ส่วนที่ 2 **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์**
โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2556

โครงการวิจัยรหัส พ-ท(ด)41.56

การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินกรดที่ดอน ที่ปรับปรุงโดยใช้หินฟอสเฟต

Phosphorus sorption and desorption of acid upland soils amended with rock phosphate

(1)อัญชลี สุทธิประการ, (2)เอิบ เขียวรื่นรมณ์, (3)รฐนนท์ เจริญชาศรี, (4)วันเพ็ญ วิริยะกิจนทีกุล

(1)Anchalee Suddhiprakarn, (2)Irb Kheoruenromne, (3)Rathanont Jaroenchasri, (4)

บทคัดย่อ

ปัญหาที่สำคัญในการเกษตรอย่างหนึ่งคือ การขาดฟอสฟอรัสในดินที่เป็นกรดในเขตร้อน ซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของพืช และผลิตภาพของดิน หินฟอสเฟตเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่มักใช้เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสทางเลือกในดินเหล่านี้ และมีการทดสอบโดยการบ่มดินกับหินฟอสเฟต เพื่อประเมินความเป็นไปได้ และความเหมาะสมต่อการใช้ การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะ 1) ประเมินความเหมาะสมของดินต่อการใช้หินฟอสเฟตเป็นปุ๋ยฟอสฟอรัส 2) ศึกษาการละลายของหินฟอสเฟตที่ให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แก่ดิน และ 3) ทำการบ่มดินกับหินฟอสเฟตเพื่อประเมินประสิทธิภาพระยะยาวของหินฟอสเฟตในการให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อดิน การศึกษาประกอบด้วยการวิเคราะห์สมบัติของดินอย่างละเอียดโดยวิธีมาตรฐาน วิเคราะห์สมบัติของหินฟอสเฟตและการละลายของหินฟอสเฟต และทำการบ่มดินกับหินฟอสเฟตที่มีลักษณะเชิงแร่ฟอสเฟตที่แตกต่างกัน ร่วมกับการใช้โมโนแคลเซียมฟอสเฟต (MCP) ในการศึกษาใช้ดินกรด 18 ชนิด และหินฟอสเฟตไทย 3 ชนิด กับ North Carolina phosphate rock (NCR-PR) เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบกับ MCP

ผลการศึกษาพบว่าดินเป็นกรดจัด มีค่าพีเอช 3.5-5.8 และมีสภาพกรดที่แลกเปลี่ยนได้สูง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ (< 20 mg P kg-1 สกัดโดยวิธี Bray II) มีแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ (?3 cmol kg-1) มีระดับการดูดซับสูงสุด 2 ระดับ คือระดับสูง มีพิสัย 217 ถึง 385 ?g g -1 และระดับต่ำพิสัย 4 ถึง 164 ?g g-1 ขึ้นอยู่กับปริมาณของดินเหนียว และออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินัมที่เป็นองค์ประกอบ ดินทุกชนิดมีแร่เคโอลิไนต์ เป็นแร่หลักในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียว แร่อื่น ๆ ที่พบในดินบางชนิดที่มีผลต่อการดูดซับฟอสเฟตคืออิลไลต์ ฮีมาไทต์ เกอร์ไทต์ และกิบบ์ไซต์ ดินแทบทุกชนิดมีความเหมาะสมต่อการใช้หินฟอสเฟต

หินฟอสเฟตไทย 3 ชนิด มีแร่ฟอสเฟตที่แตกต่างกัน หินฟอสเฟตราชบุรี (Rat-PR) มีแร่ hydroxy-apatite หินฟอสเฟตกาญจนบุรี (Kan-PR) มีแร่ hydroxyapatite และ crandallite และหินฟอเฟตร้อยเอ็ด (Roi-PR) มีแร่ variscite และ crandallite สำหรับหินฟอสเฟตอ้างอิง NCR-PR มีแร่ francolite เป็นองค์ประกอบ ชนิดของแร่ฟอสเฟตวิเคราะห์ยืนยันโดยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์

และกล้องจุลทรรศอิเล็กตรอนส่องกราด ซึ่งพบว่า francolite ใน NCR-PR มีลักษณะใกล้เคียงกับอะพาไทต์ที่มี a-value 9,336 ? hydroxyapatite ใน Rat-PR และ Kan-PR มีลักษณะใกล้เคียงกับ hydroxyapatite โดยมี a-values 9.428 และ 9.406 ? ตามลำดับ จลนพลศาสตร์การละลายของหินฟอสเฟตในกรดฟอร์มิก 2% (2% FA) กรดซิทริก 2% (2% CA) แอมโมเนียมซิเทรตที่เป็นกลาง (NAC) และ DI-water พบว่า อัตราการละลายของฟอสเฟตจากหินฟอสเฟตใน 2% FA, 2% CA, NAC และ DI-water จากมากไปหาน้อย คือ NCR-PR > Rat-PR > Kan-PR > Roi-PR และ Roi-PR มีการละลายต่ำมาก และไม่เหมาะสมกับการใช้ทางการเกษตร

ผลการบ่มดินกับหินฟอสเฟตต่าง ๆ และ MCP พบว่า หินฟอสเฟต และ MCP ให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดใน 14 วัน ของการบ่ม การเพิ่มของ bicarbonate extractable P (? PBC) สูงสุดในการบ่มด้วย NCR-PR และลดหลั่นตามลำดับ คือ Rat-PR, Kan-PR และ Roi-PR ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์คือ แร่ฟอสเฟตในหินฟอสเฟต สำหรับปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลคือความจุของดินที่จะดูดซับฟอสฟอรัส และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่มีอยู่แล้วในดิน นอกจากนี้ พบว่า NCR-PR และ Rat-PR ได้เพิ่มระดับความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส ในช่วงสุดท้ายของการบ่มดิน 112 วัน ซึ่งเหมาะสมต่อการใช้ระยะยาวทางการเกษตร

คำสำคัญ : ดินกรดที่ดอน , การดูดซับฟอสฟอรัส , หินฟอสเฟต , ไฮดรอกซีอะพาไทต์ , แครนดัลไลต์ , วาริสไซต์ , ฟอสฟอรัสที่สกัดได้โดยไบคาร์บอเนต

ABSTRACT

One of major problems in agriculture is phosphorus deficiency in tropical acid soils. This constrains crop growth and soil productivity. Rock phosphate is a material commonly used as an alternative phosphorus fertilizer for these soils. An incubation of soils with phosphate rocks is a technique used to assess feasibility and suitability of rock phosphate for agronomic use. This study has 3 objectives 1) suitability assessment of soils to be applied with rock phosphates as phosphorus fertilizer, 2) assessment on dissolution of phosphate rocks providing available phosphorus to the soils and 3) incubation of soils with phosphate rocks to assess long-term effectiveness of phosphate rock to release available phosphorus to the soils. Methods of study included detailed analysis of soil properties by standard methods, analysis of phosphate rock properties and phosphate rock dissolution and soil incubation with phosphate rocks containing different phosphate mineralogy along with the use of mono-calcium phosphate (MCP). The study employed 18 acid soils, three Thai phosphate rocks and North Carolina phosphate rocks as reference and with MCP.

Results of the study revealed that all soils are strongly acidic with pH 3.5 to 5.8 having high exchangeable acidity. They have low available phosphorus (<2 mg P kg-1 extracted

by Bray II method). Low exchangeable calcium (?3 cmol kg-1). They have two levels of phosphorus sorption maximum. The first level is high ranging from 217 to 385 ?g g-1 and the second is low ranging from 4 to 164 ?g g-1 depending on their contents of clay and oxides of iron and aluminum. All soils have kaolinite as the dominant mineral in their clay fraction. Other minerals found in some soils influencing P sorption were illite, hematite, goethite and gibbsite. Most tsoils are suitable for direct application of phosphate rocks.

The three Thai phosphate rocks have different phosphate minerals. Ratchaburi PR (Rat-PR) contains hydroxyapatite. Kanchanaburi PR (Kan-PR) contains hydroxyapatite and crandallite and Roi-Et PR (Roi-PR) contains variscite and crandallite while the reference NCR-PR contains francolite. The types of phosphate minerals were verified by X-rays diffraction and scanning electron microscope techniques. The results showed that francolite in NCR-PR is close to the ideal apatite with an a-value of 9.336 ?, hydroxyapatite in Rat-PR and Kan-PR is close to ideal hydroxyapatite with the a-values of 9.428 and 9.406 ?, respectively. The dissolution kinetics of phosphate rocks (PRs) in 2% formic acid (2% FA), 2% citric acid (2% CA), neutral ammonium citrate (NAC) and deionized (DI) water in descending order are NCR-PR > Rat-PR > Kan-PR > Roi-PR and Roi-PR is very poorly soluble and unsuitable for direct application in agriculture.

Results on incubation of soil/PR mixtures clearly showed that all PRs and MCP treatments give the highest amounts of available P (?PBC) at 14 days of incubation. The highest ?PBC is from NCR-PR followed by Rat-PR, Kan-PR and Roi-PR. The main factor affecting the increases of available P is the type of phosphate mineral in PR. Other factors that affected PR dissolution and available of released P include the capacity of soils to adsorb P and the amount of available P originally in the soils. In addition, NCR-PR and Rat-PR increased the available P level at the end of 112 days soil incubation, therefore they are suitable for long-term application in agriculture.

Key words : upland acid soils , phosphorus sorption , phosphate rocks , hydroxyapatite , crandallite , variscite , bicarbonate extractable phosphorus

---

(1)ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร บางเขน

(1)Faculty of Agriculture

(2)คณะเกษตร บางเขน

(2)Faculty of Agriculture

(3)คณะเกษตร บางเขน