมาณของธาตุอาหารพืชที่แสดงว่าเป็นพิสัยขาดแคลน เพียงพอ และมากเกินไปจนเป็นพิษแก่พืช เพื่อคลอบคุมสภาพแวดล้อมจีโนไทป์พืช และทุกช่วงการเจริญของต้นและใบนั้นทำได้ยาก เนื่องจากในขณะที่พืชเจริญเติบโตความเข้มข้นของธาตุอาหารมักแปรปรวน เช่น เจือจาง (dilution) ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตเร็ว เนื่องจากเมื่ออวัยวะหรือใบพืชมีอายุมากขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งมักสูงกว่าอัตราการสะสมธาตุอาหาร นอกจากนี้การเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ยังส่งเสริมให้พืชสะสมคาร์โบไฮเดรตได้มากกว่าเดิม อัตราร้อยละของน้ำหนักแห้งจึงสูงกว่าปกติ ดั้งนั้นเมื่อพืชอายุเพิ่มขึ้น หรือการเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ จึงทำให้ระดับขาดขาดแคลนขั้นวิกฤต (critical deficiency level) ของไนโตรเจนลดลง

ยงยุทธ (2543) รายงานว่า ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ และความชื้นในดิน มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพืชมาก เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อ 1) การละลายและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร 2)อัตราการดูดใช้ธาตุอาหาร และ 3)อัตราการเจริญเติบโตของทั้งรากและส่วนเหนือดิน ผลของปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมต่อพืชล้มลุกประเภทรากตื้นจะชัดเจนมากกว่าพืชยืนต้นซึ่งมีรากลึก เพราะพืชยืนต้นมีความจุบัฟเฟอร์ของธาตุอาหาร (nutrient buffer capacity) ในส่วนเหนือดินมากกว่าพืชล้มลุก

อีกทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช นอกจากจะได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม ปริมาณของปุ๋ยที่ให้ แล้วยังขึ้นอยู่กับอายุทางสรีระ (physiological age) ด้วยกล่าวคือเมื่อ อวัยวะของพืชมีอายุมากขึ้นความเข้มข้นของธาตุอาหาร (ต่อน้ำหนักแห้ง) มักจะลดลง ทั้งนี้ยกเว้นแคลเซียมและโบรอน การลดลงของธาตุอาหารเนื่องจากอวัยวะต่างๆ ของพืชมีการเพิ่มของสารที่เป็นโครงสร้าง (ผนังเซลล์และลิกนิน) และอาหารสะสม (เช่น แป้ง) ในสัดส่วนที่สูง ดังนั้นความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ระดับที่ขาดแคลน หรือเพียงพอต่อความต้องการของพืชอายุมากมักต่ำกว่าพืชอายุน้อย (ยงยุทธ, 2543)

วริษาฐา (2541) รายงานว่าจากค่าวิเคราะห์ใบทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี พบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารของใบทุเรียนทั้ง 4 ทิศ (เหนือ ใต้ ออก ตก) มีค่าที่ค้อนข้างใกล้เคียงกัน และในใบตำแหน่งที่ 1-4 จากปลายยอดสามารถใช้เป็นตัวแทนที่ดีในการเก็บตัวอย่างพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Marschner (1995) รายงานว่า ใบของพืชยืนต้นจะมีความแปรปรวนของธาตุอาหารน้อยกว่าในพืชล้มลุก เนื่องจากพืชยืนต้นสามารถสะสมธาตุอาหารไว้ได้ทั้งในลำต้นและกิ่ง จากผลการวิเคราะห์ใบสนนอร์เวย์ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ปี พบว่าเมื่ออายุใบมากขึ้นปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม จะลดลงที่ละน้อยๆ ในทุกปี ส่วนปริมาณแคลเซียมจะเพิ่มขึ้นตามอายุใบ การลดลงของทั้งสี่ธาตุแสดงว่า 1)มีการเคลื่อนย้ายใหม่จากใบแก่ และ 2)ปรากฏการความเจือจาง เนื่องจากใบสนที่อายุมากขึ้นมักมีการเพิ่มขึ้นของลิกนินในใบ ส่วนการเพิ่มขึ้นของแคลเซียม (และซิลิคอน) ในใบแก่เนื่องจากฟลักซ์ของธาตุทั้งสองเข้าสู่ใบในอัตราที่ค่อนข้างสูง เป็นสัดส่วนที่สูงกว่าการเจือจางจากการสะสมลิกนินในใบ

Hansson (1991) พบว่าองค์ประกอบของธาตุอาหารในใบพืชเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดว่าธาตุนั้นในใบมีการเคลื่อนที่ได้ใหม่ง่ายหรือยาก หากจุลธาตุใดส่วนมากเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของเซลล์ เช่น ผนังเซลล์หรือเยื่อหุ้มเซลล์จุลธาตุนั้นจะเคลื่อนที่ได้ใหม่ได้ยาก ในกรณีของพืชที่ขาดโบรอนและได้รับการแก้ไขโดยการฉีดพ่นทางใบปรากฏว่าธาตุอาหารส่วนที่พืชได้รับจากปุ๋ยทางใบเกือบทั้งหมดเคลื่อนย้ายออกจากใบนั้นในสัปดาห์ต่อมา ส่วนโบรอนที่มีอยู่เดิมก่อนฉีดพ่นปุ๋ยไม่มีการเคลื่อนย้ายแต่อย่างใด

ทองแดงและสังกะสี มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับความเสื่อมตามอายุใบ กล่าวคือใบที่เริ่มเสื่อมตามอายุเนื่องจากถูกบังแสง จะมีการเคลื่อนที่ได้ใหม่ของไนโตรเจน และทองแดงอย่างรวดเร็ว แม้พืชจะขาดทองแดงก็ตาม ความเสื่อมตามอายุของใบอันเกิดจากการขาดไนโตรเจน ก็เร่งให้ทองแดงและสังกะสีเคลื่อนที่ได้ใหม่เช่นเดียวกัน ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจน และทองแดงข้างต้นสะท้อนให้เห็นถึงข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นในภาคสนาม โดยทั่วไปว่าหากใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงพืชย่อมต้องการทองแดงมากขึ้น และใบพืชจะเสื่อมตามอายุช้าลง (Hill *et al.*, 1978 ; Hill *et al.*, 1979)

ยงยุทธ (2543) เพราะฉะนั้นการวิเคราะห์ใบอ่อนและใบแก่แยกกัน จะทำให้ผลของการวิเคราะห์ที่ได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมด้านสถานภาพของธาตุอาหารประเภทเคลื่อนย้ายได้ง่าย ดังนี้ 1)หากใบแก่มีความเข้มข้นสูงกว่าใบอ่อนมาก แสดงให้ว่าในขณะนั้นความเข้มข้นของธาตุอาหารอาจอยู่ในขั้นฟุ่มเฟือยหรืออาจถึงขั้นเป็นพิษแก่พืช และ 2)หากความเข้มข้นของใบอ่อนสูงกว่าในใบแก่มาก หมายความว่าสภาพของธาตุอาหารอยู่ในช่วงรอยต่อระหว่างพิสัยของปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช กับพิสัยของปริมาณที่ขาดแคลนต่อความต้องการของพืช กล่าวคือเมื่อความแตกต่างมีมากแสดงว่ามีความขาดแคลนธาตุนั้นแฝงอยู่ และมีแนวโน้มที่จะเกิดการขาดแคลนอย่างรุนแรงต่อไปได้ และในกรณีที่จะทดสอบว่าพืชจะเป็นพิษเนื่องจากธาตุใดธาตุหนึ่ง ควรวิเคราะห์ใบแก่ เพราะจะให้ข้อมูลซึ่งเป็นดรรชนีด้านความเป็นพิษได้ดีกว่า และในขณะที่การวิเคราะห์ใบอ่อนเหมาะสำหรับการศึกษาธาตุที่ไม่มีการเคลื่อนย้ายใหม่ (retranslocation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sanchez-Alonso and Lachica (1987) กล่าวว่าธาตุอาหารต่างๆ (ยกเว้นแคลเซียม และแมงกานีส) มักมีการเคลื่อนย้ายออกจากใบของพืชยืนต้นเพื่อไปสะสมในลำต้นก่อนใบร่วง เมื่อถึงฤดูใบไม้ร่วงใบพืชจะเริ่มเปลี่ยนสีซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยแปลงทางเคมีในใบ เพื่อให้ธาตุต่างๆ ที่เคลื่อนที่ได้ เคลื่อนที่ออกจากใบโดยเร็ว ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสังกะสีมีการเคลื่อนที่ได้ใหม่สูง ในขณะที่แคลเซียม โบรอน เหล็ก และแมงกานีส ในใบพืชยืนต้นอาจเปลี่ยนแปลงน้อยจนกระทั้งใบร่วง อย่างไรก็ตามจุลธาตุในพืชส่วนมากเป็นองค์ประกอบของออร์แกเนลล์ต่างๆ เช่นคลอโรพลาสต์ เมื่อใบพืชใกล้จะร่วงหล่นย้อมมีกลไกกระตุ้นให้สารเหล่านี้สลาย และยอมให้ธาตุดังกล่าวเคลื่อนย้ายออกจากใบได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งนับว่าเป็นการหมุนเวียนใช้ธาตุอาหารที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์สำหรับการเจริญเติบโตในปีต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (soil tube) ถุงพลาสติก พลั่วตักดิน กะละมัง และmarker
2. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างพืช ได้แก่ กระติกน้ำแข็ง น้ำแข็ง ถุงพลาสติก กระดาษ และmarker
3. เครื่อง pH meter
4. เครื่อง EC meter
5. เครื่อง Spectrophoto meter
6. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AA)
7. ไฮโดรมิเตอร์
8. เครื่องปั่น
9. เครื่องกลั่น Nitrogen
10. Kjeldatherm Digestion Block
11. Digest Tube
12. กระดาษกรอง No.42
13. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางเคมีทั่วไป เช่น Test tube, Beaker, Pipette เป็นต้น
14. Bray II
15. Ammonium acetate
16. Alcohol
17. acidified NaCl
18. Ammonium ferrous sulfate
19. Potassium dichromate
20. Hydrogen peroxide
21. Calgon
22. DTPA
23. Burette Digital (Merck)
24. Salt mixture ($K_2SO_4$ : $CuSO_4$ . $5H_2O$ : metallic selenium = 50:10:1)
25. Conc. $H_2SO_4$
26. Mixed indicator
27. Boric acid-indicator soiution (2%)
28. NaOH 40%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. Conc. $HNO_3$ : Conc. $HClO_4$ (5:1 v/v)

30. Molybdate-Vanadate Solution

31. $HNO_3$ 2 N, $HNO_3$ 1 N, HCl 3 N

32. Strontium 2.5%

33. Standard solution (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu)

34. ใบมังคุด จากสวนมังคุด อ. จ.จันทบุรี

35. ดิน จากสวนมังคุด อ. จ.จันทบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# วิธีการทดลอง

การทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบมังคุดที่ ตำบลพลับพลา อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี โดยทำการเลือกสวนมังคุดที่มีการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของต้นมังคุด ที่อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ และอายุต้นมังคุดประมาณ 12-15 ปี จำนวน 8 ต้น

**การเก็บตัวอย่างดิน**

1.ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (soil tube) โดยแต่ละต้นเก็บดิน 4 จุด กระจายทั่วทรงพุ่ม ที่ระดับความลึก 0-20, 20-40 และ40-60 เซนติเมตร จากผิวดิน รวมทั้งหมด 8 ต้น ได้ตัวอย่างทั้งหมด 24 ตัวอย่าง

2.นำตัวอย่างดินที่เก็บได้ในระดับความลึกต่าง ๆ ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม บดดินให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 2 มิลลิเมตร ( 10 เมช )

3. นำตัวอย่างดินที่ได้เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์

<u>การวิเคราะห์ทางกายภาพ</u>

การวิเคราะห์หาเนื้อดิน (texture) โดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer) กำจัดอินทรียวัตถุ ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$) เมื่อกำจัดหมดแล้ว ปั่นดินให้เข้ากับ Calgon แล้วใส่ใน Cylinder 1000 ml. ทำให้ฟุ้งกระจาย แล้ววัดค่าไฮโดรมิเตอร์ และอุณหภูมิ ที่เวลา 40 วินาทีและ 2 ชั่วโมง (สรสิทธิ์ และคณะ, 2533)

<u>การวิเคราะห์ทางเคมี</u>

pH ของดิน ใช้อัตราส่วน ดิน : น้ำ 1:1 แล้ววัดสารละลายดินด้วย pH meter (Adams, 1984)

การนำไฟฟ้า ( Electrical conductivity ) ใช้อัตราส่วน ดิน : น้ำ 1 : 5 แล้ววัดสารละลายดินด้วย Electrical conductivity meter

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ( Organic Matter ) โดยใช้วิธีของ Walkley และ Black (1934) โดยออกซิไดซ์ดินด้วย potassium dichromate และกรด sulfuric ( $H_2SO_4$ ) เข้มข้น แล้วหาปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยการไทเทรตกับสารละลาย ammonium ferrous sulfate

ปริมาณโพแทสเซียม ( $K^+$) แคลเซียม ( $Ca^{2+}$ ) และแมกนีเซียม ( $Mg^{2+}$ ) ที่แลกเปลี่ยนได้ ( exchangeable ) สกัดดินด้วยสารละลายแอมโมเนียมอาซีเตท ( $NH_4OAc$ ) เข้มข้น 1 M pH 7 ในอัตราส่วนดินต่อน้ำยาสกัด 1:10 แล้วนำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หา $K^+$ ,$Ca^{2+}$ และ $Mg^{2+}$ ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

ปริมาณ Fe, Mn, Zn และCu สกัดดินด้วยสารละลาย DTPA ในอัตราส่วนดินต่อสารละลายสกัด 1:2 แล้วนำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หา Fe, Mn, Zn และCu ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Viets and Lindsay, 1973)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation Exchange Capacity : CEC) ชะดินด้วยสารละลายแอมโมเนียมอาซีเตท ( $NH_4OAc$ ) เข้มข้น 1 M pH 7 ชะดินให้ $NH_4^+$ เข้าไปแทนที่ Cation และล้างด้วย ethyl alcohol หลังจากนั้นใช้ acidified NaCl ไปไล่ที่ absorbed $NH_4^+$ นำสารละลายที่ชะในครั้งสุดท้ายไปกลั่นหา $NH_4^+$ ที่ถูกแทนที่ (Rhoades, 1982)

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

**การเก็บตัวอย่างพืช**

1. เก็บตัวอย่างใบมังคุดจากต้นมังคุดทั้ง 8 ต้นในสวนมังคุด ตำบลพลับพลา อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี โดยเก็บตัวอย่างใบจากปลายกิ่งบริเวณกลางเรือนยอดที่ได้รับแสงเต็มที่ โดยสุ่มเก็บใบที่ 1 คือใบที่ยอดตรงปลายสุดของกิ่งที่พึ่งแตกใบอ่อน และใบที่ 2 คือสุ่มเก็บใบที่มีตำแหน่งถัดลงมาจากใบอ่อนที่ยอดกิ่ง (ใบที่ 1) ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ทำการเก็บตัวอย่างแยกเป็นทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก เพื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละทิศ และทำการเก็บตัวอย่างทุกๆเดือนติดต่อกันเป็นเวลา 5 เดือน

**ภาพ แสดงใบตำแหน่งที่ 1 และใบตำแหน่งที่ 2**

2. ในการเก็บตัวอย่างในเดือน พฤศจิกายน 2543 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2544 ให้ทำการเก็บตัวอย่างทิศละ 1 ใบ แล้วนำมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง ทั้งใบที่ 1 และใบที่ 2 เนื่องจากค่าวิเคราะห์ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่แรก ในเดือนตุลาคม แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละทิศของทั้งใบที่ 1 และใบที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกัน

3.บรรจุใบมังคุดลงในถุงพลาสติกที่มีการระบุข้อมูลชัดเจน หลังจากนั้นนำไปแช่ในถังน้ำแข็ง แล้วนำกลับมายังห้องปฏิบัติการ

4.ทำความสะอาดใบด้วยกรด HCl 0.1N และน้ำกลั่น 3 ครั้ง นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 °C จนแห้ง ในตู้อบที่มีระบบการหมุนเวียนอากาศ

5.หลังจากนั้นนำใบบด ผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช ด้วยเครื่องบดที่มีช่องบดแบบโลหะไร้สนิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.นำตัวอย่างใบมาย่อยสลายเพื่อวิเคราะห์หา N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn และCu

<u>การวิเคราะห์พืช</u>

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Kjeldahl method

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ $HNO_3$ – $HClO_4$ digestion method โดยใช้ Conc. $HNO_3$ : Conc. $HClO_4$ (5:1) แล้วทำให้เกิดสีด้วยน้ำยา molybdate – vanadate solution

Aliquot ที่ได้จากวิธี $HNO_3$ – $HClO_4$ digestion method นำไปวิเคราะห์หา K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และZn ได้ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer สำหรับการวัด Ca และMg ต้องใส่ Strontium 2.5% โดยใช้ 25% final volumn

**วิธีการย่อยสลาย**

1.Kjeldahl method

ชั่งตัวอย่างพืชประมาณ 0.2 กรัม เติม Salt mixture ปริมาณใกล้เคียงกับน้ำหนักพืชที่ใช้ เติม Conc. $H_2SO_4$ 4 ml หลังจากนั้นนำไปย่อยสลายบนเตาด้วยความร้อนที่อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 100 °C แล้วเพิ่มอุณหภูมิขึ้นไปจนกระทั่งถึง 350 °C เมื่อได้สารละลายใส digest ต่อไปอีก 1 ชั่วโมงแล้วยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น หลังจากนั้นนำไปกลั่นและไทรเทรตกับ $H_2SO_4$ 0.05 N เพื่อหาปริมาณไนโตรเจน

2.$HNO_3$ – $HClO_4$ digestion method

ชั่งตัวอย่างพืชประมาณ 0.5 กรัม เติม acid mixture 6 ml ( pre-digest ไว้อย่างน้อยประมาณ 2 ชั่วโมง) หลังจากนั้นนำไปย่อยสลายบนเตาด้วยความร้อนที่อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 140 °C จนควันสีน้ำตาลจางหายไป เพิ่มอุณหภูมิเป็น 170 °C แล้วเพิ่มอุณหภูมิขึ้นไปจนกระทั่งถึง 200 °C (ห้ามเกิน 208 °C) digest ต่อไปจนได้สารละลายใส (ระวังอย่าให้สารละลายแห้ง และหยุดการ digest เมื่อเกิดควันสีขาว) ยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติม HCl 3 N จำนวน 5 ml นำไปตั้งบนเตาจนสารละลายเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็นอีกครั้ง ทำการปรับปริมาตรเป็น 50 ml

ผลการวิเคราะห์ที่ได้นำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS/PC$^+$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ผลการทดลอง

## ผลการวิเคราะห์ดิน

**1.คุณสมบัติทางกายภาพของดินหรือเนื้อดิน** (ตารางที่ 1)

การวิเคราะห์หาเนื้อดินของดินที่ปลูกต้นมังคุดทั้ง 8 ต้น พบว่าส่วนใหญ่เนื้อดินในสวนมังคุดเป็นดินทรายร่วน รองลงมาคือ ดินรวนปนทราย และที่มีน้อยที่สุดคือเนื้อดินแบบดินทราย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

**ตารางที่** 1 แสดงสมบัติทางกายภาพของดินในสวนมังคุด

| No. | ระดับที่ 0 - 20 cm | ระดับที่ 20 - 40 cm | ระดับที่ 40 - 60 cm |
|---|---|---|---|
| ต้นที่ 1 | Loamy sand | Loamy sand | Sand |
| ต้นที่ 2 | Sandy loam | Sandy loam | loamy sand |
| ต้นที่ 3 | Sand | Loamy sand | loamy sand |
| ต้นที่ 4 | Sandy loam | Sandy loam | sandy loam |
| ต้นที่ 5 | Loamy sand | Loamy sand | loamy sand |
| ต้นที่ 6 | Loamy sand | Sandy loam | sandy loam |
| ต้นที่ 7 | Loamy sand | Loamy sand | loamy sand |
| ต้นที่ 8 | Sand | Sand | Sand |

**2.ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมี**

ผลจากการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างดินในสวนมังคุด จากทั้ง 8 ต้น ได้แสดงไว้เป็น ค่าเฉลี่ย (Average), ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (SD), ค่าต่ำสุด (Min) และค่าสูงสุด (Max) ในตารางที่ 2 พบว่า

**2.1 ค่าปฏิกิริยาดิน** (pH)

การศึกษาค่าปฏิกิริยาดินของดินในสวนมังคุดแต่ละต้น พบว่ามีค่าที่แตกต่างกันน้อยมาก คือในดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 4.43-4.75 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.56 (SD=0.10) ส่วนในดินล่างที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 4.35-5.00 โดยมีค่าเฉลี่ย 4.64 (SD=0.22) และในดินชั้นล่างสุดที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 4.57-5.18 มีค่าเฉลี่ย 4.8 (SD=0.20) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าค่าปฏิกิริยาดินของดินในสวนมังคุดนี้เป็นดินกรดจัดและมีค่าใกล้เคียงกันทุกระดับความลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC)**

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า ค่าการนำไฟฟ้าของดินมีค่าต่ำมาก โดยเป็นค่าการนำไฟฟ้าที่จัดว่าเป็นดินไม่เค็ม คือที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร จะอยู่ในช่วง 15.4-23.20 μS/cm มีค่าเฉลี่ย 20.29 μS/cm (SD=2.65) ส่วนในดินที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 15.05-34.10 μS/cm โดยมีค่าเฉลี่ย 21.62 μS/cm (SD=5.74) และในดินที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าตั้งแต่ 12.45-22.45 μS/cm ค่าเฉลี่ย 18.25 μS/cm (SD=3.03) โดยจะมีค่าใกล้เคียงกันทุกระดับความลึก

**2.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)**

ปริมาณอินทรียวัตถุของดินในแต่ละต้นที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร อยู่ในช่วง 1.02-1.98 % มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.49 % (SD=0.29) ซึ่งถือว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ส่วนในดินล่างที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 0.49-1.27 % โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.80 % (SD=0.24) และในดินชั้นล่างสุดที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าตั้งแต่ 0.40-0.57 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.50 % (SD=0.07) ซึ่งในดินชั้นล่างทั้งสองชั้น ก็ยังถือว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในระดับต่ำ และปริมาณอินทรียวัตถุจะมีค่าลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น

**2.4 ปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC)**

จากการศึกษาพบว่าค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีปริมาณลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างกันน้อยในดินที่ปลูกต้นมังคุดในแต่ละต้น คือในดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 7.23-9.22 meq/100 g.soil โดยมีค่าเฉลี่ย 8.18 meq/100 g.soil (SD=0.66) ในดินล่างที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 5.05-7.26 meq/100 g.soil เฉลี่ย 6.19 meq/100 g.soil (SD=0.82) และในชั้นล่างสุดที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 4.35-5.99 meq/100 g.soil เฉลี่ย 5.12 meq/100 g.soil (SD=0.55) จากค่าที่ได้ถือว่าดินมีปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ

**2.5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (AvailableP)**

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินภายในแต่ละต้นมีความแตกต่างกันมากพอสมควร โดยที่ระดับความลึก 0-20, 20-40 และ40-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 81.15-204.62, 13.96-60.47 และ5.44-53.80 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 136.77, 28.61 และ 19.11 ppm (SD=45.96, 15.66 และ17.25) ตามลำดับ จากค่าที่วิเคราะห์ได้จะเห็นว่าในชั้นบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรจะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด จัดอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก และปริมาณฟอสฟอรัสจะมีปริมาณลดต่ำลงเมื่อระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



**2.6 ปริมาณโพแทสเซียม (K)**

จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณโพแทสเซียมมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของสวนมังคุด มีความแตกต่างกันน้อยภายในแต่ละต้น และภายในแต่ละระดับความลึก โดยที่ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าตั้งแต่ 15.19-40.08 ppm เฉลี่ย 30.37 ppm (SD=9.19) ในดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 19.79-53.68 ppm โดยมีค่าเฉลี่ย 35.20 ppm (SD=14.22) และในดินชั้นล่างสุดที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 22.09-63.87 ppm และเฉลี่ย 33.55 ppm (SD=14.08) ซึ่งจัดว่ามีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับที่ต่ำ

**2.7 ปริมาณแคลเซียม (Ca)**

จากค่าวิเคราะห์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 125.91-332.66 ppm เฉลี่ย 200.73 ppm (SD=71.26) ในดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 93.50-294.59 ppm เฉลี่ย 168.13 ppm (SD=80.08) และในชั้นล่างสุดที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 101.27-302.77 ppm และเฉลี่ย 178.81 ppm (SD=66.43) จะได้เห็นว่าปริมาณแคลเซียมที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีมากที่สุด และปริมาณแคลเซียมในแต่ละต้นก็มีความแตกต่างกันมาก

**2.8 ปริมาณแมกนีเซียม (Mg)**

พบว่าปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน มีความแตกต่างกันภายในแต่ละต้นมาก และมีความเปลี่ยนแปลงน้อยในแต่ละระดับความลึก โดยในดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 10.09-31.27 ppm โดยมีค่าเฉลี่ย 19.09 ppm (SD=7.68) ส่วนในดินล่างที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 8.39-37.09 ppm เฉลี่ย 19.60 ppm (SD=11.05) และในชั้นล่างสุดที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 9.59-32.79 ppm เฉลี่ย 20.66 ppm (SD=9.02)

**2.9 ปริมาณเหล็ก (Fe)**

ปริมาณเหล็กที่วิเคราะห์ได้จากดินในสวนมังคุดพบว่า ในดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 92.8-259.6 ppm โดยมีค่าเฉลี่ย 184.1 ppm (SD=60.89) ในดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 44.3-142.6 ppm เฉลี่ย 82.5 ppm (SD=40.11) และในชั้นล่างสุดที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 14.2-60.1 ppm เฉลี่ย 36.7 ppm (SD=13.88) ซึ่งปริมาณเหล็กในดินของต้นมังคุดแต่ละต้นจะแตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยปริมาณของเหล็กจะมีมากที่สุด ที่ชั้นดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และจะมีค่าลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40037

**2.10 ปริมาณแมงกานีส (Mn)**

พบว่าปริมาณแมงกานีสมีความแตกต่างกันภายในแต่ละต้นมาก และยังมีการเปลี่ยนแปลงน้อยในแต่ละระดับความลึก คือในดินที่ระดับความลึก 0-20, 20-40 และ40-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 1.8-6.5, 0.6-5.4 และ0.6-11.4 ppm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.9, 2.2 และ 4.3 ppm (SD= 1.59, 1.76 และ3.47) ตามลำดับ ซึ่งปริมาณแมงกานีสจะมีค่ามากที่สุดในดินชั้นล่างสุดที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร

**2.11 ปริมาณทองแดง (Cu)**

การศึกษาพบว่า ปริมาณทองแดงในดินของสวนมังคุดมีค่าสูงสุดในดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.7-3.4 ppm เฉลี่ย 2.6 ppm (SD=0.60) และจะมีค่าลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น ส่วนในดินชั้นล่างที่ระดับ 20-40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-1.7 ppm เฉลี่ย 1.1 ppm (SD=0.32) และในชั้นล่างสุดที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-0.7 ppm เฉลี่ย 0.5 ppm (SD=0.12) ซึ่งปริมาณทองแดงมีความแตกต่างกันน้อยมากในดินแต่ละต้น

**2.12 ปริมาณสังกะสี (Zn)**

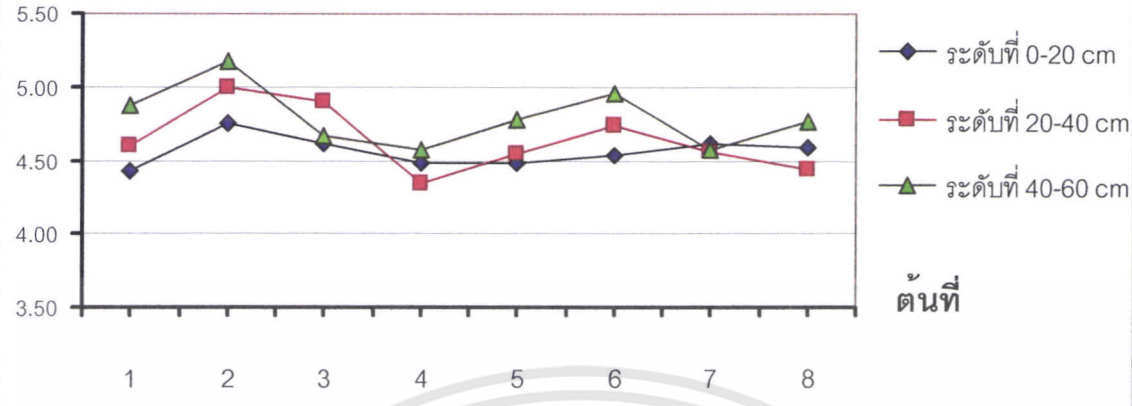
จากค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่า ปริมาณสังกะสีของดินในสวนมังคุด มีความแตกต่างกันน้อยในแต่ละต้น และแต่ละระดับความลึก ซึ่งในดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร จะมีค่ามากที่สุด อยู่ที่ระดับ 0.9-2.3 ppm เฉลี่ย 1.5 ppm (SD=0.48) ส่วนในดินล่างที่ระดับความลึก 20-40 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 0.4-1.1 ppm โดยมีค่าเฉลี่ย 0.7 ppm (SD=0.26) และในชั้นล่างสุดที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-1.9 ppm เฉลี่ย 0.8 ppm (SD=0.60)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

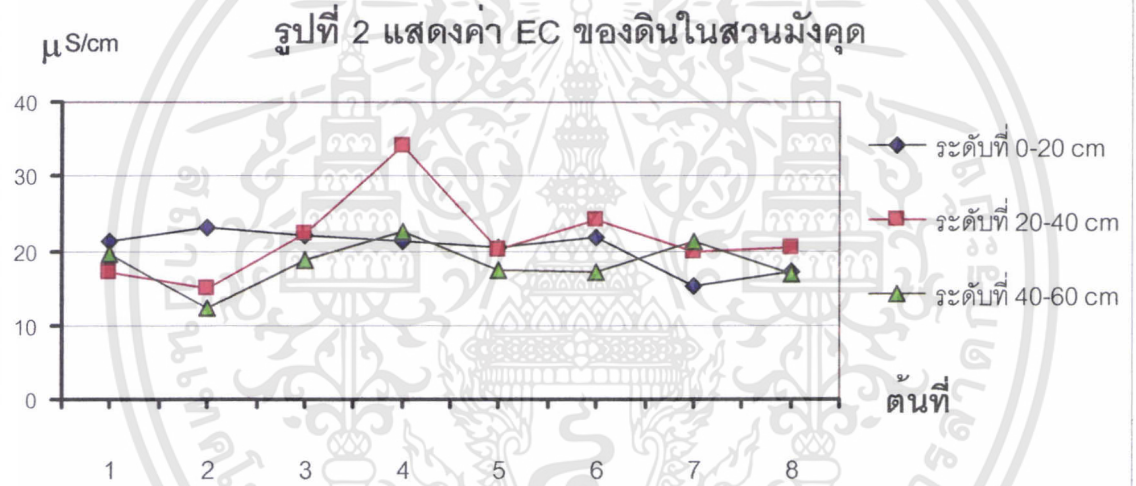
**ตารางที่** 2 แสดงค่า เฉลี่ย (Average), ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (SD), ค่าต่ำสุด(Min) และค่าสูงสุด(Max) ของค่าวิเคราะห์ดินในสวนมังคุด

| ระดับ | ค่า | pH | EC ( µS ) | %OM | CEC | P (ppm) | K (ppm) | Ca (ppm) | Mg (ppm) | Fe (ppm) | Mn (ppm) | Cu (ppm) | Zn (ppm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 - 20 | เฉลี่ย | 4.56 | 20.29 | 1.49 | 8.18 | 136.77 | 30.37 | 200.73 | 19.09 | 184.1 | 3.9 | 2.6 | 1.5 |
| | SD | 0.10 | 2.65 | 0.29 | 0.66 | 45.96 | 9.19 | 71.26 | 7.68 | 60.89 | 1.59 | 0.60 | 0.48 |
| | MIN | 4.43 | 15.40 | 1.02 | 7.23 | 81.15 | 15.19 | 125.91 | 10.09 | 92.8 | 1.8 | 1.7 | 0.9 |
| | MAX | 4.75 | 23.20 | 1.98 | 9.22 | 204.62 | 40.08 | 332.66 | 31.27 | 259.6 | 6.5 | 3.4 | 2.3 |
| 20 - 40 | เฉลี่ย | 4.64 | 21.62 | 0.80 | 6.19 | 28.61 | 35.20 | 168.13 | 19.60 | 82.5 | 2.2 | 1.1 | 0.7 |
| | SD | 0.22 | 5.74 | 0.24 | 0.82 | 15.66 | 14.22 | 80.08 | 11.05 | 40.11 | 1.76 | 0.32 | 0.26 |
| | MIN | 4.35 | 15.05 | 0.49 | 5.05 | 13.96 | 19.79 | 93.50 | 8.39 | 44.3 | 0.6 | 0.6 | 0.4 |
| | MAX | 5.00 | 34.10 | 1.27 | 7.26 | 60.47 | 53.68 | 294.59 | 37.09 | 142.6 | 5.4 | 1.7 | 1.1 |
| 40 - 60 | เฉลี่ย | 4.80 | 18.25 | 0.50 | 5.12 | 19.11 | 33.55 | 178.81 | 20.66 | 36.7 | 4.3 | 0.5 | 0.8 |
| | SD | 0.20 | 3.03 | 0.07 | 0.55 | 17.25 | 14.08 | 66.43 | 9.02 | 13.88 | 3.47 | 0.12 | 0.60 |
| | MIN | 4.57 | 12.45 | 0.40 | 4.35 | 5.44 | 22.09 | 101.27 | 9.59 | 14.2 | 0.6 | 0.3 | 0.3 |
| | MAX | 5.18 | 22.45 | 0.57 | 5.99 | 53.80 | 63.87 | 302.77 | 32.79 | 60.1 | 11.4 | 0.7 | 1.9 |

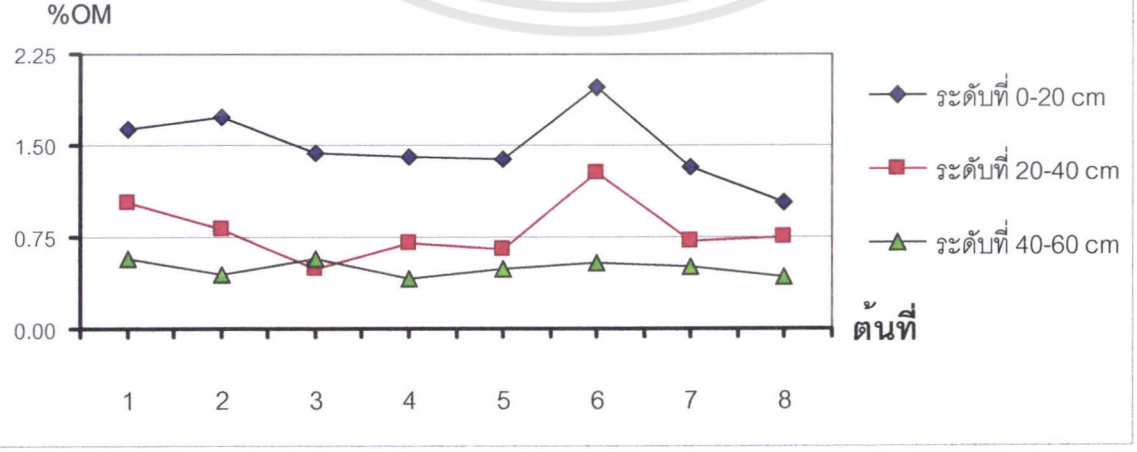
รูปที่ 1 แสดงค่าปฏิกริยาดิน (pH) ของดินในสวนมังคุด



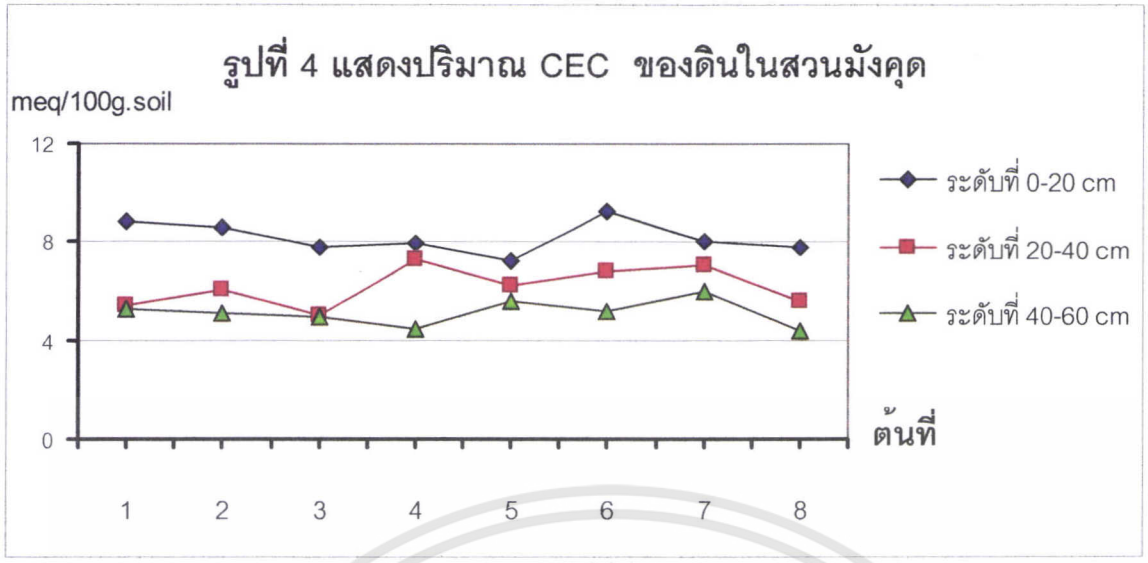

รูปที่ 2 แสดงค่า EC ของดินในสวนมังคุด

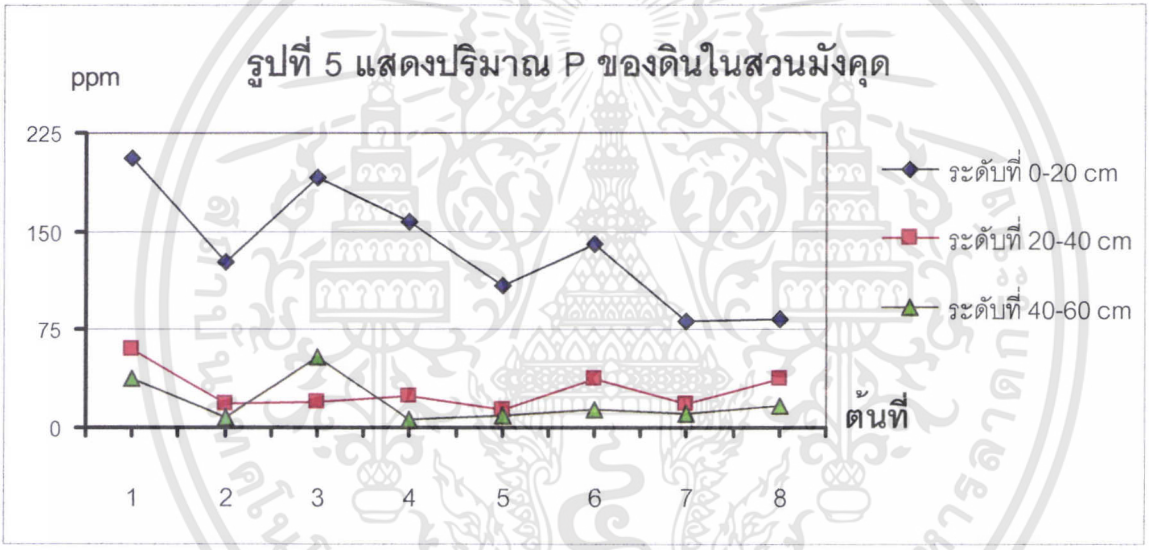


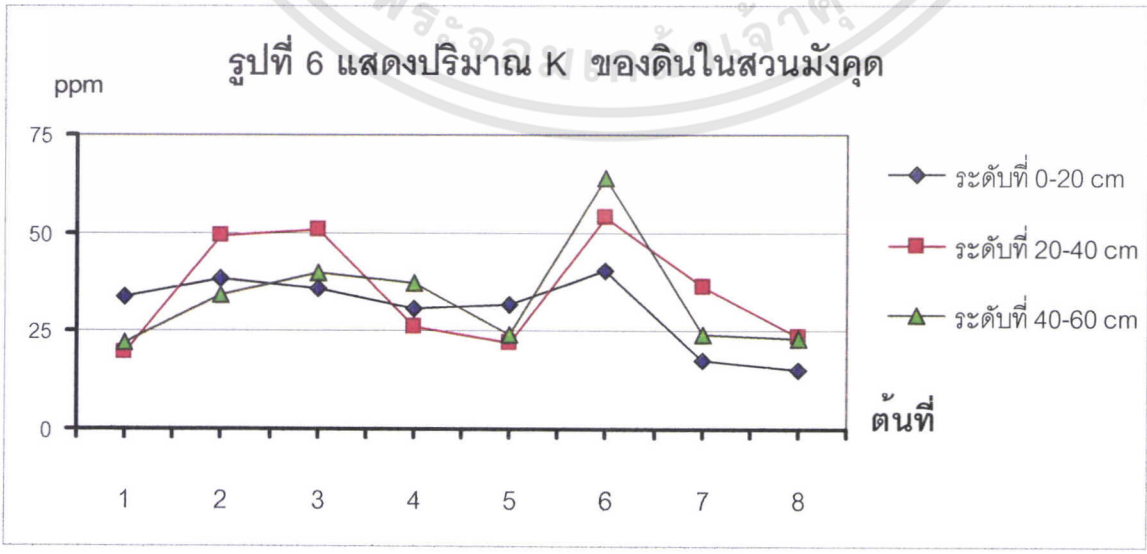

รูปที่ 3 แสดงปริมาณอินทรียวัตุ ของดินในสวนมังคุด



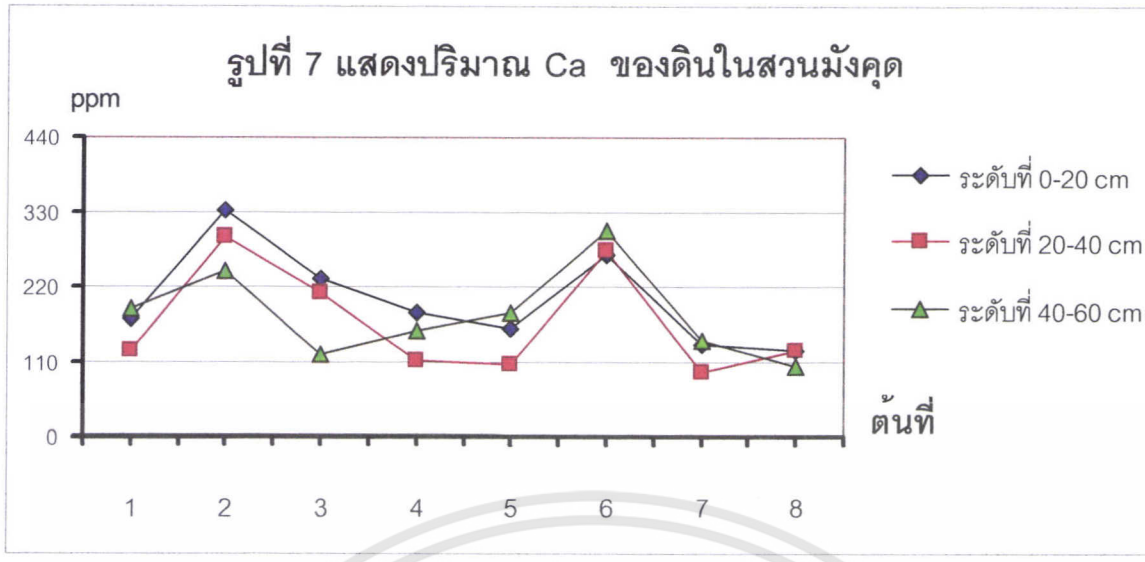

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

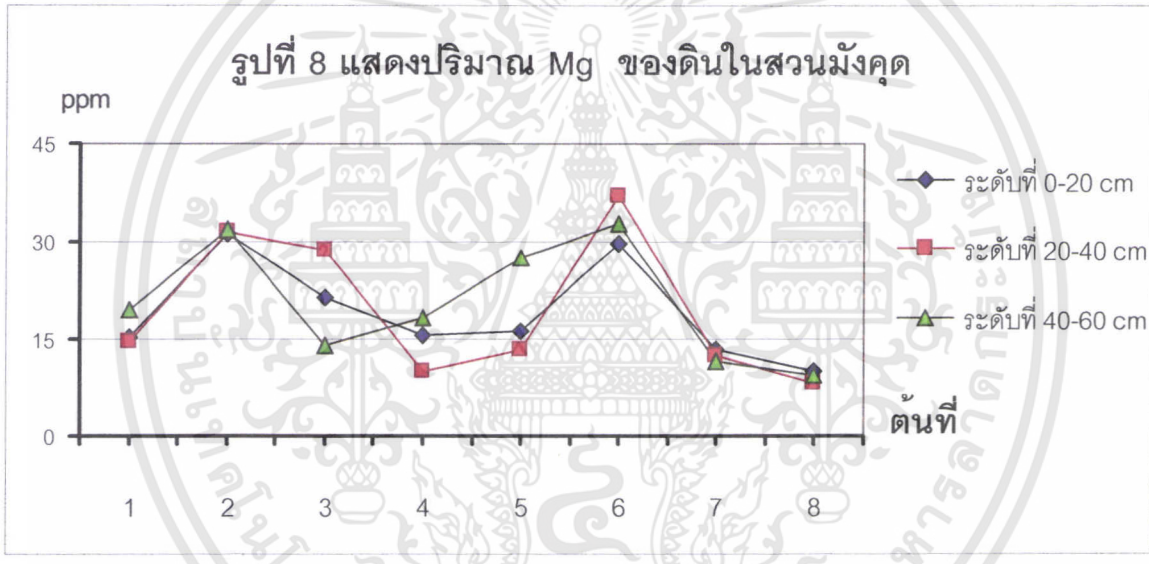


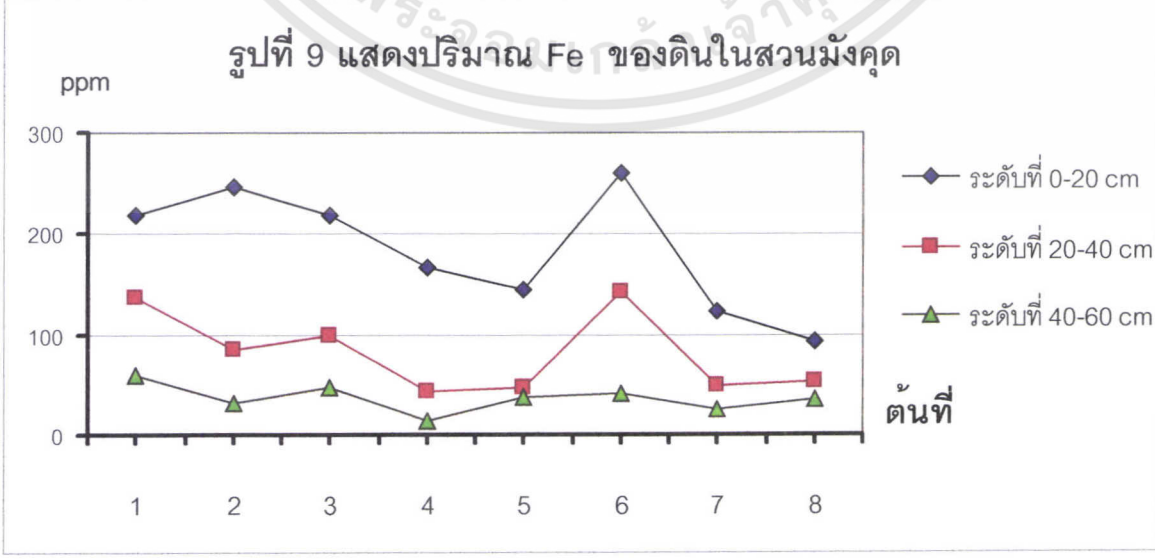



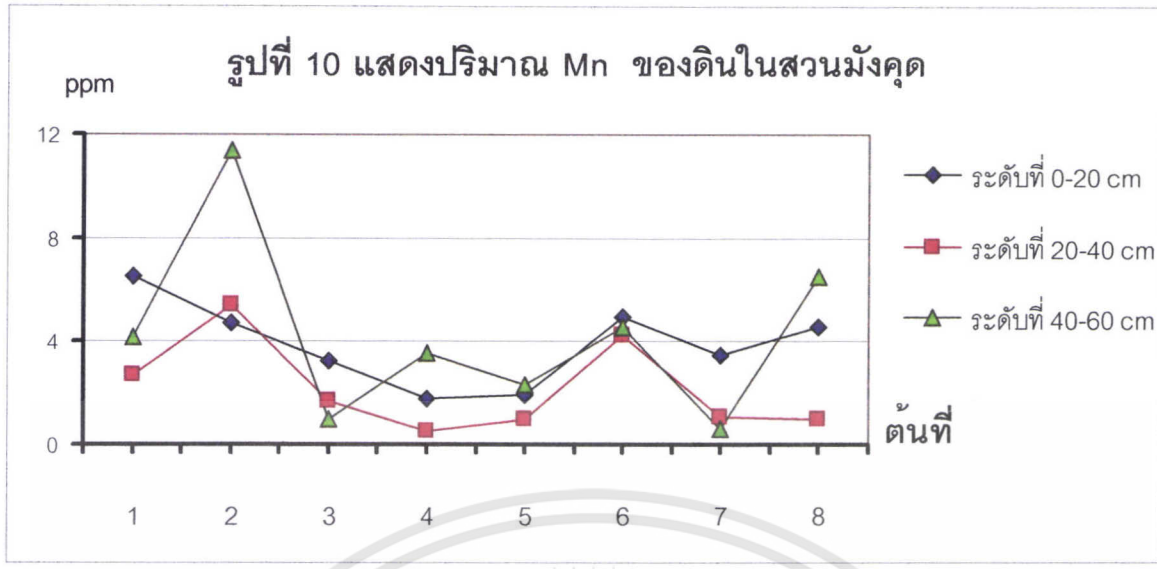

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



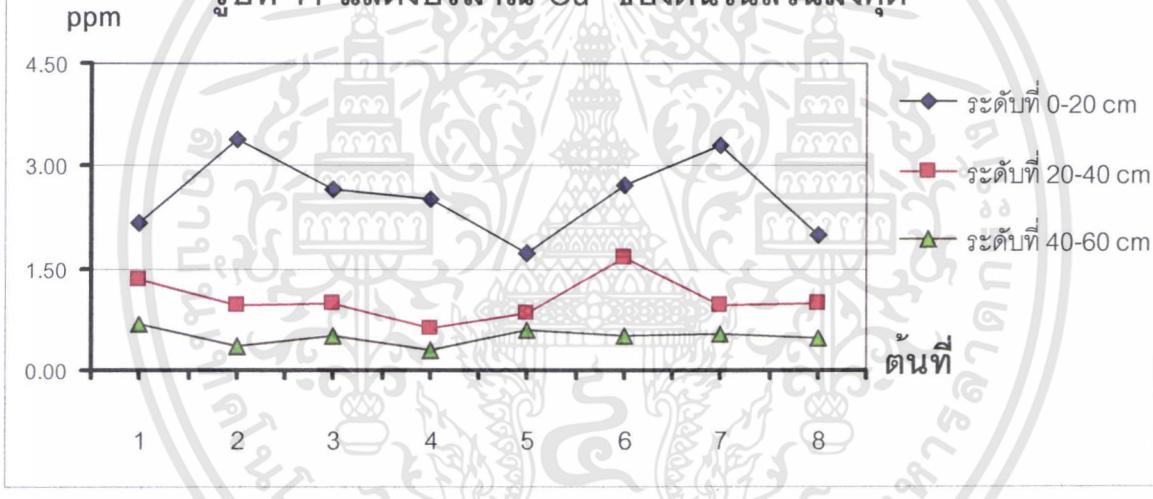



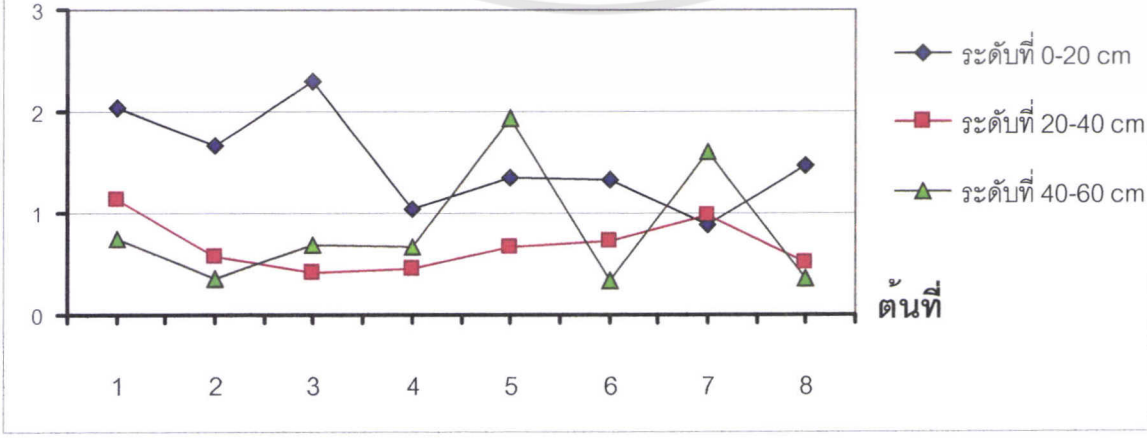

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 10 แสดงปริมาณ Mn ของดินในสวนมังคุด




รูปที่ 11 แสดงปริมาณ Cu ของดินในสวนมังคุด




รูปที่ 12 แสดงปริมาณ Zn ของดินในสวนมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการวิเคราะห์พืช

### 1.อิทธิพลของตำแหน่งทิศ

อิทธิพลของตำแหน่งทิศ ที่มีต่อปริมาณธาตุอาหารในใบมังคุด ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 และรูปที่ 13-16 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1.1 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบมังคุด

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติจะแสดงให้เห็นว่า ปริมาณไนโตรเจนในใบตำแหน่งที่ 1 ในทิศเหนือจะมีค่าต่ำที่สุด คือ 1.33 % ในขณะที่ในทิศใต้จะมีค่าสูงกว่าทิศอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในระดับ 1.41 % ส่วนในทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ปริมาณไนโตรเจนจะมีค่าอยู่ระหว่างค่าของปริมาณไนโตรเจนในทิศเหนือ และทิศใต้ โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 1.35-1.39 % แต่ถึงแม้ว่าปริมาณไนโตรเจนในใบตำแหน่งที่ 1 ในทิศเหนือและในทิศใต้จะมีค่าแตกต่างกันทางสถิติก็ตาม แต่ในความเป็นจริง ค่าทั้งสองนั้นมีความแตกต่างกันน้อยมาก จึงทำให้สรุปได้ว่าค่าของปริมาณไนโตรเจนในทุกทิศของการเก็บตัวอย่างมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนปริมาณไนโตรเจนในใบตำแหน่งที่ 2 ในแต่ละทิศจะอยู่ในช่วง 1.22-1.24 % และปริมาณไนโตรเจนของใบในทิศต่างๆ จะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อีกทั้งปริมาณไนโตรเจนในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าต่ำกว่าปริมาณไนโตรเจนในใบตำแหน่งที่ 1 ในทุกๆ ทิศของการเก็บตัวอย่าง

#### 1.2 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบมังคุด

ปริมาณฟอสฟอรัสในใบมังคุดที่ตำแหน่งใบที่ 1 และตำแหน่งใบที่ 2 จะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกๆ ทิศที่ทำการศึกษา และปริมาณฟอสฟอรัสในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีค่ามากกว่าในใบตำแหน่งที่ 2 ในทุกๆ ทิศ คือในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ 0.12-0.13 % และในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.06-0.07 %

#### 1.3 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบมังคุด

ปริมาณโพแทสเซียมในใบตำแหน่งที่ 1 ของทิศเหนือจะมีค่าต่ำที่สุดโดยอยู่ที่ระดับ 1.29 % ส่วนทางทิศใต้ จะมีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าในทิศอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอยู่ในระดับ 1.55 % ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในทิศตะวันออกกับทิศตะวันตก จะมีค่าที่อยู่ระหว่างค่าปริมาณโพแทสเซียมของทั้งทิศเหนือ และทิศใต้ โดยจะมีค่าอยู่ตั้งแต่ 1.41-1.45 % แต่ถึงแม้ว่าค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในแต่ละทิศจะมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันน้อยมาก ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกๆ ทิศที่ทำการศึกษา จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.45-0.55 % และยังพบอีกว่าปริมาณโพแทสเซียมในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าต่ำกว่าปริมาณโพแทสเซียมในใบตำแหน่งที่ 1 ในทุกๆ ทิศของการเก็บตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.4 ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบมังคุด**

จากค่าที่ได้พบว่าปริมาณแคลเซียมในตำแหน่งใบที่ 1 จะมีค่าต่ำกว่าปริมาณแคลเซียมของใบในตำแหน่งที่ 2 ในทุกๆ ทิศที่ทำการศึกษา อีกทั้งยังพบว่าปริมาณแคลเซียมมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกๆ ทิศที่ทำการศึกษา ปริมาณแคลเซียมของใบในตำแหน่งที่ 1 จากแต่ละทิศจะมีค่าตั้งแต่ 0.93-1.00 % และในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าอยู่ในช่วง 2.11-2.47 % ซึ่งในใบตำแหน่งที่ 2 ก็จะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกๆ ทิศที่ทำการศึกษาเช่นเดียวกันใบในตำแหน่งที่ 1

**1.5 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบมังคุด**

จะเห็นว่าค่าของปริมาณแมกนีเซียมในใบตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันโดยในใบตำแหน่งที่ 1 จะในช่วง 0.15-0.17 % และในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีอยู่ที่ระดับ 0.16-0.17 % ซึ่งปริมาณแมกนีเซียมทั้งในใบตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าของปริมาณแมกนีเซียมที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกๆ ทิศที่ทำการศึกษา

**1.6 ความเข้มข้นของเหล็กในใบมังคุด**

จากค่าวิเคราะห์ที่ได้พบว่าปริมาณเหล็กในใบตำแหน่งที่ 1 มีค่าเท่ากับ 37.8-51.9 ppm ซึ่งจะมีค่าที่ต่ำกว่าในใบตำแหน่งที่ 2 ที่ระดับ 64.0-70.7 ppm ในทุกๆ ทิศที่ทำการศึกษา และปริมาณเหล็กในแต่ละทิศ จะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งใบในตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2

**1.7 ความเข้มข้นของแมงกานีสในใบมังคุด**

ปริมาณแมงกานีสในใบตำแหน่งที่ 1 มีค่าต่ำกว่าในใบตำแหน่งที่ 2 ในทุกๆ ทิศที่ทำการศึกษา และในแต่ละทิศปริมาณแมงกานีส จะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในตำแหน่งใบที่ 1 และตำแหน่งใบที่ 2 โดยในตำแหน่งใบที่ 1 จะมีปริมาณแมงกานีสอยู่ตั้งแต่ 60.8-72.1 ppm และในตำแหน่งใบที่ 2 จะมีปริมาณแมงกานีสอยู่ตั้งแต่ 159.4-201.7 ppm

**1.8 ความเข้มข้นของทองแดงในใบมังคุด**

จากการวิเคราะห์ทางสถิติที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแต่ละทิศที่ทำการศึกษาปริมาณทองแดงจะมีค่าไม่แตกต่างกัน ทั้งในตำแหน่งใบที่ 1 และในตำแหน่งใบที่ 2 โดยในตำแหน่งใบที่ 1 จะมีปริมาณทองแดงอยู่ที่ระดับ 6.7-12.4 ppm ส่วนในตำแหน่งใบที่ 2 จะมีปริมาณทองแดงอยู่ที่ระดับ 5.3-8.4 ppm ซึ่งปริมาณทองแดงในใบตำแหน่งที่ 1 มีค่าสูงกว่าปริมาณทองแดงในตำแหน่งใบที่ 2 ในทุกๆ ทิศที่ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.9 ความเข้มข้นของสังกะสีในใบมังคุด**

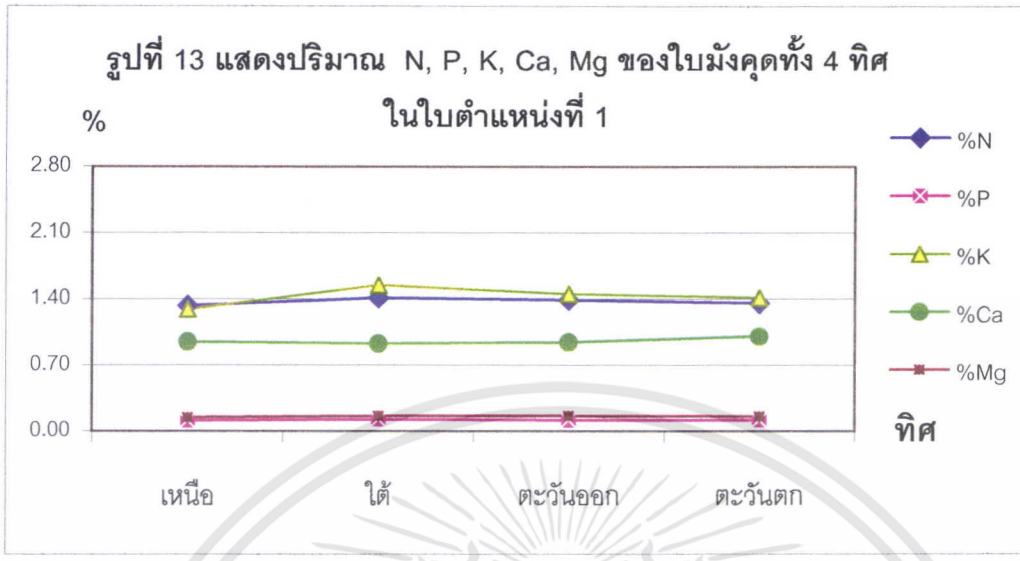
ปริมาณสังกะสี ของในใบตำแหน่งที่ 1 มีค่าเท่ากับ 18.4-20.1 ppm ซึ่งจะมีค่าที่สูงกว่าในทุกๆ ทิศที่ทำการศึกษาของ ใบในตำแหน่งที่ 2 ที่มีค่าอยู่ในช่วง 12.0-13.1 ppm และปริมาณเหล็กทั้งใบในตำแหน่งที่ 1 และใบในตำแหน่งที่ 2 จากแต่ละทิศที่ทำการศึกษามีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเลยในทุกๆ ทิศ

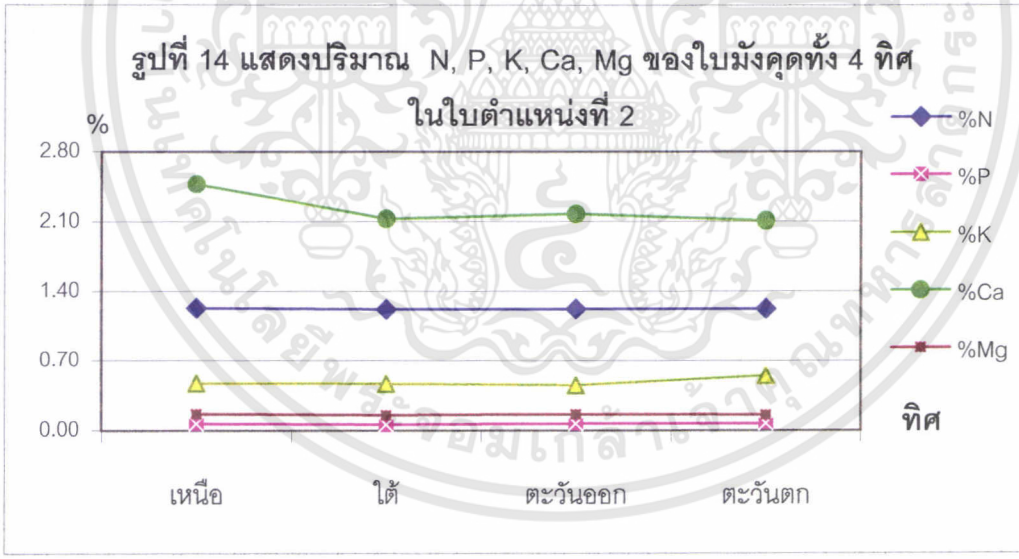
**ตารางที่** 3 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารในทิศเหนือ, ใต้, ตะวันออก, และตะวันตก ของใบมังคุด

| ตำแหน่งใบ | ใบที่1 | | | | ใบที่2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ธาตุ | เหนือ | ใต้ | ตะวันออก | ตะวันตก | เหนือ | ใต้ | ตะวันออก | ตะวันตก |
| %N | 1.33a | 1.41b | 1.39ab | 1.35ab | 1.24a | 1.22a | 1.22a | 1.23a |
| %P | 0.12a | 0.13a | 0.12a | 0.12a | 0.07a | 0.06a | 0.07a | 0.07a |
| %K | 1.29a | 1.55b | 1.45ab | 1.41ab | 0.48a | 0.47a | 0.45a | 0.55a |
| %Ca | 0.95a | 0.93a | 0.94a | 1.00a | 2.47a | 2.13a | 2.18a | 2.11a |
| %Mg | 0.15a | 0.17a | 0.16a | 0.16a | 0.17a | 0.16a | 0.17a | 0.16a |
| Fe (ppm) | 44.5a | 51.7a | 37.8a | 51.9a | 85.0a | 70.7a | 65.6a | 64.0a |
| Mn (ppm) | 69.4a | 63.8a | 72.1a | 60.8a | 201.7a | 170.1a | 189.0a | 159.4a |
| Cu (ppm) | 6.7a | 9.6a | 10.2a | 12.4a | 5.4a | 8.4a | 5.3a | 7.9a |
| Zn (ppm) | 17.5a | 20.1a | 18.4a | 18.4a | 12.7a | 13.1a | 12.8a | 12.0a |

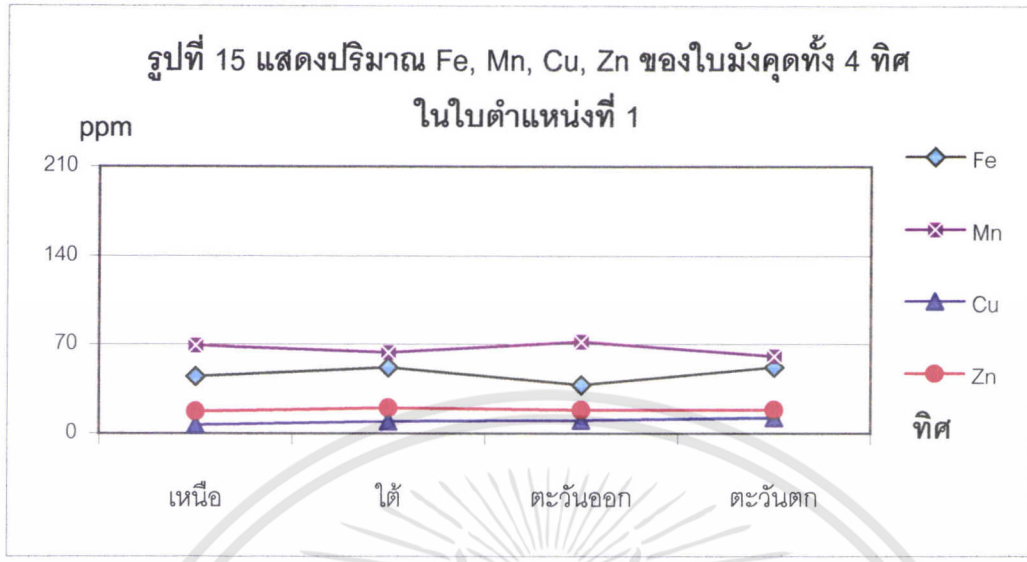
* อักษรที่ตามหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแถว (column) เดียวกัน คือไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

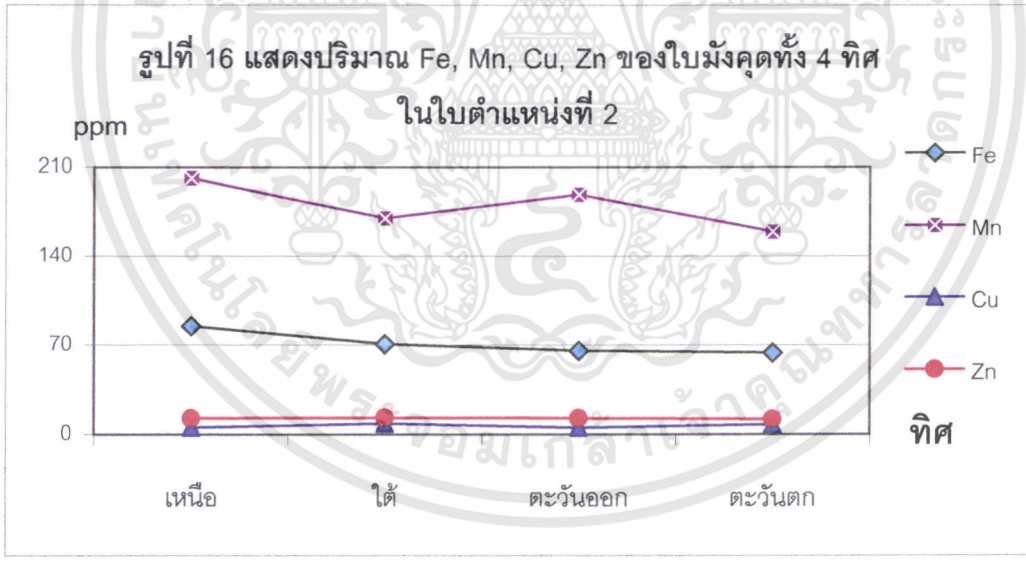



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 15 แสดงปริมาณ Fe, Mn, Cu, Zn ของใบมังคุดทั้ง 4 ทิศ ในใบตำแหน่งที่ 1**




**รูปที่ 16 แสดงปริมาณ Fe, Mn, Cu, Zn ของใบมังคุดทั้ง 4 ทิศ ในใบตำแหน่งที่ 2**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด**

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารของใบมังคุดตั้งแต่เดือนตุลาคม 2543 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2544 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 และรูปที่17-25 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**2.1 ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบมังคุด**

จากการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่า ปริมาณไนโตรเจนในใบตำแหน่งที่ 1 ในการเก็บตัวอย่างเดือน ตุลาคม 2543 จะมีค่าอยู่ที่ 1.37 % หลังจากนั้นปริมาณไนโตรเจนจะลดลงมาต่ำที่สุดในการเก็บตัวอย่างเดือน พฤศจิกายน 2543 คือจะมีค่าอยู่ที่ระดับ 1.23 % และจะค่อยๆ มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในการเก็บตัวอย่างเดือน ธันวาคม 2543 ที่ระดับ 1.30 % จนกระทั้งถึงการเก็บตัวอย่างในเดือนมกราคม 2544 และเดือน กุมภาพันธ์ 2544 ปริมาณไนโตรเจนจะมีค่าใกล้เคียงกัน และจะมีค่าอยู่ในระดับที่สูงกว่าการเก็บตัวอย่างในเดือน ตุลาคม 2543 ถึงเดือน ธันวาคม 2543 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าอยู่ในช่วง 1.54-1.57 % ส่วนใบในตำแหน่งที่ 2 ณ.การเก็บตัวอย่างในเดือน ตุลาคม 2543 ถึงเดือน ธันวาคม 2543 ปริมาณไนโตรเจนจะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าต่ำที่สุดคืออยู่ที่ระดับ 1.17-1.23 % ส่วนในการเก็บตัวอย่างเดือน มกราคม 2544 และเดือน กุมภาพันธ์ 2544 ปริมาณไนโตรเจนในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าสูงกว่าในการเก็บตัวอย่างทั้งสามเดือนแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งปริมาณไนโตรเจนของใบในตำแหน่งที่ 1 จะมากกว่าใบในตำแหน่งที่ 2 ในทุกๆ เดือน ที่ทำการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ดี อีกทั้งใบในตำแหน่งที่ 1 มีอายุน้อยกว่า การสะสมของไขและผิวเคลือบยังไม่หนาเต็มที่ ธาตุไนโตรเจนจึงเคลื่อนที่ไปสะสมได้มากกว่า ใบในตำแหน่งที่ 2 ที่มีอายุมากกว่า

**2.2 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบมังคุด**

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบตำแหน่งที่ 1 ของการเก็บตัวอย่างในเดือน ตุลาคม 2543 มีปริมาณสูงกว่าในการเก็บตัวอย่างใบทุกๆ เดือน คือมีค่าอยู่ที่ 0.12 % อีกทั้งปริมาณฟอสฟอรัสในการเก็บตัวอย่างเดือน พฤศจิกายน 2543 จนถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2544 มีค่าของปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.08-0.10 % ส่วนในใบตำแหน่งที่ 2 จะพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกๆ เดือน ของการเก็บตัวอย่างใบ คือจะมีค่าอยู่ตั้งแต่ 0.07-0.08 % อีกทั้งในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่าใบในตำแหน่งที่ 1 ในทุกๆ เดือน ของการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากใบในตำแหน่งที่ 2 ที่มีอายุแก่กว่าใบในตำแหน่งที่ 1 ประกอบกับธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ดี จึงทำให้มีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในใบตำแหน่งที่ 1 มากกว่าในใบตำแหน่งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบมังคุด**

ปริมาณโพแทสเซียมในใบตำแหน่งที่ 1 จากการเก็บตัวอย่างในเดือน ตุลาคม 2543 จะมีค่าอยู่ที่ 1.40 % และจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการเก็บตัวอย่างเดือน พฤศจิกายน 2543 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2544 คือจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.93-1.03 % ส่วนในใบตำแหน่งที่ 2 จะพบว่าปริมาณโพแทสเซียมจะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเลยในการเก็บตัวอย่างทุกๆ เดือน คือจะอยู่มีค่าระหว่าง 0.41-0.57 % อีกทั้งปริมาณโพแทสเซียมในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีค่าสูงกว่าใบตำแหน่งที่ 2 ในทุกๆ เดือนของการเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้เนื่องจากธาตุโพแทสเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ดี เช่นเดียวกับธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส จึงทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในตำแหน่งใบที่ 1 สูงกว่าในตำแหน่งใบที่ 2 ที่มีอายุมากกว่า

**2.4 ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบมังคุด**

ปริมาณแคลเซียมในใบตำแหน่งที่ 1 ของในการเก็บตัวอย่างเดือน ตุลาคม 2543 มีค่าเท่ากับ 0.95 % หลังจากนั้นในเดือน พฤศจิกายน 2543 และเดือน ธันวาคม 2543 ปริมาณแคลเซียมจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นสูงกว่าในการเก็บตัวอย่างเดือน ตุลาคม 2543 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอยู่ที่ระดับ 1.29-1.39 % สุดท้ายในการเก็บตัวอย่างเดือน มกราคม 2544 และเดือน กุมภาพันธ์ 2544 ปริมาณแคลเซียมก็จะมีค่าสูงขึ้นกว่าในการเก็บตัวอย่างเดือน พฤศจิกายน 2543 และเดือน ธันวาคม 2543 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย โดยจะมีค่าอยู่ตั้งแต่ 1.84-1.74 % ส่วนในใบตำแหน่งที่ 2 จะพบว่าปริมาณแคลเซียมมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเลย ในการเก็บตัวอย่างทุกๆ เดือน โดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 2.15-2.51 % และยังพบอีกว่าปริมาณแคลเซียมในใบตำแหน่งที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปริมาณแคลเซียมในใบตำแหน่งที่ 2 ในทุกๆ เดือนของการเก็บตัวอย่าง เพราะว่าธาตุแคลเซียมเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ จึงทำให้มีการสะสมปริมาณแคลเซียมสูงในใบตำแหน่งที่ 2 ที่มีอายุมากกว่าใบในตำแหน่งที่ 1

**2.5 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบมังคุด**

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าปริมาณแมกนีเซียมในใบมังคุดของทั้งใบตำแหน่งที่ 1 และใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าที่ใกล้เคียงกันค่อนข้างมาก โดยในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 0.15-0.16 % และในใบตำแหน่งที่ 2 ก็จะมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 0.14-0.17 % ซึ่งปริมาณแมกนีเซียมของทั้งใบตำแหน่งที่ 1 และใบตำแหน่งที่ 2 ในทุกๆ เดือน ของการเก็บตัวอย่าง จะมีค่าที่ใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

**2.6 ความเข้มข้นของเหล็กในใบมังคุด**

ปริมาณเหล็กของใบมังคุด ในใบตำแหน่งที่ 1 ที่การเก็บตัวอย่างในเดือน ตุลาคม 2543 จะมีปริมาณต่ำที่สุด อยู่ที่ระดับ 47.2 ppm และจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในการเก็บตัวอย่างเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤศจิกายน 2543 ถึงเดือน มกราคม 2544 คือจะมีค่าอยู่ที่ระดับ 91.4-106.7 ppm และหลังจากนั้นปริมาณเหล็กในใบที่ 1 จะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงในการเก็บตัวอย่างเดือน กุมภาพันธ์ 2544 ที่ระดับ 61.6 ppm และจะเห็นว่าในใบตำแหน่งที่ 2 ค่าของปริมาณเหล็กในระยะเวลาต่างๆ ที่ทำการเก็บตัวอย่างใบมังคุดมีค่าที่ใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยจะมีค่าอยู่ตั้งแต่ 64.2-103.4 ppm

**2.7 ความเข้มข้นของแมงกานีสในใบมังคุด**

ปริมาณแมงกานีสในการเก็บตัวอย่างทุกๆ เดือน ของทั้งใบในตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีค่าอยู่ในช่วง 83.8-124.1 ppm ส่วนใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าอยู่ในช่วง 163.7-201.0 ppm และปริมาณแมงกานีสในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่ามากกว่าในใบตำแหน่งที่ 1 ในทุกๆ เดือนของการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากธาตุแมงกานีส เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่เช่นเดียวกับธาตุแคลเซียม จึงทำมีการสะสมของปริมาณแมงกานีสในใบตำแหน่งที่ 2 ที่มีอายุแก่กว่าได้มากกว่า ในใบตำแหน่งที่ 1 ที่มีอายุอ่อนกว่า

**2.8 ความเข้มข้นของทองแดงในใบมังคุด**

ปริมาณทองแดงในใบมังคุด ของใบในตำแหน่งที่ 1 ในการเก็บตัวอย่างเดือน ตุลาคม 2543 จะมีปริมาณทองแดงอยู่ประมาณ 8.1 ppm โดยหลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไปจนสูงที่สุดในการเก็บตัวอย่างเดือน พฤศจิกายน 2543 ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 24.5 ppm และปริมาณทองแดงจะมีค่าลดลงมาอยู่ที่ระดับ 16.8 ppm ของการเก็บตัวอย่างในเดือน ธันวาคม 2543 สุดท้ายในการเก็บตัวอย่างเดือน มกราคม 2544 และเดือน กุมภาพันธ์ 2544 ปริมาณทองแดงจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงมาอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าการเก็บตัวอย่างในเดือนอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่าอยู่ในช่วง 4.0-4.4 ppm ส่วนในใบตำแหน่งที่ 2 ปริมาณทองแดงในการเก็บตัวอย่างเดือน ตุลาคม 2543 จะมีค่าอยู่ที่ 6.6 ppm หลังจากนั้นในการเก็บตัวอย่างเดือน พฤศจิกายน 2543 ปริมาณทองแดงจะมีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของการเก็บตัวอย่างในทุกๆ เดือน คือมีค่าอยู่ที่ระดับ 26.6 ppm และในการเก็บตัวอย่างเดือน ธันวาคม 2543 ถึงเดือน มกราคม 2544 ปริมาณทองแดงจะมีค่าลดลงมาอยู่ที่ระดับ 5.9-21.05 ppm สุดท้ายในการเก็บตัวอย่างเดือน กุมภาพันธ์ 2544 ปริมาณทองแดงจะมีการเปลี่ยนแปลงลดต่ำลงที่สุด โดยมีค่าอยู่ที่ระดับ 3.5 ppm

**2.9 ความเข้มข้นของสังกะสีในใบมังคุด**

จากการศึกษาพบว่าปริมาณสังกะสีใบในตำแหน่งที่ 1 และใบในตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าที่ใกล้เคียงกันค่อนข้างมาก โดยในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 16.8-25.3 ppm ซึ่งปริมาณสังกะสีของใบตำแหน่งที่ 1 จะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเลยทุกๆ ครั้ง ของการเก็บตัวอย่าง และปริมาณสังกะสีในใบตำแหน่งที่ 2 จากการเก็บตัวอย่างในเดือน ตุลาคม 2543 ถึงเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธันวาคม 2543 จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน คือจะมีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 11.5-13.3 ppm หลังจากนั้นในการเก็บตัวอย่างเดือน มกราคม 2544 ปริมาณสังกะสีจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นสูงกว่าการเก็บตัวอย่างในเดือนอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่าอยู่ที่ระดับ 21.3 ppm หลังจากนั้นปริมาณสังกะสีจะเปลี่ยนแปลงลดลงมาอยู่ที่ระดับ 12.7 ppm ของการเก็บตัวอย่างในเดือน กุมภาพันธ์ 2544 และจะมีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กับการเก็บตัวอย่างในเดือน ตุลาคม 2543 ถึงธันวาคม 2543



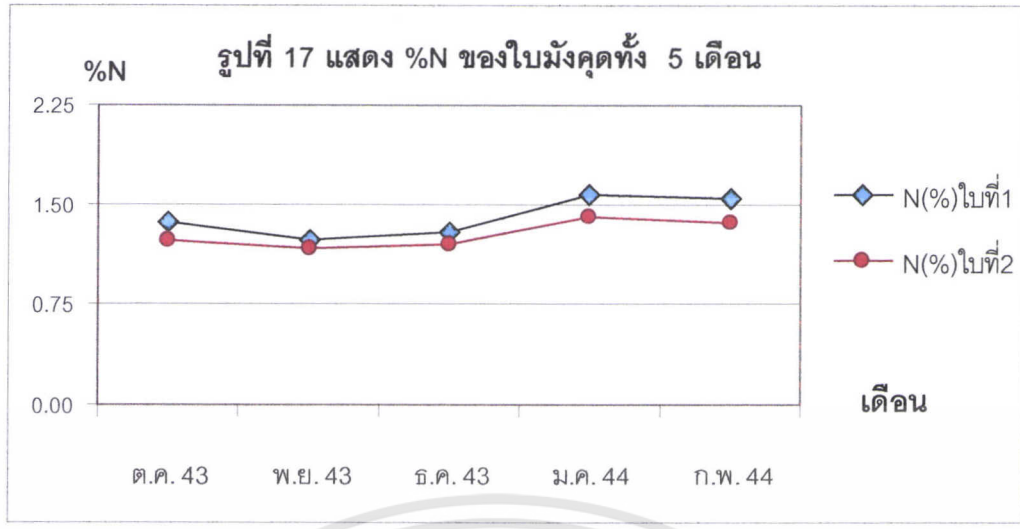
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 4 แสดงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2543 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2544

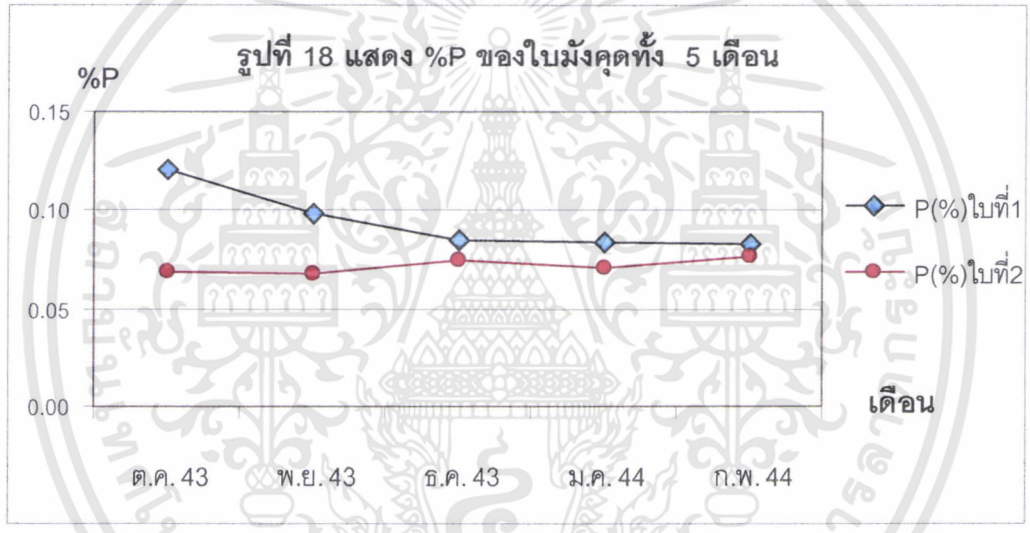
| ตำแหน่งใบ | เดือนที่เก็บตัวอย่าง | %N | % P | %K | %Ca | %Mg | Fe (ppm) | Mn (ppm) | Cu (ppm) | Zn (ppm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ใบที่ 1 | ตุลาคม 43 | 1.37c | 0.12b | 1.40b | 0.95a | 0.16a | 47.2a | 72.3a | 8.1ab | 18.5a |
| | พฤศจิกายน 43 | 1.23a | 0.10a | 1.03a | 1.29b | 0.16a | 91.5bc | 83.8a | 24.5c | 21.5a |
| | ธันวาคม 43 | 1.30b | 0.08a | 0.93a | 1.39b | 0.16a | 91.4bc | 98.7a | 16.8bc | 16.8a |
| | มกราคม 44 | 1.57d | 0.08a | 0.98a | 1.84c | 0.16a | 106.7bc | 122.6a | 4.4a | 19.9a |
| | กุมภาพันธ์ 44 | 1.54d | 0.08a | 0.99a | 1.74c | 0.15a | 61.6ab | 124.1a | 4.0a | 25.3a |
| ใบที่ 2 | ตุลาคม 43 | 1.23a | 0.07a | 0.48a | 2.26a | 0.17a | 71.1a | 182.8a | 6.6ab | 12.4a |
| | พฤศจิกายน 43 | 1.17a | 0.07a | 0.44a | 2.15a | 0.15a | 64.2a | 166.5a | 26.6b | 11.5a |
| | ธันวาคม 43 | 1.21a | 0.07a | 0.41a | 2.39a | 0.15a | 90.6a | 163.7a | 21.5ab | 13.3a |
| | มกราคม 44 | 1.40b | 0.07a | 0.43a | 2.51a | 0.14a | 103.4a | 201.0a | 5.9ab | 21.3b |
| | กุมภาพันธ์ 44 | 1.37b | 0.08a | 0.57a | 2.29a | 0.15a | 73.6a | 172.6a | 3.5a | 12.7a |

* อักษรที่ตามหลังตัวเลขที่เหมือนกันในแถวในแนวตั้ง (row) เดียวกัน คือไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

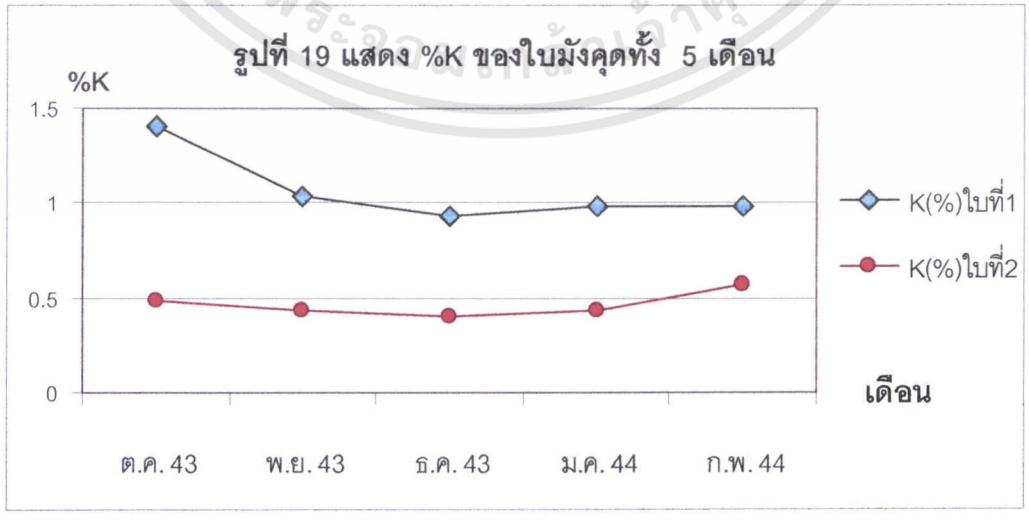
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 17 แสดง %N ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน

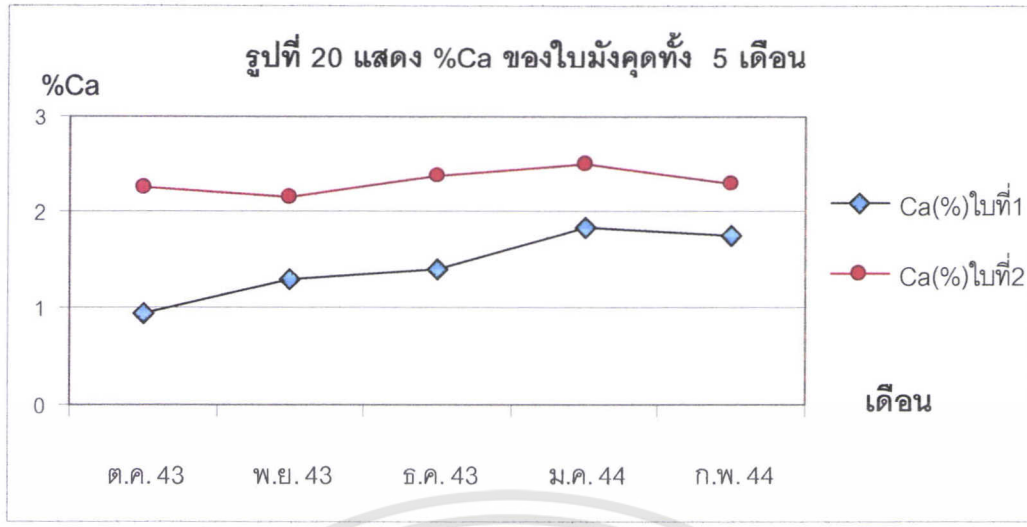



รูปที่ 18 แสดง %P ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน

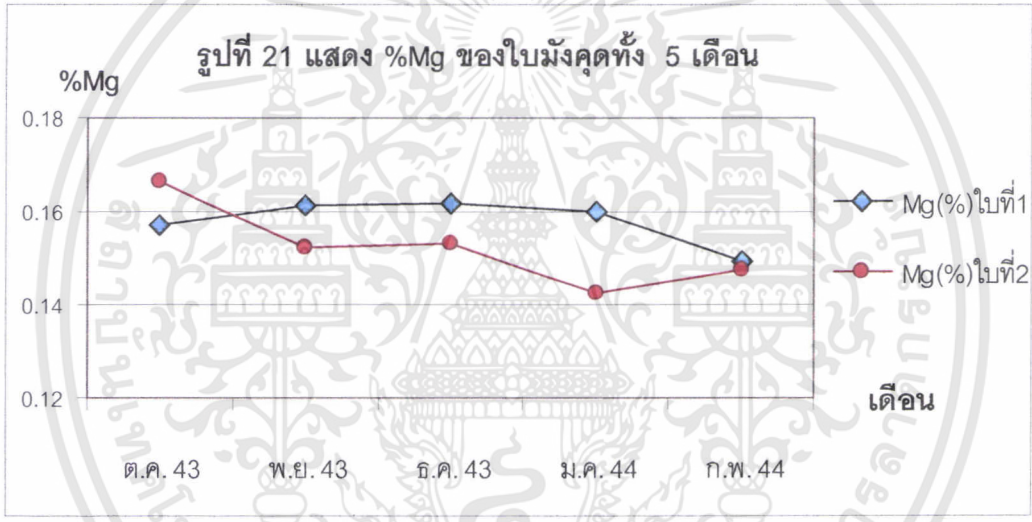



รูปที่ 19 แสดง %K ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน

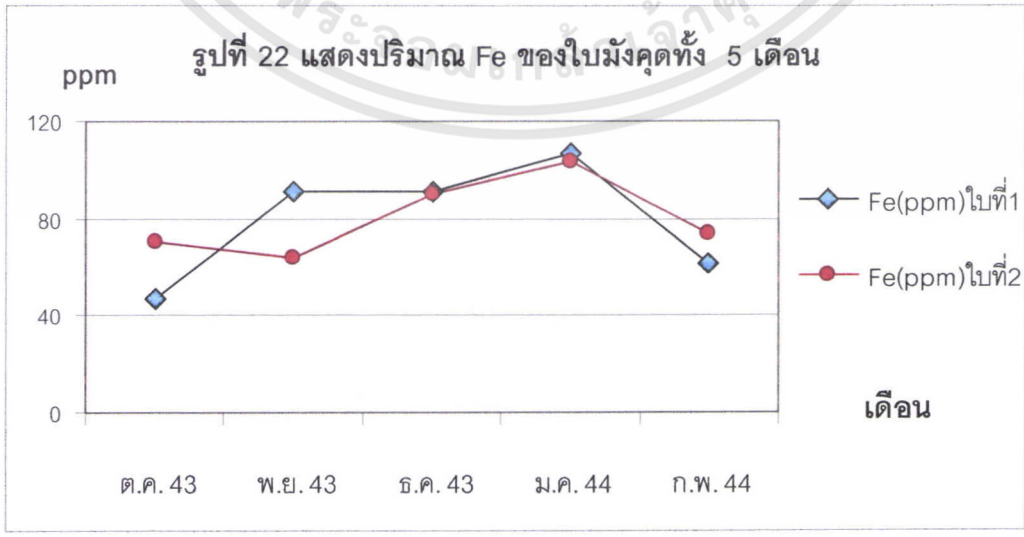
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 20 แสดง %Ca ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน

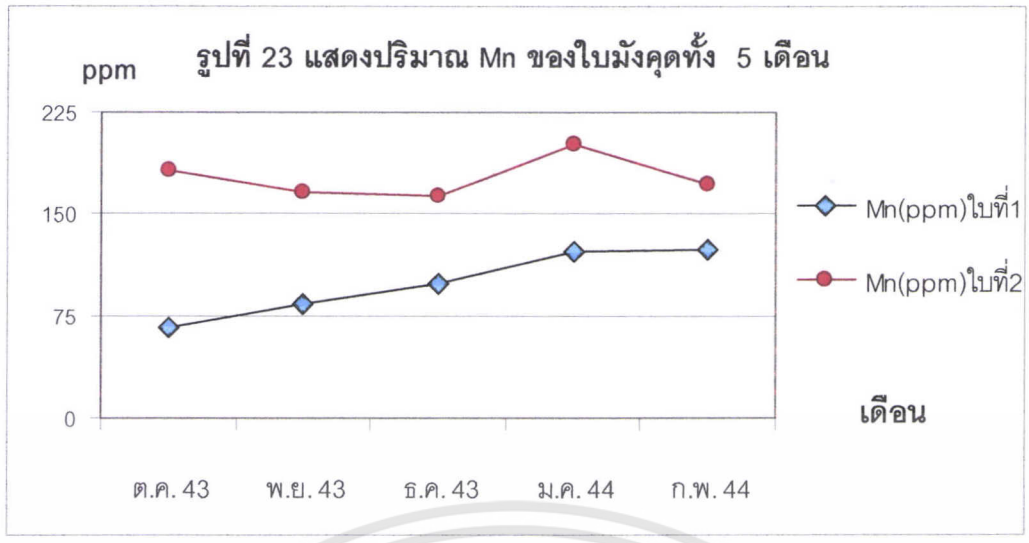



รูปที่ 21 แสดง %Mg ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน

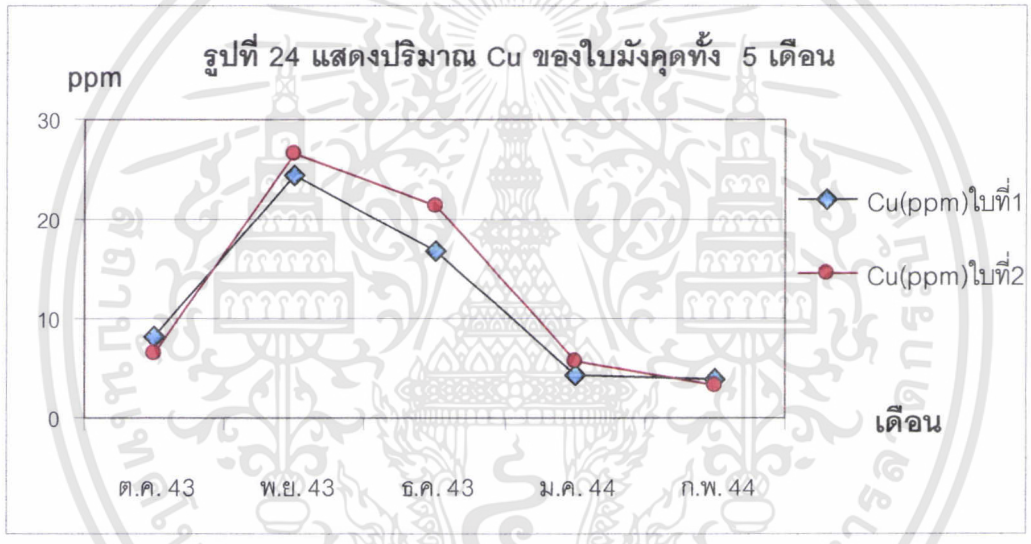



รูปที่ 22 แสดงปริมาณ Fe ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน

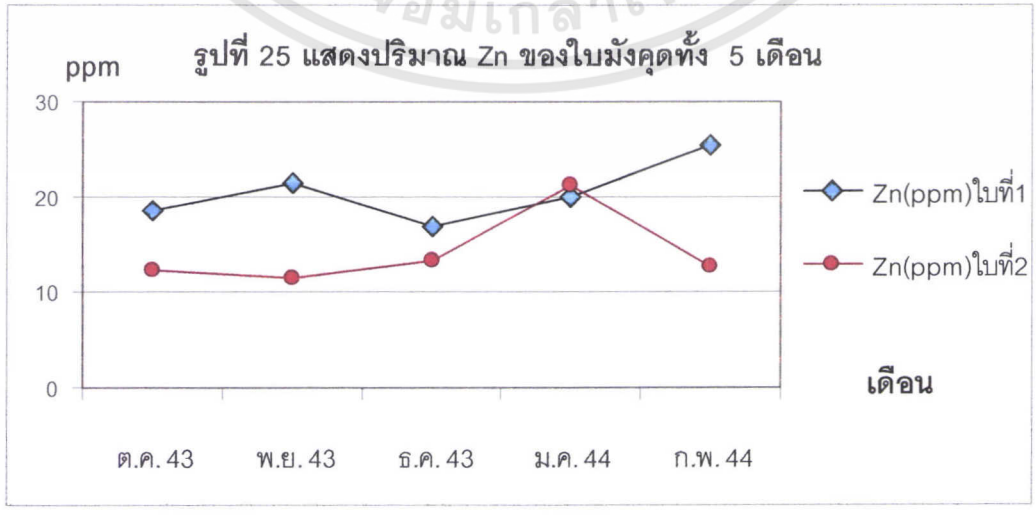
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 23 แสดงปริมาณ Mn ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน




รูปที่ 24 แสดงปริมาณ Cu ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน




รูปที่ 25 แสดงปริมาณ Zn ของใบมังคุดทั้ง 5 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินในสวนมังคุดที่ ตำบลพลับพลา อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี พบว่าในตัวอย่างดินทั้ง 8 ต้น มีคุณสมบัติทางกายภาพส่วนใหญ่เป็นดินทรายร่วน และดินร่วนปนทราย ควรแก้ไขโดยการเติมอินทรีวัตถุ เพื่อช่วยให้โครงสร้างของดินดีขึ้น ส่วนคุณสมบัติทางเคมีของดินในแต่ละต้นมังคุดจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยดินในสวนมังคุดจะมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นดินกรดจัด มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำมากจัดว่าไม่เป็นดินเค็ม มีปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, ปริมาณแคลเซียม, แมกนีเซียม, เหล็ก, แมงกานีส, ทองแดง และสังกะสีอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่สูงมาก

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของใบมังคุด พบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดที่เก็บตัวอย่างจากทิศต่างๆ มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ซึ่งจะมีความคล้ายคลึงกันกับใบทุเรียนที่ได้มีการศึกษาไว้ จากจังหวัดจันทบุรี (วริษาฐา, 2541)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดตั้งแต่เดือน ตุลาคม 43 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 44 พบว่าธาตุ P และ K มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีค่ามากที่สุดในเดือนตุลาคม 43 หลังจากนั้นจะมีปริมาณที่ลดลงในเดือนพฤศจิกายน 43 และจะมีค่าคงที่จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ 44 เนื่องจากธาตุ P และ K เป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ เมื่อใบมังคุดมีอายุเพิ่มขึ้นธาตุทั้งสองก็จะเคลื่อนที่ไปยังส่วนที่กำลังเจริญเติบโตใหม่ (ยงยุทธ, 2543) ส่วนในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าค้อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง สำหรับธาตุ Ca และ Fe ก็จะมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน คือในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกๆ เดือน เนื่องจากธาตุ Ca และ Fe เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ เมื่อใบมังคุดมีอายุเพิ่มขึ้นจึงทำให้มีการสะสมของ Ca และ Fe ภายในเซลล์และผนังเซลล์สูงขึ้น ตามไปด้วย () และในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้ง 5 เดือน ในขณะที่ Mg, Mn และZn จะมีแนวโน้มที่ค่อนข้างเหมือนกันโดยความเข้มข้นของธาตุทั้ง 3 ในระยะเวลา 5 เดือน จะไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งในใบตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 แต่สำหรับธาตุ N จะมีแนวโน้มที่แตกต่างออกไป โดยในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีค่ามากที่สุดในเดือน ตุลาคม 43 และจะลดลงมาต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน 43 และค่อยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ 44 และในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสูงที่สุดในเดือนมกราคม และเดือนกุมภาพันธ์ 44 สำหรับธาตุ Cu จะพบว่าในใบตำแหน่งที่ 1 จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 43 และหลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลง ส่วนในใบตำแหน่งที่ 2 จะมีค่าที่มากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 43 และจะค่อยๆ มีการเปลี่ยนแปลงลดต่ำลงจนถึงเดือน กุมภาพันธ์ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้นยังพบอีกว่าธาตุที่มีความเข้มข้นในใบตำแหน่งที่ 1 สูงกว่าในตำแหน่งที่ 2 ในทุกๆ เดือนของการเก็บตัวอย่าง ได้แก่ N, P และK เนื่องจากธาตุทั้ง 3 นี้เป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้จึงทำให้มีปริมาณสูงในใบตำแหน่งที่ 1 ที่มีอายุน้อยกว่าใบในตำแหน่งที่ 2 และสำหรับธาตุที่มีความเข้มข้นของใบในตำแหน่งที่ 1 ต่ำกว่าในตำแหน่งที่ 2 ในทุกๆ เดือนของการเก็บตัวอย่าง ได้แก่ Ca และ Mn เพราะธาตุทั้ง 2 นี้เป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่จึงทำให้มีการสะสมมากในใบที่มีอายุแก่กว่า (Marschner, 1995)

**ข้อเสนอแนะ**

ระยะเวลาที่ทำการศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุด ยังมีช่วงระยะเวลาที่น้อยเกินไป ทำให้ไม่สามารถที่จะชี้ชัดลงไปได้ว่า ที่ระยะเวลาใดของการเจริญเติบโตของใบมังคุด ที่จะมีความนิ่งของค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มากที่สุด และเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาเป็นตัวแทนที่ดี สำหรับการตรวจวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมังคุดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมังคุดโดยการปรับปรุง. 2536. Phenolgical Development และความสมบูรณ์ของต้นที่มีผลกระทบต่อ Source-Sink Retionship. รายงานประจำปี 2536. สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 195-209

มังคุด (ราชินีแห่งไม้ผล Queen of fruit). 2530. กลุ่มเกษตรกรสัญจร, กรุงเทพฯ. 69 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 425 หน้า

ธนะชัย พันธเกษมสุข. 2534. การศึกษาวิธีการคัดคุณภาพขิงผลมังคุด. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 35 หน้า.

เทคโนโลยีการปรับปรุงคุณภาพผลไม้ส่งออก. 2539. สมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย.หน้า 1-31.

เทคโนโลยีเพื่อการผลิต "มังคุด" ให้มีคุณภาพ. 2539. สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 31 หน้า

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2538. แร่ธาตุอาหารพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 604 หน้า.

สำเนา เพรชฉวี. 2536. การนำผลการวิเคราะห์ดินมาใช้พิจารณาแก้ไขและปรับปรุงดิน. วารสารดินและปุ๋ย. 15(2) : 82-92.

อนันต์ สุธีมีชัยกุล, ชาลี นาวานุเคราะห์ และ คณะ. 2540. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดจันทบุรี. กองวางแผนการใช้ที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

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

Coroy, J.P. 1992. Influence of elevated atmospheric $CO_2$ concentrations on plant nutrition. Aust. J. Bot. 40 : 445-456

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Epstein, E. 1972. Mineral Nutrition of Plants : Principle and Perspectives. John Wiley and Sons. New York. P. 37.

Gauch, H.G. 1972. Inorganic Plant Nutrition. Dsownen, Hutchinson and Ross, Inc. PA. pp. 28-40

Hanson, E.J. 1991. Sour cherry trees respond to foliar boron applications. Hort Science 26 : 1142-1145.

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

Hill, J., A.D. Robson and J.F. Loneragan. 1979. The effect of copper supply on the senescence and the retranslocation of nitrients of the oldest leaf of wheat. AnnJ. Botes, (London) 44 : 279-287.

Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1969 b. Equilibrium relationships of $Zn^{+2}$, $Fe^{+3}$, $Ca^{+2}$ and $H^{+}$ with EDTA and DTPA in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33 : 62-68

Prabuddham, P. 1975. The composition levels of levels of selected trace elements in soils for the major rice – production region of Thailand and South Vietnam and some factor related to the abundance of these elements. Ph. D. Thesis, Department of Agronomy, University of Illinois.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. $2^{nd}$ edition. pp. 461-479. Academic Press, New York.

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

Shuman, L.M. 1979. Zinc, manganese and copper in soil fractions. Soil Sci. 127 : 10-17.

Shuman, L.M. 1985. Zinc: fractionation of soil microelement. Soil Sci. Soc. Am. J. 140 : 11-22.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smith. F. W. 1986. Interpretation of plant analysis: Concepts and principles, pp. 1-12. In D. J. Reuter and J. B. Robinson (eds.). Plant Analysis: An interpretation Manual. Inkata Press, Melbourne.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่** 5 แสดงค่า เฉลี่ย (Average), ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (SD), ค่าต่ำสุด(Min) และค่าสูงสุด(Max)

ของความเข้มข้นธาตุอาหารในทิศเหนือ, ใต้, ตะวันออก, และตะวันตก ของใบมังคุดในตำแหน่งที่ 1

| ทิศ | ธาตุ | %N | %P | %K | %Ca | %Mg | Fe(ppm) | Mn(ppm) | Cu(ppm) | Zn(ppm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เหนือ | เฉลี่ย | 1.33 | 0.12 | 1.29 | 0.95 | 0.15 | 44.5 | 69.4 | 6.7 | 17.5 |
| | SD | 0.05 | 0.01 | 0.16 | 0.10 | 0.02 | 18.2 | 34.4 | 9.6 | 3.3 |
| | MIN | 1.26 | 0.09 | 1.13 | 0.83 | 0.13 | 16.5 | 25.5 | 0.0 | 12.5 |
| | MAX | 1.42 | 0.14 | 1.61 | 1.13 | 0.18 | 70.6 | 119.1 | 29.4 | 21.9 |
| ใต้ | เฉลี่ย | 1.41 | 0.13 | 1.55 | 0.93 | 0.17 | 51.7 | 63.8 | 9.6 | 20.1 |
| | SD | 0.06 | 0.02 | 0.21 | 0.17 | 0.03 | 26.4 | 35.1 | 18.9 | 2.9 |
| | MIN | 1.30 | 0.11 | 1.26 | 0.71 | 0.12 | 13.0 | 30.4 | 0.0 | 15.0 |
| | MAX | 1.50 | 0.15 | 1.77 | 1.24 | 0.19 | 91.9 | 124.4 | 55.9 | 25.0 |
| ตะวันออก | เฉลี่ย | 1.39 | 0.12 | 1.45 | 0.94 | 0.16 | 37.8 | 72.1 | 10.2 | 18.4 |
| | SD | 0.08 | 0.02 | 0.26 | 0.17 | 0.02 | 13.5 | 38.4 | 16.7 | 4.2 |
| | MIN | 1.28 | 0.09 | 1.16 | 0.66 | 0.12 | 22.9 | 26.9 | 0.0 | 13.5 |
| | MAX | 1.52 | 0.14 | 1.85 | 1.08 | 0.19 | 56.8 | 138.5 | 50.5 | 25.0 |
| ตะวันตก | เฉลี่ย | 1.35 | 0.12 | 1.41 | 1.00 | 0.16 | 51.9 | 60.8 | 12.4 | 18.4 |
| | SD | 0.06 | 0.01 | 0.17 | 0.17 | 0.03 | 15.1 | 33.3 | 20.4 | 3.2 |
| | MIN | 1.23 | 0.10 | 1.24 | 0.66 | 0.11 | 23.5 | 33.9 | 0.0 | 11.5 |
| | MAX | 1.43 | 0.14 | 1.65 | 1.18 | 0.19 | 68.3 | 120.7 | 57.3 | 21.9 |

**ตารางที่ 6** แสดงค่า เฉลี่ย (Average), ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (SD), ค่าต่ำสุด(Min) และค่าสูงสุด(Max)

ของความเข้มข้นธาตุอาหารในทิศเหนือ, ใต้, ตะวันออก, และตะวันตก ของใบมังคุดในตำแหน่งที่ 2

| ทิศ | ธาตุ | %N | %P | %K | %Ca | %Mg | Fe(ppm) | Mn(ppm) | Cu(ppm) | Zn(ppm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เหนือ | เฉลี่ย | 1.24 | 0.07 | 0.48 | 2.47 | 0.17 | 85.0 | 201.7 | 5.4 | 12.7 |
| | SD | 0.06 | 0.01 | 0.24 | 0.34 | 0.03 | 35.8 | 38.2 | 8.3 | 2.5 |
| | MIN | 1.12 | 0.05 | 0.28 | 1.97 | 0.14 | 39.4 | 142.5 | 0.0 | 8.5 |
| | MAX | 1.32 | 0.10 | 0.94 | 2.97 | 0.21 | 137.7 | 259.5 | 20.4 | 16.0 |
| ใต้ | เฉลี่ย | 1.22 | 0.06 | 0.47 | 2.13 | 0.16 | 70.7 | 170.1 | 8.4 | 13.1 |
| | SD | 0.06 | 0.01 | 0.20 | 0.51 | 0.04 | 32.3 | 46.9 | 20.4 | 3.9 |
| | MIN | 1.11 | 0.04 | 0.27 | 1.23 | 0.10 | 24.4 | 117.0 | 0.0 | 5.5 |
| | MAX | 1.28 | 0.08 | 0.92 | 2.69 | 0.20 | 127.7 | 251.2 | 58.8 | 16.9 |
| ตะวันออก | เฉลี่ย | 1.22 | 0.07 | 0.45 | 2.18 | 0.17 | 65.6 | 189.0 | 5.3 | 12.8 |
| | SD | 0.06 | 0.03 | 0.20 | 0.40 | 0.05 | 25.5 | 55.0 | 7.2 | 6.1 |
| | MIN | 1.13 | 0.05 | 0.21 | 1.67 | 0.10 | 27.4 | 128.9 | 0.0 | 5.4 |
| | MAX | 1.29 | 0.14 | 0.88 | 2.69 | 0.24 | 105.4 | 309.6 | 17.4 | 24.9 |
| ตะวันตก | เฉลี่ย | 1.23 | 0.07 | 0.55 | 2.11 | 0.16 | 64.0 | 159.4 | 7.9 | 12.0 |
| | SD | 0.08 | 0.02 | 0.23 | 0.46 | 0.03 | 29.9 | 54.6 | 13.9 | 4.3 |
| | MIN | 1.08 | 0.06 | 0.32 | 1.52 | 0.11 | 34.4 | 110.0 | 0.0 | 6.0 |
| | MAX | 1.32 | 0.11 | 1.03 | 2.84 | 0.19 | 121.8 | 255.0 | 33.9 | 18.0 |

**ตารางที่ 7** แสดงค่า เฉลี่ย (Average), ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (SD), ค่าต่ำสุด(Min) และค่าสูงสุด (Max) ของความเข้มข้นธาตุอาหารในใบมังคุด ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2543 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2544

| ธาตุ | อายุใบ | ใบที่ 1 | | | | | ใบที่ 2 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ต.ค 43<br>15/10/43 | พ.ย. 43<br>23/11/43 | ธ.ค. 43<br>19/12/43 | ม.ค. 44<br>21/1/44 | ก.พ. 44<br>24/2/44 | ต.ค 43<br>15/10/43 | พ.ย. 43<br>23/11/43 | ธ.ค. 43<br>19/12/43 | ม.ค. 44<br>21/1/44 | ก.พ. 44<br>24/2/44 |
| N(%) | เฉลี่ย | 1.37 | 1.23 | 1.30 | 1.57 | 1.54 | 1.23 | 1.17 | 1.21 | 1.40 | 1.37 |
| | SD | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.08 |
| P(%) | เฉลี่ย | 0.12 | 0.10 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 |
| | SD | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.01 |
| K(%) | เฉลี่ย | 1.40 | 1.03 | 0.93 | 0.98 | 0.99 | 0.48 | 0.44 | 0.41 | 0.43 | 0.57 |
| | SD | 0.15 | 0.18 | 0.11 | 0.17 | 0.28 | 0.21 | 0.22 | 0.13 | 0.15 | 0.30 |
| Ca(%) | เฉลี่ย | 0.95 | 1.29 | 1.39 | 1.84 | 1.74 | 2.26 | 2.15 | 2.39 | 2.51 | 2.29 |
| | SD | 0.11 | 0.27 | 0.28 | 0.35 | 0.47 | 0.39 | 0.40 | 0.49 | 0.25 | 0.31 |
| Mg(%) | เฉลี่ย | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.15 | 0.17 | 0.15 | 0.15 | 0.14 | 0.15 |
| | SD | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.01 |
| Fe(ppm) | เฉลี่ย | 47.2 | 91.5 | 91.4 | 106.7 | 61.6 | 71.1 | 64.2 | 90.6 | 103.4 | 73.6 |
| | SD | 15.54 | 31.26 | 33.40 | 56.96 | 27.51 | 18.76 | 19.42 | 48.30 | 60.13 | 40.47 |
| Mn(ppm) | เฉลี่ย | 66.8 | 83.8 | 98.7 | 122.6 | 124.1 | 182.8 | 166.5 | 163.7 | 201.0 | 172.6 |
| | SD | 31.59 | 41.08 | 57.14 | 56.25 | 65.76 | 36.25 | 65.14 | 42.32 | 96.43 | 53.94 |
| Cu(ppm) | เฉลี่ย | 8.1 | 24.5 | 16.8 | 4.4 | 4.0 | 6.6 | 26.6 | 21.5 | 5.9 | 3.5 |
| | SD | 14.16 | 16.79 | 11.17 | 2.37 | 2.26 | 13.60 | 35.60 | 20.29 | 3.35 | 2.44 |
| Zn(ppm) | เฉลี่ย | 18.5 | 21.5 | 16.8 | 19.9 | 25.3 | 12.4 | 11.5 | 13.3 | 21.3 | 12.7 |
| | SD | 2.48 | 15.83 | 2.95 | 4.84 | 17.50 | 2.64 | 1.30 | 2.71 | 5.88 | 5.43 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้