ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้ของโรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตอ้อย และสมบัติของดิน

Effects of Organic Mixed Material from by-Product of Monosodium Glutamate (ami-ami) Factory and Fly Ash on Growth, Yield of Sugarcane and Soil Properties

ชัยสิทธิ์ ทองจู,[1] ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์,[1] ศุภชัย อำคา[1] และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย[1]*

Chaisit Thongjoo,[1*]Piyapong Katpiyarat,[1]Suphachai Amkha[1]and Tawatchai Inboonchuay[1]

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of organic mixture material (OMM) from by-product of monosodium glutamate (ami-ami) factory and fly ash on growth, yield of sugarcane *var.* Kamphaeng Saen 01-4-29 and soil properties. Experimental design was randomized complete block (RCBD) consisted of 7 treatments. The study revealed that all treatments that applied chemical fertilizers or OMM both single use or in combination with chemical fertilizers affected on height, stalk length, stalk diameter, number of internode/stalk and CCS of sugarcane nearly the same, and significantly different when comparing with the control treatment. Further, the application of OMM of 1,000 kg/rai in combination with chemical fertilizers equivalent to primary elements in 1,000 kg/rai of the OMM resulted in the highest cane yield, weight/stalk and sugar yields which was not different from the applications of chemical fertilizers equivalent to primary elements in 2,000 kg/rai of the OMM and the OMM of 2,000 kg/rai. While the control treatment produced the lowest cane yields, weight/stalk and sugar yields. After experiment, it was found that single use OMM at the high rate markedly increases the EC_e and exchangeable Na of soil.

Keywords: by-product of monosodium glutamate (ami-ami) factory, fly ash, waste materials, sugarcane

[1*]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakorn Pathom, 73140, Thailand.

[*] Corresponding author: E-mail address: thongjuu@yahoo.com

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 และสมบัติของดิน โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 7 ตำรับทดลอง ผลการทดลอง พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้น ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS (commercial cane sugar) ของอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ความสูงต้น ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ของอ้อยน้อยที่สุด นอกจากนี้ การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักต่อลำอ้อย และผลผลิตของน้ำตาลมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักต่อลำอ้อย และผลผลิตของน้ำตาลน้อยที่สุด ภายหลังการทดลอง พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียวในอัตราสูงทำให้ค่า EC_e และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ขี้เถ้าลอย วัสดุเหลือใช้ อ้อย

คำนำ

อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมน้ำตาลของประเทศ จากประมาณการของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2558) พบว่า เนื้อที่เพาะปลูกอ้อยทั้งประเทศประมาณ 9.96 ล้านไร่ ผลผลิต 94.05 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 11.03 ตัน/ไร่ และผลผลิตน้ำตาล 9.87 ล้านตัน ซึ่งความต้องการอ้อยในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากสถานการณ์การผลิตอ้อยของประเทศไทยค่อนข้างแปรปรวน โดยสาเหตุหลักมาจากสภาพอากาศ ดินเสื่อมโทรม ต้นทุนการผลิตสูง และราคาผลผลิตที่ไม่แน่นอน (พชรกร และคณะ, 2558) ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตอ้อยในประเทศให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มผลผลิตอ้อยต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การปรับปรุงและการคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับแหล่งปลูก การเลือกฤดูกาลปลูกที่เหมาะสม การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้วัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรที่มีคุณค่าทางธาตุอาหารสูงมาทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Thongjoo *et al*., 2005) เป็นต้น ที่ผ่านมามีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้มาช่วยเพิ่มผลผลิตอ้อย เช่น การใช้กากตะกอนเยื่อกระดาษ (ปาจรีย์ และคณะ, 2552; จุฑามาศ และคณะ, 2553) กากตะกอนอ้อย (จักรินทร์ และคณะ, 2530) กากน้ำตาลผงชูรสหรืออามิ-อามิ (เยาวลักษณ์ และคณะ, 2554) น้ำวีแนสจากโรงงานเอทานอล (กาญจนา และคณะ, 2557) กากตะกอนยีสต์และน้ำวีแนส (วิษณุ และคณะ, 2556; สันติภาพ และคณะ, 2557) เป็นต้น โรงงานอุตสาหกรรมมักมีวัสดุเหลือใช้เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย จึงมักถูกทิ้งไว้ในแหล่งผลิตหรือบริเวณข้างเคียง ซึ่งอาจ

ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al.*, 2005) จึงเกิดแนวคิดว่าหากมีการนำกากน้ำตาลผงชูรสจากโรงงานผลิตผงชูรส และขี้เถ้าลอยจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ มาศึกษาสมบัติบางประการ และหาแนวทางการใช้ประโยชน์ในแง่การทดแทนปุ๋ย หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยพิจารณาจากผลของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินบางประการ ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ปลูกอ้อยในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งของวัสดุเหลือใช้ อีกทั้งยังช่วยลดมลภาวะที่อาจเกิดจากวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวในระยะยาวได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 และสมบัติของดิน ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2554-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks; Typic Haplustalfs; fine- silty, mixed, semiactive, isohyperthermic, Soil Survey Staff, 2003) โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และเนื้อดิน สำหรับสมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1 งานทดลองนี้ประกอบด้วย 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 7.5 เมตร ยาว 10.0 เมตร จำนวน 5 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 4.5 x 8.0 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ 7 ตำรับทดลอง ดังนี้ คือ

1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์ผสม (control)

2) ใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ [OMM_{1000}]

3) ใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ [$IF_{OMM-1000}$]

4) ใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ [OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$]

5) ใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ [OMM_{2000}]

6) ใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ [$IF_{OMM-2000}$]

7) ใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ [OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$]

เตรียมวัสดุอินทรีย์ผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) โดยตวงกากน้ำตาลผงชูรส 2,000 ลิตร และชั่งขี้เถ้าลอย 2,000 กก. ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และหมักทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน จากนั้น ผึ่งให้แห้ง (air dry) บด และร่อนโดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 5 มม. (ธนศมณฑ์ และคณะ, 2555)

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46% P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K_2O) แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลอง ที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก โดยตำรับทดลองที่ 3 และ 7 ใส่อัตรา 9.60, 10.30 และ 10.10 กก.N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ 4 ใส่อัตรา 4.80, 5.15 และ 5.05 กก.N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ และตำรับทดลองที่ 6 ใส่อัตรา 19.20, 20.60 และ 20.20 กก.N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ

การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม ใส่เพียงครั้งเดียว ที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก จากนั้น ใช้จอบสับและคลุกเคล้าวัสดุผสมดังกล่าวให้เข้ากับดิน โดยตำรับทดลองที่ 2 และ 5 ใส่วัสดุอินทรีย์ผสมในอัตรา 1,000 และ 2,000 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ 4 และ 7 ใส่วัสดุอินทรีย์ผสมในอัตรา 500 และ 1,000 กก./ไร่ ตามลำดับ

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ความสูงต้น และจำนวนลำใน 1 แถวเมตร การเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ จำนวนลำต่อไร่ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาล นอกจากนี้ ภายหลังการเก็บเกี่ยวดำเนินการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละตำรับทดลองเพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1) ค่า EC_e ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมและโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้

Table 1 Initial properties of soil and waste material used in this experiment.

Properties	Soil	Properties	Ami-ami	Fly ash	Organic mixture material (OMM) (1:1 by volume/weight)
pH (1:1 water)	7.65	pH (3:50)	4.03	10.59	7.93
EC_e (dS/m)	0.45	EC 1:10 (dS/m)	32.93	4.35	10.84
Organic matter (%)[1/]	0.80	Organic matter (%)	17.56	4.11	6.49
Available P (mg/kg)[2/]	47.95	Total N (%)	4.63	0.07	0.96
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	51.40	Total P_2O_5 (%)	0.74	0.66	1.03
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	2,418	Total K_2O (%)	4.27	0.85	1.01
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	130.58	Total Ca (%)	0.02	5.52	1.46
Exchangeable Na (mg/kg)	46.42	Total Mg (%)	0.13	0.85	0.77
Texture[4/]	sandy loam	Total Na (%)	2.30	0.56	1.92

Note [1/] = Walkey and Black method (Walkey and Black, 1934) [2/] = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)
[3/] = Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965) [4/] = Pipette method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของอ้อย และสมบัติของดิน ในช่วงเดือนเมษายน 2554-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของอ้อย

การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ให้ความสูงของต้นอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีความสูงของต้นของอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีความสูงของต้นของอ้อยน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ขณะที่ทุกตำรับทดลองมีจำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกระยะการเจริญเติบโต (Table 2) อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าจำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก มีแนวโน้มลดลงทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมื่ออ้อยมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงเพิ่มขึ้น จึงเกิดการบังแสงทำให้แสงแดดที่ส่องผ่านเข้าไปในกออ้อยมีปริมาณลดลง ดังนั้น เมื่อหน่ออ้อยที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้รับแสง ก็ส่งผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง หรืออาจเป็นผลจากการสะสมของโรคและแมลงจึงทำให้หน่อใหม่ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (เยาวลักษณ์ และคณะ, 2554; วิษณุ และคณะ, 2556; ปิยวรรณ และคณะ, 2557; พชรกร และคณะ, 2558)

2. ผลผลิต จำนวนลำ ความยาวลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ

การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ให้ผลผลิต ความยาวลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) มีผลให้ผลผลิตของอ้อยมากที่สุด (23.31 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$) การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ (OMM_{2000}) การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ (OMM_{500}+ $IF_{OMM-500}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-1000}$) นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองมีผลให้จำนวนลำของอ้อยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนใกล้เคียงกันในช่วง 8,063-8,764 ลำ/ไร่ (Table 3) ขณะที่ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความยาวลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งให้ผลผลิต ความยาวลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยน้อยที่สุด

3. น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาล

การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ให้น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) มีผลให้น้ำหนักต่อลำมากที่สุด (2.66 กก./ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$) การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ (OMM_{2000}) การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ (OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-1000}$) นอกจากนี้ การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) ยังให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด (2.72 ตัน/ไร่) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ (OMM_{2000}) และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ (OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$) ขณะที่ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ให้จำนวนปล้องต่อลำ และค่า CCS ของอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งให้น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมร่วมกับปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่วัสดุผสมแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ Ripusudan *et al.* (2000) ชัยสิทธิ์และปาจรีย์ (2552) จุฑามาศ และคณะ (2553) เยาวลักษณ์ และคณะ (2554) วิษณุ และคณะ (2556) และ สันติภาพ และคณะ (2557) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับอ้อยได้อย่างอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่วัสดุอินทรีย์ผสมจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลานานขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์ผสม (control) มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช (ชัยสิทธิ์และปาจรีย์, 2552; จุฑามาศ และคณะ, 2553; เยาวลักษณ์ และคณะ, 2554; วิษณุ และคณะ, 2556; สันติภาพ และคณะ, 2557)

4. สมบัติของดินบางประการ ภายหลังการใช้วัสดุอินทรีย์ผสมสำหรับการปลูกอ้อย

การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียวหรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่า pH, EC_e, ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$) มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด (pH 6.49) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-1000}$) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ซึ่งในสภาพดินไร่ที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะส่งผลให้แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ที่เกิดจากการแปรสภาพของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตถูกออกซิไดซ์กระทั่งก่อให้เกิดไฮโดรเจนไอออน (H^+) จึงมีผลตกค้างทำให้ดินเป็นกรดได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ส่วนการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ (OMM_{2000}) มีผลให้ค่า EC_eปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (1.03 dS/m, 1.22 เปอร์เซ็นต์ และ 51.21 mg/kg ตามลำดับ) โดยเป็นที่สังเกตว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียวมีแนวโน้มให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงกว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะวัสดุอินทรีย์ผสมมีค่า EC_e ในระดับเค็มมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับสูงมาก และมีปริมาณโซเดียมทั้งหมดประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) จึงส่งผลให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงกว่าตำรับทดลองอื่นๆ นอกจากนี้ การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+ $IF_{OMM-1000}$) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด (63.22 และ 84.15 mg/kg ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ (OMM_{2000}) และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500กก./ไร่ (OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมและโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำที่สุด (0.43 dS/m, 0.69 เปอร์เซ็นต์, 48.36, 57.09 และ 38.54 mg/kg ตามลำดับ)

จากผลการทดลองดังกล่าว ให้ข้อสังเกตว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียวหรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราสูง มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า EC_e และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ดังนั้น การนำวัสดุอินทรีย์ผสมดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร จึงควรคำนึงถึงค่า EC_e ที่สูงขึ้นและปริมาณการสะสมของโซเดียมในดินระยะยาวด้วย

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาวิชาการ ระหว่างภาควิชา ปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของอ้อย และสมบัติของดิน สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้น ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ของอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ความสูงต้น ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ของอ้อยน้อยที่สุด

2. การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักต่อลำอ้อย และผลผลิตของน้ำตาลมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักต่อลำอ้อย และผลผลิตของน้ำตาลน้อยที่สุด

3. การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราสูง มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า EC_e ของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำวัสดุอินทรีย์ผสมมาใช้เพื่อทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกอ้อย อย่างไรก็ตาม ควรทำการศึกษาต่อในอ้อยตอ เพื่อยืนยันผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ผสมในแง่การทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของอ้อย และผลของวัสดุอินทรีย์ผสมดังกล่าวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินในระยะยาวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา มาล้อม, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ทศพล พรพรหม, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ และศิริสุดา บุตรเพชร. 2557. ผลของน้ำวีแนสจากโรงงานเอทานอลที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย, 81-93 น. *ใน* การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 11 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์. คณะเกษตรกำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

จุฑามาศ กล่อมจิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจู และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 148-159. *ใน* การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

จักรินทร์ ศรัทธาพร, สุรวิทย์ สุริยพันธ์, มนัส ปทุมทอง และ สุนทร แสงศิลา. 2530. การใช้ปุ๋ยหมักจากกากอ้อยบำรุงดิน

เพื่อปลูกอ้อย, น. 372-375. *ใน* รายงานผลการวิจัยปี 2527. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ชัยสิทธิ์ ทองจู และปาจรีย์ แน่นหนา. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน (ปีที่ 1). วารสารดินและปุ๋ย. 31 (1) : 6-26.

ธนศมณท์ กุลการัณย์เลิศ, ชัยสิทธิ์ ทองจู และศุภชัย อำคา. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 1 (1) : 29-41.

ปาจรีย์ แน่นหนา, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 37-38 *ใน* การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ปิยวรรณ พุ่มพวง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธงชัย มาลา, ศุภชัย อำคา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ และศิริสุดา บุตรเพชร. 2557. ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยยูเรียชนิดต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย, 11-23 น. *ใน* การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 11 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

พชรกร บุญเลี้ยง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ทศพล พรพรหม, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ธนศมณท์ กุลการัณย์เลิศ, อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์, รุจิกร ศรีแม้นม่วง และศิริสุดา บุตรเพชร. 2558. ผลของปุ๋ยยูเรียปลดปล่อยช้าที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1, 609-619 น. *ใน* การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 12 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เยาวลักษณ์ เนตรสิงห์, ชัยสิทธิ์ ทองจู และรัฐชา ชัยชนะ. 2554. การใช้ประโยชน์ของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยาสารกำแพงแสน. 9 (3): 1-13.

วิษณุ จีนยิ้ว, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา, ทศพล พรพรหม และ ศิริสุดา บุตรเพชร. 2556. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของอ้อย, น. 86-99. *ใน* การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 10 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

สันติภาพ ทองอุ่น, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธงชัย มาลา, ศุภชัย อำคา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ และศิริสุดา บุตรเพชร. 2557. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากกากตะกอนยีสต์และน้ำวีแนสต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1, 39-52 น. *ใน* การประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 11 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2556-2558. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Bray, R. H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Sci. 59: 39-45.

Pratt, P.F. 1965. Potassium. P. 1022-1030. *In*: C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis. Part II. Amer. Soc. of Agron, Inc. Madison, Wisconsin.

Ripusudan, L.P., G. Gonzalo, R.L. Honor, and D.V. Alejandro. 2000. Tropical maize improvement and production. FAO Plant Production and Protection Series No. 28.

Soil Survey Staff. 2003. Key to Soil Taxonomy: Ninth Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Survice, Washington, D.C. 332 p.

Thongjoo, C., S. Miyagawa, and N. Kawakubo. 2005. Effect of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. Plant Prod. Sci. 8(4): 475-481.

Walkey, A. and I. A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.

Received 9 September 2016

Accepted 12 March 2017

Table 2 Heights and numbers of stalk in one-meter row of sugarcane at different growth stages.

Treatments	Heights (cm)				Numbers of stalk for one-meter row			
	3 MAP[1/]	6 MAP[1/]	8 MAP[1/]	9 MAP[1/]	3 MAP	6 MAP	8 MAP	9 MAP
T_1 = control	54.23[b]	173.67[b]	229.03[b]	255.57[b]	9.47	8.74	8.51	8.23
T_2 = OMM_{1000}	74.03[a]	194.89[a]	247.80[a]	304.00[a]	10.27	10.02	9.67	9.56
T_3 = $IF_{OMM-1000}$	78.20[a]	196.56[a]	286.63[a]	310.00[a]	10.45	10.22	9.87	9.77
T_4 = OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$	78.87[a]	196.98[a]	292.50[a]	319.67[a]	10.57	10.32	10.03	9.97
T_5 = OMM_{2000}	80.50[a]	198.77[a]	296.33[a]	323.83[a]	10.64	10.40	10.12	10.00
T_6 = $IF_{OMM-2000}$	80.97[a]	200.90[a]	299.07[a]	324.50[a]	10.68	10.53	10.23	10.10
T_7 = OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$	84.77[a]	201.33[a]	303.33[a]	331.83[a]	11.31	11.20	11.00	10.83
F-test	**	*	*	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11.96	12.56	12.75	15.86	12.07	12.07	13.77	9.39

[1/] mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference according to DMRT.

MAP = month after planting ns = not significantly different at 0.05 probability

* indicated significant difference at P<0.05 ** indicated significant difference at P< 0.01

Table 3 Yields, numbers of stalk, stalk length and stalk diameter of sugarcane at 12 MAP.

Treatments	Yields (ton/rai)[1/]	Numbers of stalk (stalk/rai)	Stalk length (cm)[1/]	Stalk diameter (cm)[1/]
T_1 = control	9.92[c]	8,063	234.67[b]	2.50[b]
T_2 = OMM_{1000}	16.71[b]	8,231	272.40[a]	2.92[a]
T_3 = $IF_{OMM-1000}$	19.16[ab]	8,296	281.07[a]	2.97[a]
T_4 = OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$	19.72[ab]	8,356	294.60[a]	3.07[a]
T_5 = OMM_{2000}	20.04[ab]	8,457	295.20[a]	3.10[a]
T_6 = $IF_{OMM-2000}$	20.97[a]	8,489	298.33[a]	3.12[a]
T_7 = OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$	23.31[a]	8,764	304.87[a]	3.16[a]
F-test	**	ns	**	**
CV (%)	14.54	10.09	13.86	10.42

[1/] mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference according to DMRT.

MAP = month after planting ns = not significantly different at 0.05 probability

** indicated significant difference at P< 0.01

Table 4 Weight/stalk, numbers of internode/stalk, CCS and sugar yields of sugarcane at 12 MAP.

Treatments	Weight/stalk (kg)[1/]	Numbers of internode/stalk[1/]	CCS (%)[1/]	Sugar yields (ton/rai)[1/]
T_1 = control	1.23^{c}	20.00^{b}	8.85^{b}	0.88^{e}
T_2 = OMM_{1000}	2.03^{b}	25.67^{a}	10.45^{a}	1.75^{d}
T_3 = $IF_{OMM-1000}$	2.31^{ab}	26.13^{a}	10.78^{a}	2.07^{c}
T_4 = OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$	2.36^{ab}	26.27^{a}	10.87^{a}	2.14^{bc}
T_5 = OMM_{2000}	2.37^{ab}	27.00^{a}	11.05^{a}	2.21^{bc}
T_6 = $IF_{OMM-2000}$	2.47^{a}	27.07^{a}	11.14^{a}	2.34^{b}
T_7 = OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$	2.66^{a}	27.93^{a}	11.69^{a}	2.72^{a}
F-test	**	**	*	**
CV (%)	9.18	11.90	8.41	13.46

[1/] mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference according to DMRT.

MAP = month after planting * indicated significant difference at P<0.05

** indicated significant difference at P< 0.01

Table 5 Soil properties as affected by different fertilizer management.

Treatments	pH (1:1 water)[1/]	EC_e (dS/m)[1/]	Organic matter (%)[1/]	Avail. P (mg/kg)[1/]	Exch. K (mg/kg)[1/]	Exch. Na (mg/kg)[1/]
before experiment	7.65	0.45	0.80	47.95	51.40	46.42
T_1 = control	7.61^{ab}	0.43^{d}	0.69^{c}	48.36^{c}	57.09^{c}	38.54^{d}
T_2 = OMM_{1000}	7.69^{a}	0.58^{c}	0.98^{b}	56.44^{ab}	66.78^{bc}	47.90^{ab}
T_3 = $IF_{OMM-1000}$	6.71^{cd}	0.44^{cd}	0.83^{bc}	53.21^{bc}	62.34^{bc}	42.56^{cd}
T_4 = OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$	7.46^{ab}	0.54^{cd}	0.89^{b}	57.41^{ab}	78.26^{ab}	44.28^{bc}
T_5 = OMM_{2000}	7.90^{a}	1.03^{a}	1.22^{a}	58.13^{ab}	68.99^{abc}	51.21^{a}
T_6 = $IF_{OMM-2000}$	6.49^{d}	0.55^{cd}	0.86^{b}	55.26^{bc}	64.85^{bc}	43.36^{bc}
T_7 = OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$	7.15^{bc}	0.84^{b}	0.91^{b}	63.22^{a}	84.15^{a}	47.12^{abc}
F-test	**	**	**	*	*	**
CV (%)	14.84	12.37	9.04	13.86	12.87	11.50

[1/] mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference according to DMRT.

* indicated significant difference at P<0.05 ** indicated significant difference at P< 0.01