

สถานะธาตุอาหารพืชในสวนทุเรียนและลองกอง ในระบบวนเกษตร จังหวัดอุตรดิตถ์

Plant Nutrient Status of Soil in Durian and Longkong Orchards Under Agroforestry System in Uttaradit Province

พจนีย์ แสงมณี^{1/} อำพรธน์ พรหมศิริ^{2/} ฮิโรโตชิ ทามูระ^{3/}

Podjanee Sangmanee^{1/}, Ampan Bhromsir^{2/} and Hirotoshi Tamura^{3/}

Abstract: The status of plant nutrients of the soils in longkong and durian orchards under agroforestry system in Lap-lae and Muang districts, Uttaradit province was evaluated from soil properties. Soil samples were collected from 37 durian and 28 longkong orchards of the farmers during June to July 2010 which was the florescence development stage of longkong and late fruit harvesting stage of durian respectively. Information of farmer practices and fruit yields was also collected by farmers' interview with questionnaires. The analyzed soil properties were pH, organic matter, available P, exchangeable K, Ca and Mg and extractable S. It was found that fruit yields of durian and longkong varied with the radii of the tree canopies. Durian trees with the canopy radii of 2, 3 and 4 meters had fruit yields of 30-70, 50-90 and 90-120 kg/tree while longkong trees with the canopy radii of 2 and 3 meters gave fruit yields of 70-80 and 100-200 kg/tree respectively. Most of the farmers in Lap-lae district applied chemical fertilizers and lime but those in Muang district mostly used only organic fertilizers. It was found that pH of the durian and longkong orchard soils in Lap-lae district were in the range of 4.2-7.2 which were wider than those in Muang district (pH 5.0-6.2). Most of the soils from both studied areas had the concentrations of exchangeable K, Ca and Mg at the optimal levels and above the optimal ranges. These were the durian orchard soils from Lap-lae district which contained the organic matter at the low level about 57% of the total numbers of the tested soils while those in Muang district which contained organic matter at the optimal and above the optimal level were about 67%. Most of durian and longkong orchard soils from both studied areas had low extractable S contents. In Lap-lae district, the significant positive correlations between extractable S and soil organic matter of durian and longkong orchard soils were observed.

Keywords: Durian, longkong, agroforestry, plant nutrient status, soil properties, farmers' orchards

^{1/} คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ 53000

^{1/} Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University 53000, Thailand.

^{2/} คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

^{2/} Faculty of Agriculture, Chiang Mai University 50200, Thailand.

^{3/} Applied Bioresource Department, Faculty of Agriculture, Kagawa University, 761-0795, Japan

บทคัดย่อ: ในการประเมินสถานะของธาตุอาหารพืชของดินในสวนทุเรียนและลองกองของเกษตรกรพื้นที่ อ.ลับแล และ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นสวนในระบบวนเกษตร ใช้การศึกษาสมบัติของดินเก็บตัวอย่างดินจากสวนทุเรียนจำนวน 37 พื้นที่ และสวนลองกอง จำนวน 28 พื้นที่ ในช่วงเดือนมิถุนายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 ซึ่งเป็นระยะพัฒนาช่อดอกของลองกอง และระยะสุดท้ายของการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุเรียนตามลำดับ นอกจากนี้ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการดินจากการสัมภาษณ์เกษตรกร วิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และกำมะถันที่สกัดได้ ผลการศึกษาผลผลิตทุเรียนผันแปรตามขนาดรัศมีของทรงพุ่ม คือ ทรงพุ่มขนาด 2 3 และ 4 เมตร ให้ผลผลิต 30-70 50-90 และ 90-120 กิโลกรัม/ต้น สวนลองกองซึ่งมีรัศมีทรงพุ่ม 2 และ 3 เมตรให้ผลผลิต 70-80 และ 100-200 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ เกษตรกรใน อ.ลับแล ส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยสวนเกษตรใน อ.เมือง ส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ pH ของดินในสวนทุเรียนและลองกอง ใน อ.ลับแล อยู่ในช่วง 4.2-7.2 ซึ่งเป็นช่วง pH ที่กว้างกว่าดินในสวนไม้ผลของ อ.เมือง (pH 5.0-6.2) ดินในพื้นที่ที่ศึกษาทั้งสองพื้นที่ มีโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในช่วงที่เหมาะสมและสูงกว่าช่วงที่เหมาะสม ในพื้นที่ปลูกทุเรียนของ อ.ลับแล ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ มีประมาณร้อยละ 57 ของพื้นที่ทั้งหมด ในขณะที่พื้นที่ปลูกทุเรียนของ อ.เมือง ส่วนใหญ่ (67%) มีอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วงที่เหมาะสม และสูงกว่าช่วงที่เหมาะสม สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ดินส่วนใหญ่จากสวนไม้ผลทั้งสองชนิดและทั้งสองพื้นที่มีอยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม ปริมาณของกำมะถันที่สกัดได้ในดินของทุกพื้นที่มีต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม และพบสหสัมพันธ์ในเชิงบวกมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกำมะถันที่สกัดได้กับอินทรีย์วัตถุในดินของสวนทุเรียนและลองกองใน อ.ลับแล

คำสำคัญ: ทุเรียน ลองกอง วนเกษตร สถานะของธาตุอาหารพืช สมบัติของดิน สวนเกษตรกร

คำนำ

จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นแหล่งปลูกทุเรียนและลองกองที่สำคัญในเขตภาคเหนือ โดยมีพื้นที่เพาะปลูกใน 3 อำเภอ คือ อ.เมือง อ.ลับแล และ อ.ท่าปลา การปลูกไม้ผลในพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะแบบวนเกษตร (agroforestry) มาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษ ลักษณะพื้นที่ปลูกเกือบทั้งหมดอยู่บนภูเขาสูง ระดับที่สูงที่สุดมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 700 เมตร มีความลาดชันตั้งแต่ 5 - 100% (อเนก, 2550) สังคมพืชในระบบวนเกษตรมีความหลากหลายและสามารถแบ่งชั้นเรือนยอดได้ 3 ระดับความสูง คือ ชั้นที่สูงที่สุดเป็นไม้ป่าเดิม เช่น ยางนา ยางแดง ไม้จันทน์หรือสะพุง รองลงมาเป็นไม้ผล ได้แก่ ทุเรียน ลองกอง ลำสาดี มังคุด และไม้ชั้นล่างเป็นกาแฟ สับปะรด และผักสวนครัว

ทุเรียนและลองกองที่ปลูกใน จ.อุตรดิตถ์เป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี จนเรียกได้ว่าเป็นผลไม้เอกลักษณ์

ของ จังหวัด ในปัจจุบันลักษณะการปลูกเพื่อขายผลผลิตมีความชัดเจนขึ้นมากเมื่อเทียบกับอดีต เนื่องจากการคมนาคมระหว่างสวนกับพื้นที่ภายนอกสะดวกขึ้น อีกทั้งผลไม้นี้ดังกล่าวมักถูกกักเก็บเกี่ยวที่ลำช้ากว่าทุเรียนและลองกองที่ปลูกในภาคตะวันออกและภาคใต้จึงทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องราคาผลผลิต อย่างไรก็ตามการปลูกผลไม้ไม่ได้ปริมาณและคุณภาพเป็นที่น่าพอใจและคงรักษาความเป็นสวนในระบบวนเกษตรได้อย่างยั่งยืนนั้น ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งคือการทราบถึงสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการด้านดินและปุ๋ย งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินในสวนทุเรียนและลองกองที่ปลูกในระบบวนเกษตรและวิธีการจัดการดินของเกษตรกร ข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบถึงสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการดินในสวนทุเรียนและลองกองอย่างเหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างดินจะแบ่งพื้นที่เก็บตัวอย่างดินตามชนิดของไม้ผลที่ปลูกและลักษณะความลาดเอียงของพื้นที่ 3 ลักษณะ ได้แก่ พื้นที่ลาดชันส่วนบน (upper slope) ส่วนกลาง (middle slope) และส่วนล่าง (lower slope) แต่ละพื้นที่เก็บตัวอย่างดินรอบทรงพุ่มความลึก 0-15 เซนติเมตร จำนวน 4-6 จุด/ต้น จำนวนอย่างน้อย 5 ต้น ตัวอย่างดินที่ได้ในแต่ละพื้นที่รวมเป็น 1 composite sample นำตัวอย่างดินจากแต่ละพื้นที่ไปวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่าง อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และกำมะถันที่สกัดได้ โดยวิธีการระบุไว้ในตารางที่ 1

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ตัวอย่างดินที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วยตัวอย่างดินที่เก็บมาจากพื้นที่ปลูกทุเรียนจำนวน 37 พื้นที่ และพื้นที่ปลูกลองกองจำนวน 28 พื้นที่ สำหรับตัวอย่างดินที่ระบุความชื้นของพื้นที่ เป็นตัวอย่างดินจากพื้นที่ อ.ลับแล 17 ตัวอย่าง และ อ.เมือง 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินบางส่วนซึ่งเก็บโดยเกษตรกรไม่ได้ระบุระดับความชื้น ซึ่งเป็นตัวอย่างดินจากพื้นที่ อ.ลับแล จำนวน

32 ตัวอย่าง และ อ.เมือง 6 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินกลุ่มนี้ผู้วิจัยจัดให้อยู่ในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สามารถจำแนกความชื้น (unidentified sample)

การใช้ปุ๋ยและผลผลิตของเกษตรกร

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่าเกษตรกรในเขต อ.ลับแล จัดการดินด้วยการใส่ปุ๋ยเคมีและใส่ปุ๋ยทุกฤดูกาลผลิต ส่วนเกษตรกรในเขต อ.เมือง บำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์เป็นหลัก และไม่ใช้ปุ๋ยหมักจากมูลวัวในอัตรา 5-20 กก./ต้น และฉีดพ่นปุ๋ยน้ำหมักเป็นประจำ การใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร อ.ลับแล ใช้ตามพัฒนาการของพืช โดยระยะหลังการเก็บเกี่ยวหรือระยะเตรียมต้นใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือ 25-7-7 เร่งการออกดอกและบำรุงช่อดอก ใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 ปรับปรุงคุณภาพผลผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว อัตราการใส่แต่ละระยะ อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.5-1.5 กก./ต้น/ครั้ง ใช้ปุ๋ยขาวและโดโลไมต์เป็นครั้งคราวในอัตรา 10-15 กก./ต้น

สำหรับปริมาณผลผลิตของลองกองและทุเรียนแปรผันตามขนาดต้นและการตัดแต่งช่อดอก แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ได้รับการสัมภาษณ์ไม่ได้ตัดแต่งช่อดอก เนื่องจากการขาดแคลนแรงงาน อุปสรรคจากพื้นที่ลาดชันและความสูงของต้นไม้ สำหรับผลผลิตทุเรียนและลองกองที่ได้ผันแปรตามรัศมีทรงพุ่ม (ตารางที่ 2)

Table 1 Methods of soil chemical property analysis

Chemical properties	Methods of soil analysis*
pH	Soil : water = 1:5 using pH meter
Organic matter	Wet oxidation with potassium dichromate (Walkley & Black)
Available P	Extracted the soil with Bray II and determined colorimetrically using Molybdenum blue method
Exchangeable K, Ca, Mg	Extracted the soil with 1M NH ₄ OAc pH 7 determined with atomic absorption spectrophotometer
Extractable S	Extracted the soil with 500 ppm P Ca(H ₂ PO ₄) ₂ determined turbidimetric with spectrophotometer

* Source of information: Therajindakajorn. (2009)

Table 2 Fruit yields of durian and longkong trees with different canopy sizes*

Durian		Longkong	
Canopy radius (m)	Fruit yield (kg/tree)	Canopy radius (m)	Fruit yield (kg/tree)
2	30-70	2	70-80
3	50-90	3	100-200
4	90-120		

* Data obtained from farmers' interview

ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับสมบัติของดิน

เนื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนและลองกองใน อ.เมือง และ อ.ลับแล จัดการดินในส่วนไม้ผลของตนเองแตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกสมบัติของดินที่มีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้น้อยตามเกณฑ์การจัดการดินเพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับสมบัติของดิน สมบัติของดินที่เลือกใช้ในการประเมินความสัมพันธ์ดังกล่าว คือ อินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นสมบัติที่เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติอื่นๆ ซึ่งแปรผันตามการใส่ปุ๋ยและปูน อีกทั้งอินทรีย์วัตถุยังบ่งบอกถึงธรรมชาติของดินในระบบวนเกษตรได้เป็นอย่างดี (Janzen et al, 1997; Gregorich et al, 1997) จากรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างระดับความชื้นกับอินทรีย์วัตถุ (ภาพที่ 1) พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่ได้เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามระดับความชื้นอย่างเป็นรูปแบบ และลักษณะการกระจายตัวของดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่างกันในพื้นที่ที่มีระดับความชื้นต่างกันคล้ายคลึงกับการกระจายตัวของอินทรีย์วัตถุของดินที่ไม่สามารถจำแนกความชื้น เมื่อธรรมชาติดั้งเดิมของดินไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามระดับความชื้นของพื้นที่ และการกระจายตัวของดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่างกันไม่แตกต่างจากดินในกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกความชื้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลของดินทุกตัวอย่างทั้งที่ระบุความชื้นและไม่ระบุความชื้นของพื้นที่ในการประเมินสถานะของธาตุอาหารในดินของพื้นที่ปลูกทุเรียนและลองกอง

pH ของดินในพื้นที่ปลูกทุเรียนและลองกองของ อ.ลับแล และ อ.เมือง

หากพิจารณาจากค่า pH ของดิน พบว่า พื้นที่ อ.ลับแลมี pH อยู่ในช่วงที่กว้าง (4.2-7.2) ในขณะที่ อ.เมืองมีช่วง pH ที่แคบกว่า (5.0-6.2) (ภาพที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับการใส่ปูน ที่พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ของ อ.ลับแลปรับปรุงดินโดยการใส่ปูนปรับปรุงดินและมีบางส่วนที่ยังไม่มีการใส่ปูน ในขณะที่เกษตรกรทั้งหมดใน อ.เมืองไม่เคยใส่ปูน ดังนั้นดินที่ไม่ได้ใส่ปูนจึงเปรียบเสมือนดินดั้งเดิม การที่ดินดั้งเดิมใน อ.เมืองมีค่า pH อยู่ในช่วงที่สูงกว่าและมีช่วง pH ที่แคบกว่าดินดั้งเดิมของ อ.ลับแล อาจเกิดจากวัตถุดิบกำเนิดดินที่ต่างกัน ซึ่งดินในบริเวณดังกล่าวเกิดจากการผุพังของหินตะกอนเนื้อละเอียดและหินที่แปรสภาพ และได้รับการจำแนกให้เป็นชุดดินมวกเหล็ก มีสมบัติของดินบนเป็นดินร่วนปนทรายและกรวด ดินบนเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0-7.0) (สถานีพัฒนาที่ดินอุดรดิตถ์, 2552) ในขณะที่ดินในเขต อ.ลับแล เกิดจากการสลายตัวของวัตถุดิบกำเนิดที่อยู่กับที่หรือเกิดจากการสลายตัวของหินดินดานเชิงเขา (residuum and colluvial materials) มี pH ดินเป็นกรด (อนง, 2550) จากความแตกต่างของวัตถุดิบกำเนิดดินจึงทำให้ pH ดั้งเดิมของดินทั้งสองพื้นที่แตกต่างกัน

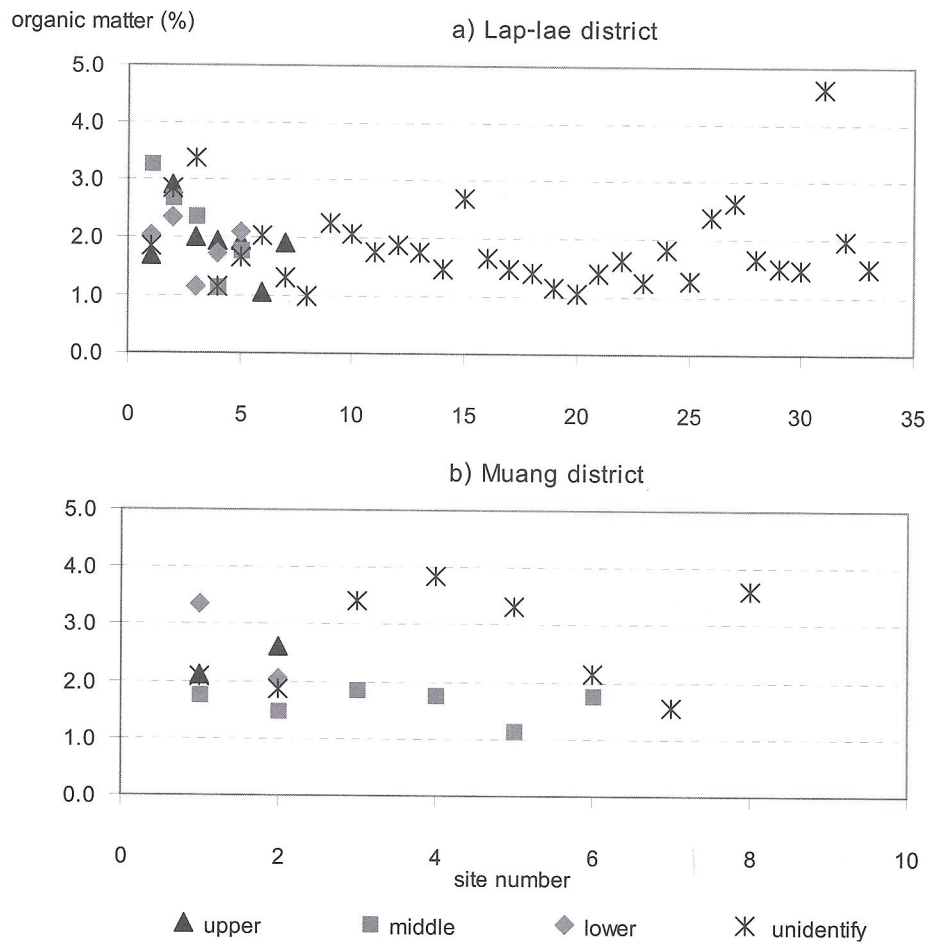


Figure 1 Relationship between sloping level and organic matter contents of orchard soils in Lap-lae district(a) and Muang district(b)

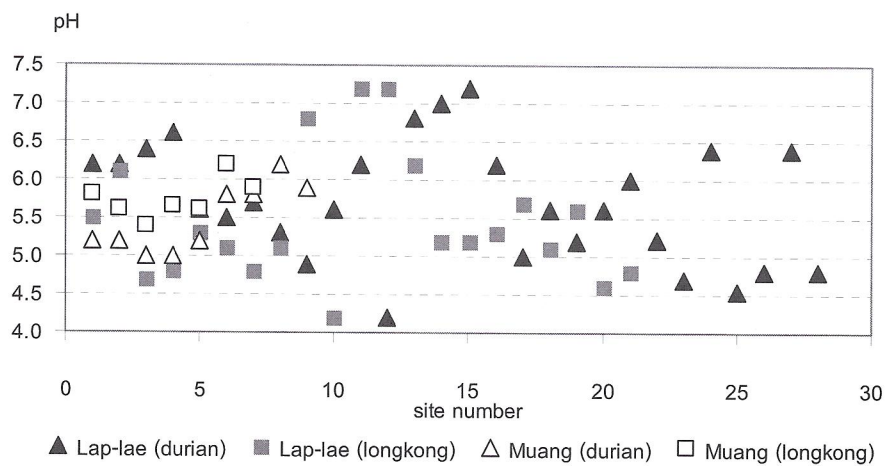


Figure 2 pH of the orchard soils in Lap-Lae and Muang districts orchards

สมบัติของดินที่ปลูกทุเรียนใน อ.ลับแลและ อ.เมือง

การพิจารณาสมบัติของดินที่ปลูกทุเรียนในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการเปรียบเทียบกับช่วงที่เหมาะสมของดินที่ปลูกทุเรียนในภาคตะวันออก (สุมิตรา และคณะ, 2544) สำหรับสมบัติของดินที่ปลูกลองกอง ได้เปรียบเทียบกับช่วงที่เหมาะสมกับดินที่ปลูกไม้ผลทั่วไป (ชูชาติ, 2552) จากการเปรียบเทียบช่วงที่เหมาะสมของดินที่ปลูกทุเรียนและไม้ผลทั่วไป พบว่า ช่วงที่เหมาะสมของดินที่ปลูกไม้ผลมี pH และอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วงที่กว้างและครอบคลุมช่วงที่เหมาะสมของดินที่ปลูกทุเรียนสำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีช่วงที่เหมาะสมใกล้เคียงกัน ส่วนช่วงที่เหมาะสมของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินที่ปลูกไม้ผลมีค่าสูงกว่าช่วงที่เหมาะสมของดินที่ปลูกทุเรียน (ตารางที่ 3)

จากการวิเคราะห์สมบัติดินที่ปลูกทุเรียนในพื้นที่ อ.ลับแล และ อ.เมือง จากดินทั้งหมด 37 ตัวอย่าง พบว่า สมบัติของดินทั้งสองพื้นที่มีลักษณะที่คล้ายกันเมื่อนำช่วงที่เหมาะสมของสมบัติดินที่ปลูกทุเรียนมาพิจารณาแบ่งระดับความเหมาะสมของดินที่ปลูกทุเรียนในพื้นที่ อ.ลับแลและ อ.เมือง พบว่า ในเขต อ.ลับแลมีดินที่ pH ต่ำกว่า 5.0 อยู่ 21% ในจำนวนนี้พบค่า pH

อยู่ในช่วง 4.2-4.9 (ตารางที่ 4) ซึ่งเกิดจากการที่เกษตรกรยังไม่ได้ใส่ปูนเพื่อปรับ pH ของดิน พบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินทั้งสองพื้นที่อยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่

การพบปริมาณฟอสฟอรัสในระดับต่ำใน อ.ลับแล อาจเกิดจากธาตุฟอสฟอรัสที่เกษตรกรให้แก่ดินในรูปของปุ๋ยอาจตกค้างอยู่น้อย เนื่องจากช่วงที่เก็บตัวอย่างดินเป็นช่วงหลังจากระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต นอกจากนี้ อาจเกิดจากฟอสฟอรัสถูกตรึง เนื่องจากระดับ pH ของดินเป็นกรดและในกรณีที่ดินมีแคลเซียมและแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์สูง ฟอสเฟตในดินอาจทำปฏิกิริยากับไฮดรอกไซด์กล่าว ทำให้พบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณต่ำ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) สุมิตรา และคณะ (2544) พบว่า การเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสจากดินชั้นบนสู่ดินชั้นล่างเกิดขึ้นน้อยมาก แม้ว่าดินในสวนทุเรียนจะมีฟอสฟอรัสตกค้างอยู่ที่ดินชั้นบนในปริมาณมากก็ตาม จึงเป็นไปได้ว่าการพบฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำของดินที่ศึกษาทั้งสองพื้นที่ เกิดจากฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินชั้นบนสูญเสียไปด้วยการกร่อนดิน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ลาดชัน อย่างไรก็ตาม การที่ดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมไม่ได้หมายความว่าพืชขาดฟอสฟอรัสหรือเป็นสาเหตุให้มีการเจริญเติบโต

Table 3 Criteria for evaluation of soil qualities of durian and fruit orchard soils at 0-20 cm depth

Soil properties	Level of soil properties			
	Durian orchard ^{1/}			Fruit orchard ^{2/}
	Below	Optimum	Above	Optimum
pH	no data	5.0	no data	5.5-6.5
Organic matter (%)	no data	2.05-2.37	no data	2.0-3.0
Available P (mg/kg)	no data	31.0-52.3	70.7-127.3	35-60
Exchangeable K (mg/kg)	27.0-38.3	no data	118.3-203.4	100-120
Exchangeable Ca (mg/kg)	87.2-157.5	no data	566.8-744.4	800-1500
Exchangeable Mg (mg/kg)	15.2-24.8	no data	108.1-147.4	250-400
Extractable SO ₄ -S (mg/kg)	no data	no data	no data	25-150

^{1/}Poovarodom et al. (2001); ^{2/}Santasup. (2009)

Table 4 Soil properties of durian orchards in Lap-lae and Muang districts

Soil properties	Level of soil properties					
	Lap-lae district			Muang district		
	Below	Optimum	Above	Below	Optimum	Above
pHw (1:5)	4.2-4.9	5.0-5.5	5.6-6.6	not found	5.0- 5.5	5.6-6.2
No.sample (%)	6 (21%)	5 (18%)	17 (61%)	-	2 (22%)	7 (78%)
Organic matter (%)	1.01-2.04	2.05-2.37	2.68-3.37	1.49-1.87	2.08-2.11	3.32-3.84
No.sample (%)	16 (57%)	6 (21.5%)	6 (21.5%)	3 (33%)	2 (22%)	4 (45%)
Available P (mg/kg)	1.5-21.1	not found	125.2	3.8-10.8	26.6	131.0
no.sample (%)	27 (96%)	-	1 (4%)	7 (78%)	1 (11%)	1 (11%)
Exchangeable K (mg/kg)	34.1	38.2-93.1	138.0-255.0	not found	73.2-114.9	142.4-184.1
No.sample (%)	1 (4%)	20 (71%)	7 (25%)	-	6 (67%)	3 (33%)
Exchangeable Ca (mg/kg)	25.0-133.1	166.0-544.6	524.55-1285.9	64.0	230.0-536.0	569.8-1023.7
No.sample (%)	9 (32%)	8 (29%)	11 (39%)	1 (11%)	5 (56%)	3 (33%)
Exchangeable Mg (mg/kg)	not found	28.0-85.7	110.8-489.9	not found	not found	148.7-285.2
No.sample (%)	-	8 (29%)	20 (71%)	-	-	9 (100%)
Extractable SO ₄ -S (mg/kg)	1.2-15.5	not found	not found	2.3-8.2	not found	not found
No.sample (%)	28 (100%)	-	-	9 (100%)	-	-

* % of the total numbers of tested soil samples

ผิวดินที่ ซึ่งสุ่มตรวจและคณะ (2544) พบว่า ดินทุเรียนยังคงออกดอกได้ตามปกติ แม้ว่า ดินสวนทุเรียนที่ความลึก 0-20 เซนติเมตร จะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพียง 10-20 มก./กก.

สำหรับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินทั้งสองพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งคาดว่าเป็นผลตกค้างของปุ๋ยที่ใส่เพื่อบำรุงผลให้ทุเรียนในฤดูช่วงที่ผ่านมา สำหรับระดับของแคลเซียมและแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินค่อนข้างผันแปรตาม pH ของดิน โดยดินของ อ.ลับแลที่มี pH ต่ำยังคงมีธาตุดังกล่าวใน

ระดับต่ำ ส่วนดินของ อ.ลับแลที่มี pH ในระดับ 5.0-6.6 และดินใน อ.เมือง พบว่า มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่เหมาะสมถึงระดับที่สูงกว่าระดับที่เหมาะสม ส่วนกำมะถันที่สกัดได้ในทั้งสองพื้นที่เพาะปลูกอยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม โดย อ.ลับแล มีค่า 1.2-15.5 มก./กก. และ อ.เมือง มีค่า 2.3-8.2 มก./กก. (ตารางที่ 4) นอกจากนี้พบว่าเฉพาะในพื้นที่ที่ปลูกทุเรียนของ อ.ลับแล พบสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกำมะถันที่สกัดได้กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5)

Table 5 Correlation coefficients between some soil properties in each location

Parameters	Durian orchard		Longkong orchard	
	Lap-lae (n=28) ^{1/}	Muang (n=9)	Lap-lae (n=21)	Muang (n=7)
Extractable SO ₄ -S Vs. organic matter	0.6588***	-0.0175 ^{NS}	0.8069***	0.1219 ^{NS}
pH Vs. exchangeable Ca	0.2884 ^{NS}	-0.0616 ^{NS}	0.5707**	0.5210 ^{NS}

^{1/} n = observation numbers

** = significant difference of P = 0.01, *** = significant difference of P = 0.01, NS = non significant

สมบัติของดินที่ปลูกลองกองใน อ.ลับแลและ อ.เมือง

สมบัติของดินที่ปลูกลองกองใน อ.ลับแลและ อ.เมือง มีค่า pH, อินทรีย์วัตถุ และปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในช่วงที่เหมาะสมและมากกว่าช่วงที่เหมาะสม โดยมีจำนวนพื้นที่ซึ่งมีสมบัติของดินอยู่ในระดับดังกล่าวมากกว่าดินที่ปลูกทุเรียน (ตารางที่ 6)

การที่แต่ละสมบัติของดินในพื้นที่ปลูกลองกองมีความเหมาะสมมากกว่าดินที่ปลูกทุเรียน เนื่องจากเป็นช่วงที่ลองกองอยู่ในระยะพัฒนาช่อดอก เกษตรกรจึงใช้ปุ๋ยและปูนเพื่อบำรุงดิน สังเกตได้จากค่า pH ของดินในพื้นที่ปลูกของ อ.ลับแล ซึ่งเกษตรกรใช้ปูนปรับปรุงดิน จึงทำให้ดินส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม และมากกว่าช่วงที่เหมาะสม จนทำให้ในเกิดสหสัมพันธ์ระหว่าง pH กับแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีนัยสำคัญทางสถิติใน อ.ลับแล ในขณะที่ อ.เมืองไม่พบสหสัมพันธ์ดังกล่าว(ตารางที่ 5) เพราะเกษตรกรไม่ได้ใช้ปูน สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้พบว่า ดินในพื้นที่ปลูกลองกองยังมีลักษณะเหมือนกับดินที่ปลูกทุเรียน คือมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม พบว่าในพื้นที่ปลูกลองกองมีจำนวนพื้นที่ซึ่งมีธาตุดังกล่าวอยู่ในช่วงที่เหมาะสมมากกว่าดินที่ปลูกทุเรียน ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรผู้ปลูกลองกองมีความรู้ในเรื่องการจัดการธาตุอาหารตามช่วงพัฒนาการของพืช โดยใช้ฟอสฟอรัสในช่วงที่พืชสร้างดอกแม้ว่าดินใน อ.เมืองและ อ.ลับแล

จะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงถึง 104.9 และ 170.7 มก./กก. (ตารางที่ 6) แต่ก็ยังน้อยกว่าดินที่ปลูกลองกองใน จ.สงขลาและนราธิวาส ที่พบว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ตกค้างมากถึง 237.8 มก./กก. ปริมาณดังกล่าวมีผลชักนำให้พืชแสดงอาการขาดจุลธาตุอาหาร เช่น สังกะสีและทองแดง (ยุทธนาและคณะ, 2545 ; สุรชาติ และคณะ, 2550)

สำหรับจำนวนพื้นที่ดินที่มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับที่เหมาะสมและสูงกว่าระดับที่เหมาะสม พบว่ามีจำนวนมากกว่าเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากสัมภาษณ์เกษตรกร ซึ่งพบว่า เกษตรกรใน อ.ลับแล ใช้ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักครบทุกธาตุ ในขณะที่เกษตรกร อ.เมือง ใช้เฉพาะปุ๋ยอินทรีย์ แต่พื้นที่ปลูกลองกองของ อ.เมือง ซึ่งมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับที่เหมาะสมมีจำนวนถึง 28.5 และ 43% ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้หรือการที่ดินมีวัตถุต้นกำเนิดที่มีธาตุดังกล่าวในดินอยู่แล้ว ในขณะที่แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินใน อ.ลับแลซึ่งมีอยู่ในระดับสูงน่าจะเป็นผลมาจากเกษตรกรบางรายใช้โดโลไมต์ในการปรับปรุงดิน ส่วนปริมาณของแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินใน อ.เมือง ที่มีอยู่ในระดับสูงเช่นกัน น่าจะสัมพันธ์กับวัตถุต้นกำเนิดของดิน สำหรับปริมาณของกำมะถันที่สกัดได้ในพื้นที่ปลูกลองกองทั้งสองอยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม และมีค่าใกล้เคียงกัน คือ

Table 6 Soil properties of longkong orchards in Lap-lae and Muang districts

Soil properties	Level of soil properties					
	Lap-lae district			Muang district		
	Below	Optimum	Above	Below	Optimum	Above
pHw (1:5)	4.2-4.8	5.1-5.5	5.6-7.2	not found	5.4	5.6-6.2
No.sample (%)	6 (29%)	8 (38%)	7 (33%)	-	1 (14%)	6 (86%)
Organic matter (%)	1.07-1.96	2.08-2.37	2.63-4.64	1.54-1.86	2.04-2.15	2.62-3.61
No.sample (%)	17(81%)	2 (9.5%)	2 (9.5%)	3 (73%)	2 (28.5%)	2 (28.5%)
Available P (mg/kg)	1.9-29.8	32.7-47.2	89.2-104.9	5.3-17.0	45.0-49.5	130.8-170.7
No.sample (%)	15 (71%)	4 (19%)	2 (10%)	3 (73%)	2 (28.5%)	2 (28.5%)
Exchangeable K (mg/kg)	not found	45.7-117.0	120.8-155.5	not found	69.4-110.5	156.5-438.8
No.sample (%)	-	17 (81%)	4 (11%)	-	3 (43%)	4 (57%)
Exchangeable Ca (mg/kg)	62.0-98.3	174.0-549.7	574.9-6,202.7	not found	290.5	701.0-799.0
No.sample (%)	2 (9.5%)	12 (57%)	7 (33.5%)	-	1 (14%)	6 (86%)
Exchangeable Mg (mg/kg)	not found	108.5-145.2	152.2-302.7	not found	145.2	162.7-283.4
No.sample (%)	-	7 (33%)	14 (67%)	-	1 (14%)	6 (86%)
Extractable SO ₄ -S (mg/kg)	1.6-6.2	not found	not found	1.6-7.4	not found	not found
No.sample (%)	21 (100%)	-	-	7 (100%)	-	-

* % of the total numbers of tested soil samples.

1.6-7.4 มก./กก. (ตารางที่ 6) เฉพาะในพื้นที่ อ.ลับแล พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกำมะถันที่สกัดได้กับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5)

จากการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมที่ แลกเปลี่ยนได้ในดินลองกองภาคใต้พบว่า มีธาตุ ดังกล่าวอยู่ได้ทรงพุ่มมากถึง 265 มก./กก. (ราชัน, 2545 อ้างโดย จำเป็น และคณะ, 2549) ซึ่งการมีโพแทสเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงอาจเป็นสาเหตุให้พืชใช้ แคลเซียมและแมกนีเซียมได้ต่ำลง ในทางกลับกันดินที่

ปลูกลองกองของ อ.ลับแล ที่ใส่ปูนขาวและโดโลไมต์ มี ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มาก ถึง 6,202 และ 302 มก./กก. ตามลำดับ ก็อาจมีผลทำให้ พืชดูดใช้โพแทสเซียมได้ต่ำลง หรือเกิดภาวะปฏิกิริยา ของธาตุดังกล่าว จากการสังเกตการเจริญเติบโตของ ทุเรียน สุมิตราและคณะ (2544) พบว่าดินที่มี pH 5.0 ถือว่าอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของ ทุเรียนและไม่พบอาการผิดปกติของทุเรียน นอกจากนี้ จำเป็นและคณะ (2549) พบว่า pH ที่ทำให้ต้นกล้า

ลองกองสามารถเจริญเติบโตได้ดี คือ 5.5 และควรมีสมดุลระหว่างโพแทสเซียมกับแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าในพื้นที่ปลูกทุเรียนและลองกองของ อ.ลับแล ยังมีพื้นที่ซึ่งมี pH ต่ำกว่า 5 อยู่ถึง 21 และ 29% ของจำนวนพื้นที่ที่ใช้ศึกษาทั้งหมด แสดงว่ายังคงมีพื้นที่ที่ควรใส่วัสดุปูนตามอัตราที่กำหนดและควรตรวจ pH อย่างสม่ำเสมอ ก่อนการใส่ปูนในหลายพื้นที่ เนื่องจาก การปรับ pH จะช่วยให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียมละลายออกมา และเป็นประโยชน์ต่อพืช (สุรชาติ และคณะ, 2550) แสดงให้เห็นว่า การปรับ pH เป็นการจัดการดินที่สำคัญต่อผลผลิตและคุณภาพลองกอง การพบสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกำมะถันที่สกัดได้กับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของ อ.ลับแล แสดงให้เห็นว่า แหล่งของธาตุกำมะถันในดิน อ.ลับแลมาจากอินทรีย์วัตถุเป็นหลัก ดังนั้นการจัดการดินเพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แกดินจึงเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ (ปัทมา, 2547) นอกจากนี้ธาตุกำมะถันยังมีความสำคัญต่อคุณภาพของทุเรียน เนื่องจากกำมะถันเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนบางชนิด และมีบทบาทต่อการสร้างกลิ่นของทุเรียน (s- containing volatile) (Chin *et al.*, 2007)

การที่พบปริมาณกำมะถันที่สกัดได้ในดินต่ำไม่ได้หมายความว่าพืชขาดกำมะถัน เนื่องจากกำมะถันจะเป็นประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่ออินทรีย์วัตถุในดินถูกย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุดังกล่าวออกมาใน รูปอินทรีย์โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ แต่หลังจากที่กำมะถันปลดปล่อยออกมาแล้วพืชอาจดูดใช้ทันที หรือจุลินทรีย์ดินนำไปสร้างมวลชีวภาพ การหมุนเวียนธาตุอาหารลักษณะนี้มักเกิดขึ้นในดินป่าไม้ซึ่งเป็นระบบปิดและถือเป็นการหมุนเวียนของธาตุอาหารที่มีประสิทธิภาพ (พจนีย์, 2552) ดังนั้น การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสภาวะของธาตุกำมะถันในใบ เป็นเรื่องที่น่าสนใจในการศึกษาต่อไป เพื่อให้ทราบว่าในพื้นที่ปลูกทุเรียนและลองกองของ อ.ลับแลและ อ.เมืองที่ใช้ในการศึกษามีปัญหาด้านการขาดแคลนกำมะถันหรือไม่

สรุป

จากการศึกษาสถานะของธาตุอาหารพืชในดินสวนทุเรียนและลองกองของ อ.ลับแล และ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ ที่อยู่ภายใต้ระบบวนเกษตร พบว่า pH ของดินในสวนผลไม้ของ อ.ลับแล อยู่ในช่วง 4.2-7.2 ในขณะที่ดินในสวนไม้ผลของ อ.เมือง มีอยู่ในช่วง 5.0-6.2 การใส่ปูนเพื่อปรับ pH ต้องพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินเป็นหลัก ปริมาณของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในพื้นที่ศึกษาทั้งสองพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมและสูงกว่าช่วงที่เหมาะสม ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่สูงกว่าช่วงที่เหมาะสม เกิดจากการใส่วัสดุปูนเพื่อปรับ pH ในอัตราที่สูงเกินความต้องการ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้พืชดูดใช้โพแทสเซียมได้ลดลง ดินจากสวนทุเรียนใน อ.ลับแลประมาณ 57% ของจำนวนพื้นที่ที่ศึกษา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม สวนที่อยู่ใน อ.เมืองมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่าช่วงที่เหมาะสม 67% ของพื้นที่ที่ศึกษา ดินจากสวนลองกองทั้งสองพื้นที่ส่วนใหญ่มีปริมาณของอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยให้อินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และกำมะถันที่สกัดได้ต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการพบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และกำมะถันที่สกัดได้ในปริมาณต่ำ เมื่อสังเกตด้วยตายังไม่พบว่าพืชมีความผิดปกติ การที่ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีปริมาณต่ำ อาจเกิดจากฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์เนื่องจากดินมี pH ที่ไม่เหมาะสมหรือสูญเสียจากการกร่อนดิน ส่วนกำมะถันที่ต่ำอาจเกิดจากการหมุนเวียนธาตุดังกล่าวมีประสิทธิภาพหรือปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ เนื่องจากพบสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเชิงบวกระหว่างปริมาณกำมะถันที่สกัดได้กับปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินของสวนทุเรียนและลองกองใน อ.ลับแล การพบสหสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยให้มีกำมะถันที่สกัดได้เพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก
หน่วยจัดการงานวิจัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏอุดรดิตถ์ และได้รับความอนุเคราะห์พื้นที่เก็บ
ตัวอย่างดินและตัวอย่างดินจากเกษตรกร สมาชิก
เครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือก จังหวัดอุดรดิตถ์

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยา
เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 547
หน้า.
- จำเริญ อ่อนทอง สุรชาติ เพชรแก้ว สายใจ กัมสงวน และ
ณรงค์ มะลี. 2549. ผลการใช้ปูนขาว ยิปซัม
และโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโต
และการดูดธาตุอาหารของต้นกล้าลองกอง
(*Aglaia dookkoo* Griff.). วารสารสงขลา
นครินทร์ วท. 22(1): 21-26.
- ชูชาติ สันทรทรัพย์. 2552. การจัดการดินและปุ๋ยสำหรับ
การปลูกกล้วยไข่. หน้า 69-78. ใน: จริยา วิ
สิทธิ์พานิช(บก.). คู่มือการผลิตกล้วยไข่
คุณภาพ. นพบุรีการพิมพ์. เชียงใหม่.
- ปัทมา วิทยากร. 2547. ความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นสูง
พิมพ์ครั้งที่ 2 (ปรับปรุง). ภาควิชาทรัพยากร
ที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 423 หน้า.
- พจน์ยั แสงมณี. 2552. การหมุนเวียนไนโตรเจนในระบบ
การใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน. วารสารเกษตรพระ
จอมเกล้า 27(3): 98-105.
- ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิตี ศรีตันทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา.
2545. การแก้ไขปัญหาดินโทรมของลำไย.
ความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดิน
และต้นลำไยกับการแสดงอาการดินโทรม.
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุน
สนับสนุนการวิจัย (สกว.). ลำปาง. 146 หน้า.
- ราชัน สุขวัฒน์วิจิตร. 2545. ความเข้มข้นของธาตุอาหาร
และคาร์โบไฮเดรตในใบลองกองต้นที่ให้ผล
ผลิตและไม่ให้ผลผลิต. ปัญหาพิเศษหลักสูตร
วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัย สงขลา
นครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่. 75 หน้า.
- สมิตรา ภู่วโรดม นุกูล ถวิลถึง สมพิศ ไม้เรียง พิมพ์
เกษสม และจิรพงษ์ ประสิทธิ์เขตร. 2544.
ความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ย
ในใบทุเรียน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.),
กรุงเทพฯ. 196 หน้า.
- สุรชาติ เพชรแก้ว จำเริญ อ่อนทอง มนูญ แซ่อ้อง และ
ณรงค์ มะลี. 2550. สมบัติบางประการของดิน
ปลูกลองกองในจังหวัดสงขลาและนราธิวาส
และการจัดการ. วารสารสงขลานครินทร์ วท.
29(3): 669-683.
- สถานีพัฒนาที่ดินอุดรดิตถ์. 2552. การจัดทำเขตพัฒนา
ที่ดินลุ่มน้ำห้วยขุนฝาง (ลุ่มน้ำย่อย: แม่น้ำ
น่านส่วนที่ 4 ลุ่มน้ำหลัก: ลุ่มน้ำน่าน ต.ขุน
ฝาง อ.เมือง จ.อุดรดิตถ์ ประจำปีงบประมาณ
2552). สถานีพัฒนาที่ดินอุดรดิตถ์ สำนักงาน
พัฒนาที่ดินเขต 8. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวง
เกษตรและสหกรณ์. 251 หน้า.
- อเนก ดีพรมกุล. 2550. การเปรียบเทียบภูมิปัญญา
ท้องถิ่นระหว่างการทำสวนวนเกษตรกับสวน
ไม้ผลเชิงเดี่ยว: กรณีศึกษาสวนลองกองใน
บ้านขุนห้วย ตำบลนานกกก อำเภอลับแล
จังหวัดอุดรดิตถ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยา
ศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
188 หน้า.
- Chin, S.T., S.A.H. Nazimah, S.Y. Quek., Y.B. Che
Man, R. Abdul Rahman and D. Mat
Hashim. 2007. Analysis of volatile
compounds from Malaysian durians
(*Durio zibethinus*) using headspace
SPME coupled to fast GC-MS. Journal of
Composition and Analysis 20: 31-44.

- Gregorich, E.G., M.R. Carter, J.W. Doran, C.E. Pankhurst and L.M. Dwyer. 1997. Biological attributes of soil quality. pp. 81-104. *In*: Gregorich, E.G. and M.R. Carter (eds.). Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. Amsterdam, Elsevier.
- Janzen, H.H., C.A. Campbell, B.H. Ellert and E. Bremer. 1997. Soil organic matter dynamics. pp. 277-292. *In*: Gregorich, E.G. and M.R. Carter (eds.). Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. Amsterdam, Elsevier.
- Poovarodom, S., N. Tawinteung, S. Maireing, P. Kesayom and J. Prasittikhet. 2001. Plant analysis as a means of diagnosing nutritional status and fertilizer recommendations for durian. Final report submitted to Thailand Research Fund (TRF.). Bangkok. 196 p. (in Thai).
- Santasup, C. 2009. Soil and fertilizer managements for Kluai Khai cultivation. pp. 69-78. *In*: Visitpanich, J. (eds.). Handbook of Quality Kluai Khai Production. Nopburee Press. Chaing Mai. (in Thai).
- Therajindakajorn, P. 2009. Handbook of Soil Chemical Analysis. Department of Plant Science and Agricultural Resources. Faculty of Agriculture. Khon Kaen University. 169 p. (in Thai).
-