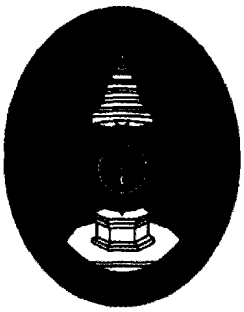

การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดเป็นด่าง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และจุลธาตุ ภายหลังใส่ปูนแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในดินกรดจัด

อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์* และ โรส เจ๊ะแวมาเจ*

บทคัดย่อ

ดินกรดจัดสามารถปรับปรุงให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง pH ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และจุลธาตุเมื่อใส่ปูนแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในดินกรดจัดชุดดินมูโน๊ะซึ่งมีเนื้อละเอียด และชุดดินตันไทรซึ่งมีเนื้อปานกลางถึงหยาบ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง แต่ละสิ่งทดลองทำ 3 ซ้ำ คือ ไม่ใส่ปูน ใส่ปูน ¼ ของความต้องการปูนเพื่อปรับ pH เป็นกลาง ใส่ปูน ½ ของความต้องการปูนเพื่อปรับ pH เป็นกลาง ใส่ปูนตามความต้องการปูนเพื่อปรับ pH เป็นกลาง และใส่ปูน 1½ ของความต้องการปูนเพื่อปรับ pH เป็นกลาง จากนั้นทำการตรวจวัด pH ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เหล็ก แมงกานีส และทองแดงที่สกัดได้เมื่อครบกำหนด 40 80 และ 120 วัน ผลปรากฏว่าตัวอย่างดินชุดดินมูโน๊ะมี pH เพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปูน แต่ไม่เป็นไปตามค่าที่คาดหวัง ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อใส่ปูนเพื่อปรับ pH เป็นกลาง แมงกานีสเพิ่มขึ้นถ้าใส่ปูนไม่เกิน pH คาดหวังเป็นกลาง แต่เมื่อใส่ปูนมากขึ้นแมงกานีสกลับลดลง และทองแดงลดลงเมื่อใส่ปูน ส่วนการเปลี่ยนแปลงของ pH ฟอสฟอรัส เหล็ก และทองแดงของตัวอย่างดินชุดดินตันไทรเป็นไปในทำนองเดียวกับตัวอย่างดินชุดดินมูโน๊ะ แต่ฟอสฟอรัส มีปริมาณสูงที่สุดเมื่อใส่ปูนเพียง ½ ของการปรับ pH เป็นกลาง ส่วนแมงกานีส ลดลงเมื่อใส่ปูนในทุกระดับ ตัวอย่างดินชุดดินมูโน๊ะเมื่อใส่ปูนในทุกระดับทำให้ pH สูงกว่าไม่ใส่ปูน ($p < 0.01$) ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น เมื่อใส่ปูน เพิ่มจนถึงระดับคาดหวัง pH เป็นกลาง ($p < 0.01$) เหล็ก แมงกานีส และทองแดงลดลงเมื่อใส่ปูน ($p < 0.01$) ตัวอย่างดินชุดดินตันไทรมีฟอสฟอรัสสูงขึ้นเมื่อใส่ปูนไม่เกิน ½ ของการปรับ pH เป็นกลาง ($p < 0.01$) ส่วน pH เหล็ก แมงกานีส และทองแดงให้ผลในทำนองเดียวกัน กับตัวอย่างดินชุดดินมูโน๊ะ จะเห็นว่า การใส่ปูนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะดิน น่าจะเกิดประโยชน์ต่อการนำข้อมูลไปใช้ในการ พิจารณาปรับปรุงดินกรดจัด

คำสำคัญ : ดินกรดจัด การเติมปูน แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ความเป็นกรดเป็นด่าง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ จุลธาตุ

*คณะวิทยาศาตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Changes of pH, Available Phosphorus, and Trace Element after Calcium Hydroxide Liming of Acid Sulphate Soil

Issariyaporn Damrongrak* and Rose Chelewamacha*

ABSTRACT

Acid sulphate soil can be improved for plant growth. The objective of this research is to study the changes of pH, available phosphorus and trace elements after calcium hydroxide liming of Moo Nho [Sulfic endoaquepts, fine, mixed, acid] and Thon Sai [Sulfic (tropic) fluvaquents, fine-loam, mixed, acid] soil series samples. Five treatments and 3 replications ; Unlime, 1/4 liming of lime requirement (L.R.) for pH = 7, 1/2 liming of L.R. for pH = 7, liming of L.R. for pH = 7 and 1 ½ liming of L.R. for pH = 7 were conducted by completely randomized design. pH, P, Fe, Mn and Cu were determined after 40, 80 and 120 days of incubation. The results showed that in Moo Nho soil series samples the increasing pH was varied to the liming quantity. However, It did not reach the expected pH value. The highest P appeared on the treatment of liming adjustment to neutral. Mn increase in the treatment of liming lower than neutral. But, its quantity was reduced in the treatment of over liming. Cu was decreased after liming. Changes of pH, P, Fe and Cu in Thon Sai soil series samples were similar to Moo Nho soil series ones. However, the highest of available P occurred in the treatment of ½ liming for L.R. = 7. Where as, Mn was decreased by the rate of liming. Every level of liming increased pH of Moo Nho soil series sample ($p < 0.01$). Mn and Cu were decreased after liming for neutral and heigher ($p < 0.01$). For Thon Sai soil series samples, P was increasing after liming in the rate up to ½ liming for pH = 7. Where as, pH, Fe, Mn and Cu gave the similar results to Moo Nho soil series samples. Thus, liming is a useful mean for adjusting the soil properties suitable for propagation.

Keywords : Acid sulphate soil Liming Calcium hydroxide pH Available phosphorus Trace element

*Faculty of Sciences, Technology and Agriculture Yala Rajabhat University

บทนำ

ดินกรดหรือดินเปรี้ยวมี H^+ หรือ Al^{3+} ทั้งที่ดูดยึดอยู่ที่ผิวของ colloid ดิน และละลายอยู่ในสารละลายดินเป็นปริมาณมากจึงทำให้มีค่า pH ต่ำ (1) และถ้ามีค่า pH ต่ำกว่า 5.5 มักทำให้พืชเจริญเติบโตช้าและผลผลิตต่ำ (2) สำหรับดินกรดจัดมักมีค่า pH ต่ำกว่า 4.0 ซึ่งจัดเป็นดินที่มีปัญหาชนิดหนึ่ง (3) ความเป็นกรดของดินเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น จากการชะละลายไอออนประจุบวกที่เป็นด่างโดยน้ำฝนหรือการให้น้ำชลประทานมากเกินพอ การแทนที่ของ H^+ จากการแตกตัวของกรด H_2CO_3 ซึ่งเกิดจากน้ำทำปฏิกิริยากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน จากการแลกเปลี่ยนของ H^+ กับประจุบวกที่เป็นด่าง เช่น K^+ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ในกระบวนดูดธาตุอาหารของพืช จากการเกิดกรดอินทรีย์ในขณะย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ จากการใช้ปุ๋ยเคมีที่ให้ผลตกค้างเป็นกรด เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และปุ๋ยยูเรีย และเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบไพไรต์และออกซิเจนได้กรดซัลฟิวริกซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดดินกรดจัดหรือดินเปรี้ยวจัด (1,4-7)

ดินเปรี้ยวจัดกระจายในประเทศไทยอยู่ในแถบที่ราบลุ่มภาคกลาง เช่น ปทุมธานี นครนายก ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และบางส่วนของจังหวัดสระบุรี อยุธยา นครปฐม และสุพรรณบุรี รวมพื้นที่ประมาณ 5.6 ล้านไร่ นอกจากนี้ยังกระจายอยู่ตามชายฝั่งทะเลทั้งภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทยอีกประมาณ 3.8 ล้านไร่ (8) พื้นที่ดังกล่าวเคยได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลมาก่อน มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตะกอนน้ำทะเลหรือตะกอนน้ำกร่อย ตัวอย่างชุดดินที่มีลักษณะเป็นกรดจัด เช่น ชุดดินเสนา ชุดดินธัญบุรี ชุดดินองครักษ์ และชุดดินรังสิต สำหรับในภาคใต้ดินประเภทดังกล่าวพบมากที่จังหวัดนราธิวาส เช่น ชุดดินระแงะ ชุดดินมูโน๊ะ และชุดดินต้นไทร (9) ซึ่งพบบริเวณพื้นที่ดินพรุ ดินดังกล่าวมักพบสารประกอบ jarosite ภายในหน้าตัดลักษณะเป็นจุดประสีเหลืองฟางข้าวล้วนแต่มี pH ต่ำ ซึ่งการที่ดินมี pH ต่ำเกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช โดยปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และประจุบวกที่เป็นด่างมีปริมาณน้อยจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ส่วนจุลธาตุต่างๆ เช่น เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงละลายออกมามาก จนอาจเป็นพิษต่อพืชได้ รวมทั้งอลูมิเนียมซึ่งไม่ได้เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชก็ละลายออกมาในปริมาณมากเช่นเดียวกัน (1,4-7)

ดินที่เป็นกรดสามารถปรับ pH ให้สูงขึ้นได้โดยการเติมปูน ซึ่งปูนมีหลายชนิด เช่น ปูนเผา (CaO) ปูนขาว [$Ca(OH)_2$] หินฝุ่น ($CaCO_3$) และปูนมาร์ล ประโยชน์ของการใส่ปูนนอกเหนือจากช่วยยกระดับ pH ของดินแล้วยังเป็นการเพิ่ม Ca หรือเพิ่มทั้ง Ca และ Mg ถ้าใช้ปูนโดโลไมต์ และช่วยทำให้โครงสร้างดินดีขึ้น (4) สำหรับระดับ pH ดินที่ให้ผลผลิตพืชสูงสุดขึ้นกับทั้งชนิดดินและชนิดพืช (10)

ปริมาณปูนที่ต้องใส่เพื่อปรับ pH ของดินโดยทั่วไปได้จากการวิเคราะห์ความต้องการปูนในห้องปฏิบัติการซึ่งมีหลายวิธี (11) แต่ปริมาณปูนที่คำนวณได้หลังจากวิเคราะห์ความต้องการปูนเมื่อนำไปใช้จริงยังไม่ทราบแน่ชัดว่าจะสามารถปรับ pH ได้ตามที่คาดหวังหรือไม่ รวมทั้งเมื่อใส่ปูนในระดับต่างๆ แล้วทำให้ค่า pH ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และจุลธาตุในรูปที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ในดินแต่ละชนิดเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงไร โดยเฉพาะเมื่อมีลักษณะเนื้อดินแตกต่างกัน และการหมักปูนไว้ในระยะเวลาต่างๆ

จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด จึงได้ทำการทดลองในดินกรดจัดที่มีลักษณะเนื้อแดกต่างกัน คือตัวอย่างดินชุดดินมูโน๊ะซึ่งมีเนื้อละเอียด และตัวอย่างดินชุดดินต้นไทรซึ่งมีเนื้อปานกลางถึงหยาบ ผลปรากฏว่าการใส่ปูนขาวช่วยปรับสภาพของดินกรดจัดได้

วิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการทดลอง ทำโดยเก็บตัวอย่างดินกรดจัด 2 ชุดดินคือชุดดินมูโน๊ะซึ่งเป็นดินเนื้อละเอียด [Sulfic Endoaquepts, fine, mixed, acid] และชุดดินต้นไทรซึ่งเป็นดินเนื้อปานกลางถึงหยาบ [Sulfic (tropic) Fluvaquents, fine-loam, mixed, acid] (12) บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนราธิวาส เก็บตัวอย่างในระดับดินบนความลึกประมาณ 15 centimeters นำมาผึ่งลมจนแห้ง บด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 milimeters หาความต้องการปูนโดยใส่สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณต่างๆ บ่มไว้เป็นเวลา 4 วัน ทำการวัด pH แล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง pH และปริมาณปูน หาปริมาณความจุในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) เพื่อประมาณการให้น้ำในระดับความจุความชื้นสนาม (field capacity) โดยใช้หลักว่าความจุความชื้นสนามมีค่าใกล้เคียงกับ ½ ของความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน นำค่าความต้องการปูนมากำหนดปริมาณปูนที่ต้องใส่ในแต่ละสิ่งทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

T1 = ไม่ใส่ปูน

T2 = ใส่ปูน ¼ ของความต้องการปูนเพื่อปรับ pH ให้เป็นกลาง

T3 = ใส่ปูน ½ ของความต้องการปูนเพื่อปรับ pH ให้เป็นกลาง

T4 = ใส่ปูนตามค่าความต้องการปูนเพื่อปรับ pH ให้เป็นกลาง

T5 = ใส่ปูน 1½ ของความต้องการปูนเพื่อปรับ pH ให้เป็นกลาง

ผสมดินและปูนแคลเซียมไฮดรอกไซด์ตามสิ่งทดลองดังกล่าวใส่น้ำปราศจากไอออนให้ดินมีระดับความชื้นใกล้เคียงกับความจุความชื้นสนาม บ่มดินไว้ที่อุณหภูมิห้อง เติมน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ปริมาตรครึ่งหนึ่งของการใส่ครั้งแรก ทำการตรวจวัด pH ด้วยเครื่องวัด pH ใช้อัตราส่วนดิน : น้ำเท่ากับ 1:2.5 (13) วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) โดยสกัดด้วยสารละลาย Bray II แล้วหาความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โดยทำให้เกิดสีด้วยวิธี Molybdenum blue และตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ ความยาวคลื่น 720 nanometers ด้วยเครื่อง spectrophoto meter (14) วิเคราะห์ปริมาณจุลธาตุคือ เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส (extractable Fe Cu Mn) โดยสกัดด้วยสารละลาย dietyline triamine penta-acetic acid (DTPA) แล้วตรวจวัดปริมาณด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (15) ทำการตรวจวัด parameter ต่างๆ ดังกล่าวหลังจากหมักปูนไว้เป็นเวลา 40 80 และ 120 วัน ทุกๆ parameter ในแต่ละหน่วยทดลองทำการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ การวิเคราะห์ parameter ต่างๆ ทำในขณะดินชื้น และในขณะเดียวกันทำการหาความชื้นดินเพื่อนำไปคำนวณผลการวิเคราะห์บนฐานของน้ำหนักดินอบแห้ง (oven dried basis) นำผลจากการวิเคราะห์ในแต่ละ parameter บันทึกลงในแบบบันทึก แล้วนำค่าที่ได้ในแต่ละ parameter มาวิเคราะห์

ความแปรปรวนด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป IRRISTAT เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย parameter ต่างๆ ในแต่ละระดับของการใส่ปูน โดยหาค่า *F* test ซึ่งกำหนดระดับความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 99

ผล

ตัวอย่างดินชุดดินมูโน๊ะซึ่งเป็นกรดจัดเนื้อละเอียด มีค่า pH 3.84 เมื่อใส่ปูนแคลเซียมไฮดรอกไซด์อัตราต่างๆ พบว่าค่า pH เพิ่มขึ้น เมื่อใส่ปูนเพิ่มขึ้น โดยหลังจากบ่มดินไว้ 40 วัน ค่า pH ในกรณีใส่ปูนอยู่ในช่วง 4.99-6.56 หลังบ่มดิน 80 วัน อยู่ในช่วง 5.01-6.63 และหลังบ่มดิน 120 วัน อยู่ในช่วง 5.02-6.68 เมื่อระยะเวลาผ่านไป pH ไม่เปลี่ยนแปลง และเป็นที่น่าสังเกตว่า pH ที่วัดได้ ต่ำกว่าค่าที่คาดหวัง โดยเมื่อเติมปูนในระดับคาดหวัง ให้ pH เท่ากับ 7 หรือเป็นกลาง ค่า pH ที่วัดได้จริง หลังจากบ่มดินไว้ 40 วัน เท่ากับ 5.50

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปูนเพิ่มขึ้น จนถึงระดับที่คาดหวังให้ pH เป็นกลาง แต่เมื่อใส่ปูนในระดับคาดหวังเกินปูน ปริมาณ ฟอสฟอรัสกลับลดลง คือ เมื่อบ่มดินไว้ 40 วัน กรณีไม่ใส่ปูนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 6.41 miligram/Kilogram (mg/Kg) และเมื่อเติมปูนในระดับไม่เกิน pH คาดหวังเป็นกลางฟอสฟอรัสที่ เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 7.67-12.01 mg/Kg หลังบ่มดิน 80 วัน อยู่ในช่วง 6.36-11.79 mg/Kg และหลังบ่มดิน 120 วัน อยู่ในช่วง 6.88-10.70 mg/Kg ส่วนกรณีใส่ปูนในระดับคาดหวังเกินปูน ปริมาณฟอสฟอรัสลดลงเป็น 5.57, 6.71 และ 4.53 mg/Kg เมื่อบ่มดินไว้ 40 80 และ 120 วัน ตามลำดับ

ปริมาณจุลธาตุส่วนใหญ่ลดลงเมื่อใส่ปูน โดยเหล็กที่สกัดได้หลังจากบ่มดินไว้ 40 วัน กรณีไม่ใส่ปูนเท่ากับ 821.10 mg/Kg กรณีเติมปูนปริมาณเหล็กลดลงตามปริมาณปูนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอยู่ในช่วง 338.86-720.31 mg/Kg ในทุกสิ่งทดลองปริมาณเหล็กที่สกัดได้เพิ่มขึ้นเมื่อบ่มดินไว้ 80 วัน และกลับลดลงหลังจากบ่มไว้ 120 วัน ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้หลังจากบ่มดินไว้ 40 วัน กรณีไม่ใส่ปูนเท่ากับ 7.62 mg/Kg กรณีใส่ปูนในระดับเพื่อปรับ pH ให้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 7 แมงกานีสมีปริมาณสูงขึ้น อยู่ในช่วง 9.33-18.19 mg/Kg หลังบ่มดินไว้ 80 วัน อยู่ในช่วง 9.23-11.95 mg/Kg และหลังบ่มดินไว้ 120 วัน อยู่ในช่วง 11.28-14.38 mg/Kg กรณีใส่ปูนในระดับคาดหวังเกินปูนปริมาณแมงกานีสกลับลดลงเป็น 5.71 เมื่อบ่มดินไว้ 40 วัน การใส่ปูนในระดับต่ำกว่าหรือเท่ากับ pH คาดหวังเป็นกลาง ปริมาณทองแดงที่สกัดได้มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงไม่เด่นชัด และอยู่ในช่วง 75.37-105.29 mg/Kg

สำหรับตัวอย่างดินชุดดินต้นไทรพบว่าค่า pH สูงขึ้นเมื่อใส่ปูน โดยกรณีไม่ใส่ปูนหลังจากบ่มดินไว้ 40 วัน มีค่า pH เท่ากับ 4.12 ส่วนกรณีใส่ปูนอยู่ในช่วง 5.56-7.52 เมื่อบ่มดินไว้ 80 วัน วัดค่า pH ได้อยู่ในช่วง 5.62-7.60 และเมื่อบ่มดินไว้ 120 วัน วัดค่า pH ได้อยู่ในช่วง 5.33-6.65 เมื่อระยะเวลาผ่านไปส่วนใหญ่ pH ไม่เปลี่ยนแปลง และค่า pH ที่วัดได้ต่ำกว่าค่าที่คาดหวังเช่นเดียวกัน โดยเมื่อเติมปูนในระดับคาดหวังให้ pH เท่ากับ 7 ค่า pH ที่วัดได้จริงหลังจากบ่มดินไว้ 40 วัน เท่ากับ 6.61

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กรณีไม่ใส่ปูนหลังบ่มดินไว้ 40 วัน เท่ากับ 4.43 mg/Kg และปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปูนมากขึ้นจนถึงระดับ

ใส่ปูนในปริมาณ ½ ของการปรับ pH เป็นกลาง กรณีใส่ปูนเพื่อปรับ pH ให้สูงกว่าหรือเท่ากับ 7 กลับทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดต่ำลง และยิ่งเห็นเด่นชัดเมื่อบ่มดินไว้ 80 และ 120 วัน

ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ลดลงเมื่อใส่ปูนเพิ่มขึ้น กรณีไม่ใส่ปูนเมื่อบ่มดินไว้ 40 วันมีปริมาณเหล็กที่สกัดได้ 1,221.00 mg/Kg และเมื่อใส่ปูนในระดับต่าง ๆ อยู่ในช่วง 259.30-684.00 mg/Kg เมื่อบ่มดินไว้ 80 วัน อยู่ในช่วง 156.00-625.00 mg/Kg และเมื่อบ่มดิน ไว้ 120 วัน อยู่ในช่วง 154.70-532.00 mg/Kg ปริมาณ เหล็กลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ลดลงตามปริมาณปูน ที่ใส่เพิ่มขึ้น แต่กลับเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อใส่ปูนในระดับภาวะเกินปูน โดยกรณีไม่ใส่ปูนเมื่อบ่มดินไว้ 40 วันมีปริมาณแมงกานีสเท่ากับ 6.18 mg/Kg ส่วนกรณีใส่ปูนอยู่ในช่วง 4.37-5.74 mg/Kg หลังจากบ่มดินไว้ 80 วัน อยู่ในช่วง 1.67-5.22 mg/Kg และหลังจากบ่มดินไว้ 120 วัน อยู่ในช่วง 2.55-5.58 mg/Kg ทองแดงที่สกัดได้ลดลงเมื่อเติมปูน แต่การเปลี่ยนแปลงไม่ขึ้นกับปริมาณปูนที่ใส่ หลังจากบ่มดิน 40 วัน กรณีไม่ใส่ปูนมีปริมาณทองแดงที่สกัดได้ 88.93 mg/Kg กรณีใส่ปูนอยู่ในช่วง 80.57-85.66 mg/Kg หลังจากบ่มดิน 80 วัน กรณีไม่ใส่ปูนมีปริมาณทองแดงที่สกัดได้ 83.84 mg/Kg กรณีใส่ปูนอยู่ในช่วง 40.85-49.68 mg/Kg กรณีไม่ใส่ปูนมีปริมาณทองแดงที่สกัดได้ 88.93 mg/Kg กรณีใส่ปูนอยู่ในช่วง 80.57-85.66 mg/Kg และหลังจากบ่มดิน 120 วัน กรณีไม่ใส่ปูนมีปริมาณทองแดงที่สกัดได้ 77.03 mg/Kg กรณีใส่ปูนอยู่ในช่วง 39.29-49.39 mg/Kg

กรณีใส่ปูนแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในทุกระดับให้กับตัวอย่างดินชุดดินมูโน๊ะ ทำให้ค่า pH สูงกว่าไม่ใส่ปูน ($p < 0.01$) ซึ่งให้ผลทำนองเดียวกันกับหลังบ่มดิน 40, 80 และ 120 วัน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปูนเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่คาดหวังให้ pH เป็นกลาง ($p < 0.01$) แต่เมื่อใส่ปูนในระดับคาดหวังเกินปูนปริมาณฟอสฟอรัสลดลงจนไม่แตกต่างทางสถิติกับกรณีไม่ใส่ปูน ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในแต่ระดับของการใส่ปูนเมื่อบ่มดินไว้ 40 วันไม่แตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อบ่มดินไว้ 40 และ 80 วัน การใส่ปูนในทุกระดับต่ำกว่าไม่ใส่ปูนอย่างเด่นชัด ($p < 0.01$) ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้เมื่อใส่ปูนในระดับไม่เกิน pH เป็นกลาง และทุกระยะของการบ่มดินสูงกว่าไม่ใส่ปูน ($p < 0.01$) ส่วนกรณีใส่ปูนในระดับที่คาดหวังเพื่อปรับ pH ให้มากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปริมาณแมงกานีสลดต่ำกว่าไม่ใส่ปูน ($p < 0.01$)

ตัวอย่างดินชุดดินต้นไทร กรณีใส่ปูนสูงกว่า ¼ ของการปรับ pH ให้เป็นกลางค่า pH ที่วัดได้สูงกว่าไม่ใส่ปูน ($p < 0.01$) การใส่ปูนในปริมาณ ½ ของการปรับ pH ให้เป็นกลางฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าสิ่งทดลองอื่น ($p < 0.01$) ปริมาณแมงกานีสลดลงอย่างเด่นชัดเมื่อใส่ปูน ($p < 0.01$) ปริมาณทองแดงที่สกัดได้หลังจากใส่ปูน 80 และ 120 วัน กรณีใส่ปูนมีค่าต่ำกว่าไม่ใส่ปูน ($p < 0.01$)

วิจารณ์

การใส่ปูนแคลเซียมไฮดรอกไซด์หรือปูนขาวในการปรับ pH ของดินกรดจัดทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ($p < 0.01$) แต่การใส่ปูนในปริมาณที่คำนวณจากผลการวิเคราะห์ความต้องการปูนค่า pH ที่เพิ่มขึ้นต่ำกว่าค่าที่ คาดหวัง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณ OH^- อาจไม่เพียงพอ

สำหรับการสะเทินกรด โดยเฉพาะในดินกรดจัดชุดมูโน๊ะมีลักษณะเนื้อละเอียดซึ่งมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) มากกว่าดินเนื้อหยาบ ทำให้มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดินมากกว่าดินเนื้อปานกลาง และดินเนื้อหยาบ (4) นอกจากนี้การวิเคราะห์ความต้องการปูนสำหรับวิธีที่ใช้คือบ่มดินด้วยปูนแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 4 วัน อาจไม่เหมาะสำหรับดินกรดจัด

ตัวอย่างดินชุดดินมูโน๊ะ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปูนเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่คาดหวังให้ pH เท่ากับ 7 ($p < 0.01$) แต่เมื่อใส่ปูนในระดับคาดหวังเกินปูนปริมาณฟอสฟอรัสลดลงไม่แตกต่างกับกรณีไม่ใส่ปูนในแต่ละระยะของการบ่มดินส่วนใหญ่ปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นการที่ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของ pH อันเนื่องมาจากการเติมปูนเป็นเพราะฟอสฟอรัสที่ทำปฏิกิริยากับสารประกอบเหล็ก อลูมินัม และแร่ดินเหนียว ถูกแทนที่โดย OH^- (5)

อย่างไรก็ตามถ้าเติมปูนในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลง ดังเช่น ในตัวอย่างดินชุดดินมูโน๊ะเมื่อใส่ปูนในระดับคาดหวังเกินปูน หลังจากบ่มดินไว้ 40 วัน ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงเป็น 6.41 mg/Kg ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกรณีไม่ใส่ปูน โดยมีค่าเท่ากับ 6.00 mg/Kg ทั้งนี้เนื่องจากฟอสฟอรัสดกตะกอนเป็นแคลเซียมฟอสเฟต

ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ลดลงเมื่อใส่ปูนเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะเมื่อใส่ในระดับคาดหวังเกินปูน ปริมาณเหล็กที่สกัดได้หลังจากใส่ปูน 40 วัน เท่ากับ 338.90 mg/Kg เปรียบเทียบกับกรณีไม่ใส่ปูนซึ่งมีค่าเท่ากับ 821.10 mg/Kg ($p < 0.01$) จะเห็นว่าเมื่อใส่ปูนในปริมาณคาดหวังเกินปูนเหล็กที่สกัดได้ต่ำกว่ากรณีไม่ใส่ปูนประมาณ 3 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากเหล็กตกตะกอนอยู่ในรูปเหล็กไฮดรอกไซด์ (5) ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้เมื่อใส่ปูนไม่เกิน pH คาดหวังเป็นกลางสูงกว่าไม่ใส่ปูน ($p < 0.01$) ส่วนกรณีใส่ปูนในระดับคาดหวังเพื่อปรับ pH ให้มากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปริมาณแมงกานีสลดลงต่ำกว่าไม่ใส่ปูน ($p < 0.01$) เมื่อระยะเวลาผ่านไปส่วนใหญ่มีปริมาณลดลง

การใส่ปูนไม่ตอบสนองอย่างเด่นชัดต่อปริมาณทองแดงที่สกัดได้ แต่เมื่อใส่ในระดับคาดหวังเกินปูนทองแดง ลดลงต่ำกว่าไม่ใส่ปูนอย่างเด่นชัด ($p < 0.01$) และเมื่อหมักดินไว้ 80 และ 120 วัน การใส่ปูนเพื่อปรับ pH เท่ากับ 7 ก็ทำให้ปริมาณทองแดงที่สกัดได้น้อยกว่าสิ่งทดลองอย่างอื่นอย่างเด่นชัด ($p < 0.01$)

สำหรับตัวอย่างดินชุดดินต้นไทรพบว่าฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปูนมากขึ้นจนถึงระดับใส่ปูนในปริมาณ ½ ของการปรับ pH เท่ากับ 7 กรณีใส่ปูนเพื่อปรับ pH ให้สูงกว่าหรือเท่ากับ 7 ทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำลง และยิ่งเห็นชัดเจนเมื่อระยะเวลาหมักปูนเพิ่มขึ้น (80 และ 120 วัน) ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ลดลงเมื่อใส่ปูนเพิ่มขึ้น ($p < 0.01$) และเมื่อเวลาผ่านไปมีแนวโน้มลดลง แมงกานีสที่สกัดได้ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อใส่ปูน ($p < 0.01$) และหลังจากใส่ปูน 80 และ 120 วัน กรณีใส่ปูนในระดับ pH เท่ากับ 7 ปริมาณแมงกานีสต่ำที่สุด และเมื่อเวลาผ่านไปปริมาณมีทั้งเพิ่มขึ้น และลดลง ทองแดงที่สกัดได้ลดลงเมื่อเติมปูน แต่ไม่ตอบสนองตามปริมาณปูนที่ใส่ หลังจากใส่ปูน 80 และ 120 วัน กรณีใส่ปูนมีค่าต่ำกว่าไม่ใส่ปูนอย่างเด่นชัด ($p < 0.01$)

จากผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่าการใส่ปูนขาวในดินกรดจัดทำให้เพิ่มค่า pH ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และลดปริมาณจุลธาตุบางชนิดลงได้

อย่างไรก็ตามการเติมปูนเพื่อปรับ pH ไม่ควรใส่มากเกินไป การใส่ปูนเพื่อปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 5.5-6.0 หรือ 6.5 ถือว่าเพียงพอแล้วโดยเฉพาะดินกรดจัดเนื้อหยาบ นอกจากนี้การเติมปูนเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการละลายของฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุต้นกำเนิดดินเดิมด้วย (6) จะเห็นว่าในตัวอย่างดินชุดดินมูโน๊ะ ซึ่งเป็นกรดจัดเนื้อละเอียด เมื่อเพิ่มปริมาณปูนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นได้จนถึงระดับปานกลาง ส่วนตัวอย่างดินชุดดินด้นไทรซึ่งเป็นกรดจัด เนื้อปานกลางถึงหยาบ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ยังคงอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นนอกเหนือจากการปรับปรุงดินกรด จัดโดยการเติมปูนแล้วการพิจารณาใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อการเพาะปลูกก็เป็นสิ่งจำเป็น สำหรับจุลธาตุ โดยเฉพาะเหล็กและทองแดงที่สกัดได้ ถึงแม้ลดลงเมื่อเติมปูนแต่ยังคงมีในปริมาณสูง จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อลดปัญหาความเป็นพิษของธาตุดังกล่าว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้นิพนธ์ขอขอบคุณ คุณเบญจพร ชาครานนท์ เจ้าหน้าที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างดิน และขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. เวดิน นพนิตย์ ที่ให้คำแนะนำและวิจารณ์เพื่อการปรับปรุงแก้ไขนิพนธ์ต้นฉบับ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

1. Soil acidity and aglime. [homepage on the internet]. Pennstate, College of Agricultural Science. [cited 2005 December 5]. Available from: http:// www.hubcap. clemson. edu/~blpprt/acidity2_review.html
2. มุกดา สุขสวัสดิ์: ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. โอเอส พริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพมหานคร. 268 หน้า, 2544.
3. วิโรจน์ อิ่มพิทักษ์: การจัดการดิน.ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 317-352, 2531.
4. คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา: ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 620 หน้า, 2546.
5. Brady, N. C. and Weil, R. R. : The nature and properties of soils. 13th Edition. Macmillan, New Jersey. 960 pp., 2002.
6. Pushparajah, E. and Bachik, A. T. : Management of acid tropical soils in south east asia. IBSAM Proceeding No.2. pp.13-39,1985.
7. Liming acid soil. [homepage on the internet]. Agriculture, food and rural development. [cited 2005 December 6]. Available from: http//www.agric.ab.ca
8. An introduction to acid sulphate soil. [home page on the internet]. NSW Department of primary Industries. [cited 2005 December 15]. Available from: http//www.agric.nsw.gov.ac
9. Soil pH and liming. [homepage on the internet]. Department of Primary Industries.

[cited 2005 December 15]. Available from: http//www.dpiwc.tas.gov.au

10. ความรู้ชุดดินไทย. [homepage on the internet]. [14 /12 /2548] Available from: http://www.ldd.go.th/dinthai

11. ..... Soil analysis:Handbook of reference method. Soil and plant analysis council, Inc. pp.41-55, 1999.

12. Kunishi, H. M. : Combined effect of lime, phosphate fertilizer, and aluminum on plant yield from an acid soil of the southeastern united states. Soil Science 134(4):233-238, 1982.

13. ..... Procedures for soil analysis. International Soil Reference and Information Centre. Wageningen, Natherland. P. 4, 1987.

14. Bray, R. A. and Kurtz, L. T. : Determination of total organic and available form of phosphate in soil. Soil Sci. 59:39-45, 1945.

15. Linsay, W. L. and Norvell, W. A. : Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42:421-428,1978.