

การเจริญเติบโตและพัฒนาการของผลมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) ที่สัมพันธ์กับธาตุอาหารพืชในช่วงการพัฒนาในรอบปี

สุรชาติ เพชรแก้ว¹ สายัณห์ สดุดี² และ ชัยรัตน์ นิลนนท์³

Abstract

Pechkeo, S.¹, Sdoodee, S.¹ and Nilnond, C.²

**Growth and fruit development of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.)
in related with plant nutrients during phenological development**

Songklanakar J. Sci. Technol., Dec. 2005, 27(Suppl. 3) : 713-725

The imbalance or deficiency of essential nutrients in soils and plant may cause poor fruit quality of mangosteen fruit; translucent flesh disorder (TFD) and internal gumming fruits. Therefore, an investigation of nutrient changes in soils and plant (root, branch, leaf and fruit) of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) during phenological development is a useful guideline for fertilizer management. This research aimed to investigate the pattern of plant nutrients accumulation and nutrient requirement during phenological development of the mangosteen trees. Soil sampling was taken at 4 depths; 0-15, 15-30, 30-50 and 50-100 cm, from soil surface around the middle of the tree canopy and analyzed for some important chemical and physical properties. Roots, branches, leaves and fruits from mangosteen trees at 4 periods of growth; pre-flowering, flowering, fruit development (from bloom to 7th week) and harvesting were sampled, and analyzed related to the changes of soil nutrients. The results indicated that the soil texture varied from sandy clay loam to clay loam (Ruso soil series (Ro); Typic Pelehumults). In addition, the natural soils in mangosteen orchards was strong acid to very strong acid (pH 4.62-4.93, soil:water = 1:5). Mangosteen trees might take

¹Department of Plant Science ²Department of Earth Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112 Thailand.

¹นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิชาพืชศาสตร์ ²Ph.D.(Physiology) รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์ ³Ph.D.(Soil Genesis and Fertilizer) รองศาสตราจารย์ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding e-mail: surachart.p@psu.ac.th

รับต้นฉบับ 4 สิงหาคม 2548

รับลงพิมพ์ 15 ตุลาคม 2548

high amounts of nutrients from the surface soils (0-15 cm) as follows: N, K, Mg and S for growth in the preflowering period; N, K, S and B in the flowering period; K, Ca and Mg in the 1st half of fruit development period (bloom to 7th week of fruit development) and P in the 2nd half of fruit development period (7th week of fruit development to harvest) compared to other growth periods. The results also showed that in the root, branch and leaf, mangosteen trees required higher amounts of Ca for growth in the preflowering period; K, Mg and S in the flowering period; N in the 1st half of fruit development period and K, Mg and B in the 2nd half of fruit development period compared to other growth periods. In the fruit, N, K, Ca and B contents in the peel of normal fruit were higher than those of TFD fruit, whereas K, Ca, S and B contents in the flesh of normal fruit were higher than those of TFD fruit.

Key words : mangosteen, plant nutrient, translucent flesh disorder, development, *Garcinia mangostana* L.

บทคัดย่อ

สุรชาติ เพชรแก้ว สายัณห์ สดุดี และ ชัยรัตน์ นิลนนท์

การเจริญเติบโตและพัฒนาการของผลมังคุด (*Garcinia mangostana* L.)

ที่สัมพันธ์กับธาตุอาหารพืชในช่วงการพัฒนาในรอบปี

ว. สงขลานครินทร์ วทท. ๕.ค. 2548 27(ฉบับพิเศษ 3) : 713-725

สืบเนื่องจากความไม่สมดุลหรือการขาดของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดในดินและพืชที่อาจเป็นปัญหาการเกิดผลเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลมังคุด ดังนั้นการศึกษาธาตุอาหารในดินและส่วนของต้นมังคุดในช่วงการพัฒนาในรอบปี จะเป็นแนวทางที่ประโยชน์ต่อการจัดการให้ปุ๋ยต่อพืช งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาปริมาณการสะสมและความต้องการธาตุอาหารพืชที่สำคัญของมังคุดในช่วงการพัฒนาในรอบปีที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินใน 4 ระดับความลึก ได้แก่ 0-15, 15-30, 30-50 และ 50-100 ซม. จากผิวดิน นำไปใช้ในกรวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินทั้งทางกายภาพและทางเคมี และสุ่มเก็บตัวอย่างรากกิ่ง ใบ และผลจากต้นมังคุดในช่วงก่อนมังคุดออกดอก ช่วงมังคุดออกดอก (ดอกบาน) ช่วงพัฒนาการของผล (หลังดอกบานจนผลอายุ 7 สัปดาห์) และช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต นำตัวอย่างทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารพืชที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และโบรอน ผลการศึกษาพบว่าดินที่ปลูกมังคุดเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงร่วนปนเหนียว (ชุดดินรือเสาะ (Ro); Typic Pelehumults) มีสภาพเป็นดินกรดรุนแรงถึงกรดรุนแรงมาก (pH = 4.62-4.93) ในช่วงการพัฒนาของต้นมังคุดในรอบปีแสดงให้เห็นว่าธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันจากดิน เป็นธาตุอาหารที่มังคุดต้องการจากดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ในช่วงก่อนออกดอกมากที่สุด ต้องการธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม กำมะถัน และโบรอนในช่วงออกดอกมากที่สุด ต้องการธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในช่วงแรกๆของระยะพัฒนาการของผล (หลังดอกบานจนถึงผลอายุ 7 สัปดาห์) ต้องการธาตุฟอสฟอรัสในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผลจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตมากกว่าช่วงเวลาอื่น ต้องการธาตุแคลเซียมจากส่วนของราก กิ่ง และใบมากที่สุดในระยะก่อนออกดอก ต้องการธาตุแมกนีเซียม และกำมะถันมากในระยะออกดอก ต้องการธาตุไนโตรเจนมากในช่วงแรกๆของระยะพัฒนาการของผล และธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอนในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผลจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตมากกว่าช่วงเวลาอื่น และมีการสะสมธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอนในเปลือกผลเนื้อปกติสูงกว่าในเปลือกผลเนื้อแก้ว ในขณะที่ธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม กำมะถัน และโบรอนสะสมในเนื้อผลเนื้อปกติสูงกว่าในผลเนื้อแก้ว

ในปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมให้มังคุด (*Garcinia mangostana* L.) เป็นพืชส่งออกที่มีศักยภาพ เนื่องจากมังคุดเป็นผลไม้ที่ตลาดมีความต้องการสูงทั้งตลาดภายในและภายนอกประเทศทั้งในรูปของผลสดและแช่แข็ง ส่งผลให้เกษตรกรสนใจและมีการขยายพื้นที่ปลูกมังคุดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในภาคใต้ที่มีการขยายพื้นที่ปลูกมังคุดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 13,015 ไร่/ปี ในระหว่างปี พ.ศ.2533-2543 ในจ.ชุมพร จ.นครศรีธรรมราช จ.ระนอง จ.พังงา (สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้, 2545)

มังคุดเป็นไม้ผลที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ (ความลาดชันไม่เกิน 0-12%) (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2535) เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย (pH = 5.0-6.5) (Department of Agriculture Malaysia, 2001) มีสภาพภูมิอากาศร้อนและชุ่มชื้น และอุณหภูมิสม่ำเสมออยู่ในช่วง 25-35°C เกือบตลอดปี และต้องมีแหล่งน้ำเพียงพอที่จะให้กับต้นมังคุดได้ในฤดูแล้ง (วันทนา, 2536) ในขณะที่ชัยรัตน์ และคณะ (2538) ได้รายงานว่าดินส่วนใหญ่ที่ปลูกมังคุดในภาคใต้ของประเทศไทยเป็นดินกรดปานกลางถึงกรดจัด (pH = 4.40-5.72, 1:5, ดิน:น้ำ) และมีแนวโน้มขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน สังกะสี และทองแดง Poowarodom และคณะ (2002) รายงานว่าใบมังคุดมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม เฉลี่ยเท่ากับ 1.33, 0.09, 1.27, 1.01 และ 1.05% (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ และมีปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 32.05, 90.60, 22.30 และ 22.20 มก./กก. (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ และปริมาณธาตุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมในน้ำหนักแห้งของผลมังคุด 100 กรัม เท่ากับ 0.013, 0.045, 0.007, 0.013, 0.001 และ 0.007 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของผลอ่อนเท่ากับ 0.2, 0.6 และ 0.5 กรัม ตามลำดับ และในผลมะม่วงเท่ากับ 0.58, 0.15 และ 0.45 กรัม ตามลำดับ (นพรัตน์, 2536; Department of Agriculture Malaysia, 2001)

ทั้งนี้ในปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกมังคุดมักประสบปัญหาการควบคุมคุณภาพผลผลิตหลายประการ โดยเฉพาะปัญหาการเกิดผลเนื้อแก้วและยางไหลภายในผลมังคุด ซึ่งคาดว่าสาเหตุสำคัญมาจากการขาดหรือความไม่สมดุลของธาตุอาหารในพืช ส่งผลให้คุณภาพผลผลิตลดลงและทำให้ราคาผลผลิตมังคุดต่ำลงไปด้วย การปรับปรุงคุณภาพผลผลิตมังคุดโดยทำการศึกษากการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารที่สะสมในส่วนของต้นมังคุดและในดิน นับว่ามีความสำคัญต่อการจัดการธาตุอาหารพืชให้แก่ต้นมังคุด ทั้งนี้เพื่อให้สามารถมองเห็นรูปแบบการสะสมของธาตุอาหารพืชจากดินสู่พืชได้เด่นชัดขึ้น แล้วใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนารูปแบบการจัดการธาตุอาหารมังคุด เพื่อให้ต้นมังคุดได้รับธาตุอาหารที่พอเพียงทั้งชนิด สัดส่วน และปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตคุณภาพดี อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการศึกษาในลักษณะนี้มีน้อยมาก ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาปริมาณการสะสมของธาตุอาหารพืชที่สำคัญในส่วนต่างๆ ของต้นมังคุดและในดิน รวมทั้งลักษณะความต้องการธาตุอาหารพืชที่สำคัญในดินและในต้นมังคุดในช่วงการพัฒนานิรอบปี

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ทำการวิจัย

ทำการทดลองในสวนมังคุดของเกษตรกร โดยใช้ต้นมังคุดอายุประมาณ 8 ปี ที่ปลูกจากต้นกล้าที่เพาะเมล็ดเป็นต้นมังคุดที่เจริญเติบโตดี มีความสม่ำเสมอ จำนวน 5 ต้น และให้ผลผลิตมาแล้ว 2-3 ปี ตั้งอยู่บริเวณเส้นลองจิจูดที่ 100°40'58" ตะวันออก และเส้นละติจูดที่ 6°47'45" เหนือ อยู่ในพื้นที่บ้านน้ำขาวใน ต.น้ำขาว อ.จะนะ จ.สงขลา (Figure 1) เป็นพื้นที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำบนสันดินริมน้ำ (ชุดดินรือเสาะ (Ro); Typic Pelehumults) สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาด (ความลาดชันประมาณ 0-3%) และมีการปลูกไม้ผลหลายชนิดปะปนกัน เช่น ทุเรียนพันธุ์พื้นเมือง ลองกอง ขนุน กัลยกรรทอน ในปี พ.ศ.2545 มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,371 มม. อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 24-35°C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยประมาณ 71-84%

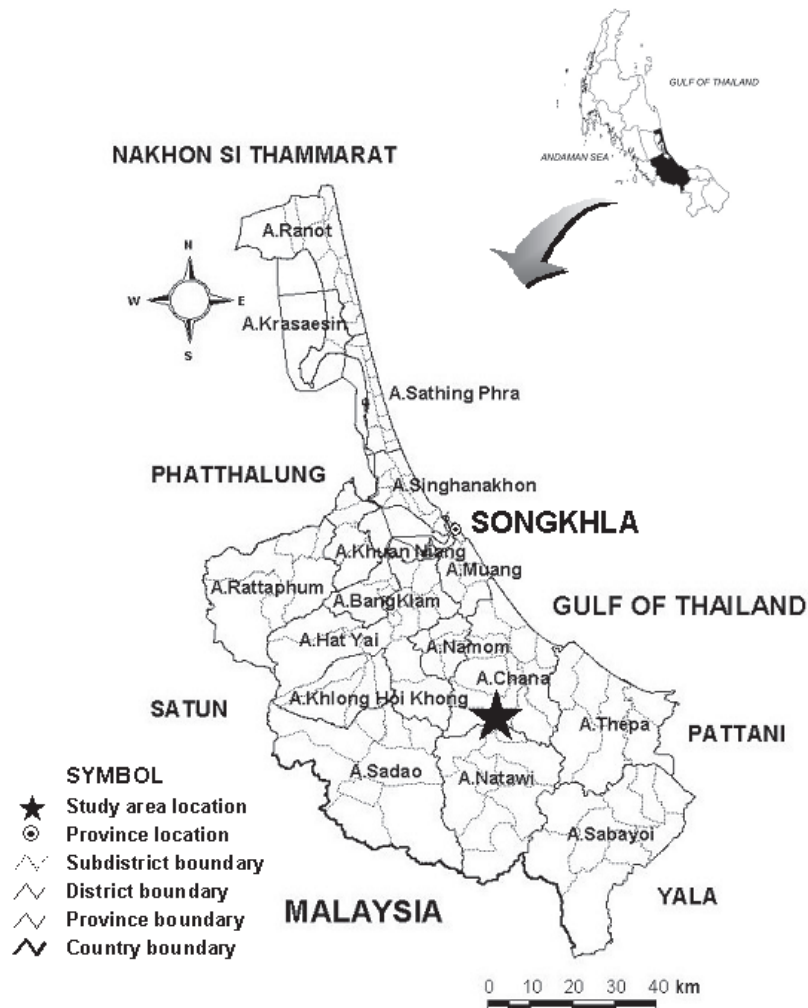


Figure 1. The study area at Chana district, Songkhla province.

2. การบำรุงรักษาต้นมังคุด

เกษตรกรมีการบำรุงรักษาสวนมังคุดโดยใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ สูตร 15-15-15 อัตรา 3 กก./ต้น ในช่วงหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตและก่อนออกดอก มีการใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 2 กก./ต้น ในช่วงหลังติดผล ประมาณ 2-3 ปี/ครั้ง และปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพบำรุงดิน อัตรา 1 กก./ต้น จำนวน 2 ครั้ง/ปี ในช่วงหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตและหลังติดผล

3. การเก็บและจัดการตัวอย่างดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในบริเวณกึ่งกลางทรงพุ่มต้นมังคุดรอบต้นมังคุดจำนวน 5 ต้น จำนวน 4 จุด/ต้น ด้วย

ส่วนเจาะดินใน 4 ระดับความลึก ได้แก่ 0-15, 15-30, 30-50 และ 50-100 ซม. จากผิวดินตามลำดับ แล้วนำตัวอย่างดินที่ระดับความลึกเดียวกันมารวมกันเป็นตัวอย่างเดียว โดยกระทำในช่วงระยะเวลาเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างพืช นำตัวอย่างดินที่เก็บมาข้างต้นมาผึ่งลมให้แห้งในที่ร่ม บดและร่อนดินผ่านตะแกรงร่อนดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ เนื้อดิน (Hydrometer) (Gee and Bauder, 1986) ปฏิริยาติน (ดิน:น้ำ, 1:5) (Mclean, 1982) ความเค็มของดินที่วัดในรูปของค่าการนำไฟฟ้า (ดิน:น้ำ, 1:5) (Rhoades, 1982) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Rapid wet oxidation ของ

Walkley and Black) (Nelson and Sommers, 1982) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Kjeldahl) (Dennis, 1982; สมศักดิ์, 2537) ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca, Mg และ K) (1M Ammonium acetate pH 7.0) (Thomas, 1982) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray 2) (Olsen and Sommers, 1982) ปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์ $[0.01 \text{ M Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ (Tabatabai, 1982) และปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ (0.01 M CaCl_2) (Aitken *et al.*, 1987)

4. การเก็บและจัดการตัวอย่างพืช

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างรากแขนงและรากฝอย ที่ระดับความลึก 0- 15 ซม. จากผิวดินบริเวณกึ่งกลางทรงพุ่มห่างจากลำต้นประมาณ 75 ซม. รอบทรงพุ่มในบริเวณด้านทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกของทรงพุ่มจำนวน 8 ตัวอย่าง/ต้นแล้วรวมเป็นตัวอย่างเดี่ยว สุ่มเก็บตัวอย่างกิ่งแขนงที่ 2-3 และใบคู่แรกที่มีสภาพสมบูรณ์ในบริเวณด้านทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกของทรงพุ่มจำนวน 8 ตัวอย่าง/ต้น แล้วรวมเป็นตัวอย่างเดี่ยวเช่นเดียวกับตัวอย่างราก และสุ่มเก็บตัวอย่างผลที่มีอายุ 7 และ 13 สัปดาห์ จากกิ่งที่ได้เก็บตัวอย่างกิ่งและใบไปแล้วข้างต้นจำนวน 10 ตัวอย่าง (ผล)/ต้น รอบทรงพุ่มต้นมั่งคุดจำนวน 5 ต้นแล้วรวมเป็นตัวอย่างเดี่ยว (โดยแยกเป็นผลปกติและผลเนื้อแก้ว) ตัวอย่างพืชทั้งหมดเก็บจากต้นมั่งคุดจำนวน 5 ต้น ซึ่งมีความสูงประมาณ 4.00-4.50 เมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 8.01-10.13 ซม. และมีขนาดทรงพุ่ม 3.10-5.15 เมตร เพื่อใช้เป็นตัวแทนของต้นมั่งคุดทั้งหมดใน 4 ช่วงเวลาของช่วงการพัฒนาในรอบปี ได้แก่ ช่วงก่อนมั่งคุดออกดอก (เดือนธันวาคม) ช่วงมั่งคุดออกดอก (อายุ 1 สัปดาห์) (เดือนเมษายน) ช่วงพัฒนาของผล (หลังดอกบานจนผลอายุ 7 สัปดาห์) (เดือนมิถุนายน) และช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต (เดือนกรกฎาคม) นำตัวอย่างพืชที่ได้มาทำความสะอาด อบแห้งที่อุณหภูมิ 68-80°C นาน 48-72 ชั่วโมง (สมศักดิ์, 2537) บดและร่อนตัวอย่างพืชผ่านตะแกรงร่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพืช (Kjeldahl) ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันทั้งหมดในพืช ($\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$) และปริมาณ

โบรอนทั้งหมดในพืช (Azomethine-H) (Kerven, 1980; Oweczkin and Kerven, 1980; จำเป็น, 2545)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติทั่วไปของดิน

เนื้อดินในสวนมั่งคุด (ระดับความลึก 0-100 ซม. จากผิวดิน) เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงดินร่วนปนเหนียว (sandy clay loam-clay loam) (ชุดดินรือเสาะ (Ro); Typic Pelehumults) เป็นดินเนื้อค่อนข้างละเอียด มีสีน้ำตาลอมเหลืองเข้มถึงเทาเข้ม ซึ่งเป็นลักษณะดินที่ใช้ปลูกมั่งคุดโดยทั่วไปในภาคใต้ (สุรชาติ, 2542) สภาพดินเป็นดินกรดรุนแรงถึงกรดรุนแรงมาก (4.62-4.93, ดิน:น้ำ, 1:5) ตลอดช่วงการพัฒนาของต้นมั่งคุดในรอบปี ยกเว้นในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ดินชั้นบน (0-15 ซม.) มีค่าปฏิกิริยาดินสูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ (5.19 ± 0.07) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Figure 2A) สอดคล้องกับรายงานของสุรชาติ (2542) และชัยรัตน์ และคณะ (2538) ที่รายงานว่าดินที่ปลูกมั่งคุดในภาคใต้มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วง 3.50-5.72 ทั้งนี้จัดเป็นดินที่มีความเค็มในระดับต่ำมาก (ค่าความเค็มที่วัดในรูปของค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 13.20-27.21 μScm^{-1}) จนไม่ส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) และความเค็มของดินมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงออกดอกและช่วงผลอายุ 7 สัปดาห์ (Figure 2B) อินทรีย์วัตถุในดินชั้นบน (0-15 ซม.) มีค่าสูงกว่าในดินชั้นล่าง (15-100 ซม.) และมีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดช่วงการพัฒนาของต้นมั่งคุดในรอบปี (15.25-19.49 กรัม/กก.) (Figure 2C) ถึงแม้ว่าจะมีการคลุมดินโดยกิ่งไม้ใบไม้ที่ผ่านการตัดแต่งทรงพุ่มไว้ได้ต้นมั่งคุดในช่วงก่อนออกดอกของเกษตรกร เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นในบริเวณผิวดิน แต่ยังคงจัดว่าเป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2535)

2. ธาตุอาหารในดินใต้ต้นมั่งคุด

ตลอดช่วงการพัฒนาของต้นมั่งคุดในรอบปีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่ดินชั้นบนมีการสะสมธาตุไนโตรเจนใน

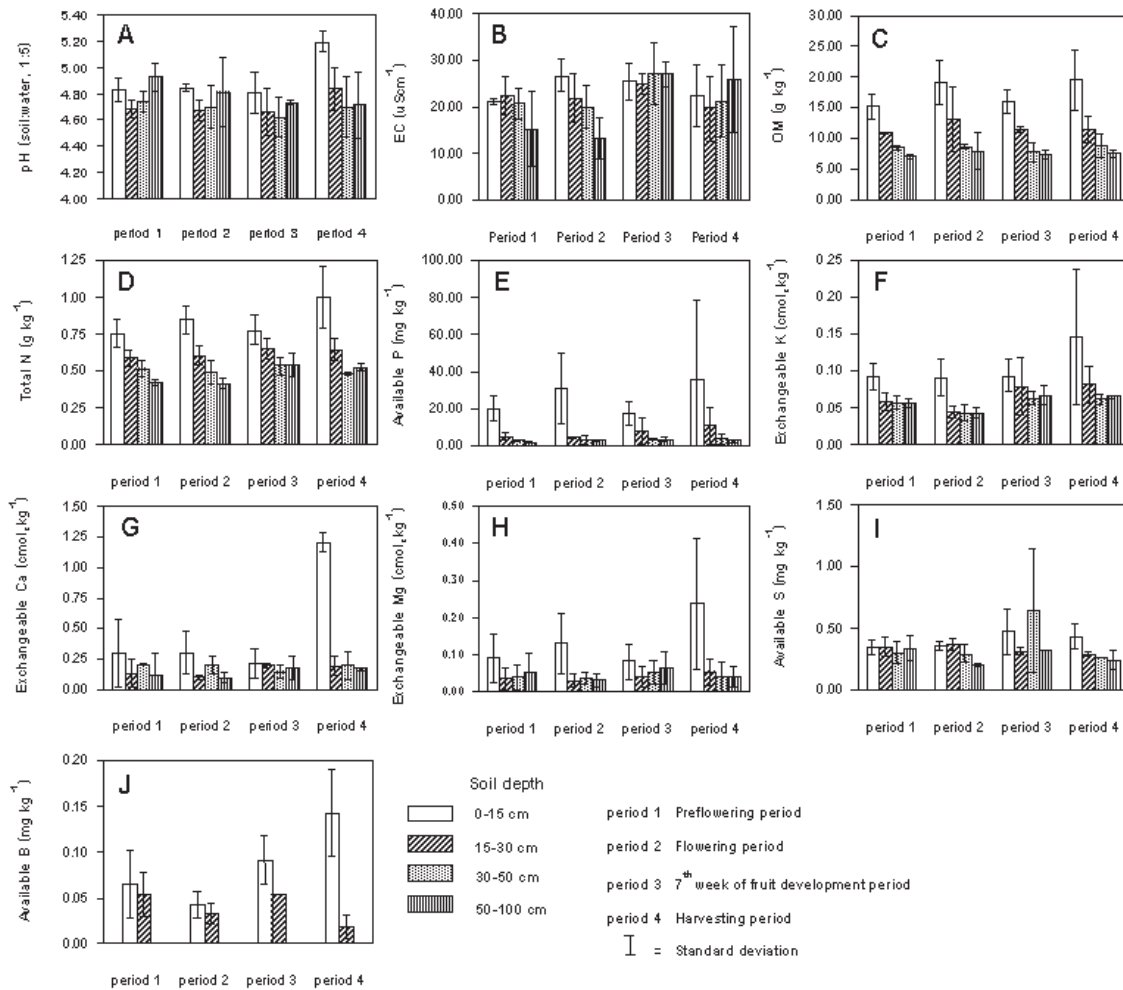


Figure 2. Average values of some soil chemical properties in study site. [(A) Soil pH (B) Soil EC (C) Organic Matter (D) Total Nitrogen (E) Available Phosphorus (F) Exchangeable Potassium (G) Exchangeable Calcium (H) Exchangeable Magnesium (I) Available Sulphur and (J) Available Boron].

ช่วงออกดอกและช่วงแรกของการพัฒนาการของผล (หลังดอกบานจนผลอายุ 7 สัปดาห์) (0.84 และ 1.00 กรัม/กก. ตามลำดับ) สูงกว่าในช่วงเวลาอื่นๆ (0.76-0.78 กรัม/กก.) ในขณะที่ดินในชั้นล่างลงมามีค่าใกล้เคียงกัน (0.42-0.65 กรัม/กก.) (Figure 2D) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชในดินชั้นบนมีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่ดินชั้นบนมีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในช่วงออกดอก (30.83 มก./กก.) สูงกว่าในระยะอื่นๆ (11.88-20.09 มก./กก.) ในขณะที่ดินในชั้น

ล่างลงมามีค่าใกล้เคียงกัน (1.95-5.56 มก./กก.) (Figure 2E) ปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 2F และ 2H) ในขณะที่แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผล (ผลอายุ 7 สัปดาห์จนเก็บเกี่ยวผลผลิต) มีค่าสูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Figure 2G) และมีแนวโน้มที่ดินชั้นบนมีการสะสมธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต (0.15, 1.21 และ 0.24 cmol_c/kg

ตามลำดับ) สูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ ในขณะที่ดินในชั้นล่างลงมามีค่าใกล้เคียงกัน (0.04-0.08, 0.11-0.20 และ 0.03-0.06 cmol/kg ตามลำดับ) (Figure 2F, 2G และ 2H) ปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชในดินมีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่ดินชั้นบนมีการสะสมธาตุกำมะถันในช่วงพัฒนาการของผล (0.43-0.48 มก./กก.) สูงกว่าในช่วงเวลาอื่นๆ ในขณะที่ดินในชั้นล่างลงมาส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน (0.20-0.64 มก./กก.) (Figure 2I) ปริมาณโบรอนที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชในดินมีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่ดินชั้นบนมีการสะสมธาตุโบรอนในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผล (0.14 มก./กก.) สูงกว่าในช่วงเวลาอื่นๆ ในขณะที่ดินในชั้นล่างลงมา มีค่าใกล้เคียงกัน (0.02-0.05 มก./กก.) (Figure 2J)

แม้ว่าเกษตรกรได้ทำการใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์และปุ๋ยชีวภาพในดินที่ปลูกมังคุดในช่วงหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในฤดูกาลที่ผ่านมาและช่วงหลังมังคุดติดผล ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกชุกทำให้ดินมีความชื้นสูง จึงเป็นสภาวะที่เอื้ออำนวยให้ธาตุอาหารในดินละลายออกมาให้ต้นมังคุดดูดไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นก็ตาม แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้วดินที่ปลูกมังคุดยังจัดเป็นดินที่มีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของมังคุด ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน โปแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และโบรอนอยู่ในระดับที่ต่ำถึงต่ำมาก ยกเว้นธาตุฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดินในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2535) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะธาตุอาหารเหล่านี้มีโอกาสสูญหายจากดินได้ง่ายโดยการชะล้างไปกับน้ำฝน (พจนีย์, 2545) ร่วมกับสภาพความเป็นกรดรุนแรงมากของดินที่ไม่เอื้ออำนวยให้ธาตุอาหารเหล่านี้ละลายออกมาในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากนัก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ในขณะที่ธาตุฟอสฟอรัสซึ่งสูญหายไปจากดินได้ยากและสะสมอยู่ในดินมากกว่าธาตุอื่น จึงจัดว่าสูงเกินไปสำหรับพืชหากดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่า 45 มก./กก. (อภิรัตน์, 2534; เอิบ, 2542) ทั้งนี้ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินปลูกมังคุดมีค่าสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในดินปลูกมังคุดในภาคใต้ของสุรชาติ (2542) และชัยรัตน์และคณะ (2538) ที่พบว่าดินมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส

โปแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และโบรอนอยู่ในช่วง 2.45-61.69 มก./กก., 0.10-0.26, 0.09-2.43, 0.05-0.51 cmol/kg, 1.85-15.32 และ 0.16-0.84 มก./กก. ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในดินได้รุ่มเงาดันมังคุดโดยเฉพาะที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ตลอดช่วงการพัฒนาของต้นมังคุดในรอบปี แสดงให้เห็นว่าธาตุไนโตรเจน โปแทสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน น่าจะเป็นธาตุอาหารที่มังคุดต้องการจากดินมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตในช่วงก่อนออกดอกมากที่สุด ขณะที่มังคุดต้องการธาตุโปแทสเซียม กำมะถัน และโบรอนในช่วงออกดอกมากที่สุด ในขณะที่เดียวกันธาตุไนโตรเจน โปแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมเป็นความต้องการสำหรับการเจริญเติบโตและบำรุงผลในช่วงแรกของระยะพัฒนาการของผล ส่วนในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผลจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้นมีความต้องการธาตุฟอสฟอรัสมากกว่าช่วงเวลาอื่น จึงทำให้ธาตุอาหารดังกล่าวข้างต้นสะสมอยู่ในดินชั้นบนในปริมาณที่น้อยกว่าช่วงเวลาอื่น (Figure 2) แม้ว่าในพื้นที่ศึกษาจะมีปริมาณฝนตกชุกทำให้ดินมีความชื้นสูงซึ่งเป็นสภาวะที่ส่งเสริมให้กิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ในดินดีขึ้น ทำให้สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาสู่ดินได้มากขึ้น รวมทั้งเป็นสภาวะที่ธาตุอาหารพืชที่สำคัญในดิน เช่น ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน สามารถละลายออกมาอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นด้วยก็ตาม แต่ในขณะเดียวกันธาตุอาหารพืชในดินเหล่านี้มีโอกาสสูญหายจากดินได้ง่ายจากการชะล้างไปกับน้ำฝนด้วย (สุมาลี, 2536) โดยปริมาณธาตุอาหารที่ละลายออกมาสู่ดินที่มากขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อกรดคีตธาตุอาหารของต้นพืช เช่น ปริมาณแมกนีเซียมที่สูงจะทำให้พืชลดความสามารถในการดึงดูดโปแทสเซียม (สุมิตรา, 2544) หรือปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการดึงดูดธาตุโบรอนของพืชลดน้อยลง จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ดินขาดธาตุโบรอนได้ (มุกดา, 2544) นอกเหนือไปจากการสูญเสียธาตุอาหารโดยการดึงดูดของต้นมังคุดสำหรับการเจริญเติบโตและบำรุงผลผลิต แต่ในขณะเดียวกันสภาวะดินเป็นกรดรุนแรงมากนี้เองอาจเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีอิทธิพลไปยังกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน

ของจุลินทรีย์ รวมทั้งยังส่งเสริมให้ธาตุอาหารในดินจำพวก อะลูมิเนียม และแมงกานีสสามารถละลายออกมาได้มากขึ้น จนอาจเป็นพิษต่อรากพืชได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) และในสภาวะที่ดินเป็นกรดจัด (pH < 5.5) นี้ Fe^{3+} , Al^{3+} และ hydrous oxide ของ เหล็ก อะลูมิเนียม และ แมงกานีสสามารถรวมตัวกับฟอสฟอรัสที่ละลายได้จนเกิด เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายออกมาทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงเป็นสาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้ความสามารถในการดูดยืธาตุฟอสฟอรัสจากรากพืชแล้วเคลื่อนย้ายไปสู่ส่วนยอดของต้นพืชลดลง (พจนีย์, 2545) เช่นเดียวกันที่ สุมิตรา (2544) รายงานว่าดินในสวนทุเรียนในภาคตะวันออกที่มีปริมาณธาตุอาหารหลัก เช่น โพแทสเซียมต่ำเนื่องจากสภาพดินกรด เนื้อดินหยาบ มีฝนตกชุก ทำให้เกิดการชะล้างธาตุโพแทสเซียมในดินสูง ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ต้นมังคุดสะสมธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นได้น้อย ทั้งที่เกษตรกรได้เพิ่มธาตุ

อาหารในดินโดยการใส่ปุ๋ยในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ในฤดูกาลที่ผ่านมาแล้วก็ตาม ส่งผลให้ดินที่ปลูกมังคุดนี้ กลายเป็นดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำสำหรับการเจริญเติบโตของพืช (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2535) ดังนั้นหากมีการปรับค่าความเป็นกรดด่างของดินที่ใช้ปลูกมังคุดให้อยู่ในระดับ 5.5 โดยการใส่ปูนหรือโดโลไมต์ จะเป็นแนวทางการจัดการดินอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมให้แก่ดินจนมีอยู่ในระดับที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโตของมังคุด รวมทั้งเป็นสภาวะที่ทำให้ธาตุอาหารต่างๆ ในดินสามารถละลายออกมาอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

3. การสะสมธาตุอาหารพืชในต้นมังคุดในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตในรอบปี

จากสมมติฐานที่ว่าหากปริมาณธาตุอาหารที่สำคัญ

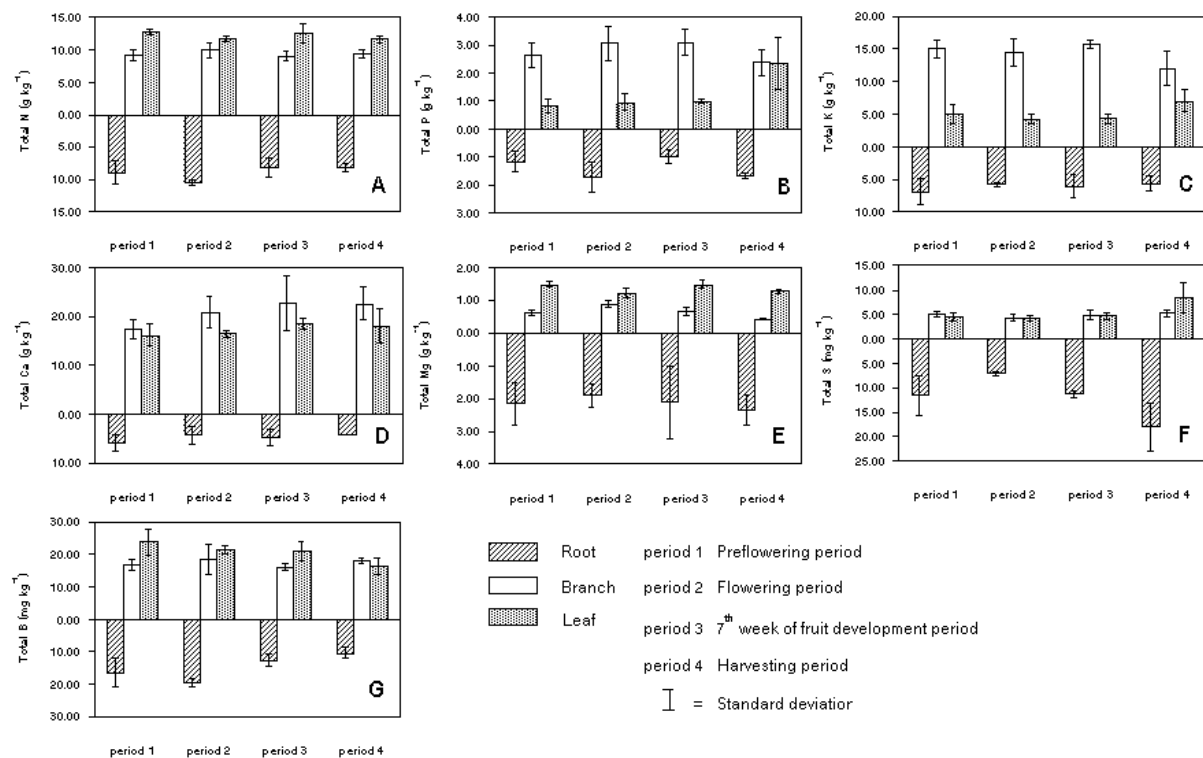


Figure 3. Concentration of plant nutrients in the root, branch and leaf of mangosteen trees. [(A) Total Nitrogen (B) Total Phosphorus (C) Total Potassium (D) Total Calcium (E) Total Magnesium (F) Total Sulphur and (G) Total Boron].

ในตัวอย่างพืชช่วงใดมีค่าต่ำสุด แสดงว่าต้นมังคุดมีความต้องการธาตุอาหารชนิดนั้นไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตในช่วงเวลานั้นมากกว่าช่วงเวลาอื่น ดังนั้นจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าตลอดช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตในรอบปีของมังคุดนั้น ปริมาณธาตุอาหารพืชที่สำคัญที่สะสมอยู่ในตัวอย่างรากต้นมังคุดส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นธาตุกำมะถันและโบรอน และต้นมังคุดมีความต้องการธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากรากในช่วงแรกของระยะพัฒนาการของผลมากที่สุด (8.18 และ 0.96 กรัม/กก. ตามลำดับ) (Figure 3A และ 3B) ธาตุแมกนีเซียมและกำมะถันต้องการมากที่สุดในระยะออกดอก (1.90 กรัม/กก. และ 7.10 มก./กก. ตามลำดับ) (Figure 3E และ 3F) ธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียมต้องการมากที่สุดในระยะออกดอก (5.77 และ 4.41 กรัม/กก. ตามลำดับ) และช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผล (5.64 และ 4.22 กรัม/กก. ตามลำดับ) (Figure 3C และ 3D) และธาตุโบรอนต้องการมากที่สุดตลอดระยะพัฒนาการของผล (10.36-12.57 มก./กก.) (Figure 3G) สำหรับในตัวอย่างกิ่งมังคุดพบว่าธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นธาตุแมกนีเซียม และต้นมังคุดมีความต้องการธาตุไนโตรเจนและโบรอนจากกิ่งในช่วงแรกของระยะพัฒนาการของผลมากที่สุด (8.99 กรัม/กก. และ 16.22 มก./กก. ตามลำดับ) (Figure 3A และ 3G) ธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมต้องการมากที่สุดในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผล (2.37, 11.99 และ

0.42 กรัม/กก. ตามลำดับ) (Figure 3B, 3C และ 3E) ธาตุแคลเซียมต้องการมากที่สุดในระยะก่อนออกดอก (17.38 กรัม/กก.) (Figure 3D) และธาตุกำมะถันต้องการมากที่สุดในระยะออกดอก (4.36 มก./กก.) (Figure 3F) สำหรับในตัวอย่างใบมังคุด พบว่าธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นธาตุฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม และต้นมังคุดมีความต้องการธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียมจากใบในระยะออกดอก (11.58 และ 1.21 กรัม/กก. ตามลำดับ) และช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผลมากที่สุด (11.59 และ 1.27 กรัม/กก. ตามลำดับ) (Figure 3A และ 3E) ธาตุฟอสฟอรัสต้องการมากที่สุดในระยะก่อนออกดอก (0.80 กรัม/กก.) (Figure 3B) ธาตุโพแทสเซียมต้องการมากที่สุดในระยะออกดอกถึงช่วงแรกของระยะพัฒนาการของผล (4.23-4.32 กรัม/กก.) (Figure 3C) ธาตุแคลเซียมต้องการมากที่สุดในระยะก่อนออกดอกถึงออกดอก (16.14-16.40 กรัม/กก.) (Figure 3D) ธาตุกำมะถันต้องการมากที่สุดในระยะออกดอก (4.20 มก./กก.) (Figure 3F) และธาตุโบรอนต้องการมากที่สุดในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผล (16.46 มก./กก.) (Figure 3G) สำหรับธาตุอาหารพืชที่สะสมอยู่ในตัวอย่างเปลือกผลและเนื้อผลมังคุดส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่างกันยกเว้นธาตุโพแทสเซียมในเนื้อผลมังคุด จาก Table 1 พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอนที่สะสมในเปลือกผลมังคุดมีค่าลดลงในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณธาตุโพแทสเซียมและ

Table 1. Concentration of plant nutrients in mangosteen fruits in the experiment.

Plant nutrients	Peel		T-test	Flesh		T-test
	7 th week of fruit development period	Harvesting period		7 th week of fruit development period	Harvesting period	
Total N (g kg ⁻¹)	7.28±1.23	5.75±1.12	NS	8.17±1.84	5.55±1.03	NS
Total P (g kg ⁻¹)	0.53±0.20	0.48±0.15	NS	0.88±0.24	0.60±0.21	NS
Total K (g kg ⁻¹)	13.03±1.83	13.15±1.91	NS	8.63±0.51	5.94±1.49	*
Total Ca (g kg ⁻¹)	2.02±0.28	1.61±0.21	NS	1.77±0.34	1.59±0.16	NS
Total Mg (g kg ⁻¹)	0.50±0.10	0.35±0.06	NS	0.82±0.20	0.87±0.07	NS
Total S (mg kg ⁻¹)	5.45±3.11	5.52±0.80	NS	6.15±4.28	10.25±3.62	NS
Total B (mg kg ⁻¹)	9.63±0.89	8.70±1.46	NS	10.53±2.17	7.99±0.52	NS

NS = No significant difference

* = Significant difference of P < 0.05

ค่ามะถันที่มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน ในขณะที่ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอนที่สะสมในเนื้อผลมังคุดมีค่าลดลงในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณธาตุแมกนีเซียมและค่ามะถันที่มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน ทั้งนี้ปริมาณธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียมที่สะสมในเปลือกผลมังคุดมีค่าสูงกว่าในเนื้อผลตลอดช่วงระยะพัฒนาการของผล ขณะที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม และค่ามะถันที่สะสมในเปลือกผลมังคุดมีค่าต่ำกว่าในเนื้อผลตลอดช่วงระยะพัฒนาการของผล สำหรับปริมาณธาตุไนโตรเจนและโบรอนที่สะสมในเปลือกผลมีค่าต่ำกว่าในเนื้อผลในช่วงผลอายุ 7 สัปดาห์ และมีค่าสูงกว่าในเนื้อผลในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลเนื้อปกติกับผลเนื้อแก้ว (Table 2) พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอนที่สะสมในเปลือกผลมังคุดเนื้อปกติมีค่าสูงกว่าในผลเนื้อแก้ว แต่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และค่ามะถัน ที่สะสมในเปลือกผลเนื้อปกติมีค่าต่ำกว่าในเนื้อแก้ว ขณะที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม ค่ามะถัน และโบรอน ที่สะสมในเนื้อผลมังคุดเนื้อปกติมีค่าสูงกว่าในเนื้อแก้ว แต่ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมมีค่าต่ำกว่าในผลเนื้อแก้ว

จากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในส่วนราก กิ่ง และใบของต้นมังคุดตลอดช่วงการพัฒนาของต้นมังคุดในรอบปี (Figure 3) แสดงให้เห็นว่าต้นมังคุดต้องการธาตุแมกนีเซียม และค่ามะถัน ที่สะสมในรากมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตในช่วงระยะออกดอกมากที่สุด แต่มีความต้องการธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส มาใช้สำหรับการเจริญเติบโตและบำรุงผลในช่วงแรกของระยะพัฒนาการของผล และต้องการธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอนในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผลจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตมากกว่าช่วงเวลาอื่น ในขณะที่ต้องการธาตุแคลเซียมที่สะสมในกิ่งมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตในช่วงระยะก่อนออกดอกมากที่สุด ต้องการธาตุค่ามะถันในช่วงระยะออกดอกมากที่สุด ต้องการธาตุไนโตรเจน และโบรอนมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตและบำรุงผลในช่วงแรกของระยะพัฒนาการของผล และต้องการธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในช่วงท้ายของ

Table 2. Concentration of plant nutrients in the normal and translucent flesh disorder (TFD) mangosteen fruits.

Plant nutrients	Peel		Flesh		T-test	Peel**		Flesh**		Longan Fruit***
	Normal	TFD	Normal	TFD		Normal	TFD	Normal	TFD	
Total N (g kg ⁻¹)	5.75±1.12	5.55±1.03	5.46±0.68	6.50±1.19	NS	6.00	5.00	6.30	6.70	3.71
Total P (g kg ⁻¹)	0.48±0.15	0.60±0.21	0.49±0.10	0.78±0.08	NS	0.50	0.40	0.70	0.80	0.42
Total K (g kg ⁻¹)	13.15±1.91	5.94±1.49	14.02±1.82	6.80±0.51	*	16.60	13.60	7.40	7.80	3.70
Total Ca (g kg ⁻¹)	1.61±0.21	1.59±0.16	1.76±0.17	1.39±0.08	NS	0.90	0.70	0.50	0.40	1.50
Total Mg (g kg ⁻¹)	0.35±0.06	0.87±0.07	0.38±0.03	0.97±0.14	NS	0.50	0.40	1.00	1.10	0.20
Total S (mg kg ⁻¹)	5.52±0.80	10.25±3.62	5.16±0.90	4.99±0.40	NS	-	-	-	-	-
Total B (mg kg ⁻¹)	8.70±1.46	7.99±0.52	9.09±2.63	6.34±0.44	NS	6.69	5.93	4.09	4.61	-

NS = No significant difference
 * = Significant difference of P < 0.05
 ** Applied from Saowapa (2001)
 *** Applied from Yuthana และคณะ (2001)

ระยะพัฒนาการของผลจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตมากกว่าช่วงเวลาอื่น และม้งคุดต้องการธาตุฟอสฟอรัส และแคลเซียมที่สะสมในใบมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตในช่วงระยะก่อนออกดอกมากที่สุด ต้องการธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ในช่วงระยะออกดอกมากที่สุด และต้องการธาตุแมกนีเซียม และโบรอนมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตและบำรุงผลในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผลจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตมากกว่าช่วงเวลาอื่น (Figure 3G) หากมองในภาพรวมจะพบว่าม้งคุดมีความต้องการธาตุอาหารจากราก กิ่ง และใบมาใช้ในการเจริญเติบโตในรอบปี ดังนี้ ต้องการธาตุแคลเซียมในช่วงก่อนออกดอก (Figure 3D) ต้องการธาตุแมกนีเซียม และกำมะถันในช่วงออกดอก (Figure 3E และ 3F) ต้องการธาตุไนโตรเจนในช่วงแรก ของระยะพัฒนาการของผล (Figure 3A) และต้องการธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอนในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผล (Figure 3C, 3E และ 3G) ทั้งนี้ มีแนวโน้มสอดคล้องกับการลดลงของปริมาณธาตุอาหารพืชที่สะสมอยู่ในดินในช่วงเวลาเดียวกัน ที่แสดงให้เห็นว่า ปริมาณธาตุโพแทสเซียมและกำมะถันที่ลดลงในช่วงม้งคุดออกดอก (Figure 2F และ 2I) ธาตุไนโตรเจนที่ลดลงในช่วงแรกของระยะพัฒนาการของผล (Figure 2D) และธาตุฟอสฟอรัสที่ลดลงในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผล (Figure 2E)

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในช่วงก่อนออกดอกจนถึงช่วงแรกของระยะพัฒนาการของผลต้นม้งคุด ต้องการธาตุแคลเซียมในปริมาณที่ไม่มากนักเช่นเดียวกับกับธาตุฟอสฟอรัส อาจเป็นเพราะธาตุแคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ (immobile) (สุมาลี, 2536) รวมทั้งมีการสะสมของธาตุโพแทสเซียมในใบน้อยเนื่องจากธาตุโพแทสเซียมถูกใช้ในการเจริญเติบโตในช่วงนี้มาก จึงทำให้มีการสะสมธาตุแคลเซียมในใบเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับที่ปรากฏในกิ่งม้งคุด (Figure 3B, 3C และ 3D) แต่ในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผลต้นม้งคุดต้องการธาตุแคลเซียมสำหรับการเจริญเติบโตและบำรุงผลเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการสะสมธาตุโพแทสเซียมในใบที่เพิ่มขึ้นด้วย นั่นคือหากใบม้งคุดมีการสะสมธาตุโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจะส่งเสริมให้ธาตุแคลเซียมสามารถเคลื่อนที่จากใบไปสู่ผลทางไซเล็ม (xylem) ได้มากขึ้นนอกเหนือจากการเคลื่อนย้ายทางท่อ

อาหาร (phloem) (Marschner, 1995) ดังนั้นปริมาณธาตุแคลเซียมที่สะสมในใบจึงลดลงในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ในขณะที่ธาตุโบรอนถูกใช้ในการพัฒนาการของดอกและผล และเสริมสร้างความแข็งแรงของโครงสร้างเซลล์ผล (ยงบุทร, 2543) จึงทำให้มีการสะสมธาตุโบรอนในใบลดลงในระยะออกดอกและช่วงพัฒนาการของผล (Figure 3G) ทั้งนี้ พบว่าอัตราส่วนระหว่างธาตุแคลเซียมต่อโบรอนในใบม้งคุดเท่ากับ 835:1 ซึ่งนับว่าอยู่ในระดับที่เพียงพอหากเปรียบเทียบกับต้นยาสูบที่ขาดธาตุโบรอนที่ต้องมีอัตราส่วนสูงกว่า 1,200:1 หรือ 1,500:1 (สุมาลี, 2536) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบม้งคุดของ Poowarodom และคณะ (2002) พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีค่าใกล้เคียงกัน (13.30 และ 0.90 กรัม/กก.) ธาตุแมกนีเซียมและโพแทสเซียมมีค่าต่ำกว่า (10.50 และ 12.70 กรัม/กก.) ในขณะที่ธาตุแคลเซียมมีค่าสูงกว่า (10.10 กรัม/กก.) ทั้งนี้ระดับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่สะสมในใบม้งคุดมีลักษณะเดียวกับผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบลิ้นจี่พันธุ์สองฮวยของนันทรัตน์ (2544) ยกเว้นธาตุแมกนีเซียมและโบรอนที่มีค่าสูงกว่า โดยปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโบรอน ในใบลิ้นจี่เท่ากับ 13.70, 1.00, 11.10, 8.60, 1.10 กรัม/กก. และ 15.10 มก./กก. ตามลำดับ) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าระดับวิกฤติของธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืชในใบลิ้นจี่ที่ปลูกในประเทศออสเตรเลีย (สุมิตรา, 2544) พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจน แมกนีเซียม และโบรอนจัดอยู่ในระดับต่ำ (<15.00, <3.00 กรัม/กก. และ <500 มก./กก.) ธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียมจัดอยู่ในระดับพอเพียง (1.40-2.20, 7.00-11.00 กรัม/กก.) และธาตุแคลเซียมจัดอยู่ในระดับสูง (>10.00 กรัม/กก.)

4. การสะสมธาตุอาหารในผลม้งคุดปกติและผลเนื้อแก้ว

เมื่อนำผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในเปลือกและเนื้อผลม้งคุดเนื้อปกติไปเปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์ของ เสาวภา (2544) ที่แสดงใน Table 2 พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ปริมาณธาตุแคลเซียม และโบรอนสูงกว่า และตรงกันข้ามกับธาตุแมกนีเซียมที่มีค่าต่ำกว่า และเมื่อเปรียบเทียบ

ลักษณะการสะสมของธาตุอาหารในเนื้อผลมังคุดกับเนื้อผลไม้ชนิดอื่น เช่น ลำใยของ ยุทธนา และคณะ (2544) พบว่าปริมาณธาตุอาหารส่วนใหญ่ (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม) มีค่าสูงกว่าสำหรับปริมาณธาตุอาหารในเปลือกผลมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแก้วเมื่อเปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์ของ เสาวภา (2544) พบว่า ธาตุแคลเซียม โบรอน ไนโตรเจน (เนื้อแก้ว) ฟอสฟอรัส (เนื้อแก้ว) และแมกนีเซียม (เนื้อแก้ว) มีค่าสูงกว่า และธาตุโพแทสเซียม ไนโตรเจน (เนื้อปกติ) ฟอสฟอรัส (เนื้อปกติ) และแมกนีเซียม (เนื้อปกติ) มีค่าต่ำกว่า สำหรับในเนื้อผลมังคุดพบว่าธาตุโพแทสเซียม (เนื้อปกติ) แคลเซียม และโบรอนมีค่าสูงกว่า และปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และโพแทสเซียม (เนื้อแก้ว) มีค่าต่ำกว่า

สรุป

ในช่วงการพัฒนาด้านมังคุดในรอบปีนั้นต้นมังคุดต้องการธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันจากดินมากในช่วงก่อนออกดอก ต้องการธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม กำมะถัน และโบรอนมากในช่วงออกดอก ต้องการธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมากในช่วงแรกของระยะพัฒนาการของผล (หลังดอกบานจนผลอายุ 7 สัปดาห์) และต้องการธาตุฟอสฟอรัส ในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผลจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตมากกว่าช่วงเวลาอื่น และในขณะเดียวกันต้นมังคุดต้องการธาตุแคลเซียมจากส่วนของราก กิ่ง และใบ มากที่สุดในระยะก่อนออกดอก ต้องการธาตุแมกนีเซียม และกำมะถันมากในระยะออกดอก ต้องการธาตุไนโตรเจนมากในช่วงแรกของระยะพัฒนาการของผล และธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม และโบรอนในช่วงท้ายของระยะพัฒนาการของผลจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตมากกว่าช่วงเวลาอื่น และมีการสะสมธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และโบรอนในเปลือกผลเนื้อปกติสูงกว่าในเปลือกผลเนื้อแก้ว ในขณะที่ธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม กำมะถัน และโบรอนสะสมในเนื้อผลเนื้อปกติสูงกว่าในผลเนื้อแก้ว

เอกสารอ้างอิง

- กองวางแผนการใช้ที่ดิน. 2535. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. ฉบับที่ 2. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 9 กรกฎาคม กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.
- จำป็น อ่อนทอง. 2545. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ชัยรัตน์ นิลนนท์, วิเชียร จาภูพจน์, วรรณมา เลี้ยววาริณ และ สุภาณี ยงค์. 2538. สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกมังคุดบางชนิดในภาคใต้ของประเทศไทย. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 17(4): 381-393.
- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2536. พืชหลักปักชำได้. กรุงเทพฯ: บริษัท ดันอ้อ แกรมี จำกัด.
- นันทรัตน์ ศุภกานิต. 2544. โครงการวิจัยธาตุอาหารลึกลับ. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การสัมมนากลยุทธ์การจัดการธาตุอาหารพืชสุราษฎร์ที่ยั่งยืน. เก.ยู. โสม. กรุงเทพฯ 18-19 สิงหาคม 2544. หน้า 62-66.
- พจนีย์ มอญเจริญ. 2545. การใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการใช้ปุ๋ย. เอกสารวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุทธนา เขาสุเมรุ, จิติ ศรีคนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2544. แนวทางการจัดการดินและปุ๋ยลำใย. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การสัมมนากลยุทธ์การจัดการธาตุอาหารพืชสุราษฎร์ที่ยั่งยืน. เก.ยู.โสม. กรุงเทพฯ 18-19 สิงหาคม 2544. หน้า 43-49.
- วันทนา บัวทรัพย์. 2536. มังคุด. กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้. 2545. สถิติการปลูกไม้ผลในภาคใต้. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2537. การวิเคราะห์ดินและพืช (Soil and Plant Analysis). สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุมิตรา กุวัโรดม. 2544. การจัดการธาตุอาหารสำหรับทุเรียน. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง การสัมมนากลยุทธ์การจัดการธาตุอาหารพืชสู่รายได้ที่ยั่งยืน. เค.ยู. โสม. กรุงเทพฯ 18-19 สิงหาคม 2544. หน้า 43-49.
- สุมาลี สุทธิประดิษฐ์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุรชาติ เพชรแก้ว. 2542. ศักยภาพที่ดินสำหรับการปลูกมั่งคุดในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย สมบัติบางประการของดินปลูกมั่งคุดในภาคใต้ของประเทศไทย สมบัติบางประการของดินปลูกมั่งคุดในอำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา. รายงานวิจัย ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- เสาวภา ลิ้มพันธ์อุดม, 2544. อิทธิพลของน้ำต่อการเกิดเนื้อแก้วในผลมั่งคุด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- อภิรดี อิมเอิบ. 2534. การตรวจสอบดิน. ว.อนุรักษ์ดินและน้ำ 7(4): 5-27.
- เอิบ เขียววีร์นรมณ์. 2542. การสำรวจดิน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Aitken, R.L., Jeffery, A.J. and Compton, B.L. 1987. Evaluation of selected extractants for boron in some Queensland soils. *Aust. J. Soil Res.* 25: 263-273.
- Dennis, R.K. 1982. Nitrogen-availability. **In:** Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd. (eds. A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney), pp.711-733. Medison Publisher: Wisconsin.
- Department of Agriculture Malaysia. 2001. Fruit technology mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). [on line]. Available from http://agroling.moa.my/dao/english/croptech/mgn_gen.html [August 25, 2001].
- Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. **In:** Method of Soil Analysis Part 1: Physical and Mineralogical Methods, (ed. A. Klute), pp.383-412. Medison Publisher: Wisconsin.
- Kerven, G. 1980. Applications of Atomic Absorption Spectroscopy to the Analysis of Biological Materials. Department of Agriculture University of Queensland.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd. Academic Press: New York.
- Mclean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. **In:** Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd. (eds. A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney), pp.199-224. Medison Publisher: Wisconsin.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. **In:** Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd. (eds. A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney), pp.539-579. Medison Publisher: Wisconsin.
- Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. **In:** Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd. (eds. A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney), pp.403-430. Medison Publisher: Wisconsin.
- Oweczkin, J. and Kerven, G. 1980. Methods of Analysis for Nitrogen Phosphorus Sulphur and Potassium in Plant Tissue. Department of Agriculture University of Queensland.
- Poowarodom, S., Kanyawongha, P., Lertrat, P. and Boonplang, N. 2002. Leaf age and position on mineral composition of mangosteen leaves. **In:** World Congress of Soil Science, Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand, 14-21 August, pp.2272-1-2272-8.
- Rhoades, J.D. 1982. Soluble salts **In:** Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd. (eds. A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney), pp.167-179. Medison Publisher: Wisconsin.
- Tabatabai, M.A. 1982. Sulfur. **In:** Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd. (eds. A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney), pp.501-538. Medison Publisher: Wisconsin.
- Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cations. **In:** Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties, 2nd. (eds. A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney), pp.159-165. Medison Publisher: Wisconsin.