

การปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดเพื่อการปลูกข้าว Improvement of Acid Sulfate Soil for Rice Production

สายหยุด เพ็ชรสุข¹ ชัยรัตน์ นิลนนท์² และจำเป็น ช่อนทอง³

บทคัดย่อ

ชุดดินมูโนะ (Fine, mixed, semiactive, acid, isohyperthermic, Sulfic Endoaquepts) เป็นดินเปรี้ยวจัดที่มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน พื้นที่ส่วนใหญ่จึงใช้ในการทำนาแต่ให้ผลผลิตต่ำเนื่องจากปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดและมีความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว ดำเนินการในแปลงทดลองของโครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองฯ อ.เมือง จ.นราธิวาส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก มี 8 ดำรับการทดลอง และ 4 บล็อก คือ 1) control 2) ใส่ปูน (L) 3) ใช้น้ำล้างดิน (W) 4) ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูน (W+L) 5) ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูนและปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (W+L+F) 6) ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูนและปุ๋ยพืชสด (W+L+G) 7) ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูนและใส่ปุ๋ยเคมี $\frac{1}{2}$ ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยพืชสด (W+L+G+ $\frac{1}{2}$ F) และ 8) ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูนและใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยพืชสด (W+L+G+F)

จากผลการทดลองพบว่า การปรับปรุงดินโดยการใส่ปูนในอัตรา 1,100 กก./ไร่ ทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นจาก 3.98 เป็น 5.03 ความเป็นกรดและอลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงจาก 2.97 และ 1.25 cmol(+)/kg เป็น 1.18 และ 0.68 cmol(+)/kg ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจาก 260 กก./ไร่ เป็น 349 กก./ไร่ และมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบลดลง (17.23 %) เมื่อเทียบกับแปลง control (20.61 %) การใช้น้ำล้างดินเพียงอย่างเดียวไม่สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ แต่เมื่อดำเนินการควบคู่กับการใส่ปูนทำให้ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (364 กก./ไร่) การใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูนและใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 389 กก./ไร่ โดยมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบลดลงเป็น 16.51% การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยพืชสดทำให้ความเข้มข้นของ N ในตอซังและในเมล็ดข้าว K ในตอซัง และ Ca ในเมล็ดข้าวสูงกว่าทุกแปลง ส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุดถึง 532 กก./ไร่ จึงน่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในแง่ของการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว แต่เมื่อประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่าการใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูนและใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ถึงแม้จะให้ผลผลิตเพียง 521 กก./ไร่ แต่มีกำไรสุทธิ/ไร่สูงสุดเท่ากับ 2,887 บาท

คำสำคัญ : ดินเปรี้ยวจัด ข้าว

Abstract

Munoh soil series (Fine, mixed, semiactive, acid, isohyperthermic, Sulfic Endoaquepts) is one of the acid sulfate soils in tidal flat area which is normally submerged in rainy season. Most of the areas are rice cultivation having low yield due to the limitation of acid condition and low fertility. The objective of this

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์ จ.สงขลา

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์ จ.สงขลา

³ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์ จ.สงขลา

study is to investigate the management of acid sulfate soil for rice production at Phikulthong Royal Development Study Center, Narathiwat province. The experimental design was carried out in a randomized complete block design with 8 treatments and 4 blocks as following: 1) control, 2) liming (L), 3) washing soil with water (W), 4) washing soil with water and liming (W+L), 5) washing soil with water + liming + apply of chemical fertilization according to soil analysis (W+L+F), 6) washing soil with water + liming + green manure (W+L+G), 7) washing soil with water + liming + apply of $\frac{1}{2}$ chemical fertilization rate according to soil analysis + green manure (W+L+G+ $\frac{1}{2}$ F) and 8) washing soil with water + liming + apply of chemical fertilization according to soil analysis + green manure (W+L+G+F).

Results revealed that the soil pH value increased from 3.98 to 5.03 for the L treatment whereas exchangeable acidity and exchangeable Al decreased from 2.97 and 1.25 cmol(+)/kg to 1.18 and 0.68 cmol(+)/kg respectively. The rice yield increased from 260 kg/rai in the control to 349 kg/rai in the L treatment whereas the amount of unfilled grain decreased to 17.23 % in the L treatment compared with 20.61 % in the control treatment. Even though the W treatment could not increase the grain yield but in the W+L treatment the grain yield increased to 364 kg/rai. High yield of 389 kg/rai was obtained in the W+L+G treatment whereas the amount of unfilled grain decreased to 16.51 %. The growth and grain yield increased clearly in treatment applied with chemical fertilizer. The highest concentration of N in rice straw and grain, K in rice straw and Ca in grain was found in W+L+G+F treatment which was the best management for the highest grain yield (532 kg/rai) in Munoh soil series. However in term of economical aspects, the W+L+F treatment is the most profitable treatment which had a production of rice at 521 kg/rai and received a profit at 2,887 baht/rai.

Keyword : Acid Sulfate Soil, rice

คำนำ

ดินเปรี้ยวจัดหรือดินกรดจัด (acid sulfate soil) เป็นดินมีปัญหาชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการให้ผลผลิตต่ำเมื่อเทียบกับดินทั่วไป มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มมีน้ำแช่ขังในฤดูฝนจึงไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืชไร่ เนื่องจากมีกรดกำมะถันอยู่ในชั้นหน้าตัดดินเป็นปริมาณมาก ดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ และมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวน้ำซึมผ่านได้ยาก ส่วนใหญ่จึงใช้พื้นที่ในการทำนาแต่ให้ผลผลิตต่ำเนื่องจากดินมีปฏิกริยาเป็นกรดจัดมาก ทำให้ธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ในดินอยู่ในระดับต่ำบางครั้งถึงกับขาดแคลน ส่งผลให้พืชที่ปลูกมีความอ่อนแอต่อความเป็นพิษของอลูมิเนียม ซึ่งความเข้มข้นของอลูมิเนียมเพียง 1-2 mg/kg ข้าวก็จะแสดงอาการอลูมิเนียมเป็นพิษได้ (Tanaka and Navasero, 1966) นอกจากนี้ปฏิกริยาดินที่เป็นกรดจัดมากยังมีผลต่อการลดประสิทธิภาพของกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ในดิน การปลูกข้าวในดินเปรี้ยวจัดให้ได้ผลผลิตที่ดีนั้นจำเป็นต้องมีการจัดการดินที่เหมาะสม ชัยวัฒน์ และคณะ (2541) ได้ศึกษาการปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโดยการขังน้ำนาน 4 สัปดาห์แล้วระบายออกและใช้น้ำจืดแช่ขังใหม่แล้วระบายออกทุก ๆ 4 สัปดาห์ พบว่าข้าวให้ผลผลิตถึง 300 กก./ไร่ สูงกว่าแปลงที่ไม่มีการขังน้ำอย่างชัดเจน ขณะที่ ถาวร และคณะ (2549) รายงานว่าการปลูกข้าวในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดชุดดินระแงงโดยใช้หินปูนบดในอัตรา 1,400 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 ในอัตรา 40 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 10 กก./ไร่ โดยใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยทำให้ผลผลิตข้าวสูงถึง 473 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดที่ให้ผลผลิตเพียง 431 กก./ไร่อย่างชัดเจน จากการศึกษาการปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดโดยวิธีการต่างๆ เหล่านี้ พบว่าผลผลิตที่

ได้ยังคงค่อนข้างต่ำและอาจไม่เกิดผลและมีประสิทธิภาพอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งมีการใส่ในอัตราตามคำแนะนำทั่วๆ ไปอาจไม่เหมาะสมกับดินในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ตลอดจนบางครั้งยังขาดข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการจัดการดินเบรียวจัดดังกล่าว การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและปุ๋ยพืชสดเพื่อปรับปรุงและเพิ่มสมรรถภาพของดินเบรียวจัดให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโดยให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการในพื้นที่ดินเบรียวจัดชุดดินมูโนะ (Munoh soil series: Fine, mixed, semiactive, acid, isohyperthermic, Sulfic Endoaquepts) ภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิภพทอง ๓๐ เมือง จ.นราธิวาส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก มี 8 ตำรับการทดลอง 4 บล็อก คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) 2) ใส่ปุ๋ย (L) 3) ใช้น้ำล้างดิน (W) 4) ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ย (W+L) 5) ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (W+L+F) 6) ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยร่วมกับปุ๋ยพืชสด (W+L+G) 7) ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี 1/2 ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยพืชสด (W+L+G+1/2F) และ 8) ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยพืชสด (W+L+G+F) (ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ = ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-6 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ (นพรัตน์ และคณะ, 2547))

การดูแลรักษา

พันธุ์ข้าว ใช้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 เป็นพืชทดลอง

การใช้น้ำล้างดิน ในตำรับที่ใช้ น้ำล้างดินหลังจากไถดะปล่อยน้ำแช่ขังนาน 1 สัปดาห์แล้วระบายน้ำออกเพื่อทำการไถแปร หลังจากนั้นปล่อยน้ำแช่ขังนาน 15 วันแล้วระบายน้ำออกเพื่อทำการปักดำ หลังปักดำปล่อยน้ำแช่ขังและระบายน้ำออกทุก 4 สัปดาห์ จนข้าวเริ่มตั้งท้องจึงหยุดระบายน้ำออก

การใส่ปุ๋ย ใส่ตามตำรับการทดลองโดยใส่หินปูนบด 1/2 LR (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2530) หรือในอัตรา 1,100 กก./ไร่ โดยหว่านคลุกเคล้ากับดินก่อนปักดำ 15 วัน (หว่านหินปูนบดหลังการไถแปร)

พืชปุ๋ยสด ใช้ใส่อัฟริกันเป็นพืชปุ๋ยสด ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยพืชสดหลังไถดินเตรียมแปลงทำการหว่านเมล็ดพืชปุ๋ยสดตามตำรับการทดลอง ไถสับกลบพืชปุ๋ยสดเมื่อต้นพืชมีอายุ 50 วัน หว่านหินปูนบดในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยร่วมด้วย หลังการไถสับกลบพืชปุ๋ยสดและปล่อยให้ปุ๋ยพืชสดย่อยสลายนาน 15 วันก่อนทำการปลูกข้าว

การใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 2 ครั้งตามตำรับการทดลอง โดยใส่ครั้งแรกหลังปักดำ 7 วัน และครั้งที่ 2 ใส่เมื่อต้นข้าวเริ่มกำหนดช่อดอก (ขนาดแปลงทดลอง 3 x 5 ตารางเมตร)

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยว 2 x 4 ตารางเมตร ดังนี้คือ การแตกกอ จำนวนรวง/กอ น้ำหนัก 1000 เมล็ด เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และน้ำหนักผลผลิต

รวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ คือ 1) ค่าแรงงาน ได้แก่ การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว 2) ค่าวัสดุ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ข้าว เมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสด ปุ๋ยเคมี หินปูนบด และ 3) ราคาผลผลิต

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อินทรีย์วัตถุ (Organic matter) ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

(Avail. P) โฟสเฟอรัม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. K, Ca and Mg) ความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (EA) และอลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. Al)

สำหรับตัวอย่างพืช วิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้งหมดในตอซังและเมล็ดข้าว โดยวิเคราะห์ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โฟสเฟอรัม แคลเซียม และ แมกนีเซียม ตามคู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่ม 1 และ 2 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

ผลการทดลอง

ผลของการจัดการดินต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของดิน

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน พบว่าดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก ความเป็นกรดและอลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ค่อนข้างสูง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ค่อนข้างสูง ไนโตรเจนทั้งหมดในดินต่ำ ในขณะที่อินทรีย์วัตถุสูงมาก ส่วนโฟสเฟอรัม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมาก (Table 1) การปรับปรุงดินโดยการใส่ปูน (L) ทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความเป็นกรดและอลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้น้ำล้างดินเพียงอย่างเดียว (W) ไม่สามารถเพิ่มค่า pH หรือลดความเป็นกรดและอลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินได้ แต่การใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูน (W+L) ทำให้ความเป็นกรดและอลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีแนวโน้มลดลง การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามค่าวิเคราะห์ดิน (W+L+F) ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด และโฟสเฟอรัมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วย (W+L+G) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดิน แต่การใส่ปุ๋ย พืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (W+L+G+F) ทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Table 2)

Table 1 Some chemical properties of study soil (Munoh soil series)

Soil chemical properties		Analytical data
pH (H ₂ O)	1 : 1 (H ₂ O)	3.91
Lime requirement (kg (CaCO ₃)/rai)	Woodruff buffer method	2,186
Organic matter (g/kg)	Walkley and Black method	53.0
Total N (g/kg)	Kjeldahl method	2.0
Available P (mg/kg)	Extracted with Bray II and ascorbic method	22
Exchangeable K (cmol(+)/kg)	Extracted with NH ₄ OAc 1 M pH 7	0.06
" Ca (cmol(+)/kg)	Extracted with NH ₄ OAc 1 M pH 7	1.27
" Mg (cmol(+)/kg)	Extracted with NH ₄ OAc 1 M pH 7	0.21
Exchangeable acidity (cmol(+)/kg)	Extracted with KCl 1 M	3.09
Exchangeable aluminum (cmol(+)/kg)	Extracted with KCl 1 M	1.83

ผลของการจัดการดินต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว

การปรับปรุงดินเบรียวจัดโดยการใส่ปูน (L) ทำให้การแตกกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่น้ำหนักผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้น้ำล้างดินเพียงอย่างเดียว (W) ไม่มีผลต่อการแตกกอ การให้ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าว แต่การใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูน (W+L) ทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขณะที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ มีแนวโน้มลดลง การใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วย (W+L+G) ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับแปลงที่ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋น (W+L) การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามค่าวิเคราะห์ดิน (W+L+F) ทำให้การแตกกอ ผลผลิต จำนวนรวง/กอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวเพิ่มขึ้น โดยมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยพืชสด (W+L+G+F) ทำให้ข้าวให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3)

Table 2 Improvement of an acid sulfate soil on some chemical properties of Munoh soil series (after harvest)

Treatment	pH	OM g/kg	Total N g/kg	Avail. P mg/kg	Exch. K cmol(+)/kg	Exch. Ca cmol(+)/kg	Exch. Mg cmol(+)/kg	Exch. Acidity cmol(+)/kg	Exch. Al cmol(+)/kg
Control	3.98 ^c	50.9	1.90	26.3 ^b	0.061	1.19 ^b	0.23 ^b	2.97 ^a	1.25 ^a
L	5.03 ^a	54.4	1.95	27.0 ^b	0.062	4.56 ^a	0.31 ^a	1.18 ^b	0.68 ^c
W	4.00 ^b	51.2	1.83	26.0 ^b	0.056	0.97 ^b	0.22 ^b	2.77 ^a	1.10 ^{ab}
W+L	5.07 ^a	55.9	1.95	27.3 ^b	0.063	4.48 ^a	0.29 ^{ab}	1.12 ^b	0.60 ^c
W+L+F	5.05 ^a	61.3	2.36	37.8 ^a	0.065	4.08 ^a	0.27 ^{ab}	1.11 ^b	0.86 ^{bc}
W+L+G	4.95 ^a	57.8	2.33	26.8 ^b	0.063	4.24 ^a	0.30 ^a	0.81 ^b	0.55 ^c
W+L+G+½F	5.18 ^a	58.3	2.18	27.8 ^b	0.067	4.14 ^a	0.29 ^{ab}	0.98 ^b	0.70 ^c
W+L+G+F	5.23 ^a	62.5	2.30	42.8 ^a	0.067	4.00 ^a	0.28 ^{ab}	1.20 ^b	0.65 ^c
F-test	**	ns	ns	**	ns	**	**	**	**
C.V.(%)	4.1	13.3	16.2	15.1	26.12	19.40	14.8	20.0	26.1

mean value in the same column followed by common letter are not significant by different at 5 % level of probability by DMRT

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลผลิตข้าวและการดูดซับ (total uptake) ธาตุอาหาร

การปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดโดยการใส่ปุ๋น (L) ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่โพแทสเซียมและแคลเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใช้น้ำล้างดินเพียงอย่างเดียว (W) ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในตอซัง แต่การใช้น้ำล้างดินเมื่อดำเนินการควบคู่กับการใส่ปุ๋น (W+L) ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วย (W+L+G) ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ขณะที่ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋น (W+L) การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย (W+L+F, W+L+G+½F และ W+L+G+F) ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบในตอซังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยในอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยพืชสด (W+L+G+½F) ทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในตอซังต่ำกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามค่าวิเคราะห์ดิน (W+L+F) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4)

Table 3 Improvement of an acid sulfate soil on rice growth and rice yield.

Treatment	tillering (40 DAT)	grain yield (14 % MC) Kg/rai	yield components		
			number of panicles	1000 grain weight G	unfilled grain %
Control	14.55 ^c	260 ^g	15.15 ^b	28.56 ^c	20.61 ^a
L	15.30 ^{bc}	349 ^f	15.63 ^b	29.02 ^{bc}	17.23 ^b
W	14.40 ^c	260 ^g	15.65 ^b	28.46 ^c	20.49 ^a
W+L	15.28 ^{bc}	364 ^e	15.78 ^o	29.04 ^{bc}	17.19 ^b
W+L+F	18.43 ^a	521 ^b	17.45 ^a	30.24 ^a	14.40 ^c
W+L+G	15.28 ^{bc}	389 ^d	15.90 ^b	29.15 ^{bc}	16.51 ^b
W+L+G+½F	15.90 ^b	433 ^c	17.25 ^a	29.66 ^b	14.77 ^c
W+L+G+F	18.05 ^a	532 ^a	17.58 ^a	30.50 ^a	14.26 ^c
F-test	**	**	**	**	**
C.V.(%)	3.9	1.9	4.0	1.9	6.6

mean value in the same column followed by common letter are not significant by different at 5 % level of probability by DMRT

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบในเมล็ดข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ย (L) ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใช้น้ำล้างดินอย่างเดียว (W) ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบในเมล็ดข้าว การใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ย (W+L) ไม่ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบในเมล็ดข้าวแตกต่างกันทางสถิติกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว (L) และการใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วย (W+L+G) ไม่ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแปลงที่ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ย (W+L) การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามค่าวิเคราะห์ดิน (W+L+F) ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงตรวจสอบ (L) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว (L) และพบว่าการใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยพืชสด (W+L+G+F) ไม่ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบในเมล็ดข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (W+L+F) และแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยในอัตราครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยพืชสด (W+L+G+½F) (Table 4)

เมื่อพิจารณาการดูดตั้งธาตุอาหารของข้าวจากดิน พบว่าการใส่ปุ๋ย (L) ทำให้การดูดตั้งธาตุอาหารของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใช้น้ำล้างดินเพียงอย่างเดียว (W) ไม่มีผลต่อการดูดตั้งธาตุอาหารของข้าว และการใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ย (W+L) ไม่ทำให้การดูดตั้งธาตุอาหารของข้าวแตกต่างกันทางสถิติกับแปลงที่มีการใส่ปุ๋ย (L) การใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วย (W+L+G) ทำให้การดูดตั้งฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในขณะที่การดูดตั้งไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ย (W+L) การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามค่าวิเคราะห์ดิน (W+L+F) ทำให้การดูดตั้งธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมสูงกว่าแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วย (W+L+G) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยพืชสด (W+L+G+F) ไม่ทำให้การดูดตั้งธาตุอาหารของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติกับแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามค่าวิเคราะห์ดิน (W+L+F) ยกเว้นการดูดตั้งแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5)

Table 4 Improvement of an acid sulfate soil on nutrients concentration in rice straw and grain.

Treatment	Nutrients concentration (g/kg)									
	N		P		K		Ca		Mg	
	straw	grain	straw	grain	straw	grain	Straw	grain	straw	grain
Control	7.9 ^d	9.7 ^d	1.8 ^b	3.4 ^b	6.6 ^l	2.6	4.6 ^c	0.82 ^{au}	1.9 ^b	1.74
L	8.4 ^{cd}	11.2 ^{bc}	2.3 ^b	3.9 ^{ab}	8.4 ^{de}	2.8	5.1 ^b	0.92 ^{ah}	2.0 ^b	1.86
W	8.0 ^d	9.6 ^d	1.8 ^b	3.7 ^b	7.7 ^{ef}	2.8	4.7 ^c	0.79 ^b	1.8 ^b	1.70
W+L	8.5 ^{bcd}	11.3 ^{bc}	2.3 ^b	4.0 ^{ab}	9.8 ^{cd}	2.8	5.0 ^b	0.92 ^{ab}	1.9 ^b	1.91
W+L+F	9.6 ^{ab}	12.1 ^{ab}	3.8 ^a	4.8 ^a	12.5 ^{ab}	3.2	5.5 ^a	0.90 ^{ab}	2.4 ^a	1.93
W+L+G	8.3 ^{cd}	10.7 ^c	3.1 ^a	4.0 ^{ab}	11.0 ^{bc}	3.1	5.2 ^b	0.87 ^{ab}	2.3 ^a	1.90
W+L+G+½F	9.2 ^{abc}	11.9 ^{ab}	3.6 ^a	4.4 ^{ab}	11.5 ^{ab}	3.1	5.2 ^b	0.98 ^{ab}	2.5 ^a	1.83
W+L+G+F	9.7 ^a	12.4 ^a	3.7 ^a	4.8 ^a	13.0 ^a	3.3	5.7 ^a	1.00 ^a	2.6 ^a	1.85
F-test	**	**	**	*	**	ns	**	*	**	ns
C.V.(%)	7.7	5.9	16.8	14.5	10.7	14.7	2.4	13.2	9.1	9.4

mean value in the same column followed by common letter are not significant by different at 5% level of probability by DMRT

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ผลการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าการปรับปรุงดินโดยการใช้น้ำล้งดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เป็นวิธีที่ให้กำไรสุทธิสูงสุดถึง 2,887 บาท/ไร่ การใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยทำให้ได้กำไรสุทธิลดลงเป็น 2,624 บาท/ไร่ ส่วนการลดการใช้ปุ๋ยเคมีเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินโดยใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยทำให้ได้กำไรสุทธิเพียง 1,701 บาท/ไร่ ต่ำกว่าในตำรับตรวจสอบซึ่งมีกำไรสุทธิเท่ากับ 1,755 บาท/ไร่ การใช้น้ำล้งดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยได้กำไรสุทธิต่ำสุดเพียง 1,438 บาท/ไร่ ในขณะที่การปรับปรุงโดยการใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว และการใช้น้ำล้งดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยให้กำไรสุทธิเท่ากับ 1,503 และ 1,583 บาท/ไร่ (Table 6)

Table 5 Improvement of an acid sulfate soil on nutrient uptake in rice

Treatment	Nutrient uptake (kg/rai)				
	N	P	K	Ca	Mg
Control	9.98 ^d	2.51 ^o	7.87 ^e	4.75 ^l	2.25 ^e
L	13.22 ^c	3.85 ^d	10.65 ^d	6.23 ^e	2.86 ^d
W	10.05 ^d	2.58 ^e	8.08 ^e	4.73 ^f	2.16 ^e
W+L	13.22 ^c	3.79 ^d	11.90 ^d	5.98 ^e	2.81 ^d
W+L+F	20.93 ^a	8.30 ^a	21.62 ^a	9.36 ^b	4.82 ^a
W+L+G	14.28 ^c	5.16 ^c	14.53 ^c	6.65 ^d	3.47 ^c
W+L+G+½F	16.86 ^b	6.48 ^b	16.73 ^b	7.43 ^c	4.07 ^b
W+L+G+F	21.74 ^a	8.39 ^a	23.08 ^a	9.9 ^a	5.12 ^a
F-test	**	**	**	**	**
C.V.(%)	6.6	14.5	8.6	4.0	7.6

mean value in the same column followed by common letter are not significant by different at 5 % level of probability by DMRT

Table 6 Benefits of Improvement of an acid sulfate soil for rice production

	Treatment							
	Control	L	W	W+L	W+L+F	W+L+G	W+L+G+½F	W+L+G+F
1. Cost of production (bath/rai)	1,365	2,685	1,465	2,785	3,365	3,230	3,495	3,760
soil preparation (bath/rai)	540	540	540	540	540	810	810	810
planting (bath/rai)	400	400	400	400	400	400	400	400
management (bath/rai)	100	100	200	200	250	300	300	300
harvest (bath/rai)	250	250	250	250	250	250	250	250
fertilizer and lime dust (bath/rai)	75	1,395	75	1,395	1,925	1,470	1,735	2,000
2. Revenues (bath/rai)	3,120	4,188	3,120	4,368	6,252	4,668	5,196	6,384
rice production (kg/rai)	260	349	260	364	521	398	433	532
market price (bath/kg) *	12	12	12	12	12	12	12	12
3. Net profit (bath/rai)	1,755	1,503	1,655	1,583	2,887	1,438	1,701	2,624

Not * market price at 20/03/2009 (Department of Internal Trade, 2009)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ชุดดินมูโนะเป็นดินที่มีศักยภาพในการทำนามากกว่าปลูกพืชชนิดอื่น เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นที่ราบเรียบถึงราบลุ่ม เนื้อดินเป็นดินเหนียวมีการระบายน้ำเลวมาก และจากการศึกษาพบว่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมาก (Table 1) โดยปกติแล้วชุดดินนี้มีความไม่เหมาะสมในแง่ความอุดมสมบูรณ์ แต่พื้นที่ที่ทำการทดลองเป็นพื้นที่ที่ใช้ในการทำนามาก่อนทำให้มีการตกค้างของปุ๋ยที่ใส่จึงพบว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ค่อนข้างสูง ขณะที่มีไนโตรเจนทั้งหมดในดินต่ำ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมาก (Table 1) การที่ดินมีธาตุอาหารดังกล่าวอยู่ในปริมาณต่ำมีผลให้ข้าวมีความอ่อนแอต่อความเป็นพิษของอลูมิเนียม ถึงแม้จะพบว่ามีอลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพียง 1-2 mg/kg ข้าวก็แสดงอาการอลูมิเนียมเป็นพิษได้ (Tanaka and Navasero, 1966) และจากการทดลองพบว่า มีอลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินค่อนข้างสูง (1.83 mg/kg) (Table 1) ซึ่ง Fageria and Carvalho (1982) รายงานว่า ความเข้มข้นวิกฤตของอลูมิเนียมที่เป็นพิษต่อข้าวจะมีค่าผันแปรตั้งแต่ 1.11-4.34 cmol(+)/kg (ขึ้นกับสายพันธุ์ข้าว)

การปรับปรุงดินโดยการใส่ปูนทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น (Table 2) เนื่องจากในดินกรดจัดความเข้มข้นของ H^+ ในสารละลายดินจะสัมพันธ์กับไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ของ Al^{3+} หรือ hydroxyl Al เมื่อ H^+ ในสารละลายดินถูกสะเทิน (neutralized) ไปเรื่อยๆ จะก่อให้เกิดการตกตะกอน Al^{3+} เป็น $Al(OH)_3$ Ca^{2+} จะเข้าใส่ที่อลูมิเนียมและดูดซับที่คอลลอยด์ของดินแทน ทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น (จงรักษ์, 2530) ส่งผลให้ความเป็นกรดและอลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลง (Table 2) และการเพิ่มขึ้นของค่า pH ของดินทำให้กิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของแบคทีเรียและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมเป็นไนเตรท (nitrification) เพิ่มขึ้น ทำให้ธาตุอาหารในดินถูกปลดปล่อยให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ต้นข้าวสามารถดูดตั้งไนโตรเจน โพแทสเซียม และแคลเซียมไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น (Table 5) ส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 260 เป็น 349 กก./ไร่ (Table 2) สอดคล้องกับการศึกษาของรสมาลิน (2549) ซึ่งรายงานว่าการใส่ปูนในอัตรา 1.0-2.0 ตัน/ไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดชุดดินมูโนะเพิ่มขึ้นจาก 372 กก./ไร่ (ไม่ใส่ปูน) เป็น 400-500 กก./ไร่

การใช้น้ำล้างดินเพียงอย่างเดียวไม่สามารถเพิ่ม pH และลดความเป็นกรดและอลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินได้ (Table 2) ทำให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวไม่แตกต่างกันกับแปลง control (Table 3) ซึ่งชัยวัฒน์และคณะ (2541) ได้รายงานว่าการใช้น้ำชะล้างความเป็นกรดและสารพิษภายในดินในระยะแรกอาจไม่เห็นผลทันที

ต้องมีการดำเนินการต่อเนื่องและเป็นการปฏิบัติเพื่อหวังผลระยะยาว การปรับปรุงดินโดยใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยและปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยทำให้การดูดดึงธาตุอาหารของข้าวจากดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Table 4) ส่งผลให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นในขณะที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวมีแนวโน้มลดลง (Table 2) สอดคล้องกับการศึกษาของ ถาวร และคณะ (2549) ซึ่งรายงานว่าการใส่ปุ๋ย ในอัตรา 1,400 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยพืชสดทำให้ข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดชุดดินระณะเพิ่มขึ้นจาก 219 กก./ไร่ (control) เป็น 376 กก./ไร่ และทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวลดลงจาก 14.6 % (control) เป็น 12.9 %

ดินเปรี้ยวจัดชุดดินมูโนะเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Table 1) การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (Table 3) ซึ่ง นงคราญ และจุมพล (2545) พบว่าการปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดชุดดินมูโนะโดยการใส่ปุ๋ยในอัตรา 1.5 ตัน/ไร่ ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตในอัตรา 40 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ในอัตรา 10 กก./ไร่ ข้าวให้ผลผลิตสูงสุด ผลการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยทำให้ค่า pH ของดิน อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (Table 2) เนื่องจากการใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุโดยตรงให้กับดิน อินทรีย์วัตถุมีทั้งประจุลบและประจุบวกเป็นจำนวนมากทำให้ดินสามารถเก็บรักษาปุ๋ยที่ใส่ลงไปไนดินได้นานขึ้น ประจุบวกของอินทรีย์วัตถุ จะจับกับ $H_2PO_4^-$ และสามารถปลดปล่อยให้พืชดูดดึงไปใช้ได้ทำให้ฟอสฟอรัสไม่ถูกตรึงโดยเหล็กและอลูมิเนียมซึ่งพืชดูดดึงไปใช้ประโยชน์ได้ยาก ในสภาพดินกรดอนุภาคดินจะดูดซับ H^+ ไร่่มาก การสูญเสีย K^+ จากการถูกชะล้างจึงเกิดขึ้นได้ง่าย ประจุลบของอินทรีย์วัตถุจะช่วยดูดซับ K^+ ไร่และพร้อมที่จะปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชในภายหลัง นอกจากนี้การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินเป็นการปรับโครงสร้างของดินทำให้รากพืชสามารถดูดดึงธาตุอาหารพืชในดินไปใช้ได้ดีขึ้น การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยจึงทำให้การดูดดึงธาตุอาหารของข้าวสูงกว่าทุกแปลง (Table 5) ส่งผลให้ได้ผลผลิตข้าวสูงสุดถึง 532 กก./ไร่ (Table 3)

ผลการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าการปรับปรุงดินโดยการใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยและปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเป็นวิธีที่ให้กำไรสุทธิสูงสุด 2,887 บาท/ไร่ การใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยถึงแม้จะให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นแต่ค่าใช้จ่ายในการไถ สับ กลบ พืชปุ๋ยสดเพิ่มขึ้น ทำให้กำไรสุทธิลดลงเป็น 2,624 บาท/ไร่ แต่เมื่อเทียบกับผลผลิตที่เพิ่มขึ้นถือว่าคุ้มค่ากับการลงทุน ส่วนวิธีการลดการใช้ปุ๋ยเคมีเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินโดยใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยถึงแม้ว่าจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (433 กก./ไร่) เมื่อเทียบกับตำรับตรวจสอบ (260 กก./ไร่) แต่ค่าใช้จ่ายในการไถ สับ กลบ พืชปุ๋ยสดเพิ่มขึ้น การลดปริมาณปุ๋ยเคมีลงเหลือครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินช่วยลดค่าใช้จ่ายได้น้อยมาก เพราะค่าปุ๋ยเคมีมีราคาค่อนข้างสูงค่าใช้จ่ายในการผลิตจึงเพิ่มขึ้นเป็น 3,495 บาท/ไร่ ทำให้ได้กำไรสุทธิเพียง 1,701 บาท/ไร่ ต่ำกว่าในตำรับตรวจสอบซึ่งมีกำไรสุทธิเท่ากับ 1,755 บาท/ไร่ ส่วนในตำรับที่ใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นน้อยมากเมื่อเทียบกับการใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ย ในขณะที่ค่าใช้จ่ายในการผลิตเพิ่มขึ้นทำให้ได้กำไรสุทธิต่ำสุดเพียง 1,438 บาท/ไร่ การปรับปรุงโดยการใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว และการใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปุ๋ย ถึงแม้จะทำให้ข้าวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็นเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับตรวจสอบ แต่ค่าใช้จ่ายในการจัดการดินตามวิธีการดังกล่าวก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน (2,685 และ 2,785 บาท/ไร่) และได้กำไรสุทธิเพียง 1,503 และ 1,583 บาท/ไร่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยเคมียังมีความจำเป็นต่อการเพิ่มผลผลิตข้าว ที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด (Table 6)

สรุปผลการทดลอง

1. การปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดชุดดินมูโนะโดยการใส่ปุ๋ยทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น ความเป็นกรดและอลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลง ส่งผลให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นและมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวลดลง การใช้น้ำล้างดินเพียงอย่าง

เดี่ยวแม้ไม่สามารถเพิ่ม pH และลดความเป็นกรดหรือออกซิเจนที่แลกเปลี่ยนได้ในดินได้ แต่เมื่อดำเนินการควบคู่กับการใส่ปูนทำให้ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2. การปรับปรุงดินโดยการใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูนและปุ๋ยพืชสด ข้าวมีการดูดตั้งฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบลดลง การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วย ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในตอซังและในเมล็ดข้าว โพแทสเซียมในตอซังและแคลเซียมในเมล็ดข้าวสูงกว่าทุกแปลง ส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุดถึง 532 กก./ไร่ จึงน่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในแง่ของการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว

3. ผลการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่า การใช้น้ำล้างดินควบคู่กับการใส่ปูนและใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ถึงแม้จะให้ผลผลิตเพียง 521 กก./ไร่ แต่ทำให้มีกำไรสุทธิต่อไร่สูงสุดเท่ากับ 2,887 บาท จึงน่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในแง่ของการให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

คำขอขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ สาขาการจัดการทรัพยากรดิน ภาควิชาธรณีศาสตร์ ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ภาควิชาธรณีศาสตร์ที่ให้คำปรึกษางานวิจัยฉบับนี้ด้วยดีตลอดมา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิภพทอง ๆ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดทำแปลงทดลองวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ส่วนวิเคราะห์ดินสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12 กรมพัฒนาที่ดินที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

เอกสารอ้างอิง

- กรมการค้าภายใน. 2552. ราคาข้าวเปลือก ณ วันที่ 20 มีนาคม 2552. กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์(ออนไลน์). ที่มา <http://www.ditl.go.th> (วันที่สืบค้น 21 มีนาคม 2552).
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ พืชวัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 1. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน.กรมพัฒนาที่ดิน.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 2. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน.กรมพัฒนาที่ดิน.
- จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2530. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ชัยวัฒน์ สิทธิบุศย์, ปัญญา เอี่ยมอ่อน, อานาจ บุญสม และ อติสร มะสาแม. 2530. ศึกษาการใช้หินปูนในการปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดชุดดินมูโนะเพื่อปลูกข้าว. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2530. โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิภพทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.
- ชัยวัฒน์ สิทธิบุศย์, พิสุทธิ วิจารณ์, ปัญญา เอี่ยมอ่อน, พจนีย์ มอญเจริญ, อภิชาติ จงสกุล และ ดาวร มีชัย. 2541. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดของดินกรดกำมะถัน ตอนที่ 2. ใน ผลการวิจัย/ทดสอบ การพัฒนาพื้นที่พรังจังหวัดนราธิวาส. หน้า 2-24. งานพัฒนาที่ดิน โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิภพทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนราธิวาส.
- นงคราญ มณีวรรณ และ จุมพล พวนนิม. 2545. การศึกษาวิธีวิเคราะห์การจัดการดินเปรี้ยวจัดสามชั้นความเหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดภาคกลาง. กลุ่มปรับปรุงดินเปรี้ยวและดินอินทรีย์ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน
- นพรัตน์ ม่วงประเสริฐ, องอาจ อีระโสภา, วิวัฒน์ สิงคะประดิษฐ์, สัตตวรณ์ กรรณนุช และจินตนา ทัศวายุกุล. 2547. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ดาวร มีชัย ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ จำเป็น อ่อนทอง. 2549. การจัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกข้าวโดยใช้วัสดุปูน ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร. 38 : 415-424.
- ทัศนีย์ อัดตะนนท์. 2531. ดินที่ใช้ปลูกข้าว. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- รสมาลิน ณ ระนอง. 2549. การพัฒนาพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดแบบบูรณาการเพื่อการเกษตรในพื้นที่ตำบลแหลม อำเภอกำแพง จังหวัดนครศรีธรรมราช. การเสนอผลงานทางวิชาการกรมพัฒนาที่ดินประจำปี 2549 ณ โรงแรมหินสวาน้ำใส อำเภอกำแพง จังหวัดระยอง วันที่ 17-19 กรกฎาคม 2549 หน้า 2/3-11.

- Fageria, N.K. and J.R.P. Carvalho. 1982. Influence of aluminum in nutrient solution on chemical composition in upland rice cultivars. *Plant and Soil*. 69: 31-44.
- Tanaka, A. And S. A. Navasero., 1966. Aluminum toxicity of the rice plant under water culture conditions. *Soil Sci. Plant. Nutr.* 12: 9-14.

