การจัดการปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้โรงงานน้ำตาลต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 และสมบัติของดินบางประการ

Organic Fertilizer Management from Sugar Factory By-product on Yield, Yield Components of Sugarcane and 1st Ratoon Cane and Some Soil Properties

ชาลินี คงสุด[1*] ชัยสิทธิ์ ทองจู[2] ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย[2] และธีรยุทธ คล้ำชื่น[3]

Chalinee Khongsud[1*] Chaisit Thongjoo[2] Tawatchai Inboonchuay[2] and Teerayut Klumchaun[3]

Abstract: The aim of this study was to investigate the organic fertilizer (OF) management from sugar factory by-product on yield, yield components of sugarcane and 1st ratoon cane var. Khon Kaen 3 and some soil properties. Experimental design was randomized complete block (RCBD) consisting of 9 treatments. The study revealed that the OF application of 300 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 300 kg/rai of the OF effected on the highest of weight/stalk, cane yield, CCS and sugar yield which was not different from the applications of chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 600 kg/rai of the OF. After experiment, it was found that the OF application of 600 kg/rai resulted in the lowest soil pH which was not different from the OF application of 300 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 300 kg/rai of the OF. Furthermore, the OF application of 600 kg/rai effected on the highest ECe of soil which was not different from the OF application of 300 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 300 kg/rai of the OF. While, the OF application of 600 kg/rai resulted of the highest of organic matter of soil, followed by that the OF application of 300 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 300 kg/rai of the OF.

Keywords: Organic fertilizer (OF), By-product, Sugarcane, Filter cake

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้โรงงานน้ำตาลต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พันธุ์ขอนแก่น 3 และสมบัติบางประการของดิน โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักต่อลำ ผลผลิตต่อไร่ ค่า commercial cane sugar (CCS) และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก

[1] ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[2] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[3] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130
[1] Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhorn Pathom, 73140.
[2] Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhorn Pathom, 73140.
[3] Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130.
* Corresponding author: nuenee_ku_soil40@hotmail.co.th

ของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ ภายหลังการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้ค่า EC_e ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ขณะที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ของดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่

คำสำคัญ: ปุ๋ยอินทรีย์, ผลพลอยได้, อ้อย, กากตะกอนอ้อย

คำนำ

อ้อยเป็นพืชที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมน้ำตาลของประเทศ โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2560) รายงานว่าเนื้อที่เพาะปลูกอ้อยทั้งประเทศมีประมาณ 11.54 ล้านไร่ ให้ผลผลิตอ้อยสด 135.90 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 11.68 ตัน/ไร่ ซึ่งผลพลอยได้ปริมาณมหาศาลจากโรงงานน้ำตาลที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ คือ กากชานอ้อย (bagasse) และกากตะกอนอ้อย (filter cake) มีการคาดการณ์ปริมาณกากตะกอนอ้อยจากโรงงานน้ำตาลจำนวน 47 โรง มีปริมาณไม่น้อยกว่า 1.04 ล้านตัน/ปี (ดัดแปลงจากธงชัย, 2546) นอกจากนี้ Meunchang *et al*., (2004) รายงานว่ากากตะกอนอ้อยมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชดังนี้ คือ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งหมดเท่ากับ 1.8 (±0.02), 0.96 (±0.3) และ 0.93 (±0.2) เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ผ่านมามีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการนำผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาช่วยเพิ่มผลผลิตของอ้อย เช่น กากตะกอนอ้อย (จักรินทร์ และคณะ, 2530) กากตะกอนเยื่อกระดาษ (ชัยสิทธิ์ และปาจรีย์, 2552; ปาจรีย์ และคณะ,2552; จุฑามาศ และคณะ, 2553) กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) (เยาวลักษณ์ และคณะ, 2554; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2560; ปิยพงศ์ และคณะ, 2560) กากตะกอนยีสต์และน้ำวีแนส (วิษณุ และคณะ, 2556; สันติภาพ และคณะ, 2557) น้ำวีแนสจากโรงงานเอทานอล (กาญจนา และคณะ, 2557) เป็นต้น โรงงานอุตสาหกรรมมักมีผลพลอยได้เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยผลพลอยได้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al*., 2005) จึงเกิดแนวคิดว่าหากมีการนำผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาลมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และหาแนวทางการใช้ประโยชน์ในแง่การทดแทนปุ๋ย หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยพิจารณาจากผลของปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าวที่มีต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของอ้อย รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินบางประการในช่วงที่ทำการศึกษา ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำผลพลอยได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ปลูกอ้อยในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งของผลพลอยได้ อีกทั้งยังช่วยลดมลภาวะที่อาจเกิดจากผลพลอยได้ดังกล่าวในระยะยาวได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้โรงงานน้ำตาลต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 และสมบัติบางประการของดิน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556-เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ณ แปลงทดลองของเกษตรกรลูกไร่ของบริษัท เค ซี ฟาร์ม ต. ท่าม่วง อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี ซึ่งเป็นชุดดินลาดหญ้า (Lat Ya series, Ly; fine-loamy, siliceous, isohyperthermic Kanhaplic Haplustults, Soil Survey Staff, 2003) งานทดลองนี้ประกอบด้วย 36 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 7.5 เมตร ยาว 8 เมตร

จำนวน 5 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร เก็บข้อมูลผลผลิตของอ้อยเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 4.5 x 6 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ 9 ตำรับทดลอง โดยรายละเอียดของตำรับทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1 ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1 water) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (available water capacity, AWCA) และเนื้อดิน สำหรับสมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 2

เตรียมปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งมีส่วนประกอบของกากตะกอนอ้อย ขี้เถ้าลอย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) และหินฟอสเฟต (3 %P_2O_5) ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ปรับความชื้นด้วยน้ำให้อยู่ในระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ (ปรารถนา, 2552) กลับกองปุ๋ยทุก 7 วัน หากกองปุ๋ยเริ่มแห้งควรรดน้ำ และหมักต่อไปกระทั่งครบ 2 เดือน สำหรับสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์ภายหลังการหมักได้แสดงไว้ใน Table 2

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 7.53, 14.67 และ 4.95 กก. N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ 4 ใส่อัตรา 3.77, 7.34 และ 2.48 กก. N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ 6 ใส่อัตรา 15.06, 29.34 และ 9.90 กก. N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ 8 ใส่อัตรา 12, 3 และ 6 กก. N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (สำหรับอ้อยปลูก) และใส่อัตรา 18, 6 และ 12 กก. N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (สำหรับอ้อยตอ) (กรมวิชาการเกษตร, 2553) และตำรับทดลองที่ 9 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ยี่ห้อ “ค้างคาวซากุระ” (0.64 %N, 0.30 %P2O5 และ 1.66 %K2O) ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 อัตรา 100 และ 25 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรลูกไร่ของบริษัท เค ซี ฟาร์ม (FKC farm) ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ใส่เพียงครั้งเดียวที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก จากนั้น ใช้จอบสับและคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน โดยตำรับทดลองที่ 2 และ 5 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 และ 600 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ 4 และ 7 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 150 และ 300 กก./ไร่ ตามลำดับ

การเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่อายุ 12 เดือน ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ ค่า commercial cane sugar (CCS) และผลผลิตน้ำตาล นอกจากนี้ ภายหลังการเก็บเกี่ยวดำเนินการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละตำรับทดลองเพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1 water) ค่า EC_e และปริมาณอินทรียวัตถุ โดยข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan’s multiple range test) นอกจากนี้ เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้านผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 รวมทั้งสมบัติของดินภายหลังการเก็บเกี่ยว (ปีที่ 1 และปีที่ 2) ด้วยวิธีการ t-test Independent

Table 1 Detail of treatments

Treatments	Description	Symbols	Quantity of major elements (kgN-P_2O_5-K_2O per rai)
T_1	no fertilizer and OF treatment	control	0-0-0
T_2	the OF application of 300 kg/rai	OF_{300}	7.53-14.67-4.95
T_3	the application of chemical fertilizers containing all major elements (N, P, K) equivalent to 300 kg/rai of the OF	IF_{OF-300}	7.53-14.67-4.95
T_4	the OF application of 150 kg/rai in combinations with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to150 kg/rai of the OF	OF_{150}+IF_{OF-150}	7.53-14.67-4.95
T_5	the OF application of 600 kg/rai	OF_{600}	15.06-29.34-9.90
T_6	the application of chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 600 kg/rai of the OF	IF_{OF-600}	15.06-29.34-9.90
T_7	the OF application of 300 kg/rai in combinations with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 300 kg/rai of the OF	OF_{300}+IF_{OF-300}	15.06-29.34-9.90
T_8	the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis	IF_{DOA}	12-3-6 18-6-12 (1^{st} ratoon cane)
T_9	tthe application of fertilizer based on KC farm	$F_{KC\ farm}$	4.39-2.05-6.16

Table 2 Initial properties of soil and organic fertilizer used in this experiment.

Properties	Soil (0-30 cm)	Properties	Organic fertilizer (OF)
pH (1:1 water)	7.43	pH (3:50)	5.20
EC_e (dS/m)	0.91	EC_w (1:10, dS/m)	5.60
Organic matter (%)[1/]	1.04	Organic matter (%)	43.90
Available P (mg/kg)[2/]	49.13	Total N (%)	2.51
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	114.21	Total P_2O_5 (%)	4.89
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	1,879	Total K_2O (%)	1.65
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	107.21	Total Na (%)	0.39
Available moisture capacity (% by mass)[4/]	14.86	C/N ratio	10.15
Texture[5/]	loam	Germination index (%)	89.09
		Moisture (%)	6.23

Note [1/] = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934)
[2/] = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)
[3/] = Extracted with NH4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)
[4/] = ภาควิชาปฐพีวิทยา (2551)
[5/] = Pipette method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้โรงงานน้ำตาลต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 และสมบัติบางประการของดิน ปรากฏผลดังนี้

1. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

1.1 จำนวนลำต่อไร่

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ กรณีอ้อยปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{300}+IF_{OF-300}) มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยมากที่สุด (10,447 ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (IF_{OF-600}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (OF_{600}) ส่วนกรณีอ้อยตอ 1 พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (IF_{OF-600}) มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยมากที่สุด (10,106 ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{300}+IF_{OF-300}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (OF_{600}) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 น้อยที่สุด (8,328 และ 6,582 ลำ/ไร่ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบจำนวนลำต่อไร่ของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า ทุกตำรับทดลองมีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยลดลง โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{300}) การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (IF_{OF-300}) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 150 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 150 กก./ไร่ (OF_{150}+IF_{OF-150}) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{30}0+IF_{OF-300}) และการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของบริษัท เค ซี ฟาร์ม (FKC farm) อีกทั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในตำรับควบคุม (control) (Table 3)

1.2 น้ำหนักต่อลำ

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ กรณีอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{300}+IF_{OF-300}) มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด (1.96 และ 1.97 กก./ลำ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (IF_{OF-600}) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 น้อยที่สุด (1.15 และ 1.00 กก./ลำ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักต่อลำของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยเพิ่มขึ้น โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยลดลง โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน (Table 3)

Table 3 Two years data of number of stalks and weight/stalk of sugarcane and 1st ratoon cane.

Treatments	Number of stalks (stalks/rai)		t-test	Weight/stalk (kg)		t-test
	Sugarcane[1/]	1st ratoon cane		Sugarcane[1/]	1st ratoon cane	
T_1 = control	8,328^{d}	6,582^{f}	**	1.15^{d}	1.00^{e}	ns
$T_2 = OF_{300}$	9,093^{bc}	8,758^{d}	*	1.58^{c}	1.61^{c}	ns
$T_3 = IF_{OF-300}$	9,168^{bc}	8,907^{c}	*	1.58^{c}	1.62^{c}	ns
$T_4 = OF_{150}+IF_{OF-150}$	9,247^{b}	9,019^{c}	*	1.59^{c}	1.62^{c}	ns
$T_5 = OF_{600}$	10,272^{a}	9,962^{a}	ns	1.79^{b}	1.82^{b}	ns
$T_6 = IF_{OF-600}$	10,382^{a}	10,106^{a}	ns	1.86^{ab}	1.88^{ab}	ns
$T_7 = OF_{300}+IF_{OF-300}$	10,447^{a}	10,071^{a}	*	1.96^{a}	1.97^{a}	ns
$T_8 = IF_{DOA}$	9,401^{b}	9,173^{b}	ns	1.59^{c}	1.62^{c}	ns
$T_9 = F_{KC\ farm}$	8,722^{cd}	8,188^{e}	*	1.28^{d}	1.33^{d}	ns
F-test	**	**		**	**	
CV (%)	13.27	14.93		13.54	14.79	

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

ns = not significantly different at 0.05 probability

* indicated significant difference at p<0.05

** indicated significant difference at p< 0.01

1.3 ผลผลิตอ้อยสด

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดต่อไร่ของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ กรณีอ้อยปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ($OF_{300}+IF_{OF-300}$) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดต่อไร่ของอ้อยมากที่สุด (19.94 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (IF_{OF-600}) ส่วนกรณีอ้อยตอ 1 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ($OF_{300}+IF_{OF-300}$) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดต่อไร่ของอ้อยมากที่สุด (19.84 ตัน/ไร่) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (IF_{OF-600}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (OF_{600}) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดต่อไร่ของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 น้อยที่สุด (9.35 และ 6.58 ตัน/ไร่ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตอ้อยสดต่อไร่ของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า ทุกตำรับทดลอง มีผลให้ผลผลิตต่อไร่ของอ้อยลดลง โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในตำรับควบคุม (control) (Table 4)

1.4 ค่า commercial cane sugar (CCS)

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ กรณีอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ($OF_{300}+IF_{OF-300}$) มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยมากที่สุด (12.61 และ 12.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่

(IF_{OF-600}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (OF_{600}) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 น้อยที่สุด (9.47 และ 8.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบค่า CCS ของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า ตำรับควบคุม (control) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{300}) และการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของบริษัท เค ซี ฟาร์ม ($F_{KC\ farm}$) มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยลดลง โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับควบคุม (control) ขณะที่ตำรับทดลองอื่นๆ มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยเพิ่ม โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4)

Table 4 Two years data of yield and CCS of sugarcane and 1st ratoon cane.

Treatments	Yield (ton/rai)		t-test	CCS (%)		*t*-test
	Sugarcane[1/]	1st ratoon cane		Sugarcane[1/]	1st ratoon cane	
T_1 = control	9.35^{e}	6.58^{f}	**	9.47^{d}	8.85^{d}	*
$T_2 = OF_{300}$	14.21^{c}	14.10^{d}	ns	11.09^{b}	10.82^{c}	ns
$T_3 = IF_{OF-300}$	14.52^{c}	14.43^{d}	ns	11.56^{b}	11.78^{b}	ns
$T_4 = OF_{150}+IF_{OF-150}$	14.70^{c}	14.61^{d}	ns	11.56^{b}	12.08^{b}	ns
$T_5 = OF_{600}$	18.26^{b}	18.13^{c}	ns	12.38^{a}	12.87^{a}	ns
$T_6 = IF_{OF-600}$	19.16^{ab}	19.00^{b}	ns	12.48^{a}	12.94^{a}	ns
$T_7 = OF_{300}+IF_{OF-300}$	19.94^{a}	19.84^{a}	ns	12.61^{a}	12.94^{a}	ns
$T_8 = IF_{DOA}$	14.94^{c}	14.86^{d}	ns	11.58^{b}	12.18^{b}	ns
$T_9 = F_{KC\ farm}$	11.03^{d}	10.89^{e}	ns	10.18^{c}	9.02^{d}	ns
F-test	**	**		**	**	
CV (%)	13.77	13.25		13.61	12.44	

[1/] mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference according to DMRT
ns = not significantly different at 0.05 probability
* indicated significant difference at p<0.05
** indicated significant difference at p< 0.01

1.5 ผลผลิตน้ำตาล

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ กรณีอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ($OF_{300}+IF_{OF-300}$) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด (2.51 และ 2.57 ตัน/ไร่ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (IF_{OF-600}) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 น้อยที่สุด (0.88 และ 0.58 ตัน/ไร่ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตน้ำตาลของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า ตำรับควบคุม (control) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{300}) และการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของบริษัท เค ซี ฟาร์ม ($F_{KC\ farm}$)

มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยลดลง โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับควบคุม (control) ขณะที่ตำรับทดลองอื่นๆ มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยเพิ่ม โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5)

Table 5 Two years data of sugar yield of sugarcane and 1st ratoon cane.

Treatments	Sugar yield (ton/rai)		t-test
	Sugarcane[1/]	1st ratoon cane	
T_1 = control	0.88[e]	0.58[f]	*
$T_2 = OF_{300}$	1.58[c]	1.53[d]	ns
$T_3 = IF_{OF-300}$	1.68[c]	1.70[c]	ns
$T_4 = OF_{150}+IF_{OF-150}$	1.70[c]	1.76[c]	ns
$T_5 = OF_{600}$	2.26[b]	2.33[b]	ns
$T_6 = IF_{OF-600}$	2.39[ab]	2.46[a]	ns
$T_7 = OF_{300}+IF_{OF-300}$	2.51[a]	2.57[a]	ns
$T_8 = IF_{DOA}$	1.73[c]	1.81[c]	ns
$T_9 = F_{KC\ farm}$	1.12[d]	0.98[e]	ns
F-test	**	**	
CV (%)	12.91	14.06	

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

ns = not significantly different at 0.05 probability

* indicated significant difference at p<0.05

** indicated significant difference at p< 0.01

2. สมบัติของดินบางประการ ภายหลังการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการปลูกอ้อยเป็นเวลา 2 ปี

2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่า pH ของดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ กรณีปีที่ 1 และปีที่ 2 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (OF_{600}) มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด (pH 6.86 และ 6.81 ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ($OF_{300}+IF_{OF-300}$) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้มีความเป็นกรดจัด (Table 2) กอปรกับปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ซึ่งในสภาพดินไร่ที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะส่งผลให้แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ถูกออกซิไดซ์กระทั่งก่อให้เกิดไฮโดรเจนไอออน (H^+) จึงมีผลตกค้างทำให้ดินเป็นกรดได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2551) เมื่อเปรียบเทียบค่า pH ของดิน ภายหลังการเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่า pH ของดินลดลง โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 6) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน

2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดิน

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่า EC_e ของดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ กรณีปีที่ 1 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (OF_{600}) มีผลให้ค่า EC_e ของดินมากที่สุด (2.11 dS/m) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{300} + IF_{OF-300}) ส่วนกรณีปีที่ 2 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (OF_{600}) มีผลให้ค่า EC_e ของดินมากที่สุด (2.47 dS/m) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{300} + IF_{OF-300}) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ของดินปีที่ 1 และปีที่ 2 น้อยที่สุด (1.02 และ 1.10 dS/m ตามลำดับ) นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบค่า EC_e ของดิน ภายหลังการเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า ทุกตำรับทดลองมีผลให้ค่า EC_e ของดินเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (IF_{OF-300}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 150 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 150 กก./ไร่ (OF_{150}+IF_{OF-150}) (Table 6)

2.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ กรณีปีที่ 1 และปีที่ 2 พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ (OF_{600}) มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมากที่สุด (2.14 และ 2.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{300} + IF_{OF-300}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ (OF_{300}) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุในดินภายหลังการเก็บเกี่ยวอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 พบว่า ตำรับควบคุม (control) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 150 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 150 กก./ไร่ (OF_{150}+IF_{OF-150}) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{DOA}) และการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของบริษัท เค ซี ฟาร์ม ($F_{KC\ farm}$) มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ตำรับทดลองอื่นๆ มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มเล็กน้อย โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน (Table 6)

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์แต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ Ripusudan *et al*., (2000) ชัยสิทธิ์และปาจรีย์ (2552) จุฑามาศ และคณะ (2553) เยาวลักษณ์ และคณะ (2554) วิษณุ และคณะ (2556) และสันติภาพ และคณะ (2557) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับอ้อยได้อย่างอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์จะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลานานขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (control) มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2560; ปิยพงศ์ และคณะ, 2560) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราสูง มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า EC_e โดยผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของชัยสิทธิ์ และคณะ (2560) ที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียวกับอ้อยในอัตราสูง พบว่า มีผลให้ค่า EC_e ของดินภายหลัง

การทดลองเพิ่มขึ้น ดังนั้น การนำปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร จึงควรคำนึงถึงค่า EC_e ที่สูงขึ้นในระยะยาวด้วย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากกากตะกอนอ้อยเป็นสารอินทรีย์ จึงสามารถช่วยปรับสภาพทางฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพของดินให้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Hasit (1986) ที่พบว่า กากตะกอนน้ำเสียส่วนที่เป็นสารอินทรีย์สามารถช่วยปรับสภาพทางฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพของดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการปรับสภาพโครงสร้างของดิน น้ำในดินและส่งผลต่อผลผลิตของพืชได้ นอกจากนี้ กากตะกอนน้ำเสียยังสามารถปรับสภาพโครงสร้างของดินในแง่การลดความหนาแน่นรวมของดิน เพิ่มความเสถียรของเม็ดดิน และความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (Guidi and Hall, 1984) จึงมีผลทำให้ความจุน้ำใช้ประโยชน์ได้ของดินเพิ่มขึ้น (ชัยสิทธิ์ และธนัตศรี, 2553; ธวัชชัย และคณะ, 2555; De Jong, 1983; Haynes and Naidu, 1998; Wolf and Snyder, 2003)

Table 6 Two years data of properties of soil after planting sugarcane.

Treatments	pH		t-test	EC_e (dS/m)		t-test	Organic matter (%)		t-test
	1st year	2nd year		1st year	2nd year		1st year	2nd year	
T_1 = control	7.48^{a}	7.52^{a}	ns	1.02^{e}	1.10^{g}	ns	1.12^{h}	1.02^{g}	ns
T_2 = OF_{300}	7.12^{cd}	7.02^{cd}	ns	1.63^{bc}	1.77^{d}	ns	1.78^{c}	1.82^{c}	ns
T_3 = IF_{OF-300}	7.32^{b}	7.29^{b}	ns	1.38^{d}	1.53^{e}	*	1.42^{ef}	1.43^{e}	ns
T_4 = OF_{150}+IF_{OF-150}	7.16^{c}	7.14^{c}	ns	1.55^{c}	1.72^{d}	*	1.68^{cd}	1.67^{d}	ns
T_5 = OF_{600}	6.86^{e}	6.75^{f}	ns	2.11^{a}	2.47^{a}	ns	2.14^{a}	2.31^{a}	ns
T_6 = IF_{OF-600}	7.01^{d}	6.94^{de}	ns	1.74^{b}	1.96^{c}	ns	1.55^{de}	1.54^{e}	ns
T_7 = OF_{300}+IF_{OF-300}	6.88^{e}	6.81^{ef}	ns	1.97^{a}	2.25^{b}	ns	1.95^{b}	2.11^{b}	ns
T_8 = IF_{DOA}	7.40^{ab}	7.35^{b}	ns	1.31^{d}	1.44^{ef}	ns	1.23^{gh}	1.06^{g}	ns
T_9 = $F_{KC\ farm}$	7.45^{ab}	7.41^{ab}	ns	1.25^{d}	1.35^{f}	ns	1.32^{fg}	1.28^{f}	ns
F-test	**	**		**	**		**	**	
CV (%)	11.04	11.08		12.54	13.84		11.44	14.62	

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

ns = not significantly different at 0.05 probability

* indicated significant difference at $p<0.05$

** indicated significant difference at $p< 0.01$

สรุป

จากการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้โรงงานน้ำตาลต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยและสมบัติบางประการของดิน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักต่อลำ ผลผลิตต่อไร่ ค่า commercial cane sugar (CCS) และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่

2. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้ค่า EC_e

ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ขณะที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุของดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 300 กก./ไร่

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาวิชาการ ระหว่างภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ บริษัท ประจวบอุตสาหกรรม จำกัด

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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. คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

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

จักรินทร์ ศรัทธาพร, สุรวิทย์ สุริยพันธ์, มนัส ปทุมทอง และสุนทร แสงศิลา. 2530. การใช้ปุ๋ยหมักจากกากอ้อยบำรุงดินเพื่อปลูกอ้อย, น. 372-375. ใน รายงานผลการวิจัยปี 2527. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ชัยสิทธิ์ ทองจู และธนัตศรี สอนจิตร. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 28 : 99-106.

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

ชัยสิทธิ์ ทองจู, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ศุภชัย อำคา และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2560. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้ของโรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตอ้อย และสมบัติของดิน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6 (1) : 21-32.

ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ชัยสิทธิ์ ทองจู, กานต์ การะเวก, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ระวิวรรณ โชติพันธ์ และรุจิกร ศรีแม้นม่วง. 2555. ผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด. วารสารแก่นเกษตร 40 (3): 217-228.

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

ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และพงษ์เพชร พงษ์ศิวาภัย. 2560. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อสมบัติดิน ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ1.วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 35 (3): 19-28.

ปรารถนา ปลอดดี. 2552. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพของกากตะกอนอ้อยในระหว่างการย่อยสลายและผลกระทบที่มีต่อคุณภาพของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์และชวลิต 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 และศิริสุดา 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 การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 11 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2558-2560. 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.

De Jong, R. 1983. Soil water desorption curves estimated from limited data. Can. J. Soil Sci. 63: 697-703.

Hasit, Y. 1986. Sludge treatment. Utilization and Disposal. J. WCSF. 58: 510-515.

Haynes, R.J., and R. Naidu. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physic conditions: a review. Nutrient Cycling in Agroecosystems 51: 123-137.

Meunchang, S., S. Panichsakpatana and R.W. Weaver. 2004. Co-composting of filter cake and bagasse; by-products from a sugra mill. Bioresour. Technol. 96, 437-442.

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.

Walkley, 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.

Wolf, B. and G.H. Snyder. 2003. Sustainable Soils: The place of organic matter in sustaining soils and their production. Food Products Press, NY.