ผลของสารปรับปรุงดินทริดิไมท์ ยอดดอยและบุญกำธรที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินและผลผลิตข้าว

Effects of Tridymite, Yod Doi and Boon Khamtorn Soil Conditioners on Physical and Chemical Properties of Soil and Rice Yield

จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง [1/]
Jindarat Chuenrung [1/]

อุทัย อารมณ์รัตน์ [1/]
Uthai Aromrat [1/]

ธวัชชัย ณ นคร [1/]
Tawatchai Na Nagara [1/]

ABSTRACT

A study was made to determine the effects of Tridymite, Yod Doi and Boon Khamtorn soil conditioners on physical and chemical properties of soil and yield of RD 23 rice variety on a sandy soil at Ubon Ratchathani Rice Research Centre in 1998-2000. A randomized complete block design comprising 6 treatments with 4 replications was investigated. The control and chemical fertilizer treatments were also included to determine the effects of the soil conditioner treatments. The six treatments namely 1) control, 2) 37.5 kg (16-16-8, N-P_2O_5-K_2O)/rai, 3) 75.0 kg (16-16-8, N-P_2O_5-K_2O)/rai, 4) 37.5 kg (16-16-8, N-P_2O_5-K_2O)/rai + 9.4 kg tridymite/rai, 5) 50 kg Yod Doi/rai and 6) 50 kg Boon Khamtorn/rai. Physical and chemical soil properties at different depths were determined prior to planting of the first crop and after harvesting of the third crop, while rice yield was yearly determined. After 3 consecutive years results were indicated that the physical soil properties at the 0-10 and 10-20 cm depth (bulk density, hydraulic conductivity and plant available water) were not significantly different among treatments ($P<0.05$) as well as the chemical properties of the soil at the respective depths (pH, organic matter and available phosphorus) except exchangeable potassium. The three - year average of rice yield was in favour of sole utilization of chemical fertilizer grade 16-16-8 (N-P_2O_5-K_2O) at the rate of 37.5 kg/rai and its combination with tridymite at the rate of 9.4 kg/rai were 213 and 199 kg/rai respectively ($P<0.05$).

[1/] กลุ่มงานวิจัยปฐพีกายภาพ สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900
Soil Physics Research Group, Agricultural Production Sciences Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

Meanwhile, the utilization of Boon Khamtorn tended to give higher rice yield (180 kg/rai) than did the Yod Doi soil conditioner (170 kg/rai) and it was also true for the latter when compared to the control treatment (145 kg/rai) ($P<0.05$). Then, the utilization of tridymite increased the price of input while the output or the yield of rice remained the same. As the utilization of Boon Khamtorn and Yod Doi soil conditioners tended to improve the yield of rice in long term.

Key words: soil conditioner, tridymite, yod doi, Boon Khamtorn, bulk density, hydraulic conductivity, plant available water

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาผลของสารปรับปรุงดินทริดิไมท์ ยอดดอย และบุญกำธร ที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินทราย และผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 23 ณ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี ระหว่างฤดูปลูกปี พ.ศ. 2541-2543 โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี คือ 1) ไม่ใส่อะไรเลย 2) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราแนะนำ สูตร 16-16-8 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตรา 37.5 กก./ไร่ 3) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราแนะนำผสมกับสารปรับปรุงดินทริดิไมท์อัตรา 9.4 กก./ไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ สูตร 16-16-8 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตรา 75 กก./ไร่ 5) ใส่สารปรับปรุงดินยอดดอยอัตรา 50 กก./ไร่ และ 6) ใส่สารปรับปรุงดินบุญกำธรอัตรา 50 กก./ไร่ ผลการทดลองพบว่า สมบัติทางกายภาพของดินที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 ซม. ในแต่ละกรรมวิธีเมื่อสิ้นสุดการทดลองติดต่อกัน 3 ปี ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน อัตราการไหลซึมน้ำของดินและปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไม่แตกต่างกัน ($P<0.05$) และไม่พบความแตกต่างในสมบัติทางเคมีของดิน คือ ความเป็นกรดเป็นด่าง อินทรียวัตถุ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ระหว่างกรรมวิธีการทดลองอย่างชัดเจน ยกเว้นในกรณีของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ส่วนผลผลิตข้าวพันธุ์ กข 23 เฉลี่ย 3 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตรา 37.5 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวสูงสุด (213 กก./ไร่) แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตรา 37.5 กก./ไร่ ร่วมกับทริดิไมท์ 9.4 กก./ไร่ (199 กก./ไร่) การใส่สารปรับปรุงดินบุญกำธรมีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าสารปรับปรุงดินยอดดอยแต่สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่อะไรเลยอย่างเด่นชัด ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 180 170 และ 145 กก./ไร่ ตามลำดับ ($P<0.05$) จึงสรุปได้ว่า การใส่ทริดิไมท์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยที่ผลผลิตข้าวไม่ได้เพิ่มขึ้น ส่วนสารปรับปรุงดินยอดดอยและบุญกำธรมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นในระยะยาว

คำหลัก: สารปรับปรุงดิน ทริดิไมท์ ยอดดอยบุญกำธร ความหนาแน่นรวม การไหลซึมน้ำของดิน ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

คำนำ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีเนื้อดินเป็นดินทรายมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทำการเกษตร มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1 % (อภิรดี, 2535) ดินทรายโดยธรรมชาติเป็นดินกรด มีความสามารถในการอุ้มน้ำและดูดซับธาตุอาหารต่ำ และง่ายต่อการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ดังนั้น นอกเหนือไปจากการจัดการดินและน้ำในเชิงอนุรักษ์แล้ว การใช้ปุ๋ยและสารปรับปรุงบำรุงดินต่างๆ จึงมีความจำเป็นในการรักษาเสถียรภาพ ในการผลิตของดินในภาคนี้ค่อนข้างมาก

สารปรับปรุงดิน (soil conditioner) หมายถึง สารที่ได้จากธรรมชาติหรือจากการสังเคราะห์ที่นำมาใช้เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและ/หรือเคมีของดิน เพื่อให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ส่วนสารปรับปรุงบำรุงดิน (soil amendment) หมายถึง สารปรับปรุงดินที่ให้ธาตุอาหารพืชไปด้วยพร้อมๆ กัน

ในปัจจุบันได้มีการนำสารปรับปรุงดินชนิดต่างๆ มาใช้อย่างกว้างขวาง โดยที่ยังไม่ได้รับการรับรองหรือทำการทดสอบโดยหน่วยงานของทางราชการ จึงเกรงว่าวัสดุต่างๆ เหล่านี้อาจเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกรโดยได้รับผลตอบแทนไม่คุ้มค่า และอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภายหลังได้ ดังนั้น เพื่อเป็นการพิทักษ์ผลประโยชน์ของเกษตรกร ซึ่งเป็นนโยบายหลักของทางราชการที่จะต้องยึดถือปฏิบัติ จึงได้มีการทดสอบสารต่างๆ เหล่านี้ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาข้อดีและข้อเสียของสารปรับปรุงดินทริดิไมท์ ยอดดอยและบุญกำธรที่นำมาใช้ในนาข้าวดินทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองในดินทรายที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี ในฤดูนาปี พ.ศ. 2541 2542 และพ.ศ. 2543 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 6 กรรมวิธี คือ 1) ไม่ใส่อะไรเลย (control) 2) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราแนะนำ สูตร 16-16-8 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตรา 37.5 กก./ไร่ 3) ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราแนะนำผสมสารปรับปรุงดินทริดิไมท์ อัตรา 9.4 กก./ไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำสูตร 16-16-8 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตรา 75 กก./ไร่ 5) ใส่สารปรับปรุงดินยอดดอย อัตรา 50 กก./ไร่ และ 6) ใส่สารปรับปรุงดินบุญกำธร อัตรา 50 กก./ไร่ โดยทำการเก็บตัวอย่างดินแบบคงสภาพ (undisturbed soil sample) ก่อนทำการทดลองในปี พ.ศ. 2541 ที่ระดับความลึก 0-10 10-20 20-30 30-50 50-70 และ 70-90 ซม. นำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ (Table 1) ประกอบด้วย ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density, BD) โดยการอบเพื่อหาน้ำหนักแห้งของดินคงสภาพในกระบอกโลหะ (stainless core) ที่ทราบปริมาตร (100 ลบ.ซม.) ที่ 105 °ซ เป็นเวลา 24 ชม. หรือจนน้ำหนักคงที่ การไหลซึมน้ำของดิน (saturated hydraulic conductivity, K0) โดย Falling Head Permeameter (Klute and Dirksen, 1986)

ความจุความชื้นของดินภาคสนาม (field capacity, FC) หรือความชื้นของดินที่ 1/3 บาร์ และจุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point, WP) หรือความชื้นของดินที่ 15 บาร์ โดย pressure cooker และ pressure membrane apparatus ตามลำดับ (Klute, 1986) และปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (plant available water, PAW) โดยการคำนวณจากผลต่างของความจุความชื้นของดินภาคสนามกับความชื้นของดินที่จุดเหี่ยวถาวร (PAW = FC - WP) และเก็บตัวอย่างดินแบบไม่คงสภาพ (disturbed soil sample) ก่อนทำการทดลองในปี พ.ศ. 2541 ที่ระดับความลึกเดียวกันกับตัวอย่างดินคงสภาพ นำไปตากแห้งในที่ร่มแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2.0 มม. นำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ คือ เนื้อดิน (texture) โดย Pipet Method (Gee and Bauder, 1986) และสมบัติทางเคมี (Table 1) ประกอบด้วย ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) อินทรียวัตถุ (OM) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนประจุได้ (exchangeable K) และวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของตัวอย่างสารปรับปรุงดินทริดิไมท์ (tridymite) สำหรับสารปรับปรุงดินยอดดอยและบุญกำธร (Tables 2 และ 3) เตรียมแปลงตกกล้าข้าวพันธุ์ กข 23 และเตรียมดินโดยการไถทำเทือกในแต่ละแปลงย่อย ขนาด 3x5 ม. คลุกปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 ($N-P_2O_5-K_2O$) และสารปรับปรุงดินทริดิไมท์เข้าด้วยกันในอัตรา 4:1 หรือในพื้นที่หนึ่งไร่ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 ($N-P_2O_5-K_2O$) จำนวน 37.5 กก. /ทริดิไมท์ 9.4 กก. ขณะที่คลุกเคล้าผสมกันให้พรมน้ำเล็กน้อยเพื่อช่วยให้ทริดิไมท์เกาะติดกับเม็ดปุ๋ยได้ดีขึ้น เสร็จแล้วนำไปใส่ตามวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีตามปกติ การปักดำข้าวใช้ต้นกล้าอายุ 28 วัน ระยะปักดำ 25 x 25 ซม. จำนวน 3 ต้น/หลุม ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตราครึ่งหนึ่งในกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 37.5 (กรรมวิธีที่ 2) และ 75 กก./ไร่ (กรรมวิธีที่ 4) ในวันปักดำ ส่วนปุ๋ยสูตร 16-16-8 $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 37.5 กก./ไร่ ผสมทริดิไมท์อัตรา 9.4 กก./ไร่ (กรรมวิธีที่ 3) ให้ใส่ครั้งเดียวทั้งหมดในวันปักดำข้าว ใส่สารปรับปรุงดินยอดดอยและบุญกำธรอัตรา 50 กก./ไร่ (กรรมวิธีที่ 5 และ 6) ก่อนปักดำข้าว 1 วัน ใช้แรงงานกำจัดวัชพืชทุกแปลงย่อยและทุกกรรมวิธีในระยะข้าวให้กำเนิดช่อดอกหรือตอนใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 2 ของกรรมวิธีที่ 2 และ 4 โดยใส่ปุ๋ยเคมีอีกครึ่งหนึ่งที่เหลือของกรรมวิธีที่ 2 และ 4

เมื่อข้าวแก่เก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ 2 x 4 ม. เพื่อหาผลผลิตที่ความชื้น 14% โดยเว้นแถวริมด้านละ 2 แถว พร้อมทั้งบันทึกปริมาณและการกระจายของฝนตลอดฤดูปลูก (Figure 1) ดำเนินการทดลองซ้ำที่เดิมในปีที่ 2 (พ.ศ. 2542) และปีที่ 3 (พ.ศ. 2543) โดยมีวิธีดำเนินงานต่างๆ เหมือนการทดลองปีแรก (พ.ศ. 2541) และทำการเก็บตัวอย่างดินแบบคงสภาพและไม่คงสภาพอีกครั้ง เมื่อสิ้นสุดการทดลองในปีที่ 3 ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 ซม. นำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีเช่นเดียวกันกับก่อนการทดลองในปีแรก

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนการทดลอง

1.1 สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพของดินก่อนทำการทดลองในปี พ.ศ. 2541 (Table 1) พบว่าค่าความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึก 0-90 ซม. มีค่าอยู่ระหว่าง 1.50-1.67 ก./ลบ.ซม. ซึ่งดินจะมีความหนาแน่นรวมค่อนข้างสูง เนื่องจากเนื้อดินปานกลางที่ใช้ในการเพาะปลูกส่วนมากมีความหนาแน่นรวมโดยเฉลี่ยประมาณ 1.32 ก./ลบ.ซม. (นิรนาม, 2526) กรณีดังกล่าวนี้อาจเกิดจากการอัดแน่นของดินจากการใช้เครื่องมือเตรียมดินทำนามาเป็นเวลานาน ประกอบกับเนื้อดิน (texture) เป็นทรายจัด จึงทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินสูง ค่าอัตราการไหลซึมน้ำของดิน (Ko) มีค่าอยู่ระหว่าง 2.74-12.60 มม./ชม. ซึ่งถือว่ามีอัตราการไหลของน้ำอยู่ในระดับปานกลางหรือ moderate (Marshall, 1958) ความชื้นภาคสนามและจุดเหี่ยวถาวร มีค่าอยู่ระหว่าง 2.47-5.03 และ 0.42-1.20% โดยปริมาตรตามลำดับ ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีค่าอยู่ระหว่าง 1.92-4.45 ซม. ซึ่งถือว่าต่ำตามลักษณะของดินทรายทั่วๆ ไป ลักษณะของเนื้อดินที่เป็นดินทรายจัด (sand) ประกอบด้วยอนุภาคทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) แตกต่างกันที่ระดับความลึกต่างๆ ที่ระดับความลึก 0-90 ซม. เนื้อดินประกอบด้วยอนุภาคทราย 88.57-93.06% ทรายแป้ง 4.37-8.12% และดินเหนียว 0.65-3.78% (Table 1)

Table 1. Physical and chemical soil properties at different depths prior to planting of the first rice crop in 1998 at Ubon Ratchathani Rice Research Centre

Soil property	Soil depth (cm)					
	0-10	10-20	20-30	30-50	50-70	70-90
Physical						
BD (g/cm^3)	1.50	1.59	1.59	1.61	1.67	1.62
Ko (mm/hr)	10.05	3.37	6.18	12.60	2.74	4.03
FC (cm)	3.15	2.59	2.47	4.93	5.03	4.25
WP (cm)	1.20	0.67	0.42	0.59	0.58	1.00
PAW (cm)	1.95	1.92	2.05	4.34	4.45	3.25
Texture	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand
Sand (%)	88.57	90.82	90.66	93.06	91.51	91.54
Silt (%)	8.12	5.47	6.39	4.37	5.11	7.81
Clay (%)	3.32	3.78	2.95	2.57	3.38	0.65
Chemical						
pH	4.11	4.43	4.82	5.15	5.09	5.40
OM (%)	0.30	0.46	0.07	0.05	0.07	0.10
Avail P (mg/kg)	22.80	27.20	17.55	6.25	2.15	1.90
Exch K (mg/kg)	14.08	14.26	15.92	1.63	4.69	5.71

1.2 สมบัติทางเคมี

สมบัติทางเคมีของดินก่อนทำการทดลอง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่ระดับความลึก 0-90 ซม. อยู่ระหว่าง 4.1-5.4 ซึ่งถือว่ามีความเป็นกรดปานกลาง อินทรียวัตถุ มีค่าต่ำมากอยู่ระหว่าง 0.05-0.46% (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นดินทรายและถูกใช้ในการทำนามานานโดยขาดการปรับปรุงบำรุงดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (avail. P) มีค่าปานกลางที่ระดับความลึก 0-30 ซม. (17.55-27.20 มก./กก.) และมีค่าต่ำที่ระดับความลึก 30-90 ซม. (1.90-6.25 มก./กก.) ส่วนโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) มีค่าค่อนข้างต่ำที่ระดับความลึก 0-30 ซม. (14.08-15.92 มก./กก.) และจะมีค่าต่ำมากที่ระดับความลึก 30-90 ซม. (1.63-5.71 มก./กก.) (Table 1)

2. สมบัติทางกายภาพและเคมีของสารปรับปรุงดิน

2.1 ทริดิไมท์

ทริดิไมท์ มีอนุภาคขนาดทรายเป็นองค์ประกอบอยู่ 68.10% โดยน้ำหนัก มีค่าความหนาแน่นรวม 1.21 ก./ลบ.ซม. และมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 1.49% โดยปริมาตร ซึ่งถือว่าต่ำมากและต่ำกว่าดินทรายจัดทั่วๆ ไป แต่มีความชื้นภาคสนามและจุดเหี่ยวถาวรสูงมาก คือ 27.05 และ 25.56% โดยปริมาตร ตามลำดับ ขณะที่จุดอิ่มตัวด้วยน้ำมีค่า 35.36% โดยปริมาตร ซึ่งแสดงว่าทริดิไมท์มีลักษณะเป็นรูพรุนสามารถดูดซับน้ำได้ดี แต่มีน้ำเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่พืชสามารถนำมาใช้ได้ (1.49% โดยปริมาตร) ส่วนสมบัติทางเคมีพบว่า มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในระดับที่ถือว่าเป็นด่าง คือ pH 8.89 มีค่า EC สูง (133.33 dS/m) ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (0.63%) และจากการวิเคราะห์พบว่าทริดิไมท์มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอยู่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับยอดดอยและบุญกำธร คือ มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P_2O_5) 0.013% โพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O) 0.036% แคลเซียม 6.934% และ Mg 0.077% นอกจากนี้ยังพบว่า ทริดิไมท์มีปริมาณ Na อยู่สูงถึง 0.036% ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ค่า pH และ EC ของสารสูง ดังนั้น จึงอาจไม่เหมาะในการนำมาใช้ในพื้นที่เกษตรแบบต่อเนื่องระยะยาวเพราะจะทำให้เกิดการสะสมของ Na ในดิน ส่วนประจุบวก (CEC) ของทริดิไมท์ต่ำมาก คือมีเพียง 4.40 me/100 กรัม เท่านั้น ซึ่งน้อยมากที่จะดูดซับธาตุอาหารพืช ไม่ให้ถูกชะล้างจากการใส่ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Table 2)

2.2 ยอดดอย

สมบัติทางเคมีของสารปรับปรุงดินยอดดอยเป็นด่างอ่อน คือ pH 7.49 ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำเพียง 0.76% ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) 2.46% C/N 0.18 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน และ C/N แล้วไม่ถือว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ฟอสฟอรัสทั้งหมด 3.35% (total P_2O_5) โพแทสเซียมทั้งหมด 1.32% (total K_2O) และมีปริมาณธาตุอาหารพืชอื่นๆ ดังต่อไปนี้ Ca 5.44% Mg 0.216% Fe 4.74% Mn 0.285% Cu 0.019% และ Zn 0.026% (Table 3)

Table 2. Physical and chemical properties of tridymite soil conditioner

Physical property		Chemical property	
Sand (%)	68.10	pH	8.89
BD, bulk density, (g/cm^3)	1.21	OM (%)	0.63
Moisture content (% volume)		Total P_2O_5 (%)	0.013
Saturation	35.36	Total K2O (%)	0.036
FC (field capacity)	27.05	Ca (%)	6.934
WP (wilting point)	25.56	Mg (%)	0.077
PAW (plant available water)	1.49	Na (%)	0.036
		CEC (me/100 g)	4.40
		EC (dS/m)	133.33
		CCE (%)	26.90

Table 3. Chemical properties of Yod Doi and Boon Khamtorn soil conditioners

Chemical property	Yod Doi	Boon Khamtorn
pH	7.49	7.58
OM (%)	0.76	6.35
C (%)	0.44	3.69
Total N (%)	2.46	3.68
Total P_2O_5 (%)	3.35	4.02
Total K_2O (%)	1.32	6.43
Ca (%)	5.44	10.05
Mg (%)	0.216	0.251
Fe (%)	4.74	3.88
Mn (%)	0.285	0.269
Cu (%)	0.019	0.016
Zn (%)	0.026	0.035
C/N	0.18	1.00

2.3 บุญกำธร

สมบัติทางเคมีของสารปรับปรุงดินบุญกำธร พบว่าเป็นด่างอ่อนเช่นเดียวกับสารปรับปรุงดินยอดดอย คือ pH 7.58 ปริมาณอินทรียวัตถุสูง 6.35% ไนโตรเจนทั้งหมด 3.68% C/N 1.00 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 4.02% P_2O_5 โพแทสเซียมทั้งหมด 6.43% K_2O และมีธาตุอาหารอื่นๆ ดังต่อไปนี้ Ca 10.05% Mg 0.251% Fe 3.88% Mn 0.269% Cu 0.016% และ Zn 0.035% (Table 3)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารปรับปรุงดินยอดดอยและบุญกำธรแล้ว สารปรับปรุงดินบุญกำธรน่าจะมีประสิทธิภาพในแง่ปรับปรุงบำรุงดินมากกว่ายอดดอย แต่ไม่ได้หมายความว่าสารปรับปรุงดินบุญกำธรเป็นปุ๋ยอินทรีย์ แต่ทั้งนี้เพราะปริมาณธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะ NPK ของสารปรับปรุงดินบุญกำธรมีในปริมาณค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ทั่วๆ ไป ซึ่งจะมีปริมาณ NPK รวมกันไม่เกิน 5% โดยน้ำหนัก

3. สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองปี พ.ศ. 2543

3.1 สมบัติทางกายภาพ

เมื่อทำการเก็บตัวอย่างดินแบบคงสภาพภายหลังการทดลองปีที่ 3 (พ.ศ. 2543) ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 ซม. พบว่าการใช้สารปรับปรุงดินทริดิไมท์ ยอดดอย และบุญกำธรไม่มีผลต่อความหนาแน่นรวมของดิน ค่าความหนาแน่นรวมของดินในทุกกรรมวิธีการทดลองทั้งสองระดับความลึกไม่แตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยที่ระดับความลึก 0-10 ซม. มีค่าอยู่ระหว่าง 1.40-1.46 ก./ลบ.ซม. และที่ระดับความลึก 10-20 ซม. มีค่าอยู่ระหว่าง 1.58-1.63 ก./ลบ.ซม. ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารปรับปรุงดินทริดิไมท์ ยอดดอย และบุญกำธรอย่างต่อเนื่องติดต่อกัน 3 ปี ไม่ทำให้ดินร่วนซุยขึ้นหรือทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง (Table 4)

ส่วนค่าอัตราการไหลซึมน้ำของดิน พบว่าที่ระดับความลึก 0-10 ซม. ค่าอัตราการไหลซึมน้ำของดินในทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 12.91-19.91 มม./ชม. ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับปานกลาง (Marshall, 1958) เช่นเดียวกับที่ระดับความลึก 10-20 ซม. ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 3.37-6.20 มม./ชม. (Table 5) และไม่แตกต่างจากค่าวิเคราะห์ก่อนการทดลองทั้งสองระดับความลึก ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับปานกลางเช่นเดียวกัน คือ 3.37-10.05 มม./ชม. (Table 1) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การใช้สารปรับปรุงดินทริดิไมท์ ยอดดอยและบุญกำธรตามอัตราแนะนำเป็นเวลา 3 ปีติดต่อกันไม่มีผลต่ออัตราการไหลซึมน้ำของดินแต่อย่างใด

ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งจะขึ้นอยู่กับเนื้อดิน ดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายหรือดินเนื้อหยาบจะมีค่า PAW น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวและดินร่วน ผลการทดลองพบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 ซม. ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชไม่แตกต่างกันระหว่างกรรมวิธีทดลอง ($P<0.05$) และมีค่าอยู่ระหว่าง 1.82-2.14 และ 1.44-1.89 ซม. ตามลำดับ (Table 6) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่พืชใช้

Table 4. Bulk density (BD, g/cm^3) as affected by the utilization of soil conditioners and chemical fertilizers after harvesting of the third rice crop in 2000 at Ubon Ratchathani Rice Research Centre

Treatment	Soil depth (cm)	
	0-10	10-20
1. Control	1.44 a	1.58 a
2. 37.5 kg (16-16-8)/rai	1.40 a	1.59 a
3. 37.5 kg (16-16-8)/rai + 9.4 kg tridymite/rai	1.43 a	1.58 a
4. 75.0 kg (16-16-8)/rai	1.46 a	1.63 a
5. 50.0 kg Yod Doi/rai	1.46 a	1.60 a
6. 50.0 kg Boon Khamtorn /rai	1.44 a	1.60 a
F-test	NS	NS
CV (%)	3.7	2.0

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

NS = not significant

Table 5. Hydraulic conductivity (Ko, mm/hr) as affected by the utilization of soil conditioners and chemical fertilizers after harvesting of the third rice crop in 2000 at Ubon Ratchathani Rice Research Centre

Treatment	Soil depth (cm)	
	0-10	10-20
1. Control	16.02 a	5.11 a
2. 37.5 kg (16-16-8)/rai	17.93 a	4.43 a
3. 37.5 kg (16-16-8)/rai + 9.4 kg tridymite/rai	15.11 a	6.20 a
4. 75.0 kg (16-16-8)/rai	19.91 a	3.37 a
5. 50.0 kg Yod Doi/rai	12.91 a	4.21 a
6. 50.0 kg Boon Khamtorn /rai	15.16 a	5.51 a
F-test	NS	NS
CV (%)	56.4	55.1

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

NS = not significant

ประโยชน์ได้ค่อนข้างน้อยเพราะเป็นดินทรายจัด เมื่อเปรียบเทียบกับค่า PAW ก่อนการทดลอง (Table 1) พบว่าที่ระดับความลึก 0-10 ซม. มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนที่ระดับความลึก 10-20 ซม. ลดลง ทั้งนี้อาจมีผลมาจากการไถพรวนมากกว่าที่จะมาจากสารปรับปรุงดินที่ใช้

3.2 สมบัติทางเคมี

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 ซม. หลังสิ้นสุดการทดลองปีที่ 3 (พ.ศ. 2543) พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 ซม. มีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.38-4.61 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน 0.44-0.63% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 11.55-19.38 มก./กก. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 15.81-24.00 มก./กก. และที่ระดับความลึก 10-20 ซม. มีค่า pH 4.05-4.96 ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.21-0.34% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 14.35-25.65 มก./กก. โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 13.75-19.25 มก./กก. (Table 7) จากค่าวิเคราะห์ดินหลังการทดลองติดต่อกัน 3 ปี (พ.ศ. 2541-2543) จะเห็นได้ว่าการใส่สารปรับปรุงดินทริดิไมท์ ยอดดอยและบุญกำธร ไม่ได้ช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินได้อย่างเด่นชัด การเพิ่มขึ้นของค่าวิเคราะห์โพแทสเซียมของดินจากการใส่ทริดิไมท์ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะโพแทสเซียมถูกดูดซับด้วยอนุภาคของทริดิไมท์ ซึ่งมีรูพรุนที่มีขนาดเล็กมาก และรากพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ สอดคล้องกับค่าปริมาณความชื้นของทริดิไมท์ ณ จุดเหี่ยวถาวรซึ่งมีค่าสูงถึง 25.56% โดยปริมาตร (Table 2)

Table 6. Soil moisture content (cm) at field capacity (FC), permanent wilting point (WP) and plant available water (PAW) as affected by the utilization of soil conditioners and chemical fertilizers after harvesting of the third rice crop in 2000 at Ubon Ratchathani Rice Research Centre.

Treatment	0-10 cm soil depth			10-20 cm soil depth		
	FC	WP	PAW	FC	WP	PAW
1. Control	2.77 a	0.69 a	2.08 a	2.30 a	0.85 a	1.44 a
2. 37.5 kg (16-16-8)/rai	2.67 a	0.85 a	1.82 a	2.47 a	0.58 a	1.89 a
3. 37.5 kg (16-16-8)/rai + 9.4 kg tridymite/rai	2.73 a	0.71 a	2.02 a	2.39 a	0.60 a	1.79 a
4. 75.0 kg (16-16-8)/rai	2.67 a	0.79 a	1.98 a	2.32 a	0.72 a	1.55 a
5. 50.0 kg Yod Doi/rai	2.89 a	0.83 a	2.06 a	2.44 a	0.81 a	1.58 a
6. 50.0 kg Boon Khamtorn /rai	2.90 a	0.76 a	2.14 a	2.54 a	0.74 a	1.74 a
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	8.9	37.1	15.0	10.7	47.5	22.4

Means in the same column, followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

NS = not significant PAW = FC - WP

Table 7. Chemical soil properties as affected by the utilization of soil conditioners and chemical fertilizers after harvesting of the third rice crop in 2000 at Ubon Ratchathani Rice Research Centre.

Treatment	0-10 cm soil depth				10-20 cm soil depth			
	pH	OM (%)	Avail P (mg/kg)	Exch K (mg/kg)	pH (mg/kg)	OM (%)	Avail P (mg/kg)	Exch K (mg/kg)
1. Control	4.58	0.55	11.55	15.81	4.96	0.25	14.35	14.79
2. 37.5 kg (16-16-8)/rai	4.61	0.57	15.40	17.00	4.96	0.21	19.15	16.00
3. 37.5 kg (16-16-8)/rai + 9.4 kg tridymite/rai	4.38	0.63	14.85	23.25	4.05	0.26	23.23	19.25
4. 75.0 kg (16-16-8)/rai	3.81	0.62	19.38	24.00	4.07	0.34	25.65	19.00
5. 50.0 kg Yod Doi/rai	4.53	0.44	11.55	19.00	4.87	0.34	17.10	13.75
6. 50.0 kg Boon Khamtorn/rai	4.07	0.46	12.38	22.25	4.17	0.33	21.50	15.00

4. ผลของสารปรับปรุงดินต่อผลผลิตข้าวพันธุ์ กข 23

ผลผลิตรายปี (พ.ศ. 2541, 2542 และ 2543) และผลผลิตเฉลี่ย 3 ปี (พ.ศ. 2541-2543) ของข้าวพันธุ์ กข 23 เมื่อมีการใช้สารปรับปรุงดินทริดิไมท์ บุญกำธร และยอดดอย ซึ่งพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 (N-P_2O_5-K_2O) อัตรา 37.5 กก./ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3 ปี สูงสุด 213 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 (N-P_2O_5-K_2O) อัตรา 37.5 กก./ไร่ ร่วมกับทริดิไมท์อัตรา 9.4 กก./ไร่ ที่ให้ผลผลิตรองลงมา คือ 199 กก./ไร่ ส่วนกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 (N-P_2O_5-K_2O) อัตรา 75 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 194 กก./ไร่ ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตรองลงมาที่กล่าวถึง และกรรมวิธีที่ใช้สารปรับปรุงดินบุญกำธรอัตรา 50 กก./ไร่ ซึ่งให้ผลผลิต 180 กก./ไร่ ขณะที่สารปรับปรุงดินยอดดอยอัตรา 50 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 170 กก./ไร่ ไม่แตกต่างจากสารปรับปรุงดินบุญกำธรและกรรมวิธีที่ไม่ใส่อะไรเลย ซึ่งให้ผลผลิตต่ำสุด 145 กก./ไร่ ($P<0.05$) สรุปได้ว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 (N-P_2O_5-K_2O) อัตรา 37.5 กก./ไร่ หรือครึ่งอัตราแนะนำมีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวสูงกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-8 (N-P_2O_5-K_2O) ครึ่งอัตราแนะนำร่วมกับทริดิไมท์ในอัตรา 9.4 กก./ไร่ หรือ 1/4 ของน้ำหนักปุ๋ยเคมี สอดคล้องกับรายงานของธวัชชัยและคณะ (2542 a และ 2542 b) ซึ่งได้ทำการทดลองสารปรับปรุงดินทริดิไมท์กับข้าวพันธุ์ กข 23 และขาวดอกมะลิ 105 ณ สถานีทดลองข้าวสุรินทร์และศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ที่ได้รายงานว่าการใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของคำแนะนำให้ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอัตราดังกล่าวร่วมกับทริดิไมท์ในสัดส่วน 1/4 ของน้ำหนักปุ๋ย และการทดลองของจินดารัตน์และคณะ (2542) ก็ได้ผลการทดลองทำนอง

เดียวกัน นอกจากนี้ยังมีการทดลองของเสรีและคณะ (2542) และจามีกรและคณะ (2542) ที่ได้สนับสนุนการทดลองดังกล่าวข้างต้น คือ การใช้ปุ๋ยสูตร 16-16-8 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ แบ่งใส่สองครั้งให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่าการใช้ปุ๋ยอัตราเดียวกันผสมสารปรับปรุงดินทริดิไมท์ใส่ครั้งเดียวตอนปักดำ ประดิษฐ์และสันติ (2542) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสารปรับปรุงดินยอดดอยและทริดิไมท์ต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเพื่อการผลิตข้าวโพดในสภาพไร่ และได้รายงานว่าสารปรับปรุงดินยอดดอยและทริดิไมท์ที่ศึกษาในสภาพไร่ในกระถางโดยใช้ดินร่วนปนทรายชุดดินทุบกะพงไม่พบว่ามีประสิทธิภาพในการช่วยเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด ทั้งในแง่ของการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยหรือลดปริมาณการใช้ปุ๋ยแต่อย่างใด และนงลักษณ์และคณะ (2542) ได้สรุปว่าสารสารปรับปรุงดินทริดิไมท์ หรือสารโซคอน เอฟ-1 มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำมากจนเกินกว่าที่จะดูดซับธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการใช้สารปรับปรุงดินทริดิไมท์ ผสมกับปุ๋ยเคมีในสัดส่วน 1:4 ไม่สามารถลดการชะล้างธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีได้เลย และเมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพการปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชใน Lysimeter พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราแนะนำผสมกับสารปรับปรุงดินทริดิไมท์ในสัดส่วนที่กำหนดมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยตามอัตราแนะนำเพียงอย่างเดียว

สำหรับผลการทดลอง 3 ปี (พ.ศ. 2541-2543) ของสารปรับปรุงดินยอดดอยและบุญกำธรที่มีต่อผลผลิตข้าวพันธุ์ กข 23 พอสรุปได้ว่าระหว่าง 3 กรรมวิธีที่ทำการทดลอง คือ แปลงไม่ใส่อะไรเลย (control) ใส่สารปรับปรุงดินยอดดอยอัตรา 50 กก./ไร่ และใส่สารปรับปรุงดินบุญกำธรอัตรา 50 กก./ไร่ ให้ผลผลิตข้าวใกล้เคียงกัน กล่าวคือ สารปรับปรุงดินบุญกำธรให้ผลผลิตข้าวสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่อะไรเลย แต่ไม่แตกต่างจากการใช้สารปรับปรุงดินยอดดอย และสารปรับปรุงดินยอดดอยให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างไปจากแปลงที่ไม่ใส่อะไรเลย สอดคล้องกับผลการทดลองของจินดารัตน์และคณะ (2542) ที่รายงานว่า สารปรับปรุงดินบุญกำธรและยอดดอยให้ผลผลิตข้าวพันธุ์ กข 23 ใกล้เคียงกับการปลูกข้าวโดยไม่ใส่อะไรเลย แต่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำกว่ามาก และกล่าวว่าการใช้สารปรับปรุงดินบุญกำธร ยอดดอย และรวมถึงทริดิไมท์ในการปลูกข้าวเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตแก่เกษตรกรโดยได้รับผลตอบแทนไม่คุ้มค่า นอกจากนี้ยังมีการทดลองของเสรีและคณะ (2542) และจามีกรและคณะ (2542) ซึ่งได้ทำการทดลองสารปรับปรุงดินบุญกำธร ยอดดอย และทริดิไมท์กับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่าทั้งสารปรับปรุงดินบุญกำธร ยอดดอย และแปลงไม่ใส่ปุ๋ยอะไรเลย ให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า การใช้สารปรับปรุงดินบุญกำธรและยอดดอยให้ผลผลิตข้าวใกล้เคียงกับการปลูกข้าวโดยไม่ใส่อะไรเลย และการใช้สารปรับปรุงดินทั้งสองดังกล่าว ให้ผลตอบแทนไม่

Table 8. Effects of soil conditioners and chemical fertilizers on yield of RD 23 rice variety in 1998, 1999 and 2000 at Ubon Ratchathani Rice Research Centre

Treatment	Rice yield (kg/rai)			
	1998	1999	2000	Average
1. Control	146 c	176 bc	113 d	145 d
2. 37.5 kg (16-16-8)/rai	194 ab	241 a	205 a	213 a
3. 37.5 kg (16-16-8)/rai + 9.4 kg tridymite/rai	189 b	235 a	174 bcd	199 ab
4. 75.0 kg (16-16-8)/rai	224 a	162 c	195 ab	194 b
5. 50.0 kg Yod Doi/rai	162 bc	192 b	156 cd	170 cd
6. 50.0 kg Boon Khamtorn /rai	170 bc	182 bc	188 abc	180 bc
F-test	*	*	*	*
CV (%)	11.9	9.4	9.9	10.4

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

* = significant at 5% level

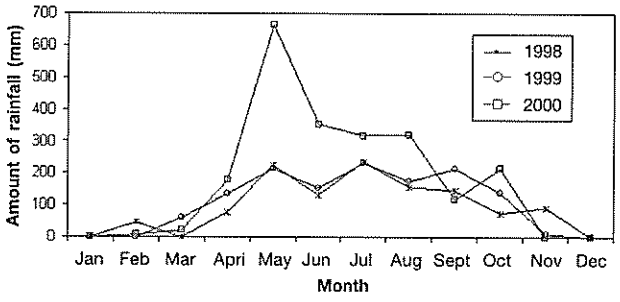

Figure 1. Average annual rainfall in 1998-2000

คุ้มค่าต่อการลงทุน เป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตให้แก่เกษตรกรโดยใช่เหตุ

ส่วนการใช้สารปรับปรุงดินทริดิไมท์ ยอดดอย และบุญกำธร ในการปลูกข้าวพันธุ์ กข 23 เป็นเวลาติดต่อกัน 3 ปี ไม่มีผลกระทบต่อสมบัติทางกายภาพของดินนั้น ส่วนหนึ่งเป็นเพราะอัตราการใช้สารปรับปรุงดินทั้งสามค่อนข้างต่ำมาก ประกอบกับดินเป็นดินนาข้าวซึ่งถูกไถทำเทือกมาเป็นเวลานาน จนถือได้ว่าเป็นดินที่ไม่มีโครงสร้าง (structureless) ดังนั้น ผลกระทบใดๆ ทางด้านกายภาพของดินจะไม่เกิดขึ้น นอกจากจะมีการใช้สารปรับปรุงดิน โดยเฉพาะวัสดุอินทรีย์จำนวนมากและเป็นระยะเวลายาวนานเท่านั้น สำหรับทริดิไมท์ซึ่งเป็นวัสดุพรุน อาจสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชได้ แต่ส่วนใหญ่พืชไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุอาหารพืชที่ละลายน้ำได้ง่าย

สรุปผลการทดลอง

การใช้สารปรับปรุงดินทริดิไมท์ ยอดดอย และบุญกำธร ในการปลูกข้าวในดินทราย ณ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานีติดต่อกันเป็นเวลา 3 ปี (พ.ศ. 2541-2543) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

สมบัติทางกายภาพของดินแต่อย่างใด การใช้สารปรับปรุงดินโดยเฉพาะทริดิไมท์อาจเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตข้าวโดยใช่เหตุ ถึงแม้ว่าทริดิไมท์มีคุณสมบัติในการดูดซับปุ๋ยได้แต่ปุ๋ยที่ถูกดูดซับไว้พืชอาจไม่สามารถนำมาใช้ได้ จึงทำให้ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มต่ำกว่าไม่ใช้ทริดิไมท์ ส่วนสารปรับปรุงดินยอดดอยและบุญกำธรมีแนวโน้มว่าการใช้ต่อเนื่องระยะยาวมีผลทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น

คำขอบคุณ

คณะผู้จัดทำใคร่ขอบคุณกลุ่มวิจัยกายภาพดินและกลุ่มวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร สำหรับการวิเคราะห์ดิน

เอกสารอ้างอิง

จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง ธวัชชัย ณ นคร อุทัย อารมณ์รัตน์ ฐิรพงศ์ ปิยสิรานนท์ วสันต์ วรรณจักร์ รัชนี โสภา และสรศักดิ์ หวังสินสุจริต. 2542. ผลของสารปรับปรุงดินยอดดอย บุญกำธร และทริดิไมท์ ที่มีต่อผลผลิตข้าว. หน้า 56-57. *ใน* : *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2542.* กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จามีกร ศรีสุมล เสรี ดาหาญ ชยงค์ นามเมือง ดานุ ราญฏร สมศักดิ์ โตจันทึก กรรณิกา นากลาง และสว่าง โรจนกุศล. 2542. การทดลองใช้วัสดุทริดิไมท์และยอดดอยเพิ่มผลผลิตข้าวในดินทรายปนดินร่วนชุดอุบล และดินร่วนปนทรายชุดร้อยเอ็ด. หน้า 58-59. *ใน* : *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2542.* กรมวิชาการเกษตร (กองปฐพีวิทยา) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ธวัชชัย ณ นคร อุทัย อารมณ์รัตน์ ฐิรพงศ์ ปิยสิรานนท์ ดวงใจ เฉยไสย จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง และวสันต์ วรรณจักร์. 2542a. การทดสอบวัสดุปรับปรุงดินทริดิไมท์และปุ๋ยยอดดอย. หน้า 53-55. *ใน* : *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2542.* กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ธวัชชัย ณ นคร อุทัย อารมณ์รัตน์ ชยงค์ นามเมือง มงคล พานิชกุล จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง ดวงใจ เฉยไสย และธรรมนูญ แก้วคงคา. 2542b. การใช้สารทริดิไมท์ในการผลิตข้าว. หน้า 50-52. *ใน* : *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2542.* กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นงลักษณ์ วิบูลสุข สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์ และรัตนา เสนาะ. 2542. ผลของสารโวคอนเอฟ-1 ต่อการปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินและประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี. หน้า 64-65. *ใน* : *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2542.* กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

นิรนาม. 2526. *ปฐพีเบื้องต้น.* คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 63

หน้า.

ประดิษฐ์ บุญอำพล และสันติ ธีราภรณ์. 2542. การศึกษาเปรียบเทียบวัสดุยอดดอยและสารทริดิไมท์ต่อประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเพื่อการผลิตข้าวโพด. หน้า 65-66. *ใน* : *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2542.* กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

เสรี ดาหาญ จามีกร ศรีสุมล ชยงค์ นามเมือง ดานุ ราญฏร สมศักดิ์ โตจันทึก กรรณิกา นากลาง และสว่าง โรจนกุศล. 2542. การทดลองใช้วัสดุทริดิไมท์และยอดดอยเพิ่มผลผลิตข้าวในดินร่วนปนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. หน้า 67-68. *ใน* : *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2542.* กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

อภิรดี อิ่มเอิบ. 2535. สถานภาพของดินเกษตรกรก่อนร่วมโครงการดินและปุ๋ย ปี 2535. *วารสารพัฒนาที่ดิน* 319 (29) : 33-40.

Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle Size Analysis. *In* : Methods of Soil Analysis. Part I : Physical and Minerological Methods, (2nd ed.). *Agron. Monograph No. 9* : 383-411.

Klute, A. 1986. Water Retention Laboratory Methods. *In* : Methods of Soil Analysis. Part I : Physical and Minerological Methods, (2nd ed.). *Agron. Monograph No. 9* : 635-662.

Klute, A. and C. Dirksen. 1986. Hydraulic Conductivity and Diffusivity : Laboratory Methods. *In* : Methods of Soil Analysis. Part I : Physical and Minerological Methods, Second Edition. *Agron. Monograph No. 9* : 687-734.

Marshall, T.J. 1958. A relation between permeability and size distribution of pores. *J. Soil Sci.* 9:1-8.