

ผลของยิปซัมและเบentonite ในตัดต่ออ้อยพันธุ์ K 95-84 ที่ปลูกในดินสติก

Effect of Gypsum and Bentonite on Sugarcane, K 95-84 variety, Grown in Satuk Soil

ปรีชญา หาญเชิงชัย¹, สมชัย อานุสนธิ์พรเพิ่ม^{1*} และ สุภิณา ธนจิตต์¹

Preechaya Hancherngchai¹, Somchai Anusontpornperm^{1*} and Suphicha Thanachit¹

บทคัดย่อ: การศึกษาผลตกค้างและผลสะสมของยิปซัมและเบntonite ในตัดต่อผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อยพันธุ์ K 95-84 ที่ปลูกในชุดดินสติก ดำเนินการทดลองเป็นเวลา 2 ปี ในจังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษาพบว่า การใส่ยิปซัมและเบntonite ในอัตรา 100 และ 200 กก./ไร่ ไม่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของอ้อยปลูกทางสถิติ การใส่เบntonite ในอัตรา 200 กก./ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักสดอ้อยสูงสุดเท่ากับ 8.87 ตัน/ไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับอื่น ส่วนผลตกค้างและผลสะสมของยิปซัมและเบntonite ในตัดที่ใส่อัตราข้างต้น ทำให้ผลผลิต น้ำหนักยอด และจำนวนลำของอ้อยต่อแรกแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ยิปซัมเฉพาะในปีแรกในอัตรา 200 กก./ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักสดอ้อยและจำนวนลำสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเท่ากับ 4.64 ตัน/ไร่ และ 7,733 ลำ/ไร่ ตามลำดับ การใส่วัสดุปรับปรุงดินทั้งสองชนิดต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ปี ไม่ทำให้ผลผลิตอ้อยต่อเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เฉพาะในปีแรก การใส่ยิปซัมและเบntonite ในตัดมีผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของอ้อยปลูกไม่ชัดเจนเท่ากับอ้อยต่อแรก โดยการใส่ยิปซัมเฉพาะในปีแรกในอัตรา 200 กก./ไร่ และการใส่เบntonite ในอัตรา 100 กก./ไร่ ต่อเนื่อง 2 ปี ส่งเสริมอ้อยต่อแรกดูดใช้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในส่วนลำอ้อยส่วนยอดและใบสูงที่สุดตามลำดับ ผลตกค้างและผลสะสมของการใส่ยิปซัมและเบntonite ในตัดทำให้สมบัติดินและธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดินหลังจากเก็บเกี่ยวอ้อยต่อแรกแตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ: วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน, อ้อยปลูก, อ้อยต่อ, ดินเนื้อหยาบ

ABSTRACT: The study on residual and cumulative effects of gypsum and bentonite on cane yield and nutrient uptake of sugarcane, K 95-84 variety, grown on Satuk soil series. The experiment was conducted for two years in Nakhon Ratchasima province. Results showed that the application of gypsum and bentonite at the rate of 100 and 200 kg/rai had no significant effect on yield and quality of virgin cane. Bentonite applied at the rate of 200 kg/rai gave the highest fresh virgin cane yield of 8.87 t/rai, but with no statistical difference from other treatments. The residual and cumulative effects of gypsum and bentonite applied significantly affected cane yield, shoot tip and leaf weight, and stalk number of 1st ratoon cane. Gypsum applied at the rate of 200 kg/rai only in the first year highly significantly gave the greatest fresh ratoon yield and stalk number of 4.64 t/rai and 7,733 cane/rai, respectively. The addition of both soil amendments for two consecutive years did not enhance the increase of cane yield when compared to those applied only in the first year. The applications of gypsum and bentonite had less clear effect on plant nutrient uptake in virgin cane than in ratoon cane. Gypsum applied at the rate of 200 kg/rai only in the first year and bentonite used at the rate of 100 kg/rai for two consecutive years significantly induced virgin cane to take up the highest amounts of major and minor plant nutrient in stalk cane, and shoot tip and leaf, respectively. The residual and cumulative effects of gypsum and bentonite applications had no effect on soil property and available plant nutrient contents remained in the soil after harvesting 1st ratoon cane.

Keywords: Inorganic soil amendment, virgin cane, ratoon cane, coarse-textured soils

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

* Corresponding author: somchai.a@ku.ac.th

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญพืชหนึ่ง ในปี พ.ศ. 2557 ผลผลิตน้ำตาลทรายดิบของโลกมีปริมาณ 175.59 ล้านตัน ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2556 ร้อยละ 0.06 หรือ 175.70 ล้านตัน เนื่องจากผู้ผลิตที่สำคัญหลายประเทศ ได้แก่ บราซิล จีน ไทย และปากีสถาน ผลิตอ้อยได้น้อยลงโดยเฉพาะประเทศไทยที่ถึงแม้จะมีเนื้อที่ในการเพาะปลูกเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากสภาวะปัญหาภัยแล้ง ฝนทิ้งช่วง และบางพื้นที่มีการระบาดของโรคใบขาว ส่งผลให้ผลผลิตรวมลดลงจากปีที่ผ่านมาโดยผลผลิตอ้อยโรงงานลดลงถึงร้อยละ 0.58 ส่วนผลผลิตต่อไร่ลดลงถึงร้อยละ 1.31 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) จากการสำรวจ พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งปลูกอ้อยที่ใหญ่ที่สุดของประเทศโดยเฉพาะในจังหวัดนครราชสีมา และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกๆ ปี แต่อย่างไรก็ตามดินในพื้นที่ปลูกอ้อยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่อยู่นอกกลุ่มดินเนื้อหยาบที่เป็นดินทราย ดินทรายร่วน และดินร่วนปนทราย มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำจึงส่งเสริมให้โครงสร้างดินไม่แข็งแรง รวมถึงความสามารถในการอุ้มน้ำและธาตุอาหารพืชในดินต่ำ จึงจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงและการจัดการที่ดีเพื่อเพิ่มผลผลิตรวมถึงจำนวนครั้งในการไถต่อของอ้อย การใช้วัสดุปรับปรุงดินจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยปรับปรุงสภาพดินและบำรุงดินให้ดีขึ้นซึ่งวัสดุปรับปรุงดินมีมากมายหลายชนิด ยิปซัมเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ปรับปรุงโครงสร้างดินให้แข็งแรง ร่วนซุย และไม่อัดแน่น (Miller, 1987; Warrington et al., 1989; Agassi et al., 1990) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารรองแก่พืชโดยการใส่ยิปซัมร่วมกับปูนมีผลทำให้ดินมีแคลเซียมและกำมะถันหลงเหลือมากขึ้น (Morelli et al., 1992) การใส่ยิปซัมมีผลทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในดินสูงกว่าการไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Viater et al., 2002) การทดสอบใส่ยิปซัมอัตรา 50 กก.ต่อไร่ ในดินกำแพงแสน โดย นริรัตน์ (2554) ช่วยทำให้ได้ผลผลิตอ้อยสดสูงกว่า

ได้รับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการใส่ร่วมกับปูนในดินออกซิซอลท์ที่ประเทศบราซิล (Morelli et al., 1992) และในชุดดินโคราชที่จังหวัดนครราชสีมา (ณัฐวร, 2556) ส่วนเบนทอนต์มีสมบัติในการกักเก็บความชื้นได้ดีและมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง (อัญชลี, 2553) จึงเป็นวัสดุปรับปรุงดินเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารรวมทั้งเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินโดยมีรายงานว่า การใส่เบนทอนต์อัตรา 12 ตัน/เฮกตาร์ ต่อเนื่องเป็นเวลา 12 ปี (Czaban et al., 2013) ทำให้ดินมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ไนโตรเจน หลงเหลืออยู่ในดินมากกว่าการไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ Czaban and Siebielec (2013) ที่ทำการใส่เบนทอนต์ในอัตราเดียวกันแต่ทำให้ดินมีฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอาหารพืชอื่นๆ หลงเหลืออยู่ในดินมากกว่าการไม่ใส่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์เบนทอนต์ทางการเกษตรยังมีไม่แพร่หลายนัก เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปรับปรุงชนิดอื่นๆ ดังนั้นการนำยิปซัมและเบนทอนต์มาไว้ในชุดดินสตึกซึ่งมีเนื้อดินค่อนข้างหยาบและใช้ปลูกอ้อยอย่างแพร่หลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะเป็นการเพิ่มความสามารถของดินในการดูดซับธาตุอาหารพืชและกักเก็บความชื้นไว้ให้นานขึ้นซึ่งน่าจะเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตและจำนวนครั้งของการไถต่อของอ้อยในภูมิภาคนี้ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลตกค้างและผลสะสมของยิปซัมและเบนทอนต์ต่อการให้ผลผลิตและการดูดซับธาตุอาหารของอ้อย และตรวจสอบผลของวัสดุปรับปรุงดินทั้งสองชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินของชุดดินสตึกหลังปลูกอ้อยไปเป็นเวลาสองปี

วิธีการศึกษา

พันธุ์อ้อยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ อ้อยพันธุ์ K 95-84 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ K 90-79 กับพันธุ์ K 84-200 ซึ่งมีลักษณะเด่นคือให้ผลผลิตอ้อยสด 11-15 ตัน/ไร่ ในเขตน้ำฝน คุณภาพความหวาน

หรือ CCS อยู่ในพืช 12-14 มีการแตกกอปานกลาง (10,000 ลำ/ไร่) ลำขนาดปานกลาง (2.8-3.2 ซม.) การไวต่อดี ไม่ออกดอก ลำสีเขียวมะกอกอมเหลือง เจริญเติบโตเร็ว ทนแล้งปานกลาง ลอกกาบไปง่าย ด้านทานปานกลางต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง โรคกอตะไคร้ โรคราสนิม และโรคแฉ้ดำ ด้านทานปานกลางต่อหนอนเจาะลำต้น ข้อควรระวัง ข้ออ่อนต่อโรคใบขาวและโรคยอดบิด (ศูนย์การปรับปรุงพันธุ์อ้อยแห่งประเทศไทย, 2559)

คัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่ใช้ทำการทดลองเป็นดินเนื้อหยาบ ตั้งอยู่บ้านโนนสมบูรณ์ ตำบลกฤษณา อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา บริเวณที่เพาะปลูกอยู่ในชุดดินสีคิ้ว พื้นที่มีความลาดชันร้อยละ 4 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,385 มม./ปี การทดลองดำเนินการ 2 ปีต่อเนื่อง ตั้งแต่เดือน พ.ค 2556 ถึง เม.ย 2558 จัดทำแปลงทดลองขนาด 6×9 ม. ระยะห่างระหว่างแปลงย่อยเท่ากับ 1 ม. วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCBD) 4 ซ้ำ จำนวน 5 และ 9 ดำรับ การทดลองสำหรับปีที่ 1 และปีที่ 2 ตามลำดับ ประกอบด้วย T1 เป็นดำรับควบคุมไม่ใส่วัสดุปรับปรุงดิน T2 และ T3 เป็นการใส่ปุ๋ยขี้หมูอัตรา 100 และ 200 กก./ไร่ ตามลำดับ T4 และ T5 เป็นการใส่เบนทอไนต์อัตรา 100 และ 200 กก./ไร่ตามลำดับ ต่อมาในปีที่ 2 หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยปลูกไปแล้ว 1 เดือน ทำการแบ่งแปลงทดลองในดำรับการทดลองที่ T2-T5 ออกเป็น 2 ส่วนเท่ากัน ที่มีขนาดเท่ากับ 6×9 ม. โดยส่วนหนึ่งจะทำการใส่ปุ๋ยขี้หมู (T6 และ T7) เบนทอไนต์ (T8 และ T9) ในอัตราข้างต้นซ้ำเป็นปีที่ 2 เพื่อเป็นดำรับการทดลองที่ชี้วัดถึงผลสะสมของวัสดุที่มีต่ออ้อยต่อแรก และสมบัติดิน อีกส่วนที่เหลือจะไม่มีใส่วัสดุปรับปรุงดินทั้งสองเพื่อเป็นดำรับการทดลองที่ชี้วัดถึงผลตกค้างของปุ๋ยขี้หมูและเบนทอไนต์ที่มีต่ออ้อยต่อแรก และสมบัติดิน โดยปุ๋ยขี้หมูและเบนทอไนต์ที่ใช้ในการทดลองมีสมบัติและองค์ประกอบแสดงใน Table 1

Table 1 Properties of gypsum and bentonite used in the experiment.

Property	Gypsum	Bentonite
pH(1:5 H ₂ O)	7.5	4.6
EC (dS /m) (1:5 H ₂ O)	2.76	0.42
CEC (cmol _c /kg)	nd*	16.38
Total N(g/kg)	0.04	0.03
Total P(g/kg)	4.4	0.07
Total K(g/kg)	1.17	0.16
Total Ca(g/kg)	253	0.1
Total Mg(g/kg)	0.3	0.7
Total S (g/kg)	3.9	0.8
Total Fe (mg/kg)	0.7	24.5
Total Zn (mg/kg)	91	15.5
Total Cu (mg/kg)	134	23
Total Mn (mg/kg)	155	85

EC = Electrical conductivity, CEC = cation exchange capacity, nd* = not determined

การปลูกอ้อย เริ่มต้นเตรียมดินในเดือน พ.ค. 2556 โดยทำการหว่านวัสดุปรับปรุงดินและใช้รถไถติดตั้งไถจานผาล 3 ไถเปิดหน้าและคลุกเคล้าวัสดุปรับปรุงดินปล่อยทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ ไถพรวนดินด้วยไถจานผาล 7 ยกร่องด้วยไถจานคูที่มีระยะห่างระหว่างร่องเท่ากับ 1.4 ม. วางท่อนพันธุ์อ้อยพันธุ์ K 95-84 แบบซ้อนยอด เดือน มิ.ย. 2556 และรองพื้นด้วยปุ๋ยอัตรา 3-3-3 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ ใกล้เคียงท่อนพันธุ์ด้วยไถลากมือ อ้อยปลูกทำการใส่แบ่งใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 23.6-5.2-8.4 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือนและ 5 เดือน ในอัตราที่เท่ากัน ส่วนอ้อยต่อใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 29.5-6.5-10.5 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้งในอัตราที่เท่ากันเมื่ออ้อยต่อมีความสูง 30 ซม. และหลังจากใส่ครั้งแรกไปแล้ว 2 เดือน

การเก็บข้อมูล ประกอบด้วย 1) เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยต่อแรกที่อายุ 11 เดือนในเดือน พ.ค. 2557 และ เม.ย. 2558 ตามลำดับโดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวเท่ากับ 12 และ 6 ตร.ม. ในปีที่ 1 และ ปีที่ 2 ตามลำดับ 2) เก็บตัวอย่างยอดและใบ และลำอ้อย โดยทำการตัดอ้อยให้ชิดกับผิวดินให้มากที่สุดเพื่อนำไปวิเคราะห์

ปริมาณธาตุอาหารโดยการย่อยสลายด้วยกรดและวัดปริมาณโดยวิธีมาตรฐาน (Johnson and Ulrich, 1959; Murphy and Riley, 1962) 3) เก็บตัวอย่างดินบนในทุกละเอียดแบบ composite sample ในช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวย่อยต่อแรกโดยสมบัติดินที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ พีเอชดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนโดยวิธีมาตรฐาน (National Soil Survey Center, 1996) และ 4) วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range tests ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สมบัติดินก่อนทำการทดลอง

ชุดดินสติกที่ใช้ทำการศึกษาคัดจำแนกอยู่ในกลุ่มดินย่อย Typic Paleustult ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มที่จะทำให้ย่อยขาดน้ำ ซึ่งจะส่งผลต่อผลผลิตและจำนวนครั้งของการไถตอก นอกจากนี้ดินยังเป็นดินกรดถึงกรดจัดมาก (pH 4.8-6.2) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (5.2-6.9 ก./กก.) ฟอสฟอรัส (0.3-2.8 มก./กก.) และโพแทสเซียม (10.0-16.5 มก./กก.) ที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ (Table 2) ทั้งนี้เป็นผลโดยตรงมาจากวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นหินทรายซึ่งเมื่อสลายตัวจะให้ดินที่ธาตุอาหารพืชต่ำ นอกจากนี้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่อยู่ในระดับต่ำโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 1.8-3.8 เซนติโมล/กก ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณดินเหนียวและปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ต่ำ แสดงให้เห็นว่าดินมีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนต่ำ ดังนั้นธาตุอาหารพืชจึงเกิดการสูญเสียโดยการชะละลายอย่างรวดเร็ว ปริมาณที่คงอยู่ในดินจึงมีน้อยมาก

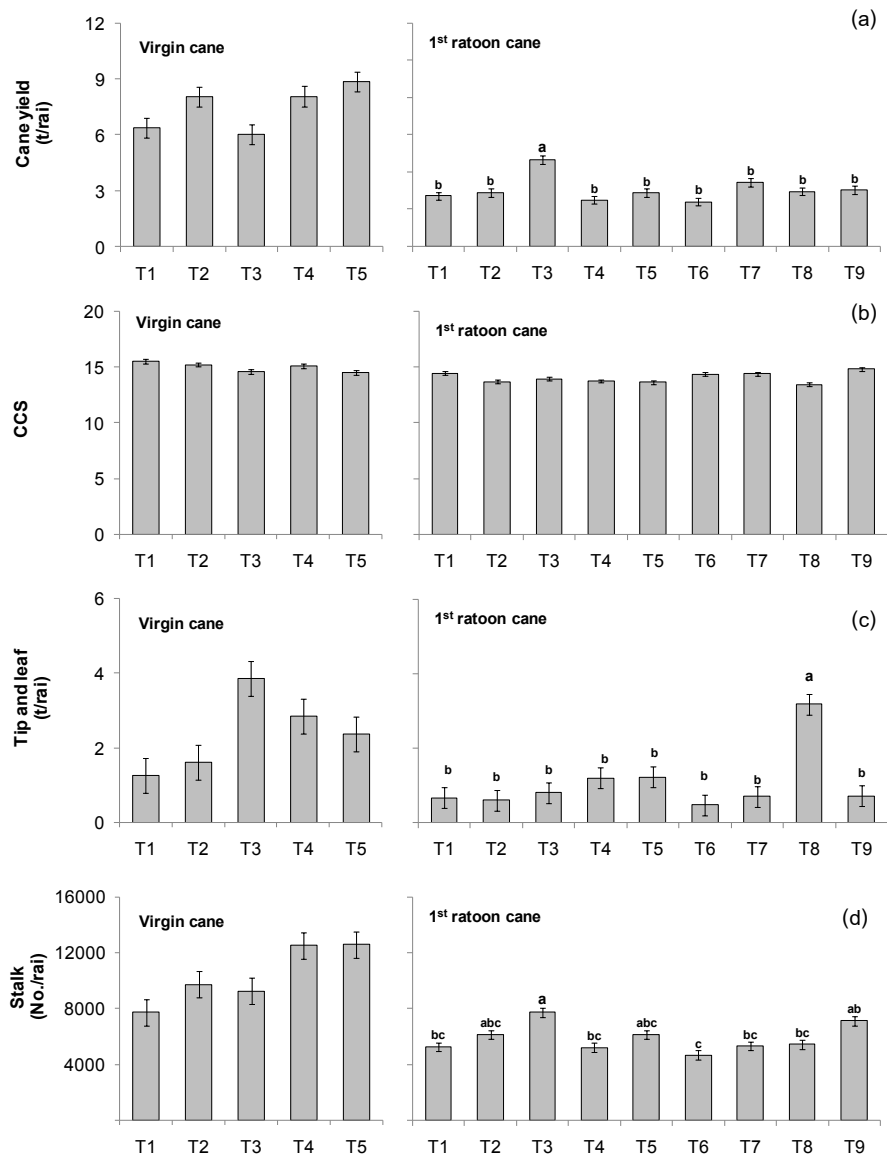
Table 2 Properties of topsoil and subsoil horizon of Satuk soil series

Soil properties	Soil depth	
	Topsoil (0-28 cm)	Subsoil (28-60 cm)
pH (1:1 H ₂ O)	5.9	5.6
Organic matter (g/kg)	5.10	1.40
Total N (g/kg)	0.09	0.15
Available P (mg/kg)	3.50	2.25
Available K (mg/kg)	11.19	6.65
Extractable Ca (cmol _c /kg)	0.67	0.38
Extractable Mg (cmol _c /kg)	0.20	0.18
CEC (cmol _c /kg)	2.75	3.25
Textural class	Loamy sand	Sandy loam

ผลของยิปซัมและเบนทอนต์ต่ออ้อยปลูกและอ้อยตอที่ปลูกในดินสติก

การใส่ยิปซัมและเบนทอนต์ในอัตราต่างๆ ไม่ให้ผลต่อองค์ประกอบผลผลิตและคุณภาพความหวานของอ้อยปลูกพันธุ์ K 95-84 ทางสถิติ โดยการใส่เบนทอนต์อัตรา 200 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักรากอ้อยปลูกสูงสุดเท่ากับ 8.87 ตัน/ไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับตัวรับอื่น ในปี 2 พบว่าผลตกค้างและผลสะสมของยิปซัมและเบนทอนต์ในอัตรา 100-200 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิต น้ำหนักราก และจำนวนลำของอ้อยตอแรกแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ยิปซัมเฉพาะในปีแรกในอัตรา 200 กก./ไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักรากอ้อยปลูกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 4.64 ตัน/ไร่ ซึ่งสูงกว่าตัวรับควบคุมที่ไม่มีการปรับปรุงดินถึงร้อยละ 41.9 และยังให้จำนวนลำอ้อยต่อพื้นที่สูงสุดเท่ากับ 7,733 ลำ/ไร่ (Figure 1) แต่เมื่อใส่ต่อเนื่อง 2 ปี กลับส่งผลให้จำนวนลำต่ำที่สุดเท่ากับ 4,667 ลำ/ไร่ ส่วนตัวรับอื่นๆ ที่เหลือรวมทั้งตัวรับควบคุมให้ผลผลิตน้ำหนักรากไม่แตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 2.40-3.42 ตัน/ไร่ เช่นเดียวกับการใส่เบนทอนต์อัตรา 200 กก./ไร่ ที่ใส่เพียงปีแรกและใส่ต่อเนื่อง 2 ปี ให้จำนวนลำไม่แตกต่างกันโดยให้ค่าเท่ากับ 6,133 และ 7,133 ลำ/ไร่ ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างจากการใส่ยิปซัมอัตรา 200 กก./ไร่เฉพาะในปีที่ 1

(Figure 1) อย่างไรก็ตาม การใส่ยิปซัม และเบนทอนต์ อ้อยตอแรกโดยให้ CCS อยู่ในพิสัย 13.1-15.5 และในอัตราต่างๆ ทั้งที่ใส่เฉพาะในปีที่ 1 และใส่ต่อเนื่อง 2 ปี ไม่ส่งเสริมคุณภาพความหวานของอ้อยปลูกและ



T1: no soil amendment application; T2 and T3: gypsum at 100 and 200 kg/rai, respectively T4 and T5: bentonite at 100 and 200 kg/rai, respectively, applied only in the first year; T6 and T7: gypsum at 100 and 200 kg/rai, respectively T8 and T9: bentonite at 100 and 200 kg/rai, respectively, applied for two consecutive years

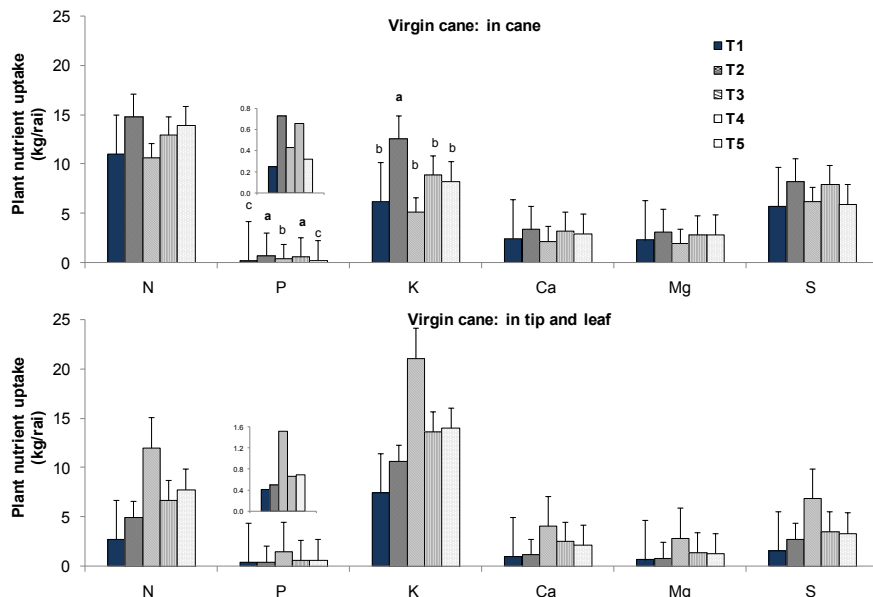
Different lowercase letters on bars in different treatments are significantly different (at least $p \leq 0.05$).

Figure 1 Effect of gypsum and bentonite on fresh cane yield (a), CCS (b), fresh shoot tip and leaf weight (c), stalk number (d) of virgin cane and 1st ratoon cane grown on Satuk soil series.

การใส่วัสดุปรับปรุงดินทั้งสองชนิดไม่ทำให้ผลผลิตอ้อยต่อเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่เฉพาะในปีแรก โดยอ้อยต่อให้ผลผลิตลดลงมากกว่าครึ่งหนึ่งของอ้อยปลูกถึงร้อยละ 52.1% ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณน้ำฝนที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย เนื่องจากในปี 2557 นั้น พื้นที่ทำการทดลองประสบกับปัญหาภัยแล้งทางธรรมชาติโดยมีปริมาณน้ำฝนเพียง 976 มม./ปี และมีจำนวนวันที่ฝนตกเพียง 99 วันเท่านั้น (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) ซึ่งความต้องการน้ำของอ้อยตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวควรมีปริมาณฝนไม่น้อยกว่า 1,000 มม. (ประเสริฐ, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับบัณฑิตและ คำธณ (2542) ที่รายงานว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกอ้อยควรมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 1,600-2,500 มม./ปี แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนน่าจะส่งผลทำให้ได้รับทดลองไม่แสดงผลแตกต่างอย่างชัดเจน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำหนัสดของอ้อยจากข้อมูล 2 ปี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การใส่เบนทอนไนต์อัตรา 200 กก./ไร่เฉพาะปีแรกมีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.66 ตัน/ไร่

ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร

การใส่ยิปซัมและเบนทอนไนต์ในอัตรา 100 และ 200 กก./ไร่ส่วนใหญ่ไม่มีผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองของอ้อยปลูกทางสถิติ มีเพียงการดูดใช้ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในลำอ้อยเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ยิปซัม หรือเบนทอนไนต์อัตรา 100 กก./ไร่ ทำให้อ้อยปลูกในส่วนลำอ้อยดูดใช้ฟอสฟอรัสสูงสุดไม่แตกต่างกันเท่ากับ 0.60 กก./ไร่ แต่การใส่ในอัตราที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การดูดใช้ฟอสฟอรัสในลำอ้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยตัวรับควบคุม จะให้การดูดใช้ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.25 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่เบนทอนไนต์ในอัตรา 200 กก./ไร่ นอกจากนี้การใส่ยิปซัมและเบนทอนไนต์ในอัตรา 100 และ 200 กก./ไร่ให้การดูดใช้โพแทสเซียมในลำอ้อยไม่แตกต่างจากตัวรับควบคุมทางสถิติ (5.15-8.96 กก./ไร่) ยกเว้นการใส่ยิปซัมอัตรา 100 กก./ไร่ที่ให้อ้อยปลูกมีการดูดใช้สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 12.33 กก./ไร่ (Figure 2) ซึ่งสูงกว่าตัวรับควบคุมเกือบสองเท่าตัว แต่เมื่อใส่เพิ่มขึ้นเป็น 200 กก./ไร่ อ้อยปลูกมีแนวโน้มดูดใช้โพแทสเซียมในลำอ้อยต่ำที่สุดเท่ากับ 4.20 กก./ไร่



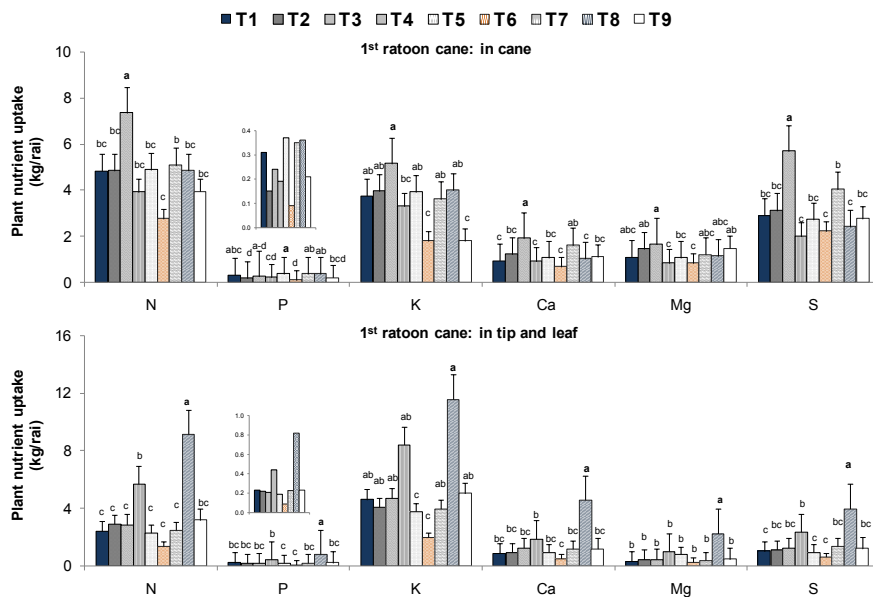
T1: no soil amendment application; T2 and T3: gypsum at 100 and 200 kg/rai, respectively T4 and T5: bentonite at 100 and 200 kg/rai, respectively, applied only in the first year; T6 and T7: gypsum at 100 and 200 kg/rai, respectively T8 and T9: bentonite at 100 and 200 kg/rai, respectively, applied for two consecutive years

Different lowercase letters on bars in different treatments are significantly different (at least $p \leq 0.05$).

Figure 2 Effect of gypsum and bentonite on plant nutrient uptake in cane (a) and in shoot tip and leaf (b) of virgin cane grown on Satuk soil.

ผลตกค้าง และผลสะสมของการใส่ยิปซัมและเบนทอนไนต์อัตรา 100 และ 200 กก./ไร่ ส่งผลต่อปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองของอ้อยต่อแรกอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ยิปซัมอัตรา 200 กก./ไร่ เฉพาะในปีแรกทำให้การดูดใช้ในโตรเจนและโพแทสเซียมในส่วนลำอ้อยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 7.34 และ 5.14 กก./ไร่ ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตอ้อยต่อที่ได้รับที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากแคลเซียมที่มีอยู่มากในยิปซัม เมื่อพืชดูดใช้ จึงช่วยส่งเสริมให้มีการ

ดึงดูไนโตรเจนมากขึ้น (Favaretto et al., 2006) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารรองที่พบว่า การใส่ยิปซัมอัตรา 200 กก./ไร่ เฉพาะปีแรกให้การดูดใช้แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันสูงสุดเท่ากับ 1.89, 1.64 และ 5.68 กก./ไร่ ตามลำดับ (Figure 3) เป็นที่น่าสังเกตว่าการใส่ยิปซัมในอัตรา 200 กก./ไร่ ทั้งที่ใส่เฉพาะปีแรก และใส่ต่อเนื่อง 2 ปี มีผลทำให้อ้อยสามารถดูดใช้กำมะถันได้มากกว่าอย่างชัดเจน



T1: no soil amendment application; T2 and T3: gypsum at 100 and 200 kg/rai, respectively T4 and T5: bentonite at 100 and 200 kg/rai, respectively, applied only in the first year; T6 and T7: gypsum at 100 and 200 kg/rai, respectively T8 and T9: bentonite at 100 and 200 kg/rai, respectively, applied for two consecutive years

Different lowercase letters on bars in different treatments are significantly different (at least $p \leq 0.05$).

Figure 3 Residual and cumulative effects of gypsum and bentonite on plant nutrient uptake in cane (a) and in shoot tip and leaf (b) of 1st ratoon cane grown on Satuk soil series.

การใส่เบนทอนไนต์อัตรา 200 กก./ไร่ เฉพาะในปีแรกให้การดูดใช้ฟอสฟอรัสในส่วนลำอ้อยของอ้อยต่อแรกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเท่ากับ 0.37 กก./ไร่ และเป็นลำดับที่ทำให้การดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในส่วนยอดและใบต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.23, 0.19 และ 3.80 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่การใส่เบนทอนไนต์อัตรา 100 กก./ไร่ ต่อเนื่อง 2 ปีทำให้มีการดูดใช้ในโตรเจน (9.17 กก./ไร่) ฟอสฟอรัส (0.82 กก./ไร่) โพแทสเซียม (11.59 กก./ไร่) แคลเซียม (4.59 กก./

ไร่) แมกนีเซียม (2.26 กก./ไร่) และกำมะถัน (3.98 กก./ไร่) ในใบของอ้อยแรกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Figure 3) ซึ่งในลำดับดังกล่าว อ้อยมีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักรากสูงสุด การใส่เบนทอนไนต์ส่งผลให้ใบอ้อยมีการดูดใช้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองสูงกว่าในปีที่สองของการศึกษา ในการดูดใช้ธาตุอาหารของใบอ้อยทั้งสองปีนั้น มีการดูดใช้ โพแทสเซียมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ไนโตรเจน ส่วนฟอสฟอรัสถึงแม้จะเป็นธาตุอาหารหลักแต่มีปริมาณการดูดใช้น้อยกว่า

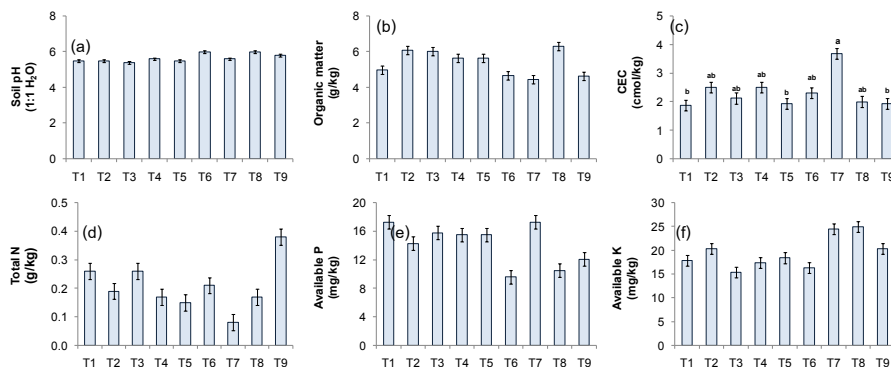
แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า เบนทอไนต์มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนค่อนข้างสูงจึงส่งผลดังกล่าว อย่างไรก็ตาม การใส่ในปริมาณสูงสุดเท่ากับ 200 กก./ไร่ โดยการหว่านทั่วแปลงก่อนปลูกเคล้าลงในดิน อาจจะทำให้ประสิทธิภาพของเบนทอไนต์มีไม่มากเท่าที่ควร รวมถึงการที่ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินทรายร่วนซึ่งเบนทอไนต์มีเนื้อละเอียดก็อาจจะสูญหายออกไปจากชั้นไทรพรวนได้ง่ายโดยกระบวนการชะละลาย

เมื่อเปรียบเทียบการจัดการระหว่างดำรับที่เหมือนกัน อ้อยมีการดูดใช้แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันขึ้นไปสะสมในใบของอ้อยปลูกมากกว่าฟอสฟอรัสทุกดำรับการทดลอง ทั้งๆ ที่การจัดการปุ๋ยในอ้อยมีการใส่ฟอสฟอรัสในปริมาณพอสมควรทั้งในส่วนของการรองพื้นก่อนวางท่อนพันธุ์ และในช่วงระหว่างการเจริญเติบโตของอ้อย โดยปุ๋ยที่ใช้ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 40 กก./ไร่ สำหรับอ้อยปลูก

ผลตกค้างและผลสะสมของการใส่ยิปซัมและเบนทอไนต์ต่อสมบัติดินชุดดินสติก

ผลตกค้างและผลสะสมของการใส่ยิปซัมและเบนทอไนต์ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินบนชั้นโดยทำการวิเคราะห์หลังจากเก็บเกี่ยวอ้อยต่อแรก พบว่า (Figure 4) การใส่ยิปซัมอัตรา 200 กก./ไร่ ต่อเนื่อง 2

ปีทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 3.68 เซนติโมล/กก. ในขณะที่ดำรับอื่นให้ค่าอยู่ในพิสัย 1.87-2.50 เซนติโมล/กก. นอกจากนี้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินเพิ่มขึ้นตามอัตราของยิปซัม และให้ค่าสูงกว่าการใช้เบนทอไนต์ในอัตราที่เทียบเท่ากัน ทั้งๆ ที่เบนทอไนต์มีสมบัติการแลกเปลี่ยนที่ดีกว่า (Table 1) ทั้งนี้ความเป็นไปได้ว่า ดินสติกมีเนื้อค่อนข้างหยาบโดยเฉพาะในดินบนที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายร่วน การใส่เบนทอไนต์ในอัตราสูงสุดเพียง 200 กก./ไร่ จึงมีบทบาทต่อสมบัติแลกเปลี่ยนของดินน้อย ประกอบกับการที่มีอนุภาคขนาดเล็กก็จะเกิดการชะละลายออกไปจากดินบนได้ง่ายด้วย อย่างไรก็ตามความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่เพิ่มขึ้นของดินไม่น่าจะเกิดจากผลโดยตรงมาจากยิปซัมเนื่องจากยิปซัมไม่ใช่วัสดุปรับปรุงดินที่มีคุณสมบัติเด่นในการเพิ่มความสามารถในการดูดจับธาตุอาหารพืช (ปิยะ, 2553, Liming and Warren, 2011) นอกจากนี้การใส่ยิปซัมและเบนทอไนต์ทั้งที่ใส่เพียงปีเดียวและใส่ต่อเนื่อง 2 ปี ไม่มีผลให้พีเอชดิน (5.5-6.0) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (4.46-6.30 ก./กก.) ไนโตรเจนรวม (0.08-0.38 ก./กก.) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (9.60-17.3 มก./กก.) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (16.3-25.0 มก./กก.) และแคลเซียมที่สกัดได้ (0.61-1.20 เซนติโมล/กก.) มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 4)



T1: no soil amendment application; T2 and T3: gypsum at 100 and 200 kg/rai, respectively T4 and T5: bentonite at 100 and 200 kg/rai, respectively, applied only in the first year; T6 and T7: gypsum at 100 and 200 kg/rai, respectively T8 and T9: bentonite at 100 and 200 kg/rai, respectively, applied for two consecutive years

Different lowercase letters on bars in different treatments are significantly different (at least $p \leq 0.05$).

Figure 4 Residual and cumulative effects of gypsum and bentonite on topsoil property of Satuk soil series; soil pH (a), organic matter (b), cation exchange capacity, CEC (c), total nitrogen (d), available phosphorus (e) and available potassium (f).

สรุป

การใส่ยิปซัมและเบนทอไนต์ในอัตรา 100 และ 200 กก./ไร่ ไม่มีผลต่อผลผลิตของอ้อยปลูกในชุดดิน สดึก แต่ผลสะสม และผลตกค้างของการใส่วัสดุทั้งสอง ในอัตราดังกล่าวส่งเสริมผลผลิตและคุณภาพของอ้อย ต่อแรกได้ในระดับหนึ่ง โดยการปรับปรุงดินด้วย เบนทอไนต์อัตรา 200 กก./ไร่มีแนวโน้มเพิ่มผลผลิต น้ำหนักสดอ้อยปลูกในชุดดินสดึกได้ดีที่สุด การใส่วัสดุ ปรับปรุงดินทั้งสองชนิดต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ปีนั้นไม่ส่งเสริมให้ผลผลิตอ้อยต่อเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การใส่วัสดุปรับปรุงดินเฉพาะปีแรก โดยผลตกค้างจากการ ใส่ยิปซัมอัตรา 200 กก./ไร่ให้ผลผลิตอ้อยต่อแรก สูงที่สุด

การใส่ยิปซัมและเบนทอไนต์มีผลต่อการดูใช้ ธาตุอาหารของอ้อยปลูกไม่ชัดเจน แต่ผลตกค้างและ ผลสะสมของวัสดุทั้งสองทำให้การดูใช้ธาตุอาหาร หลักและธาตุอาหารรองของอ้อยต่อแรกแตกต่างกัน โดยผลตกค้างจากการใส่ยิปซัมในปีแรกในอัตรา 200 กก./ไร่และผลสะสมของเบนทอไนต์ในอัตรา 100 กก./ไร่ ส่งเสริมการดูใช้ธาตุอาหารในส่วนลำอ้อยและส่วน ยอดและใบตามลำดับ การใส่วัสดุปรับปรุงดินทั้งใน กรณีของยิปซัม และเบนทอไนต์ส่งผลต่อการ เปลี่ยนแปลงสมบัติดินบนเล็กน้อยโดยปริมาณอินทรีย์ วัตถุและธาตุอาหารพืชยังคงหลงเหลืออยู่ในดินใน ระดับต่ำ ขณะที่พืชเขาดินไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ให้ผลไม่ชัดเจนนัก เนื่องจาก ในช่วงการดำเนินการทดลองทั้งสองปี ปริมาณน้ำฝน น้อย และการกระจายตัวของน้ำฝนไม่สม่ำเสมอ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) โดยปริมาณน้ำฝนรายปี น้อยกว่าปริมาณที่อ้อยต้องการ (บัณฑิตและคำธณ, 2542) ข้อจำกัดนี้จึงน่าจะมีผลทำให้อิทธิพลของวัสดุ ปรับปรุงดินทั้งสองไม่ชัดเจนมากนัก

คำขอบคุณ

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจาก สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.) และขอขอบคุณ คุณปรีชา เพชรประไพที่ได้ให้ ความช่วยเหลือ และดูแลแปลงทดลองเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2557. รายงานสภาวะอากาศ-นครราชสีมา. กระทรวงเทคโนโลยี สารสนเทศ และการสื่อสาร, กรุงเทพฯ.
- ณัฐธร คณานุรักษ์. 2556. อิทธิพลของวัสดุปรับปรุงดินอินทรี และอินทรีย์ต่ออ้อยที่ปลูกบนดินโคราช. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นริศรัตน์ ชูช่วย. 2554. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการ เจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- บัณฑิต ดันศิริ และ คำธณ ไทพิก. 2542. คู่มือการประเมิน คุณภาพที่ดิน (Qualitative Land Evaluations) สำหรับ พืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- ประเสริฐ จัตุรัสวิราช. 2542. พืชเศรษฐกิจ. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปิยะ ดวงพิตรา. 2553. สารปรับปรุงดิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์การปรับปรุงพันธุ์อ้อยแห่งประเทศไทย. 2559. พันธุ์อ้อย ของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. แหล่ง ข้อมูล: <https://goo.gl/tERTLN>. ค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2559.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ข้อมูลเศรษฐกิจและ การเกษตรที่สำคัญ. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/p5gD-qa>. ค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2558.
- อัญชลี สุทธิประการ. 2553. แร่ในอนุภาคขนาดดินเหนียวของ ดินเขตร้อน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Agassi, M., L. Shainberg, and J. Morin. 1990. Slope, aspect and phosphogypsum effects on runoff and erosion. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 1102-1106.
- Czaban, J., G. Siebielec, and E. Czyz. 2013. Effects of bentonite addition on sandy soil chemistry in a long-term plot experiment (I): effect on organic carbon and total nitrogen. Pol. J. Environ. 22: 1661-1667.

- Czaban, J. and G. Siebielec. 2013. Effects of bentonite on sandy soil chemistry in a long-term Plot experiment (II); effect on pH, CEC, and macro- and micronutrients. *Pol. J. Environ.* 22: 1669-1676.
- Favaretto, N., L.D. Norton, B.C. Joern, and S.M. Brouder. 2006. Gypsum amendment and exchangeable calcium and magnesium affecting phosphorus and nitrogen in runoff. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 1788-1796.
- Johnson, C.M., and A. Ulrich. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. *Calif. Agri. Exp. Stat. Bull.* 767: 25-78.
- Liming, C., and A.C. Warren. 2011. Gypsum as an Agricultural Amendment.: General Use Guidelines Bulletin: 945. The Ohio State University Extension, USA.
- Miller, W.P. 1987. Infiltration and soil loss of three gypsum amended Ultisols under simulated rainfall. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 1314-1320.
- Morelli, J.L., A.E. Dalben., J.O.C. Almeida, and J.L.I. DeMatte. 1992. Calcário e gesso na produtividade da cana-de-açúcar e nas características químicas de um Latossolo de textura média álico. *R. Bras. Ci. Solo.* 16: 187-194.
- Murphy, J., and J.P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta.* 27: 31-36.
- National Soil Survey Center. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. Natural Conservation Service, USDA.
- Viater, R.P., J.L. Kovar, and W.B. Hallmark. 2002. Gypsum and compost effects on sugarcane root growth, yield, and plant nutrients. *Agron. J.* 94: 1332-1336.
- Warrington, S.J., J. Dana-Haeri, and A.J. Sinclair. 1989. Cardiovascular and psychomotor effects of repeated doses of paroxetine: a comparison with amitriptyline and placebo in healthy men. *Acta Psychiatrica Scandinavica.* 80(Suppl. 350): 42-44.