

ผลการใช้ปูนขาว ยิปซัม และโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อ
การเจริญเติบโต และการดูดธาตุอาหารของต้นกล้าลองกอง
(*Aglaia dookkoo* Griff.)

จำเป็น อ่อนทอง¹ สุรชาติ เพชรแก้ว² สายใจ กิมสงวน³ และ ณรงค์ มะลี⁴

Abstract

Onthong, J.¹, Pechkeo, S.¹, Gimsanguan, S.¹, and Malee, N.²

Effect of lime, gypsum and potassium chloride on growth and nutrient uptake
of longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) seedlings

Songklanakarin J. Sci. Technol., 2007, 29(3) : 655-667

Application of lime and gypsum for alleviation of aluminum toxicity in acid soil, including potassium (K) fertilization, may interfere with the nutrient uptake of longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) trees. Three experiments were conducted to explore the possible problem of longkong soil. 1) Effect of lime and gypsum on growth and nutrient uptake of longkong seedling. 2) Effect of lime and potassium chloride on potassium and magnesium uptake of longkong. 3) Relationship between potassium, calcium and magnesium in longkong leaves. The results showed that exchangeable aluminum in the soil decreased with the increase of

¹Department of Earth Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112 Thailand, ²Pikunthong Royal Development Study Centre, Narathiwat, 96000 Thailand.

¹Ph.D. (Agricultural Chemistry) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ²วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อม) นักวิทยาศาสตร์ ³วท.ม. (การจัดการทรัพยากรดิน) ผู้ช่วยวิจัย ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112 ⁴วท.บ. (เกษตรศาสตร์) นักวิทยาศาสตร์ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส 96000

Corresponding e-mail : jumpen.o@psu.ac.th

รับต้นฉบับ 19 กรกฎาคม 2549 รับลงพิมพ์ 2 พฤศจิกายน 2549

Ca(OH)₂ treatment and the application of lime was more effective than that of the gypsum treatment. The application of lime and gypsum tended to increase nutrient concentration in longkong, but did not affect the growth of longkong seedlings. The lime application on nutrient uptake of longkong seedlings decreased K uptake; no lime and lime treatments were 863 and 720 mg tree⁻¹, while without K applied the per tree uptakes were 579 and 356 mg tree⁻¹ respectively. Besides the K application treatment reduced Ca and Mg uptake. Negative correlations between K and Ca ($r = -0.532^{**}$) and between K and Mg ($r = -0.663^{**}$) in leaves of 60 longkong trees in a farmer's orchard were found.

Key words : *Aglaia dookoo* Griff., lime, gypsum, potassium, calcium, magnesium, aluminum, longkong

บทคัดย่อ

จำเป็น อ่อนทอง สุรชาติ เพชรแก้ว สายใจ กิมสงวน และ ณรงค์ มะลี
ผลการใส่ปูนขาว ยิปซัม และโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโต
และการดูดธาตุอาหารของต้นกล้าลองกอง (*Aglaia dookoo* Griff.)

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2550 29(3) : 655-667

การใส่ปูนและยิปซัมเพื่อแก้ปัญหาคือความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในดินกรด ตลอดจนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอาจมีผลต่อการดูดธาตุอาหารของลองกอง เพื่อศึกษาปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำการศึกษา 3 การทดลอง คือ 1) ผลของการใส่ปูนและยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารของต้นกล้าลองกอง 2) ผลของปูนขาวและปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการดูดโพแทสเซียมและแมกนีเซียมของลองกอง และ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบลองกอง ผลการทดลองพบว่า ปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลงตามปริมาณปูนขาวที่ใส่ และการใส่ปูนขาวสามารถลดปริมาณอะลูมิเนียมในดินได้ดีกว่าการใส่ยิปซัม การใส่ปูนขาวและยิปซัม มีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในลองกอง (ราก ลำต้น และใบ) เพิ่มขึ้น แต่ไม่ทำให้ต้นกล้าลองกองเจริญเติบโตดีขึ้น การศึกษาผลของการใส่ปูนขาวและปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการดูดธาตุอาหารของต้นกล้าลองกอง พบว่า การใส่ปูนขาวทำให้ปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมของต้นกล้าลองกองลดลง ทริตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมมีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมลดลงจาก 863 เป็น 720 มก./ต้น และทริตเมนต์ที่ไม่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่าลดลงด้วย จาก 579 เป็น 356 มก./ต้น เมื่อไม่ใส่และใส่ปูนขาว ตามลำดับ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมยังทำให้ปริมาณการดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียมของต้นกล้าลองกองลดลง จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างธาตุอาหารในใบลองกอง ก็พบว่า ในใบที่มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูงจะทำให้มีความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมต่ำ โดยค่า r ระหว่างแคลเซียมและโพแทสเซียม และระหว่างแมกนีเซียมและโพแทสเซียม เท่ากับ -0.532^{**} และ -0.663^{**} ตามลำดับ

ลองกอง (*Aglaia dookoo* Griff) เป็นไม้ผลเมืองร้อนที่สำคัญชนิดหนึ่งของภาคใต้ และเนื่องจากลองกองชอบสภาพอากาศในเขตร้อนชื้น ดังนั้นพื้นที่ปลูกลองกองส่วนใหญ่จึงอยู่ในภาคใต้และภาคตะวันออกซึ่งเป็นบริเวณที่มีฝนตกชุก ในสภาพเช่นนี้จะส่งเสริมให้มีการชะล้างสูงและดินมีการผุพังสลายตัวอย่างรุนแรง ดังนั้นลักษณะดินในพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่จึงเป็นดินอันดับอัลทิซอลส์ (ultisols) ซึ่ง

ครอบคลุมพื้นที่ในภาคใต้และภาคตะวันออกถึงร้อยละ 52 และ 61 ของพื้นที่ทั้งภาค ตามลำดับ (เอิบ, 2533) ดินดังกล่าวมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ กล่าวคือ ดินมีสภาพเป็นกรด มีอินทรีย์วัตถุต่ำ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ แต่มีอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงซึ่งเป็นข้อจำกัดโดยทั่วไปของดินอัลทิซอลส์ในการปลูกพืช จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินอัลทิซอลส์ซึ่งปลูกมังคุดในภาคใต้

13 ตัวอย่าง พบว่า ดินมีปัญหาการขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม นอกจากนั้นในดินบางชนิดก็ยังมีปัญหาการขาดธาตุกำมะถัน สังกะสี และทองแดง และดินที่มีพีเอชต่ำกว่า 5.5 จะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย (ชัยรัตน์ และคณะ, 2538) ปัญหาดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำสามารถแก้ไขได้ง่ายและรวดเร็วโดยการใส่ปุ๋ย ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยจะต้องคำนึงถึงความสมดุลของธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียม ถ้าใส่ปุ๋ยชนิดนี้มากเกินไปจะทำให้ลดธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม (Jones, 1998) ซึ่งมีอยู่น้อยในดินอัลทิซอลส์ ส่วนข้อจำกัดเรื่องสภาพดินเป็นกรดที่ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารบางชนิดลดลง แต่ทำให้อะลูมิเนียมละลายออกมาจากจนอาจจะมีผลยับยั้งการพัฒนาราก และทำให้พืชดูดน้ำและธาตุอาหารได้น้อยลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแก้ปัญหาความเป็นกรดและลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมควบคู่กับการใส่ปุ๋ยให้มีธาตุอาหารอย่างเพียงพอและสมดุล

การแก้ไขความเป็นกรดของดินทำได้ง่ายโดยการใส่ปุ๋ยซึ่งทำให้พีเอชของดินและปริมาณแคลเซียมในดินเพิ่มขึ้น และเมื่อพีเอชดินเพิ่มขึ้นทำให้อะลูมิเนียมรูปที่เป็นพิษกับพืชลดลง นอกจากจะลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมโดยวิธีใส่ปุ๋ยแล้ว การใช้ยิปซั่มก็ทำให้ซัลเฟตไอออนจากยิปซั่มทำปฏิกิริยากับอะลูมิเนียมไอออนและเปลี่ยนเป็นรูปอะลูมิเนียมซัลเฟตซึ่งไม่เป็นพิษกับพืช นอกจากนั้นยิปซั่มเป็นสารประกอบที่แตกตัวได้ดีกว่าปูนจึงทำให้ซัลเฟตไอออนถูกชะไปถึงชั้นดินล่าง ทำให้สามารถลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในดินล่างได้ (Toma et al., 1999) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยให้ได้ผลดีจะต้องมีการผสมคลุกเคล้าปุ๋ยกับดินจนเป็นเนื้อเดียวกันซึ่งเป็นข้อจำกัดสำหรับแปลงที่ปลูกไม้ผล เนื่องจากปฏิบัติได้ยากเพราะเป็นการรบกวนระบบราก นอกจากนั้นการใส่ยิปซั่มยังช่วยเพิ่มทั้งปริมาณแคลเซียมและซัลเฟตซึ่งมักขาดแคลนในดินกรดอัลทิซอลส์ ดังนั้นการใส่ยิปซั่มจึงน่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะใช้เพื่อปรับปรุงดินกรดที่ปลูกลองกองรวมทั้งไม้ผลชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันแม้จะมีการแนะนำให้ใช้ปูนรวมทั้งยิปซั่มกับไม้ผลแต่ก็ยังมีข้อมูลสนับสนุนเกี่ยวกับเรื่องนี้น้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทดลองในแปลงเพื่อศึกษาการตอบสนองของไม้ผลต่อปูนและยิปซั่ม จะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลาหลายปี ดังนั้นการทดลองนี้จึงได้ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยและยิปซั่มต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุ

อาหารของต้นกล้าลองกอง และคาดว่าผลการทดลองที่ได้จะเป็นข้อมูลสนับสนุนในการแนะนำการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยกับสวนลองกองและไม้ผลทั่วไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ผลของการใช้ปุ๋ยขาวและยิปซั่มต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารของต้นกล้าลองกอง

เก็บตัวอย่างดินคอกหงส์ (Coarse-loamy, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiodults) เพื่อเป็นตัวแทนของดินกรดที่พบทั่วไปในภาคใต้ โดยเก็บที่ระดับความลึก 0-15 ซม. จากผิวดิน จาก ด.น้ำน้อย อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา แล้วจึงสุ่มแบ่งดินมาประมาณ 1 กก. เพื่อนำไปเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์หาความต้องการปุ๋ย (Dunn's method) ความเป็นกรดเป็นด่าง (อัตราส่วนดิน: น้ำ = 1: 5) อินทรีย์วัตถุ (Walkley-Black method) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II method) และโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ammonium saturation method) ตามคู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช (จำเริญ, 2545) ส่วนดินที่ใช้ปลูกต้นกล้าลองกองนั้นนำไปผึ่งให้แห้งในเรือนทดลองและทุบให้มีขนาดเล็กลงกว่า 1 ซม. และบรรจุดิน 5 กก. ในถุงพลาสติก โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ มี 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยและยิปซั่ม 2) ใส่ปุ๋ยขาว 1.07 กรัม/ดิน 5 กก. เพื่อปรับพีเอชเป็น 5.5 3) ใส่ปุ๋ยขาว 3.33 กรัม/ดิน 5 กก. เพื่อปรับพีเอชเป็น 6.5 และ 4) ใส่ยิปซั่ม 2.49 กรัม/ดิน 5 กก. ผสมปูนหรือยิปซั่มให้เข้ากับดิน เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 80% ของความชื้นสูงสุดที่ดินจะดูดยึดไว้ได้ โดยที่ใส่ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, KCl และ $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ละ 4.84, 3.68, 0.98 และ 0.64 กรัม ตามลำดับ นำดินไปบ่มไว้ในเรือนกระจกประมาณ 1 เดือน แล้วจึงปลูกต้นกล้าลองกองที่มีความสูงประมาณ 20 ซม. หลังจากปลูก 6 เดือน ได้ใส่ธาตุอาหารอัตราครึ่งหนึ่งของที่ใช้ในตอนแรกโดยนำไปละลายน้ำและรดบริเวณโคนต้นลองกอง ศึกษาการเจริญเติบโตของลองกองเป็นเวลา 1 ปี และเก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังปลูกในแต่ละกลางไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดิน บันทึกการเจริญเติบโตของต้นกล้าลองกอง ได้แก่ วัดความสูงของต้น เส้นผ่านศูนย์กลางของ

ต้นที่ความสูง 10 ซม. จากผิวดิน และนับจำนวนใบประกอบ ทุกๆ 4 เดือน เมื่อต้นลงกอนมีอายุได้ 1 ปี ล้างดินออกจากรากด้วยน้ำประปาและตามด้วยน้ำกลั่น แล้วจึงแยกส่วนราก ต้นรวมแกนกลางใบ (rachilla) และใบ นำไปอบหาค่าหนักแห้งที่อุณหภูมิ 70°C บดผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช (mesh) ทำการย่อยตัวอย่างพืชโดยใช้วิธี $H_2SO_4-H_2O_2$ เพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (จำป็น, 2545) และคำนวณหาปริมาณการสะสมของธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของต้นลงกอน

2. ผลของปุ๋ยขาวและปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการดูดโพแทสเซียมและแมกนีเซียมของลงกอน

ปลูกต้นกล้าลงกอนในถุงที่บรรจุดินคอกหงส์สูงๆ ละ 5 กก. โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ และจัดทรีตเมนต์แบบแฟคทอเรียล (2x2 Factorial in completely randomized design) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 การใส่ปุ๋ย (ใส่ปุ๋ยขาว 2.67 กรัม และไม้ใส่) ปัจจัยที่ 2 การใส่โพแทสเซียม (ใส่โพแทสเซียมคลอไรด์ 0.98 กรัม และไม้ใส่) ทั้งนี้ในดินทุกถุงใส่ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยใส่เฉพาะก่อนปลูกและผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน รดน้ำให้ดินมีความชื้นประมาณ 80% ของความชื้นสูงสุดที่ดินจะดูดยึดไว้ได้ ตั้งทิ้งไว้ 1 เดือน จึงปลูกต้นกล้าลงกอน หลังจากปลูกลงกอนได้ 1 ปี ก็ล้างราก และแยกเป็น ราก ต้นรวมแกนกลางใบ และใบ เพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และคำนวณหาปริมาณการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ของต้นกล้าลงกอน

3. ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในใบลงกอน

สุ่มเก็บใบย่อยคู่กลางจากใบประกอบตำแหน่งที่ 2 ในระยะหลังเก็บเกี่ยว จากต้นลงกอน 60 ต้น ในสวนลงกอนของเกษตรกรใน จ.สงขลา ที่มีอายุ 8 ปี โดยเก็บใบจากกิ่งในระดับล่างต้นละ 3-4 กิ่ง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแต่ละต้น แล้วนำไปเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (จำป็น, 2545) และนำค่าที่วิเคราะห์ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation

coefficient: r) ระหว่างของธาตุแคลเซียมและโพแทสเซียม แมกนีเซียมและโพแทสเซียม และแคลเซียมและแมกนีเซียม (กัลยา, 2545)

ผลการทดลอง

1. ผลของการใส่ปุ๋ยและยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารของต้นกล้าลงกอน

สมบัติของดิน การใส่ปุ๋ยขาวอัตรา 1.07 และ 3.33 กรัม/กระถาง ทำให้ดินก่อนปลูกลงกอนมีพีเอช 5.39 และ 6.49 ตามลำดับ ส่วนการใส่ยิปซัมทำให้ดินมีพีเอช 4.21 ซึ่งไม่แตกต่างกับดินในทรีตเมนต์ควบคุม (control) ที่มีค่าพีเอช 4.20 แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยขาวมีพีเอชลดลง (Table 1) ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยขาวทำให้ปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงตามปริมาณปุ๋ยขาวที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่การใส่ยิปซัมลดอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้น้อยกว่าการใส่ปุ๋ยขาว ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในแต่ละทรีตเมนต์ก็ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยและยิปซัมทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าไม้ใส่อย่างชัดเจน แต่ไม่มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ส่วนธาตุอาหารในดินในระยะหลังเก็บเกี่ยวมีค่าต่ำกว่าในระยะก่อนปลูกยกเว้นฟอสฟอรัส

การเจริญเติบโตของลงกอน การใส่ปุ๋ยและยิปซัมไม่ได้ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าลงกอน ได้แก่ ความสูง (Figure 1A) เส้นผ่านศูนย์กลางต้น (Figure 1B) จำนวนใบประกอบ (Figure 1C) ตลอดจนน้ำหนักแห้งของใบ ต้น ราก และน้ำหนักแห้งทั้งหมด (Figure 1D) แตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ไม่ได้ใส่วัสดุตั้งกล่าว โดยที่น้ำหนักแห้งทั้งหมดในทรีตเมนต์ควบคุม ใส่ปุ๋ยขาว 1.17 และ 3.33 กรัม และใส่ยิปซัม 2.49 กรัม มีค่าเท่ากับ 41.25, 35.11, 39.01 และ 43.24 กรัม/ต้น ตามลำดับ (Figure 1D)

ความเข้มข้นของธาตุอาหาร ความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบลงกอนสูงกว่าในรากและในลำต้น ส่วนความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมในรากสูงกว่าในใบ และในลำต้น ในขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนต่างๆ ของลงกอนมีค่าใกล้เคียงกัน (Table 2) การใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม

Table 1. Soil properties before planting and harvesting stage of longkong seedling.

Properties	Stage	Treatment				F-test	LSD 0.05	C.V. (%)
		Control 1.07 g pot ⁻¹	Ca(OH) ₂ 3.33 g pot ⁻¹	Ca(OH) ₂ 2.49 g pot ⁻¹	CaSO ₄			
pH (1:5, soil:water)	Before planting	4.20	5.39*	6.49*	4.21 ^{ns}	**	0.17	2.70
	Harvest	4.71	4.59 ^{ns}	5.23*	4.62 ^{ns}	**	0.33	4.66
Exch. Al (cmol _c kg ⁻¹)	Before planting	0.97	0.67*	0.28*	0.90*	**	0.17	16.57
	Harvest	1.00	0.81*	0.16*	0.77*	**	0.14	13.87
Avai. P (mg kg ⁻¹)	Before planting	16.53	18.83 ^{ns}	14.37 ^{ns}	12.84 ^{ns}	ns	11.07	47.22
	Harvest	58.33	53.68 ^{ns}	75.91 ^{ns}	54.13 ^{ns}	ns	27.45	30.36
Exch. K (cmol _c kg ⁻¹)	Before planting	0.11	0.12 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.13 ^{ns}	ns	0.04	21.93
	Harvest	0.06	0.07 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.05 ^{ns}	ns	0.03	32.16
Exch. Ca (cmol _c kg ⁻¹)	Before planting	0.83	1.48*	2.32*	1.88*	**	0.42	17.27
	Harvest	0.65	1.92*	1.00 ^{ns}	1.64 ^{ns}	*	1.55	59.19
Exch. Mg (cmol _c kg ⁻¹)	Before planting	0.39	0.37 ^{ns}	0.32 ^{ns}	0.44 ^{ns}	ns	0.15	24.56
	Harvest	0.17	0.23 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.18 ^{ns}	ns	0.09	34.59

Remark: **, *, ns indicate significant difference at P≤0.01, P≤0.05 and non-significant difference, respectively.

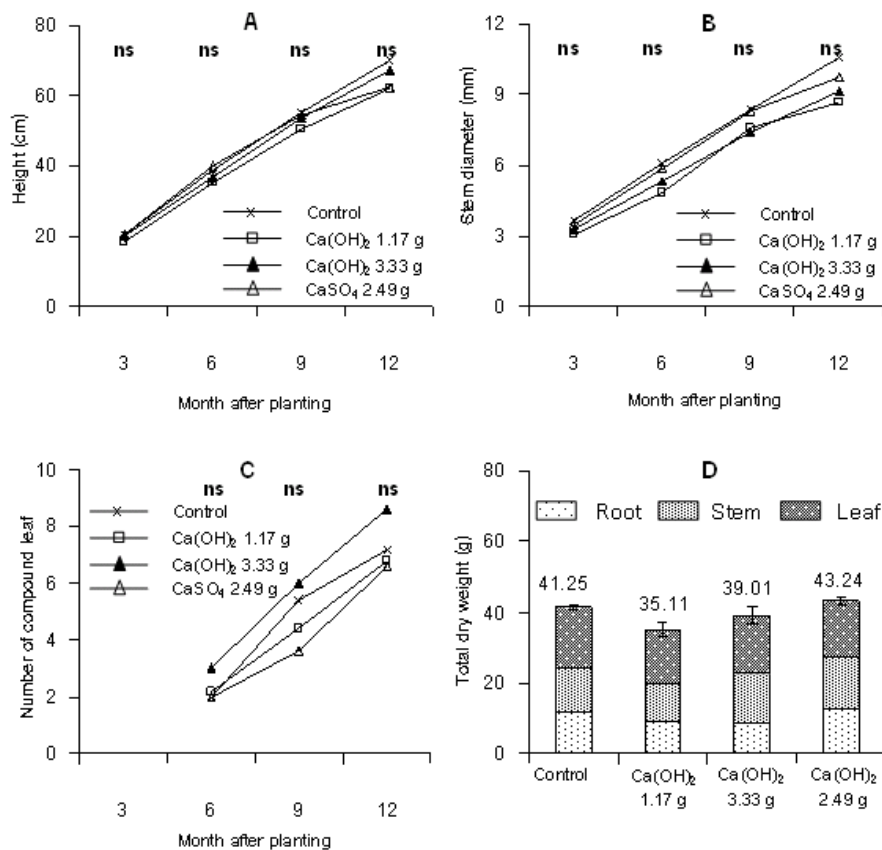


Figure 1. Effect of Ca(OH)₂ and gypsum on the height (A), stem diameter (B), number of compound leaf (C), and dry weight of root, shoot and leaf (D) of longkong seedling. (Average from 5 replicates, ns = non-significant difference)

Table 2. Effect of lime and gypsum on nutrient concentrations in various parts of longkong seedling (experiment 1).

Nutrient	Treatment	Root	Stem	Leaf
N (g kg ⁻¹)	Control	16.17±1.47	7.89±0.75	23.04±1.04
	Ca(OH) ₂ 1.07 g pot ⁻¹	14.28±2.99 ^{ns}	10.58±1.42 ^{ns}	24.96±0.73 ^{ns}
	Ca(OH) ₂ 3.33 g pot ⁻¹	17.62±1.87 ^{ns}	9.24±1.79 ^{ns}	25.10±0.73 ^{ns}
	CaSO ₄ 2.49 g pot ⁻¹	16.56±2.36 ^{ns}	10.71±0.71 ^{ns}	25.37±1.63 ^{ns}
F-test		ns	ns	ns
LSD _{0.05}		7.53	4.21	3.53
C.V. (%)		29.7	29.23	10.20
P (g kg ⁻¹)	Control	2.43±0.30	1.52±0.21	1.90±0.12
	Ca(OH) ₂ 1.07 g pot ⁻¹	2.65±0.30 ^{ns}	1.72±0.14 ^{ns}	1.76±0.05 ^{ns}
	Ca(OH) ₂ 3.33 g pot ⁻¹	2.77±0.08 ^{ns}	2.11±0.09*	2.03±0.14 ^{ns}
	CaSO ₄ 2.49 g pot ⁻¹	2.26±0.26 ^{ns}	1.34±0.14 ^{ns}	1.92±0.09 ^{ns}
F-test		ns	*	ns
LSD _{0.05}		0.35	0.51	0.35
C.V. (%)		22.68	20.31	12.12
K (g kg ⁻¹)	Control	23.05±2.37	8.42±0.84	14.85±0.56
	Ca(OH) ₂ 1.07 g pot ⁻¹	36.92±3.10**	13.52±1.29*	16.48±1.38 ^{ns}
	Ca(OH) ₂ 3.33 g pot ⁻¹	33.01±4.20**	12.29±1.41*	14.90±0.89 ^{ns}
	CaSO ₄ 2.49 g pot ⁻¹	20.10±3.03**	6.98±0.94 ^{ns}	13.27±1.39 ^{ns}
F-test		**	**	ns
LSD _{0.05}		9.95	3.84	3.45
C.V. (%)		25.68	24.86	15.87
Ca (g kg ⁻¹)	Control	9.75±0.73	15.58±2.06	12.78±0.81
	Ca(OH) ₂ 1.07 g pot ⁻¹	15.28±0.84**	19.41±2.27 ^{ns}	17.02±1.57*
	Ca(OH) ₂ 3.33 g pot ⁻¹	20.63±3.07**	29.06±5.99*	24.98±0.59*
	CaSO ₄ 2.49 g pot ⁻¹	11.72±1.19 ^{ns}	14.31±0.85 ^{ns}	17.49 ± 1.37*
F-test		**	*	**
LSD _{0.05}		5.52	11.38	3.52
C.V. (%)		27.1	38.75	13.87
Mg (g kg ⁻¹)	Control	6.28±0.64	1.35±0.12	3.38±0.12
	Ca(OH) ₂ 1.07 g pot ⁻¹	6.68±0.68 ^{ns}	1.60±0.07 ^{ns}	3.55±0.12 ^{ns}
	Ca(OH) ₂ 3.33 g pot ⁻¹	8.39±0.89*	2.03±0.07*	3.35±0.12 ^{ns}
	CaSO ₄ 2.49 g pot ⁻¹	6.50±1.09 ^{ns}	1.78±0.21*	3.05±0.06*
F-test	*	*	**	
LSD _{0.05}		1.59	0.43	0.30
C.V. (%)	15.27	16.98	5.99	

Remark: **, *, ns indicate significant difference at $P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$ and non-significant difference compared with the control, respectively.

และแมกนีเซียมในส่วนราก ต้น และใบลองกองสูงกว่าใส่
ยิปซัมและทรีตเมนต์ควบคุม โดยเฉพาะการใส่ปูนเพิ่มขึ้น
ทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนต่างๆ ของลองกอง

เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยความเข้มข้นของแคลเซียมในทรีต-
เมนต์ควบคุม ใส่ปูนขาว 1.07 และ 3.33 กรัม และใส่ยิปซัม
ในรากเท่ากับ 9.75, 15.28, 20.63 และ 11.72 กรัม กก.⁻¹

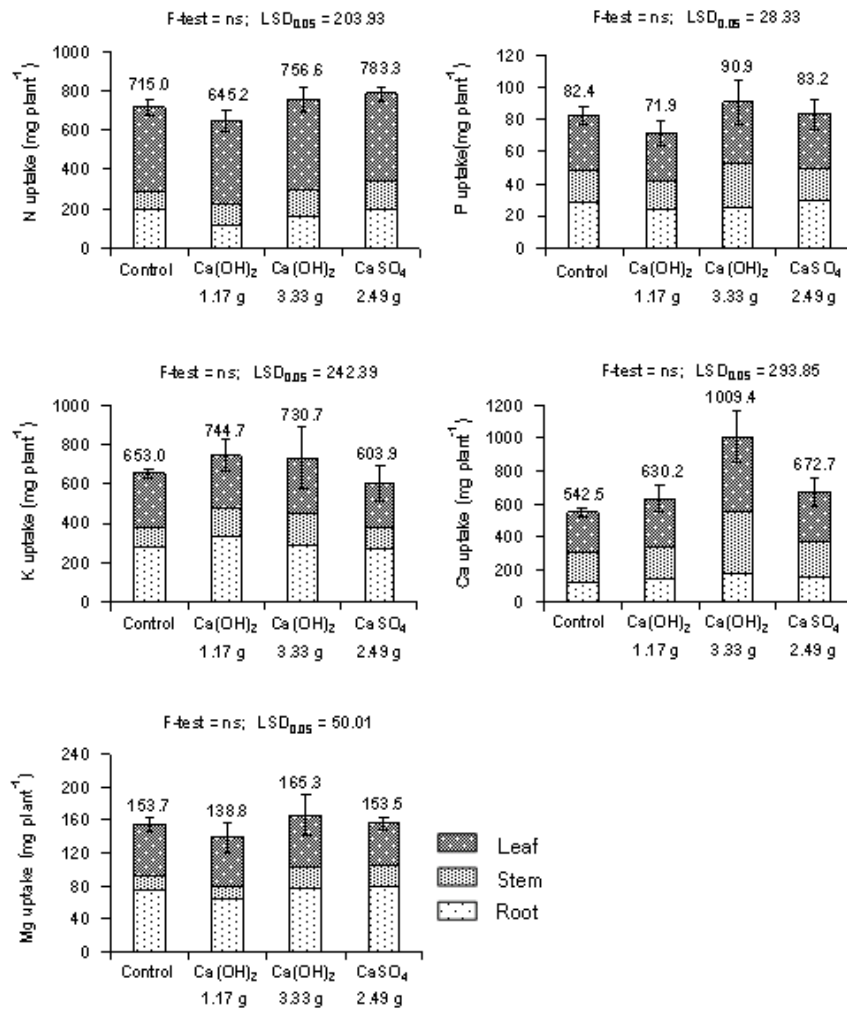


Figure 2. Effect of Ca(OH)₂ and gypsum on nutrient uptake of longkong seedling. (ns = not significant at P ≤ 0.05; LSD_{0.05} = value of least significant difference)

ในต้นเท่ากับ 15.58, 19.41, 29.06 และ 14.31 กรัม กก.⁻¹ และในใบเท่ากับ 12.78, 17.02, 24.98 และ 17.49 กรัม กก.⁻¹ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยขาวและยิปซัมไม่ได้ทำความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆของลองกองแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับทรีตเมนต์ควบคุม (Table 2)

ปริมาณการดูดธาตุอาหาร การใส่ปุ๋ยขาวและยิปซัมทำให้ลองกองดูดธาตุแคลเซียมได้มากขึ้น โดยปริมาณธาตุแคลเซียมทั้งหมดในทรีตเมนต์ควบคุม ใส่ปุ๋ยขาว 1.07 กรัม และ 3.33 กรัม และใส่ยิปซัม มีค่าเท่ากับ 542.5, 630.2,

1009.4 และ 672.7 มก./ต้น ตามลำดับ (Figure 2) อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยขาวและยิปซัมไม่ได้ทำให้ปริมาณการดูดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมของลองกองแตกต่างกันทางสถิติจากทรีตเมนต์ควบคุม

2. ผลของปุ๋ยขาวและปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อการดูดโพแทสเซียมและแมกนีเซียมของลองกอง

ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม การใส่ปุ๋ยขาวทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบของต้นกล้าลองกองลดลง (Figure 3) ส่วนการใส่ปุ๋ย

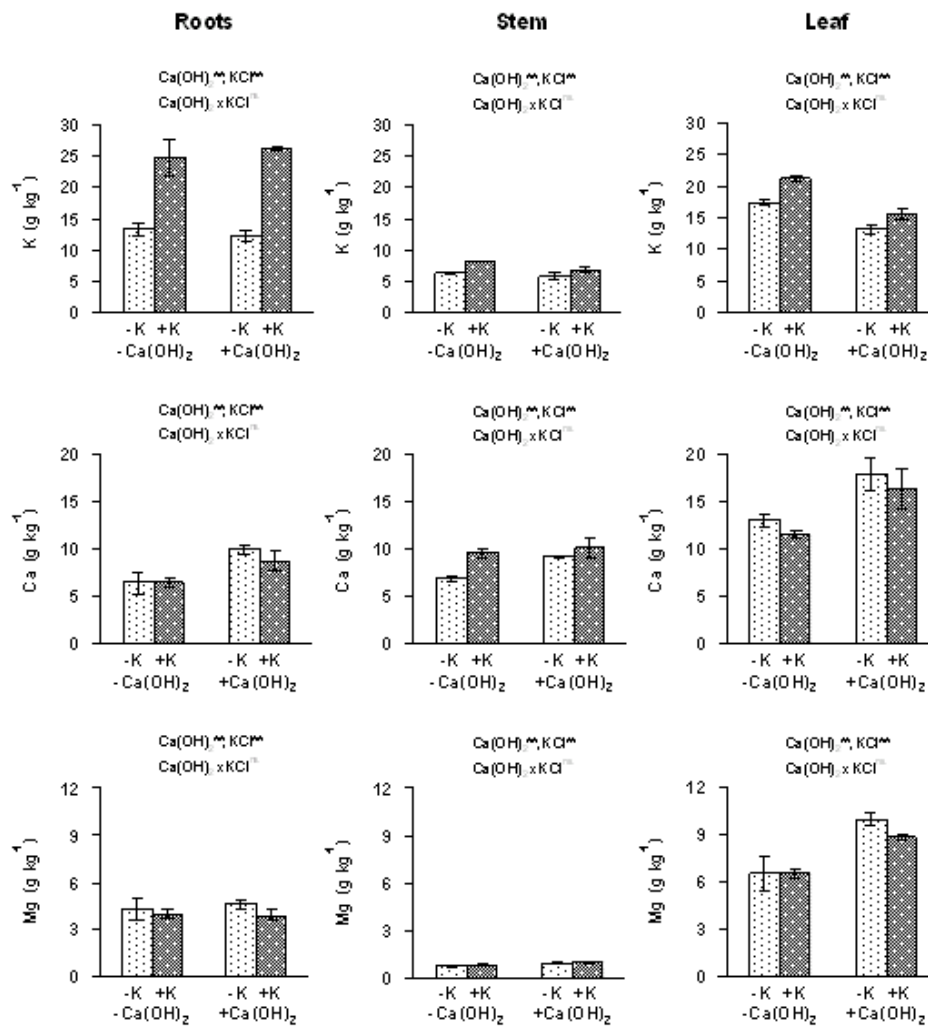


Figure 3. Effect of Ca(OH)₂ and KCl on concentration of nutrients in root, stem, and leaf of longkong seedling. (**, *, ns indicate significant difference at P≤0.01, P≤0.05 and non-significant difference, respectively by the factors of Ca(OH)₂, KCl and Ca(OH)₂ x KCl interaction)

โพแทสเซียมคลอไรด์ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในราก ดิน และใบเพิ่มขึ้น ในขณะที่การใส่ปูนขาวทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนต่างๆ ของต้นกล้าลดลงเพิ่มขึ้น แต่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้แคลเซียมในใบลดลงทั้งๆ ที่ความเข้มข้นแคลเซียมในดินเพิ่มขึ้น และการใส่ปูนขาวทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบและในดินเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันในกรณีของราก ในขณะที่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบและในรากลดลง

ปริมาณการดูดโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม การใส่ปูนทำให้ต้นกล้าของกูดโพแทสเซียมได้ลดลง (P≤0.05) โดยเฉพาะในต้นกล้าที่ไม่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียม โดยเมื่อใส่ปูนขาวทำให้ปริมาณการดูดโพแทสเซียมของต้นกล้าของกูดที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีค่าลดลงจาก 579 เป็น 356 มก./ต้น และในต้นของกูดที่ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมก็ลดลงจาก 863 เป็น 720 มก./ต้น แต่การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้การดูดโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.01) อย่างไรก็ตามการใส่ปูนทำให้การดูด

แคลเซียมและแมกนีเซียมของลองกองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้การดูดแคลเซียมและแมกนีเซียมมีแนวโน้มลดลง (Figure 4)

วิจารณ์

3. ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบลองกอง

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของธาตุอาหารแต่ละคู่ในใบลองกอง พบว่า ในใบที่มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมสูง จะทำให้มีความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมต่ำ โดยค่าสหสัมพันธ์ของแคลเซียมกับโพแทสเซียม และแมกนีเซียมกับโพแทสเซียม เท่ากับ -0.5385^{**} และ -0.6657^{**} ตามลำดับ (Figure 5) ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมมีสหสัมพันธ์เชิงบวก ($r=0.7549^{**}$)

1. ผลการใส่ปุ๋ยขาวและยิปซัมต่อสมบัติของดิน

ชุดดินคองหงส์ซึ่งเป็นดินอันดับอัลทิซอลส์ที่พบทั่วไป ในภาคใต้มีพีเอช 4.20 ซึ่งจัดว่าไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช จึงได้หาความต้องการปุ๋ยโดยใส่ปุ๋ยขาวอัตรา 1.07 และ 3.33 กรัม/ดิน 5 กก. เพื่อปรับพีเอชของดินให้ได้ 5.5 และ 6.5 ซึ่งพบว่าก่อนปลูกพืช หรือหลังใส่ปุ๋ย 1 เดือน ทำให้ดินมีพีเอชเท่ากับ 5.39 และ 6.49 ตามลำดับ แต่เมื่อปลูกลองกองเป็นเวลา 1 ปี พบว่าพีเอชของดินลดลงเป็น 4.59 และ 5.23 ตามลำดับ (Table 1) แสดงว่าแม้จะปล่อยให้ปุ๋ยขาวทำปฏิกิริยากับกรดนาน 1 เดือนแล้ว แต่ยังคงเกิดปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์ ในช่วงแรกนั้นอาจจะมีเฉพาะกรดที่อยู่

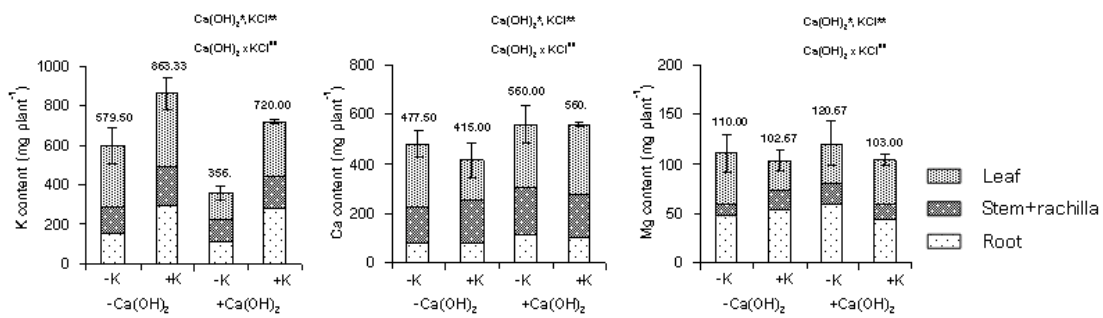


Figure 4. Effect of Ca(OH)₂ and potash fertilizer on K, Ca and Mg uptake in leaf, stem+rachilla and roots of longkong seedling.

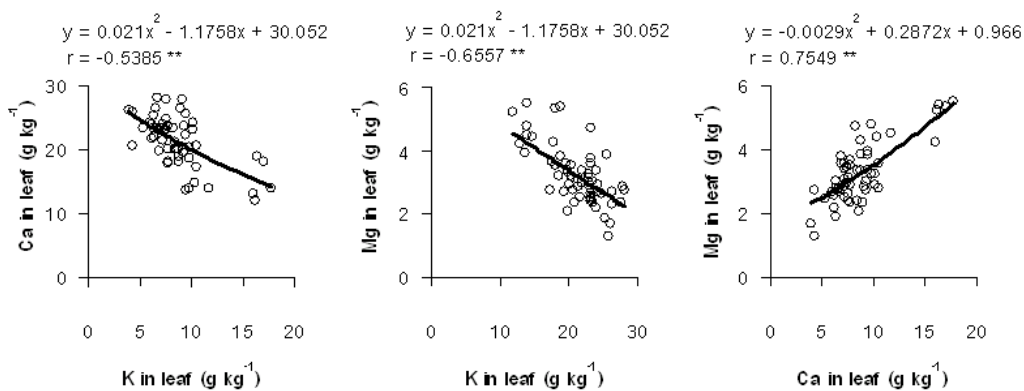


Figure 5. Relationship between Ca and K, Mg and K, and Ca and Mg in longkong leaf. (** = significant at $P \leq 0.01$)

ในสารละลายดิน (active acidity) และที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable acidity) เท่านั้นที่ทำปฏิกิริยากับปูน แต่หลังจากนั้นก็อาจจะมีการตกค้าง (residual acidity) ถูกปลดปล่อยออกมาจึงทำให้ดินมีพีเอชลดลงอีก ดังนั้นค่าความต้องการปูนที่วิเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการนั้น เมื่อนำไปใช้ในสภาพสนามแล้วอาจจะไม่ได้พีเอชตามที่ต้องการ

พีเอชที่เหมาะสมของดินสำหรับการปลูกพืชควรมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-7.0 อย่างไรก็ตามการใส่ปูนเพื่อปรับพีเอชดินแค่ 5.6 และลดอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ให้เหลือน้อยกว่าร้อยละ 10 ของค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ก็สามารถขจัดปัญหาเกี่ยวกับความเป็นกรดต่างของดินต่อการปลูกพืชได้ การใส่ปูนในดินอันดับอัลทิซอลส์และออกซิซอลส์ให้มีพีเอชสูงถึง 7 จะลดความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสและธาตุอาหารจุลภาคได้ (Havlin *et al.*, 1999) และการใส่ปูนให้กับสวนไม้ผลไม่สามารถจะผสมคลุกปูนให้เข้ากับดินได้ แต่ต้องใส่โดยการหว่านซึ่งอาจทำให้น้ำดินมีสภาพเกินปูนได้ง่าย และทำให้ลดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารจุลภาค (Brady and Weil, 2002; Havlin *et al.*, 1999) และจากการปลูกถั่วหรั่งและถั่วพริ้วเป็นปุ๋ยพืชสดในชุดดินวิสัยซึ่งเป็นดินอัลทิซอลส์ที่ปรับให้ดินมีพีเอชต่างๆ กัน พบว่าเมื่อดินมีพีเอชสูงกว่า 5.8 ทำให้น้ำหนักสดของถั่วทั้งสองชนิดลดลง และพีเอชที่ 5.4-5.8 ทำให้ถั่วหรั่งและถั่วพริ้วเจริญเติบโตและให้มวลชีวภาพสูงสุด (อุษา, 2546) ดังนั้นการใส่ปูนในสวนไม้ผลควรปรับพีเอชให้อยู่ในช่วงที่ธาตุอาหารส่วนใหญ่เป็นประโยชน์สูงสุด คือ 5.5-6.5 โดยเฉพาะในดินอันดับอัลทิซอลส์และออกซิซอลส์แม้ปรับพีเอชแค่ 6.0 ก็ทำให้เกิดสภาพเกินปูนได้ (Brady and Weil, 2002) และควรมีการแบ่งใส่หลายครั้ง

ดินกรดเขตร้อนโดยทั่วไป มีปริมาณฟอสฟอรัส โปแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ และมักมีปัญหาความเป็นพิษของอะลูมิเนียม (Brady and Weil, 2002; Havlin *et al.*, 1999) โดยสภาพที่ดินเป็นกรดทำให้อะลูมิเนียมละลายออกมามากจนเป็นพิษกับพืชและลดการดูดแคลเซียมและแมกนีเซียม (Havlin *et al.*, 1999) รูปของอะลูมิเนียมที่เป็นพิษกับพืชคือ อะลูมิเนียมไอออน (Al^{3+}) ซึ่งมีมากในดินที่มีพีเอชต่ำกว่า 4.7 และโมโนไฮดรอกโซอะลูมิเนียมไอออน ($AlOH^{2+}$) ซึ่งพบมากเมื่อพีเอช 4.5 และเป็นพิษรุนแรงกว่า Al^{3+} (Mengel and Kirkby, 1987)

จากการทดลองนี้ พบว่า การใส่ปูนทำให้ปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลงตามพีเอชที่เพิ่มขึ้น (Table 1) ทั้งนี้เพราะเมื่อพีเอชสูงขึ้นอะลูมิเนียมจะทำปฏิกิริยากับไฮดรอกไซด์ไอออนที่ได้จากปูนเกิดเป็นไดไฮดรอกโซอะลูมิเนียมไอออน ($Al(OH)_2^+$) โดยที่พีเอช 4.7-6.5 อะลูมิเนียมไอออนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปนี้ และถ้าพีเอช 6.5-8.0 อะลูมิเนียมไอออนก็จะตกตะกอนอยู่ในรูปของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์เป็นส่วนใหญ่ (Sparks, 1995) นอกจากนั้นการใส่ปูนขาวเป็นการเพิ่มแคลเซียมให้กับดินจึงช่วยแก้ปัญหาในดินที่มีแคลเซียมต่ำได้โดยตรง

เป็นที่น่าสังเกตว่า ปริมาณแคลเซียม โปแทสเซียม และแมกนีเซียมในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองต่ำกว่าก่อนปลูกพืช ทั้งนี้ น่าจะเกิดจากลองกองดูดธาตุอาหารดังกล่าวไปใช้เป็นปริมาณมาก อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์หลังการทดลองมีค่าสูงกว่าก่อนทดลองมากเพราะได้เติมฟอสฟอรัสลงไปเช่นเดียวกรณีของโปแทสเซียม และแมกนีเซียม แต่เนื่องจากฟอสฟอรัสถูกพืชดูดไปใช้น้อยจึงสะสมอยู่ในดินเช่นเดียวกับที่พบในสวนลองกอง (จำเริญ และคณะ, 2547) ทูเรียน (สุมิตรา และคณะ, 2545) และลำไย (ยุทธนา และคณะ, 2543)

ส่วนการใส่ยิปซัมไม่ได้ทำให้พีเอชของดินทั้งก่อนและหลังการทดลองแตกต่างไปจากทรีตเมนต์ควบคุม (Table 1) แต่การใส่ยิปซัมก็ทำให้อะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลง ทั้งนี้ อาจเกิดจากยิปซัมทำปฏิกิริยากับออกไซด์ หรือไฮดรอกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม รวมทั้งแร่เคโอลินต์ ทำให้มีไฮดรอกไซด์ไอออนเกิดขึ้นซึ่งเรียกว่าเกิด self-liming และไฮดรอกไซด์ไอออนที่เกิดขึ้นนี้จะตกตะกอนกับอะลูมิเนียมไอออน นอกจากนั้นอะลูมิเนียมไอออนยังทำปฏิกิริยากับซัลเฟตไอออนจากยิปซัมได้เป็น ซัลฟาโทอะลูมิเนียมไอออน ($AlSO_4^+$) ซึ่งเป็นพิษน้อยกว่า Al^{3+} (Shainberg *et al.*, 1989) และ $AlOH^{2+}$ และจากการศึกษาพิษของอะลูมิเนียมกับต้นกล้ากาแฟที่ปลูกในสารละลายที่มีอะลูมิเนียมรูปต่างๆ พบว่า Al^{3+} และ $AlOH^{2+}$ ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟลดลงชัดเจน แต่ไม่พบว่า $AlSO_4^+$ ทำให้ต้นกล้ากาแฟเจริญเติบโตลดลง (Pavan and Bingham, 1982)

การใส่ปูนทำให้พีเอชของดินเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงตามพีเอชที่สูงขึ้นตามกับอัตราปูนที่เพิ่มขึ้น ส่วนการใส่ยิปซัมแม้จะมีผลต่อการเปลี่ยน

แปลงพืชของดินน้อยมาก แต่ก็ทำให้ปริมาณอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลง (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับที่เคยมีการทดลองในสภาพสนาม ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยขาวทำให้เพิ่มพืชของดินกรดที่ตอนในภาคใต้และลดอะลูมิเนียมในดินบนได้ แต่การใช้ยิปซัมช่วยลดอะลูมิเนียมในดินล่างได้ด้วยและทำให้ระดับของแคลเซียมและกำมะถันถูกชะลงไปได้ลึกถึง 60 ซม. (Maneepong *et al.*, 1998) นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าในระยะยาวการใช้ยิปซัมทำให้แคลเซียมและกำมะถันถูกชะลงไปในดินได้ลึกถึง 80 ซม. ทำให้อะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงแต่มีผลต่อพืชของดินน้อยมาก และพบว่ามีผลทำให้ผลผลิตของข้าวโพดและถั่วอัลฟาฟาเพิ่มขึ้น (Toma *et al.*, 1999)

2. การใช้ปุ๋ยขาวและยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารของต้นกล้าลองกอง

การใช้ปุ๋ยขาวและยิปซัมไม่ได้ทำให้การเจริญเติบโตของลองกองแตกต่างไปจากที่รีดเมนต์ควบคุม (Figure 1) แต่ก็ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในพืชเพิ่มขึ้น (Table 2) โดยเฉพาะแคลเซียมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อใช้ปุ๋ยขาว ในขณะที่ที่รีดเมนต์ที่ใส่ยิปซัมให้ดินได้รับแคลเซียมเท่ากับใช้ปุ๋ยขาว 1.07 กรัม แต่การดูดแคลเซียมก็ยังน้อยกว่าทั้งๆ ที่แคลเซียมในดินก็มีค่าใกล้เคียงกัน (Table 1) แสดงว่าอะลูมิเนียม ($0.90 \text{ cmol kg}^{-1}$) ในที่รีดเมนต์ที่ใส่ยิปซัมอาจจะเป็นปัจจัยที่จำกัดการดูดธาตุแคลเซียมรวมทั้งโพแทสเซียมและแมกนีเซียม (Table 2) เช่นเดียวกับในที่รีดเมนต์ควบคุม ($0.97 \text{ cmol kg}^{-1}$) โดยปัญหาความเป็นพิษของอะลูมิเนียมพบได้ทั่วไปในดินกรดที่มีพีเอชต่ำกว่า 5.0-5.5 ซึ่งทำให้อะลูมิเนียมละลายออกมาจากรอบการแบ่งเซลล์และขัดขวางการดูดและการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารของราก (Havlin *et al.*, 1999) จากการศึกษาผลของอะลูมิเนียมต่อการดูดธาตุอาหารของต้นกล้ากาแฟที่ปลูกในสารละลาย ก็พบว่าความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส สังกะสี และไนโตรเจนในกาแฟลดลงตามระดับอะลูมิเนียมที่เพิ่มขึ้น และทำให้น้ำหนักแห้งต้นกาแฟลดลงมาก (Pavan and Bingham, 1982) แต่จากการทดลองนี้ แม้การใช้ปุ๋ยขาวสามารถลดปริมาณอะลูมิเนียมลงได้มาก และทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชเพิ่มขึ้น แต่ก็ไม่ได้ทำให้รากและต้นลองกองโดยรวมเจริญเติบโตดีขึ้น แสดง

ว่าระดับธาตุอาหารที่ลองกองได้รับจากการเติมลงไปนั้นเพียงพอแล้ว แต่การปรับปรุงดินเพื่อลดปริมาณอะลูมิเนียมและทำให้ลองกองดูดธาตุอาหารได้ดีขึ้น อาจจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของลองกองอย่างชัดเจน ในดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำซึ่งพบทั่วไปในภาคใต้ (จำเป็น และคณะ, 2547)

3. ความสัมพันธ์ของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในลองกอง

เมื่อพืชได้รับโพแทสเซียมในปริมาณสูง ทำให้พืชขาดแมกนีเซียม และแคลเซียมได้ และถ้าแคลเซียมสูงเกินไปก็ทำให้พืชขาดแมกนีเซียมหรือโพแทสเซียมได้เช่นกัน (Jones, 1998) และจากการทดลองในครั้งนี้พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้ปริมาณการดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียมของลองกองมีแนวโน้มลดลง (Figure 4) แต่ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมในลองกองลดลง (Figure 3) ในขณะเดียวกันก็พบว่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบลองกองมีความผกผันกับแคลเซียมและแมกนีเซียม (Figure 5) ซึ่งสอดคล้องกับที่พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมทำให้การดูดโพแทสเซียมของลองกองลดลง (อรพิน, 2549) นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงความสัมพันธ์แบบผกผันของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในปาล์มน้ำมัน (สุนีย์ และคณะ, 2540) ลักษณะเช่นนี้ได้ อธิบายว่าการดูดธาตุดังกล่าวใช้โปรตีนที่เป็นตัวนำแคตไอออน (carrier) ชนิดเดียวกัน เมื่อมีแคตไอออนตัวใดมากจึงขัดขวางการดูดและเคลื่อนย้ายแคตไอออนตัวอื่น ดังนั้นการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมสูงเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตในระยะติดผลจะต้องระมัดระวังไม่ให้มากเกินไป เพราะนอกจากจะไม่เกิดประโยชน์แล้วยังทำให้ลดการดูดและบทบาททางสรีระของแคลเซียมและแมกนีเซียมได้ (ยงยุทธ, 2543) ในกรณีของดินปลูกลองกองซึ่งมีธาตุดังกล่าวต่ำ (จำเป็น และคณะ, 2547) อาจจะต้องเพิ่มแคลเซียมและแมกนีเซียมให้กับดินบ้าง โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยโดโลไมต์ซึ่งนอกจากจะลดอะลูมิเนียมแล้วยังช่วยเพิ่มทั้งแคลเซียมและแมกนีเซียมได้ด้วย

การใช้ปุ๋ยขาวทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบลองกองลดลง (Figure 3) เช่นเดียวกับปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมของลองกอง (Figure 4) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม แต่ในสภาพที่ลองกองได้รับโพแทสเซียม การใช้ปุ๋ยขาวมีผลต่อการดูดโพแทสเซียมไม่

ชัดเจน ทั้งนี้การใส่ปูนขาวช่วยลดปริมาณอะลูมิเนียมในดิน จึงอาจจะช่วยให้รากลองกองดูดธาตุโพแทสเซียมได้เพิ่มขึ้น แต่ขณะเดียวกันแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นก็ยับยั้งการดูดโพแทสเซียมได้ อย่างไรก็ตามพบว่า การใส่ปูนทำให้ความเข้มข้น (Figure 3) และปริมาณการดูดใช้แมกนีเซียมของต้นลองกอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Figure 4) ซึ่งน่าจะเป็นอิทธิพลจากอะลูมิเนียมที่ลดลงตามปริมาณปูนหรือระดับแคลเซียมในดิน (Table 1) และผลการทดลองในกระถางนี้สอดคล้องกับในสภาพแปลงปลูกที่พบว่าความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมในใบลองกองมีความสัมพันธ์กันโดยตรง (Figure 5) เช่นเดียวกับที่พบในลำไย (ยุทธนา และคณะ, 2543)

สรุปและข้อเสนอแนะ

การใส่ปูนขาวสามารถลดปริมาณอะลูมิเนียมในดินได้ดีกว่าการใส่ยิปซัม ทั้งนี้การใส่ปูนขาวและยิปซัมไม่ได้ทำให้ต้นกล้าลองกองมีการเจริญเติบโตดีขึ้น แต่มีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในลองกองเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการใส่ปูนในดินมีโพแทสเซียมต่ำทำให้ลองกองดูดโพแทสเซียมได้ลดลง และการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ก็ทำให้ลองกองดูดแคลเซียมและแมกนีเซียมลดลงเช่นกัน ในการปรับปรุงดินกรดในสวนลองกองควรใส่ปูนเพื่อปรับพีเอชประมาณ 5.5 โดยควรจะใช้ปูนโดโลไมต์แทนปูนขาว เพราะนอกจากจะช่วยลดปริมาณอะลูมิเนียมแล้วยังช่วยเพิ่มทั้งปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมให้กับดิน ส่วนการใส่ยิปซัมนั้นก็จะมีประโยชน์ในการลดอะลูมิเนียมในดินต่ำในระยะยาว ซึ่งควรจะทำการทดลองในสวนลองกองต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2545-2547

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2545. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. จำเป็น อ่อนทอง สุรชาติ เพชรแก้ว สายใจ กิมสงวน มงคล

แช่หลิม และจรัสศรี นวลศรี. 2547. ความต้องการธาตุอาหารของลองกองและการจัดการโดยใช้ผลการวิเคราะห์ดินและธาตุอาหารในใบ. ใน เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง การวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้. ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 24 มีนาคม 2547 หน้า 7-1 - 7-24.

จำเป็น อ่อนทอง. 2545. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัยรัตน์ นิลนนท์ วิเชียร จากุภจน์ วรธนา เลี้ยววาริณ และสุภาณี ยงค์. 2538. สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกมังคุดบางชนิดในภาคใต้ของประเทศไทย. ว.สงขลานครินทร์ 17: 381-391.

ยงยุทธ โอสดสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุทธนา เชาสุเมรุ ชิติ ศรีคนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2543. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการแก้ไขปัญหาดินโทรมของลำไย: ความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดินและต้นลำไยกับการแสดงอาการต้นโทรม. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง.

สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์ ภิญญไธ มีเดช สุรกิตติ ศรีกุล และชาย โฆรวีส. 2540. ผลของธาตุ N, P, K และ Mg ต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. ว. ดินและปุ๋ย 19: 171-189.

สมิตรา กูว์โรตม นกุล ถวิลถึง สมพิศ ไม้เรียง พิมล เกษสยาม และจิรพงษ์ ประสิทธิ์เชตร. 2545. การสร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน: 1. วิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบ. ว.วิทย์. กษ. 33: 269-278.

อรพิน ประพฤติดี. 2549. ผลของปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการพัฒนาของผลและคุณภาพผลผลิตลองกอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุษา ศรีใส. 2546. สภาพกรดต่างของดินที่เหมาะสมต่อมวลชีวภาพและการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนของถั่วหรั่งและถั่วพรางที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอิบ เขียวรัตน์. 2533. ดินของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- Brady, N.C. and Weil, R.R. 2002. The Nature and Properties of Soils. 13th ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. 1999. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Jones, J.B., Jr. 1998. Plant Nutrition Manual. Boca Raton: CRC Press.
- Maneepong, S., Nilnond, C., Onthong, J., Roland, P., and Didier, B. 1998. Effect of lime and gypsum on alleviation of upland acid soil infertility in Southern Thailand. Proceeding 16th World Congress of Soil Science. Montpellier, France, 20-26 August 1998 (CD-ROM).
- Mengel, K. and Kirkby, E.A. 1987. Principles of Plant Nutrition. Worblaufen-Bern: International Potash Institute.
- Pavan, M.A. and Bingham, F.T. 1982. Toxicity of aluminum to coffee seedlings grown in nutrient solution. Soil Sci. Am. J. 46: 993-997.
- Shainberg, I., Sumner, M.E., Miller, W.P., Farina, M.P.W., Pavan, M.A. and Fey, M.V. 1989. Use of gypsum on soils: A Review. Advance in Soil Science, Volume 9. New York: Springer-Verlag.
- Sparks, D.L. 1995. Environmental Soil Chemistry. San Diego: Academic Press.
- Toma, M., Sumner, M.E., Weeks, G. and Saigusa, M. 1999. Long-term effect of gypsum on crop yield and subsoil chemical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 39: 891-895.