การตอบสนองของอ้อยต่อ FGD ยิปซัมในดินที่ขาดแคลน Ca และ S

Effect respond of sugar cane on FGD gypsum in deficiency Ca and S soils

ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร [1*], สมชาย องค์ประเสริฐ [1], จีราภรณ์ อินทสาร [1],
จักรพงษ์ ไชยวงศ์ [1] และ วันวิสาข์ จันทิกา [1]

Pathipan Sutigoolabud [1*], Somchai Ongprasert [1], Jiraporn Intasan [1],
Chakapong Chaiwong [1] and Wanwisa Jantika [1]

บทคัดย่อ

FGD ยิปซัม (Fuel Gas Desulfurization Gypsum) เป็นผลพลอยได้ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ มี Ca และ S อยู่ประมาณ 23 และ 18 % และมีราคาเพียงตันละ 20 บาท จึงเหมาะที่จะใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนธาตุทั้ง 2 นี้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองของอ้อยต่อการใช้ FGD ยิปซัม และผลกระทบของการใช้ FGD ยิปซัมต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในดินที่ขาดแคลน Ca และ S ทั้งนี้โดยเปรียบเทียบกับการใช้ปูนโดโลไมต์ การทดลองนี้ดำเนินการในไร่นาของเกษตรกร 2 รายในพื้นที่จังหวัดลำปางที่มีเนื้อดินร่วนทรายและร่วนเหนียว เป็นกรด ขาด Ca และ S โดยใส่ FGD ยิปซัมอัตรา 0.5 และ 1.0 ตัน/ไร่ ในดินร่วนทราย และ 1.0 และ 2.0 ตัน/ไร่ ในดินร่วนเหนียว เปรียบเทียบกับการใส่โดโลไมต์ตามความต้องการปูนและการใส่ผสม ทั้งหมดนี้ใส่เพียงครั้งเดียวเมื่อก่อนปลูกอ้อยในปีแรก แล้วติดตามการเติบโตและผลผลิตต่อเนื่อง 3 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2556-2558 พบว่าการใส่ FGD ยิปซัมทั้ง 2 อัตราไม่ทำให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลง แต่การใส่โดโลไมต์และการใส่ยิปซัมผสมโดโลไมต์ทำให้ pH เพิ่มขึ้นในทุกชั้นความลึก การใส่ยิปซัมทั้งแบบเดี่ยวและใส่ผสม ทำให้ Ca และ S เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะการใส่อัตราสูงทำให้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนทุกชั้นความลึกสำหรับดินร่วนทราย และถึงความลึก 30 และ 45 ซม. ขณะที่การใส่โดโลไมต์ทำให้ Ca เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แต่ไม่ทำให้ S เพิ่มขึ้นในดินร่วนเหนียว ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบอ้อยแสดงให้เห็นว่า การได้รับยิปซัมทั้ง 2 อัตราและได้รับแบบผสม ทำให้ S ในใบเพิ่มขึ้นในดินทั้ง 2 เนื้อดิน ส่วน N และ K เพิ่มขึ้นเมื่ออ้อยปลูกในดินร่วนทราย ขณะที่ในดินร่วนเหนียวเพิ่มขึ้นเฉพาะเมื่อได้รับยิปซัมอัตราสูงเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่า การได้รับยิปซัมทำให้ Mg ในใบเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอัตราสูงในดินทั้ง 2 เนื้อดิน ส่วน Ca เพิ่มขึ้นเฉพาะเมื่อได้รับการผสมกับโดโลไมต์ในดินร่วนทรายเท่านั้น สำหรับการใส่

[1] สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290
Soil Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290
[*] Corresponding author: p12033@gmail.com

โดโลไมต์มีผลให้ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในใบเพิ่มขึ้นไม่ชัดเจนเท่าการใส่ยิปซัม นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ P K และ Ca ในดินและพืช แสดงว่าในการทดลองนี้ไม่มีปัญหาความไม่สมดุลระหว่าง Ca ที่ได้รับครั้งเดียวจำนวนมาก
กับ P K และ Mg จากการวัดความหนาแน่นของราก พบว่าการใส่ FGD ยิปซัมทำให้รากที่ความลึก 20-40 ซม. หนาแน่นขึ้นในทั้ง 2 เนื้อดิน ผลผลิตอ้อยที่ได้รับยิปซัมทั้ง 2 อัตรา มากกว่าแปลงควบคุมอย่างชัดเจนในปีที่ 2 และ 3 ของการทดลอง โดยเฉพาะในดินร่วนทราย และมีแนวโน้มมากกว่าที่ได้รับโดโลไมต์ ความหวานและปริมาณน้ำตาลในอ้อย (TCS) ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับยิปซัมและโดโลไมต์

Abstract

FGD gypsum, by product of Mae Moh Power Plant, contains 23 and 18 % of Ca and S, respectively. The gypsum costs ฿20 per ton, therefore, it is probably the cheapest soil amendment for solving Ca and S deficiency. This trial was aimed at studying the response of sugar cane to FGD gypsum and its effects the fertility of Ca and S deficient soils, in comparisons with the application of dolomite. Two farmers' fields with the soil texture of sandy loam and clay loam and with the problems of strong acidity, deficiency Ca and S, in Lampang were selected for this study. The application rates of gypsum were 3.125 and 6.25 ton/ha for sandy loam soil and 6.25 and 12.5 ton/ha for clay loam soil, in comparison with the application of dolomite according to lime requirement. All materials were applied once before planting of the crop, then, growth and yield of the crop were monitored for three years during 2013-2015. Results revealed that FGD Gypsum did not alter soil pH, while dolomite increased the pH of all measured depths. The application of gypsum, both sole and mixed application with dolomite, increased soil Ca and S contents, particularly the high rate in sandy soil. Dolomite obviously increased soil Ca, but not S. Analysis of nutrients in leaves shown that S in the crop grown in both soils and receiving gypsum was higher than the control and dolomite treatments. N and K contents also positively responded to gypsum. The response in sandy soil was more clear than that in clayey soil. The less beneficial effects of sole application of dolomite on plant nutrient contents were observed. In addition, the analyses of nutrients in soil and plant also shown that there was no problem of imbalance between Ca and other nutrients, such as P, K and Mg. Root density of the crop at the depth of 20-40 cm was higher than

คำสำคัญ : อ้อย, FGD ยิปซัม, โดโลไมต์

those of the control and dolomite treatments in both soil textures. Yields of sugar cane receiving gypsum were clearly higher than those of control treatment in the second and third years, particularly in sandy loam soil, and trended to higher than those receiving dolomite. Receiving of both gypsum and dolomite did not alter sugar content of the cane.

บทนำ

ในกระบวนการกำจัดก๊าซ SO_2 ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะมี FGD ยิปซัม (Fuel Gas Desulfurization Gypsum) เป็นผลพลอยได้ประมาณ 2 ล้านตัน/ปี ซึ่งเป็นยิปซัมเกือบบริสุทธิ์ ทำให้มี Ca และ S อยู่ประมาณ 23 และ 18% นอกจากนี้ยังมี $CaCO_3$ ค้างอยู่ด้วย 0.23±0.09% ยิปซัมละลายน้ำได้มากกว่า 2 กรัม/ลิตร Ca^{2+} และ SO_4^{2-} จากยิปซัม จึงเคลื่อนที่กับน้ำลงสู่ดินชั้นล่างได้ดี ทำให้ระบบรากพืชแพร่กระจายในดินชั้นล่างได้มากขึ้น (Clark *et al.*, 1999; Pavan, *et al.*, 1984) ประสิทธิภาพของระบบรากพืชในการดูดกินธาตุอาหารและน้ำจึงสูงขึ้น มีผลให้พืชทนต่อภาวะแห้งแล้งจากฝนทิ้งช่วง และมีการเจริญเติบโตและมีผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้น (Malcolm, 1990; Zaifnejad *et al.*, 1996) กฟผ. ขายยิปซัมนี้ (ความชื้นประมาณ 15 %) แบบเทกองที่แม่เมาะในราคาตันละ 20 บาท ดังนั้นต้นทุนการใช้ยิปซัมนี้จึงเกือบเป็นเพียงค่าขนส่งและค่าการกระจายในไร่นาเท่านั้น

Key words: sugar cane, FGD gypsum, dolomite

เคยมีการทดลองใช้ FGD ยิปซัมจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะกับข้าว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และใช้ฟอสโฟยิปซัมจากบริษัทปุ๋ยเอ็นเอฟซีจำกัด (มหาชน) กับข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย และมันสำปะหลัง พบว่ามีแนวโน้มทำให้ปริมาณ Ca และ S ในดินสูงขึ้นในบางกรณี แต่ไม่ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น ทั้งหมดนี้น่าจะเนื่องเป็นการทดลองในสถานีทดลองที่ดินไม่ขาดแคลน Ca และ S การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองของอ้อยต่อการใช้ FGD ยิปซัม และผลกระทบของการใช้ FGD ยิปซัมต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในดินที่ขาดแคลน Ca และ S ทั้งนี้โดยเปรียบเทียบกับการใช้ปูนโดโลไมต์

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชที่ทดลองคือพืชที่มีระบบรากลึก ได้แก่ อ้อยโรงงาน พันธุ์ LK 9211 ในไร่นาของเกษตรกรในที่ดอน อาศัยน้ำฝน ที่เคยปลูกอ้อยมากว่า 40 ปี ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ดินในแปลงทดลองเป็นดินร่วนทรายและดินร่วนเหนียวที่เป็นกรดและขาด Ca และ S โดยใส่ FGD ยิปซัมและปูนโดโลไมต์เพียงครั้งเดียวแล้วติดตามเก็บข้อมูลผลผลิตและการเติบโต 3 ฤดูปลูกต่อเนื่องระหว่างปี 2556-2558 การจัดการปุ๋ยและป้องกันศัตรูพืชและการจัดการแปลงทดลองอื่นๆ ดำเนินการโดยเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ทดลอง วางแผนแบบ Randomized Complete Block Design ประกอบด้วย 5 ตำรับ 4 ซ้ำ เพื่อให้การทดลองนี้เป็นพื้นที่สาธิตด้วย จึงใช้พื้นที่การทดลองขนาดประมาณ 12x12 เมตร สำหรับแต่ละหน่วยการทดลอง ตำรับการทดลองแสดงใน Table 1

Table 1 Treatments were applied for both textural class

T	Treatment	Sandy loam	Clay loam
T1	Control	-	-
T2	FGD Low rate	FGD gypsum 500[1] kg rai^{-1}	FGD gypsum 1,000[1] kg rai^{-1}
T3	FGD High rate	FGD gypsum 1,000[1] kg rai^{-1}	FGD ยิปซัม 2,000[1] kg rai^{-1}
T4	Dolomite (D)	Lime Requirement (635 kg rai^{-1})	Lime Requirement (1,085 kg rai^{-1})
T5	FGD Low+Dol	FGD gypsum 500[1] kg rai^{-1} + dolomite 0.5 LR (317 kg rai^{-1})	FGD Gypsum 1,000[1] kg rai^{-1} + dolomite 0.5LR (542 kg rai^{-1})

[1] dry weight

ผลและวิจารณ์

1. ผลวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ดินก่อนทดลอง (Table 2) แสดงให้เห็นว่าดินทั้ง 2 แปลง เป็นกรดจัดมีอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ ขาดแคลน Ca และ S

ผลการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ดินหลังการเก็บเกี่ยวอ้อยปีที่ 2 (Table 3) แสดงให้เห็นว่าการใส่ FGD ยิปซัมทั้ง 2 อัตราไม่ได้ทำให้ pH ของดินทั้ง 2 แปลง เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Clark *et al.*, 1995 แต่การใส่โดโลไมต์และการใส่ยิปซัมผสมโดโลไมต์ทำให้ pH เพิ่มขึ้นในทุกชั้นความลึก การใส่ยิปซัมทั้งแบบเดี่ยวและใส่ผสมกับโดโลไมต์ทำให้ Ca และ S เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใส่อัตราสูง ทำให้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนทุกชั้นความลึกสำหรับดินร่วนทราย และถึงความลึก 30 และโดโลไมต์ทำให้ Ca เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แต่ไม่ทำให้ S เพิ่มขึ้น

Table 2 Some soil properties before sugar cane planting

Soil depth (cm)	pH	OM (%)	Ca[1]	S[2]	pH	OM (%)	Ca[1]	S[2]
			mg kg^{-1}				mg kg^{-1}	
	Sandy loam (Suk series)				Clay loam (Ly series)			
0-15	4.2	1.10	471	22	4.4	2.00	783	13
15-30	4.2	0.90	506	23	4.5	1.70	728	19
30-45	4.3	0.90	448	21	4.6	0.80	739	15
45-60	4.4	0.60	453	41	4.8	0.50	644	11

[1] exchangeable Ca, [2] extractable S

Table 3 Soil properties after harvesting sugar cane (2nd year)

Treatments	pH	OM (%)	Ca (mg kg^{-1})	S (mg kg^{-1})	pH	OM (%)	Ca (mg kg^{-1})	S (mg kg^{-1})
	Sandy loam (Suk series)				Clay loam (Ly series)			
Depth 0-15 cm								
Control	4.95b	1.27	322d	13b	4.90	1.41	724b	29b
FGD Low rate	5.04b	1.20	355cd	20ab	4.87	1.42	809ab	36b
FGD High rate	5.03b	1.21	410bc	24a	4.71	1.35	922ab	55a
Dolomite (D)	5.85a	1.13	533a	18ab	4.60	1.17	968a	41ab
FGD Low+Dol	5.84a	1.29	468ab	21a	5.21	1.17	932ab	44ab
Depth 15-30 cm								
Control	4.90b	0.81	324c	11c	4.81	0.92	712b	29b
FGD Low rate	5.17b	1.12	375bc	20b	4.85	1.12	809b	45b
FGD High rate	4.96b	1.10	506a	27a	5.15	0.94	769b	59a
Dolomite (D)	5.75a	0.81	473a	18b	5.50	0.89	1,188a	45ab
FGD Low+Dol	5.72a	1.04	437ab	24ab	5.12	1.03	834b	46ab
Depth 30-45 cm								
Control	4.99bc	1.02	339c	12c	4.73b	0.70	584c	33
FGD Low rate	4.94bc	0.75	369bc	15c	4.88ab	0.6	695bc	38
FGD High rate	4.64c	0.82	411b	30a	4.87ab	0.62	792abc	51
Dolomite (D)	5.04a	0.78	501a	18bc	5.28a	0.60	1,046a	35
FGD Low+Dol	5.38ab	0.75	390bc	28ab	5.08ab	0.70	905ab	43
Depth 45-60 cm								
Control	4.84bc	0.56	325b	11c	4.63b	0.45ab	561	26
FGD Low rate	5.10ab	0.51	355ab	19bc	4.96ab	0.53a	652	30
FGD High rate	4.68c	0.53	375a	32a	4.96ab	0.52a	567	37
Dolomite (D)	5.24a	0.62	394a	19bc	5.39a	0.45ab	628	24
FGD Low+Dol	5.24ab	0.58	381a	29ab	5.21a	0.36b	610	36

Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD 0.05

2. ปริมาณธาตุอาหารในใบอ้อย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบเมื่อต้นอ้อยเติบโตเต็มที่ในปีที่ 2 (Table 4) แสดงให้เห็นว่า การได้รับยิปซัมทั้ง 2 อัตราและได้รับแบบผสม ทำให้ S ในใบเพิ่มขึ้น เมื่อปลูกในดินทั้ง 2 เนื้อดิน ส่วน N และ K เพิ่มขึ้นเมื่ออ้อยที่ปลูกในดินร่วนทราย ขณะที่ในดินร่วนเหนียวเพิ่มขึ้นเฉพาะเมื่อได้รับยิปซัมอัตราสูงเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่า การได้รับยิปซัมทำให้ Mg ในใบเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอัตราสูงในดินทั้ง 2 เนื้อดิน ส่วน Ca เพิ่มขึ้นเฉพาะเมื่อได้รับผสมกับโดโลไมต์ในดินร่วนทรายเท่านั้น ทั้งหมดนี้สอดคล้องกับรายงานของ Caires *et al*. (2004) ที่ว่าการใส่ยิปซัมทำให้ Ca และ S ในดินชั้นล่างเพิ่มขึ้น ระบบรากข้าวโพดในดินชั้นล่างดีขึ้น มีผลให้ดูดกิน N, K and Ca ได้มากขึ้น ขณะที่ Chen, Kost and Dick (2008) รายงานว่าการใช้ FGD ยิปซัมเป็นแหล่ง S ราคาถูกในดินที่ขาด S ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ N เพิ่มขึ้นในปีที่ 2 ถึงปีที่ 4 ของการทดลองและมีผลให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน Miranda and Miranda (2008) ก็ได้ผลการทดลองเช่นเดียวกันนี้ สำหรับการใส่โดโลไมต์มีผลให้ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในใบเพิ่มขึ้นไม่ชัดเจนเท่าการใส่ยิปซัม

Table 4 Nutrients in sugar cane leaves (2nd year)

Treatment	Sandy loam						Clay loam					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
	%											
Control	1.48b	0.16	0.94b	0.32b	0.14b	0.08c	1.53b	0.15b	0.99c	0.31	0.16c	0.19c
FGD Low	1.67a	0.15	1.13a	0.33b	0.14b	0.14b	1.42b	0.17ab	1.03c	0.32	0.18ab	0.24b
FGD High	1.75a	0.16	1.15a	0.34ab	0.16a	0.16a	1.79a	0.18a	1.15a	0.31	0.19a	0.26a
Dolomite	1.51b	0.15	1.13a	0.34ab	0.15ab	0.09c	1.17c	0.17ab	1.09b	0.31	0.16c	0.24b
FGD+Dolo	1.68a	0.16	1.16a	0.36a	0.14b	0.14ab	1.47b	0.15b	1.08b	0.32	0.17c	0.26a

Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD =0.05

การใช้ FGD ยิปซัมมากเกินไปอาจจะทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่าง Ca กับธาตุอาหารอื่นๆ เช่น Mg, K และ P (Korcak, 1998) หากในดินมีธาตุอาหารเหล่านี้อยู่ในเกณฑ์ต่ำอยู่แล้ว จึงต้องใช้วัสดุที่มีธาตุอาหารเหล่านี้ควบคู่กับการใช้ FGD ยิปซัม (Clark, Ritchey and Baligar, 1999) ผลการวิเคราะห์ P K และ Ca ในดินและพืช แสดงว่าในการทดลองนี้ไม่มีปัญหาดังกล่าว

3. ความยาวของรากอ้อย

ผลการวัดความยาวของรากอ้อยปีที่ 2 (Table 5) พบว่าการใส่ FGD ยิปซัมและโดโลไมต์ไม่ทำให้ความยาวรากในดินชั้นบน (0-20 ซม.) ของอ้อยสูงขึ้นในการทดลองทั้ง 2 เนื้อดิน แต่ที่ความลึก 20-40 ซม. ความยาวของรากในดินที่ได้รับ FGD ยิปซัมอัตราสูง เพิ่มขึ้นถึง 125.77% และ 91.16% เมื่อเทียบกับแปลงควบคุมในดิน

ร่วนทรายและดินร่วนเหนียวตามลำดับ

4. ผลผลิต

ในปีแรกของผลผลิตอ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการใส่ยิปซัมและโดโลไมต์ แต่ไม่มีความต่างกันทางสถิติกับแปลงควบคุม (Table 6) ในปีที่ 2 ซึ่งเป็นปีที่ฤดูฝนแล้งตั้งแต่กลางฤดูผลผลิตอ้อยในดินร่วนทรายที่ได้รับยิปซัมทั้งแบบเดี่ยว 2 อัตราและผสมกับโดโลไมต์ เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ส่วนที่ได้รับโดโลไมต์อย่างเดียวมีผลผลิตมากกว่าแปลงควบคุม แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับในดินร่วนเหนียว ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นชัดเจนเฉพาะเมื่อได้รับยิปซัมอัตราต่ำในปีที่ 3 ซึ่งเป็นปีที่มีฝนตกน้อยกว่าปกติมากตลอดฤดูฝน ผลผลิตอ้อยตอบสนองอย่างชัดเจนต่อการใส่ยิปซัมอัตราสูงในดินทั้ง 2 เนื้อดิน ส่วนการใส่โดโลไมต์ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นบ้าง แต่ไม่แตกต่างทางสถิตกับแปลงควบคุม เมื่อรวมผลผลิตทั้ง 3 ปี พบว่าการใส่ยิปซัมแบบเดี่ยวอัตราต่ำและสูงทำให้ผลผลิตเพิ่ม 30.8% และ 37.5% ในดินร่วนทราย และเพิ่มขึ้น 18.6% และ 16.4% ในดินร่วนเหนียว ส่วนการใส่โดโลไมต์ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 17.8%

Table 5 Root length of sugar cane (mm/770 cm^3) 2nd year

Treatment	Sandy loam (SL)				Clay loam (CL)			
	0-20 cm		20-40 cm		0-20 cm		20-40 cm	
	Length	% over control	Length	% over control	Length	% over control	Length	% over control
Control	4,957		814a		4,975		816	
FGD high rate	6,240	+25.89	1,838b	+125.77	4,824	-3.03	1,560	+91.16
Dolomite	5,162	4.15	1,114b	+36.86	4,714	-5.25	888	+8.75

Table 6 Yields of sugar cane

Treatment	2556 (2013)		2557 (2014)		2558 (2015)		Sum (3 years)	
	SL	CL	SL	CL	SL	CL	SL	CL
Control, ton rai^{-1}	8.3	9.4	9.9a	10.1ab	7.1a	7.9a	25.3	27.4
FGD Low rate	9.5	10.8	14.4b	11.5a	9.2ab	10.2ab	33.1	32.5
FGD high rate	10.0	10.4	14.0b	10.9ab	10.8b	10.6b	34.8	31.9
Dolomite, %	8.9	9.7	12.4ab	11.3ab	8.5b	8.7ab	29.8	29.7
FGD Low+Dol	10.4	9.5	15.2b	9.5b	7.1a	7.7a	25.6	26.7

Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD =0.05*

และ 8.4% ในดินทั้ง 2 เนื้อดิน ตามลำดับ ขณะที่การใส่ยิปซัมผสมกับโดโลไมต์ไม่ทำให้ผลผลิตอ้อยรวม 3 ปีเพิ่มขึ้น ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Nixon *et al*., 2003 ในอัฟริกาใต้ Jayaram *et al*., 2010 และ Yaduvanshiand Yadav (2007) ในอินเดีย ที่รัฐหลุยเซียนา สหรัฐอเมริกา ก็มีรายงานว่าในดินที่ขาดกำมะถัน อ้อยตอบสนองต่อยิปซัมถึง 36 แห่งจากการทดลอง 38 แห่ง (Golden, 1979) อย่างไรก็ตาม Coale and Schueneman (1993) สรุปว่าอ้อยไม่ตอบสนองต่อปูนและยิปซัม เมื่อ pH ของดินสูงกว่า 5.5

อนึ่ง ได้วัดความหวานและปริมาณน้ำตาลในอ้อย (TCS) พบว่าการได้รับยิปซัมและโดโลไมต์ไม่ทำให้ความหวานและปริมาณน้ำตาลในอ้อยเพิ่มขึ้น

สรุป

การทดลองนี้ดำเนินการในไร่นาของเกษตรกร 2 รายในพื้นที่จังหวัดลำปาง ที่มีเนื้อดินร่วนทรายและร่วนเหนียว เป็นกรด ขาด Ca และ S โดยใส่ FGD ยิปซัมอัตรา 0.5 และ 1.0 ตัน/ไร่ ในดินร่วนทราย และ 1.0 และ 2.0 ตัน/ไร่ ในดินร่วนเหนียวเพื่อเปรียบเทียบกับการใส่โดโลไมต์ตามความต้องการปูนและการใส่ผสม ทั้งหมดนี้ใส่เพียงครั้งเดียวเมื่อก่อนปลูกอ้อยในปีแรก แล้วติดตามการเติบโต และผลผลิตต่อเนื่อง 3 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2556-2558

พบว่าการใส่ FGD ยิปซัมทั้ง 2 อัตรา ไม่ได้ทำให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลง แต่การใส่โดโลไมต์และการใส่ยิปซัมผสมโดโลไมต์ ทำให้ pH เพิ่มขึ้นในทุกชั้นความลึก การใส่ยิปซัมทั้งแบบเดี่ยวและใส่ผสม ทำให้ Ca และ S ในดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใส่อัตราสูง ทำให้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนทุกชั้นความลึก สำหรับดินร่วนทรายและถึงความลึก 30 และ 45 ซม. สำหรับดินร่วนเหนียว ขณะที่การใส่โดโลไมต์ทำให้ Ca เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แต่ไม่ทำให้ S เพิ่มขึ้น

การได้รับยิปซัมทั้ง 2 อัตราและได้รับแบบผสมทำให้ S ในใบเพิ่มขึ้นในดินทั้ง 2 เนื้อดิน ส่วน N และ K เพิ่มขึ้น เมื่ออ้อยที่ปลูกในดินร่วนทรายขณะที่ในดินร่วนเหนียวเพิ่มขึ้นเฉพาะเมื่อได้รับยิปซัมอัตราสูงเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่าการได้รับยิปซัมทำให้ Mg ในใบเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอัตราสูงในดินทั้ง 2 เนื้อ ส่วน Ca เพิ่มขึ้นเฉพาะเมื่อได้รับผสมกับโดโลไมต์ในดินร่วนทรายเท่านั้น สำหรับการใส่โดโลไมต์ มีผลให้ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในใบเพิ่มขึ้นไม่ชัดเจน เท่ากับการใส่ยิปซัม นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ P, K และ Ca ในดินและพืช แสดงว่าไม่มีปัญหาความไม่สมดุลระหว่าง Ca ที่ได้รับครั้งเดียวจำนวนมาก กับ P, K และ Mg

จากการวัดความหนาแน่นของรากพบว่าการใส่ FGD ยิปซัมทำให้รากที่ความลึก 20-40 ซม. หนาแน่นขึ้นในดินทั้ง 2 เนื้อดิน ผลผลิตอ้อยที่ได้รับยิปซัมทั้ง 2 อัตรา มากกว่าแปลงควบคุมอย่างชัดเจนในปีที่ 2 และ 3 ของการทดลอง โดยเฉพาะในดินร่วนทรายและมีแนวโน้มมากกว่าที่ได้รับโดโลไมต์ ความหวานและปริมาณน้ำตาลในอ้อย (TCS) ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อได้รับยิปซัมและโดโลไมต์

คำขอบคุณ

การศึกษาวิจัยการใช้ FGD ยิปซัมในการเกษตร ได้รับการสนับสนุนจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ

อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ที่ได้ดำเนินงานวิจัยโดยได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากหลายฝ่ายของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พร้อมด้วยหน่วยงานราชการทุกส่วน หน่วยงานเกษตรอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง และเกษตรกรทุกๆ คน ที่อนุเคราะห์พื้นที่ทดลองตลอดเวลา 3 ปี คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Caires, E.F. *et al*., 2004. Changes in soil chemical properties and corn response to lime and gypsum applications. R. Bras. Ci. Solo, 28: 125-126.

Chen L., D. Kost and W.A. Dick. 2008. Flue gas desulfurization products as sulfur sources for corn. Soil Sci. Soc Am. J. 72: 1464-1470

Clark, R. B. *et al*., 1995. Agricultural utilization of urban and industrial by products. Special Publication No. 58, Am. Soc. Agron., Madison WI

Clark, R. B.; K. D. Richey and V.C. Baligar., 1999. Benefits and constraints for use of FGD products on agricultural land. International Ash Utilization Symposium, Center for Applied Energy Research, University of Kentucky, Paper # 22. Available on-line at http://www.flyash.info.

Coale F.J. and T.J. Schueneman. 1993. Soil Amendments for Sugarcane Production on Acidic Sandy Soils. Journal of American Society of Sugarcane Technologists 13: 73-86

Golden, L.E. 1979. Some relationships of soil, fertilizer, and leaf-blade sulphur to sugarcane yields in Louisiana. LA Ag. Exp. Sta. Bull. 723.

Jayaram, S., K. Thanunathan, A. Jeyabal, and M. Thiruppathi. 2010a. Influence of sulphur on yield, economics and postharvest soil sulphur status under sandy loam soil condition. Plant Archives 10: 773-775.

Korcak, R.F. 1998. Agricultural uses of Municipal, animal and industrial by products. Conservation Research Report No. 44, U.S. Dept. Agric. Res. Serv., Beltsville MD.

Miranda, L.N. and J.C.C. Miranda. 2008. Sulphur fertilization for corn under conventional and no-tillage planting systems in a Cerrado red latosol. Comunicado Técnico -Embrapa Cerrados No. 143 pp. 4 pp

Yaduvanshi, N.P.S. and Yadav, D.V. 2007. Soil sulphur status and sugarcane response to different levels, methods and sources of sulphur application. Current Agriculture 31: 55-59