ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้ของเครื่องกำจัดเศษขยะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

Effect of Organic Fertilizer from the by-Product of Oklin Composter on Growth and Yield of Sugarcane Planted in Kamphaeng Saen Soil Series

ทินกร ปัทเมฆ,[1] ชัยสิทธิ์ ทองจู,[1] ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย,[1] จุฑามาศ ร่มแก้ว,[2] เกวลิน ศรีจันทร์,[1] อัญธิชา พรมเมืองคุก,[1] สุชาดา กรุณา,[1] ศิริสุดา บุตรเพชร,[1] ชาลินี คงสุด,[3] ธรรมธวัช แสงงาม[3] และธีรยุทธ คล้ำชื่น[4]*

Tinnakorn Pattamek,[1] Chaisit Thongjoo,[1*] Tawatchai Inboonchuay,[1] Jutamas Romkaew, [2] Kavalin Srichan, [1] Aunthicha Phommuangkhuk, [1]Suchada Karuna,[1] Sirisuda Bootpetch, [1] Chalinee Khongsud, [3] Thamthawat Saengngam[3] and Teerayut Klumchaun[4]

ABSTRACT

This study investigated the effect of organic fertilizer (OF) from the by-product of Oklin Composter on growth and yield of sugarcane *var.* Kamphaeng Saen 01-4-29 planted in Kamphaeng Saen soil series. Experimental design was arranged in Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 replications consisting of 8 treatments. The results showed that the OF-C application of 325 kg/rai in combination with chemical fertilizer (CF) containing all major elements (N, P and K) equivalent to 325 kg/rai of the OF-C ($OF\text{-}C_{325}$+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$, T_8) provided the highest plant height, leaf greenness (SPAD unit), weight/stalk and sugar yield which was not significantly different from the OF-A application of 325 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 325 kg/rai of the OF-A ($OF\text{-}A_{325}$+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$, T_4). Furthermore, the OF- C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) provided the highest number of stalk within

[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.

[2]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

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

[3]ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[4]คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130

Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130, Thailand.

[*]Corresponding author: E-mail address: agrcht@ku.ac.th, thongjuu@yahoo.com

one-meter row and stalk height which was not significantly different from the OF-A_{325}+$CF_{OF-A-325}$ (T_4) and the OF-B application of 325 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 325 kg/rai of the OF-B (OF-B_{325}+$CF_{OF-B-325}$, T_6). While, the OF-C_{325}+$CF_{OF-C-325}$ (T_8) provided the highest stalk diameter and CCS which was not significantly different from the OF-A_{325}+$CF_{OF-A-325}$ (T_4), OF-B_{325}+$CF_{OF-B-325}$ (T_6), the application of CF based on soil chemical analysis (CF_{DOA}, T_2) and the OF-C application of 650 kg/rai (OF-C_{650}, T_7).

Keywords: sugarcane, organic fertilizer, by-product, Oklin Composter

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้ของเครื่องกำจัดเศษขยะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (RCBD) ทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ประกอบด้วย 8 ตำรับทดลอง ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ (OF-C_{325}+$CF_{OF-C-325}$, T_8) มีผลให้ความสูงของต้น ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักต่อลำ และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ (OF-A_{325}+$CF_{OF-A-325}$, T_4) นอกจากนี้ OF-C_{325}+$CF_{OF-C-325}$ (T_8) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตร และความยาวลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF-A-325}$ (T_4) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ (OF-B_{325}+$CF_{OF-B-325}$, T_6) ขณะที่ OF-C_{325}+$CF_{OF-C-325}$ (T_8) มีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และค่า CCS ของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF-A-325}$ (T_4), OF-B_{325}+$CF_{OF-B-325}$ (T_6), การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (CF_{DOA}, T_2) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 650 กิโลกรัม/ไร่ (OF-C_{650}, T_7)

คำสำคัญ: อ้อย ปุ๋ยอินทรีย์ ผลพลอยได้ เครื่องกำจัดเศษขยะ

คำนำ

อ้อยเป็นพืชที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมน้ำตาลของประเทศ โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561) รายงานว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย 12.24 ล้านไร่ ได้ผลผลิตอ้อยสด 131.48 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 10.75 ตัน/ไร่ ซึ่งผลพลอยได้ปริมาณมหาศาลจากโรงงานน้ำตาลที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ คือ กากชานอ้อย (bagasse) และกากตะกอนอ้อย (filter cake) มีการคาดการณ์ปริมาณกากตะกอนอ้อยจากโรงงานน้ำตาลจำนวน 47 โรง มีปริมาณไม่น้อยกว่า 1.04 ล้านตัน/ปี (ธงชัย, 2546) ที่ผ่านมามีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการนำผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาช่วยเพิ่มผลผลิตของอ้อย เช่น กากตะกอนอ้อย (ชาลินี และคณะ, 2562) กากตะกอนเยื่อกระดาษ (จุฑามาศ และคณะ, 2553) กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2560; ปิยพงศ์ และคณะ, 2560) น้ำวีแนสจากโรงงานเอทา

นอล (กาญจนา และคณะ, 2557) กากตะกอนยีสต์และน้ำวีแนส (สันติภาพ และคณะ, 2557) เป็นต้น โรงงานอุตสาหกรรมมักมีผลพลอยได้เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยผลพลอยได้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al.*, 2005) จึงเกิดแนวคิดว่าหากมีการนำผลพลอยได้จากเครื่องกำจัดเศษขยะ (Oklin Composter) ที่ใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในอุณหภูมิสูง (thermophilic) เพื่อการย่อยสลายขยะในครัวเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม โดยเครื่องกำจัดเศษขยะสามารถลดปริมาณขยะดังกล่าวได้มากถึง 90 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น นำผลพลอยได้จากการย่อยสลายมาผสมเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และหาแนวทางการใช้ประโยชน์ในแง่การทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยพิจารณาผลของปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำผลพลอยได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมแล้ว ยังเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรในด้านการลดต้นทุนการผลิตอ้อยให้ต่ำลงได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้ของเครื่องกำจัดเศษขยะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งตามแผนที่ดินระดับจังหวัดระบุเป็นชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks) จำแนกตามระบบอนุกรมวิธานดินขั้นวงศ์ดินเป็น Typic Haplustalfs; fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic (โรจน์, 2525) งานทดลองนี้ประกอบด้วย 24 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 7.5 เมตร ยาว 6.0 เมตร จำนวน 5 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 4.5 x 4.0 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ 8 ตำรับทดลอง โดยรายละเอียดของตำรับทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1 ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1 water) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรียวัตถุใช้วิธี Walkley and Black (Walkley and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ใช้วิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ใช้วิธีสกัดด้วย NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965) และเนื้อดินโดยวิธี Pipette (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558) สำหรับสมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 2

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (42 $\%P_2O_5$) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 $\%K_2O$) โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก อัตราการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย คือ 12, 6 และ 12 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ

K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ 3 สูตร (สูตร A, B และ C) ที่ใช้ในการทดลองมาจากโครงการพัฒนาวิชาการระหว่าง บริษัท โอ๊คลิน อินเตอร์เนชั่นแนล (ไทยแลนด์) จำกัด และภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยโปรแกรมสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ITAP) สวทช. ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง "การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากเครื่องกำจัดเศษขยะเพื่อผลิตวัสดุปลูก และปุ๋ยอินทรีย์ตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรสำหรับพืชอายุสั้น" ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์แต่ละสูตรผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2550 ตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร และประกอบด้วยผลพลอยได้จากเครื่องกำจัดเศษขยะอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร เศษผักและผลไม้จากครัวเรือน โรงอาหารขนาดกลาง-ใหญ่ และห้างสรรพสินค้า (Oklin Composter, OC) กากตะกอนอ้อย (filter cake, FC) และขี้เถ้า (ash, A) โดยปุ๋ยอินทรีย์สูตร A, B และ C มีสัดส่วนของ OC : FC : A = 1 : 3 : 0.5, 2 : 3 : 0.5 และ 2 : 4 : 0.5 โดยปริมาตร ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ใส่เพียงครั้งเดียวในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก สำหรับอัตราการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คำนวณจากปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดของปุ๋ยอินทรีย์สูตร C (1.84 เปอร์เซ็นต์) ให้ได้ใกล้เคียงกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่) นั่นคือ 652.17 กิโลกรัม/ไร่ แต่ในการทดลองนี้ได้กำหนดอัตราปุ๋ยอินทรีย์เพื่อความสะดวกต่อการใช้ คือ 650 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละสูตรก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 3

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือน ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนลำใน 1 แถวเมตร และค่าความเขียวของใบ (SPAD unit) (วัดตำแหน่งใบที่ 3-5 จากปลายยอด ทำการวัด 6 ครั้งต่อใบ) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (SPAD-502 model) ส่วนการเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่อายุ 12 เดือน ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ค่า CCS โดยอาศัยสมการของ Meade and Chen (1977) และผลผลิตน้ำตาล โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ผลผลิตของน้ำตาล} = \frac{\text{CCS} \times \text{ผลผลิตอ้อยสด}}{100} \text{ (ตัน/ไร่)}$$

นอกจากนี้ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำ ได้แก่ ความเข้มข้นธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามที่ได้อธิบายไว้โดยทัศนีย์ และจงรักษ์ (2542) โดยข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS)

Table 1 Detail of treatments

Treatments	Descriptions	Symbols	Quantity of major elements ($kgN-P_2O_5-K_2O$ per rai)
T_1	no chemical fertilizer (CF) and no organic fertilizer (OF) treatment	control	0-0-0
T_2	the application of CF based on soil chemical analysis	CF_{DOA}	12-6-12
T_3	the OF-A application of 650 kg/rai	$OF\text{-}A_{650}$	10.92-12.94-13.72
T_4	the OF-A application of 325 kg/rai in combination with CF containing all major elements (N, P, K) equivalent to 325 kg/rai of the OF-A	$OF\text{-}A_{325}+CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$	10.92-12.94-13.72
T_5	the OF-B application of 650 kg/rai	$OF\text{-}B_{650}$	9.88-11.38-12.74
T_6	the OF-B application of 325 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 325 kg/rai of the OF-B	$OF\text{-}B_{325}+CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$	9.88-11.38-12.74
T_7	the OF-C application of 650 kg/rai	$OF\text{-}C_{650}$	11.96-12.42-12.68
T_8	the OF-C application of 325 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 325 kg/rai of the OF-C	$OF\text{-}C_{325}+CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$	11.96-12.42-12.68

Table 2 Properties of soil (0-30 cm depth) before the experiment

Properties	Results	Rating
pH (1:1 water)	7.12	neutral
EC_e (dS/m)	0.49	non-saline
Organic matter (%)[1/]	0.72	low
Available P (mg/kg)[2/]	28.96	high
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	58.69	low
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	1,084	high
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	117.42	moderately
Exchangeable Na (mg/kg)[3/]	24.87	-
Texture[4/]	sandy loam	-

Note [1/] = Walkley and Black method (Walkley 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)

Table 3 Properties of organic fertilizer (OF) before the experiment

Properties	Results		
	OF-A	OF-B	OF-C
pH (3:50)	5.88	6.34	6.20
EC 1:10 (dS/m)	7.86	8.83	8.16
Sodium (%)	0.56	0.76	0.64
Organic matter (%)	26.42	32.55	32.50
Organic carbon (%)	15.32	18.88	18.85
C:N ratio	9.12 : 1	12.42 : 1	10.25 : 1
Total N (%)	1.68	1.52	1.84
Total P_2O_5 (%)	1.99	1.75	1.91
Total K_2O (%)	2.11	1.96	1.95
Total primary nutrients (%)	5.78	5.23	5.70
Total Ca (%)	3.03	3.47	3.17
Total Mg (%)	0.45	0.42	0.44
Germination index (%)	83.93	106.52	97.83
Moisture (%)	27.29	26.42	24.80

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้ของเครื่องกำจัดเศษขยะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลการทดลองดังนี้

1. การเจริญเติบโตของอ้อย

1.1 ความสูงต้น

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ที่อายุ 3, 6 และ 9 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ($OF\text{-}C_{325}+CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$, T_8) มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ($OF\text{-}A_{325}+CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$, T_4) ส่วนที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก พบว่า $OF\text{-}C_{325}+CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด (278.44 เซนติเมตร) ไม่แตกต่างกับ $OF\text{-}A_{325}+CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ($OF\text{-}B_{325}+CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$, T_6) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงของต้นของอ้อยน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 4 Height of sugarcane at different ages

Treatments	Plant height (cm)			
	3 MAP[1/]	6 MAP	8 MAP	9 MAP
T_1 = control	48.48^{f} [2/]	118.46^{f} [2/]	168.42^{f} [2/]	223.42^{g} [2/]
T_2 = CF_{DOA}	80.38^{c}	156.62^{cd}	270.45^{bc}	293.50^{cd}
T_3 = OF-A_{650}	73.30^{de}	148.49^{e}	261.50^{d}	281.49^{e}
T_4 = OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$	87.53^{ab}	165.30^{ab}	276.49^{ab}	306.25^{ab}
T_5 = OF-B_{650}	70.09^{e}	144.67^{e}	250.43^{e}	268.36^{f}
T_6 = OF-B_{325}+$CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$	84.31^{bc}	160.58^{bc}	273.40^{ab}	300.22^{bc}
T_7 = OF-C_{650}	75.36^{d}	151.43^{de}	265.31^{cd}	290.30^{de}
T_8 = OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$	89.53^{a}	168.72^{a}	278.44^{a}	310.52^{a}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	13.06	12.89	13.61	12.53

[1/] Months after planting

[2/] means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicates significant difference at $P< 0.01$

1.2 จำนวนลำใน 1 แถวเมตร

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยใกล้เคียงกันในช่วง 10.29-11.25 ลำ ส่วนที่อายุ 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4) และ OF-B_{325}+$CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$ (T_6) โดยมีข้อสังเกตว่าจำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 8 และ 9 เดือนหลังปลูก มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่ออ้อยมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงเพิ่มขึ้น จึงเกิดการบังแสงทำให้ปริมาณแสงที่ส่องผ่านเข้าไปในกออ้อยลดลง ดังนั้น เมื่อหน่ออ้อยที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้รับแสงอย่างเหมาะสม ก็ส่งผลให้การสังเคราะห์แสงลดลง หรืออาจเป็นผลจากการแก่งแย่งธาตุอาหาร การสะสมของโรคและแมลงจึงทำให้หน่อใหม่ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวเป็นไปในลักษณะเดียวกับงานวิจัยของชัยสิทธิ์ และคณะ (2560) ภิญญาพัชญ์ และคณะ (2561) ยศวดี และคณะ (2561) และณัฐภัทร และคณะ (2562) อย่างไรก็ตาม ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 5 Number of stalk within one-meter row of sugarcane at different ages

Treatments	Number of stalk within one-meter row			
	3 MAP[1/]	6 MAP	8 MAP	9 MAP
T_1 = control	9.56^{b} [2/]	9.27^{c} [2/]	8.73^{c} [2/]	8.65^{d} [2/]
T_2 = CF_{DOA}	10.65^{ab}	12.63^{b}	12.51^{b}	12.36^{bc}
T_3 = OF-A_{650}	10.48^{ab}	12.42^{b}	12.31^{b}	12.18^{bc}
T_4 = OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$	11.12^{ab}	13.29^{a}	13.18^{a}	13.12^{a}
T_5 = OF-B_{650}	10.29^{ab}	12.36^{b}	12.12^{b}	12.00^{c}
T_6 = OF-B_{325}+$CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$	10.83^{ab}	13.15^{a}	13.00^{a}	12.89^{ab}
T_7 = OF-C_{650}	10.53^{ab}	12.53^{b}	12.43^{b}	12.27^{bc}
T_8 = OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$	11.25^{a}	13.56^{a}	13.42^{a}	13.35^{a}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	13.76	12.32	13.15	13.29

[1/] Months after planting

[2/] means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicates significant difference at $P< 0.01$

1.3 ค่าความเขียว (SPAD unit) ของใบ

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่า OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (CF_{DOA}, T_2) ส่วนที่อายุ 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4) โดยมีข้อสังเกตว่าค่าความเขียวของใบอ้อยที่อายุ 8 และ 9 เดือนหลังปลูก มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการใส่ปุ๋ย ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับต่ำ ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยโดยเฉพาะไนโตรเจนที่ลดลงตามระยะเวลา จึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์นั่นเอง (ยงยุทธ, 2528) อย่างไรก็ตาม ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 6 Leaf greenness (SPAD unit) of sugarcane at different ages

Treatments	SPAD unit			
	3 MAP[1/]	6 MAP	8 MAP	9 MAP
T_1 = control	32.48^{d} [2/]	30.63^{f} [2/]	28.23^{g} [2/]	26.31^{e} [2/]
T_2 = CF_{DOA}	40.71^{ab}	45.26^{bc}	43.38^{bc}	40.57^{bc}
T_3 = OF-A_{650}	37.52^{bc}	42.83^{cde}	40.22^{de}	37.59^{cd}
T_4 = OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$	42.77^{a}	47.65^{ab}	45.55^{ab}	43.65^{ab}
T_5 = OF-B_{650}	35.42^{cd}	39.69^{e}	37.40^{f}	35.40^{d}
T_6 = OF-B_{325}+$CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$	36.75^{bc}	40.28^{de}	38.55^{ef}	36.62^{d}
T_7 = OF-C_{650}	38.59^{bc}	43.26^{cd}	41.36^{cd}	38.82^{cd}
T_8 = OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$	43.53^{a}	49.28^{a}	47.47^{a}	45.79^{a}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	13.66	12.41	13.17	11.46

[1/] Months after planting

[2/] means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicates significant difference at $P< 0.01$

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

2.1ผลผลิตอ้อยสดจำนวนลำต่อไร่และน้ำหนักต่อลำ

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด จำนวนลำต่อไร่ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 7) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดใกล้เคียงกันในช่วง 19.23-21.58 ตัน/ไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 650 กิโลกรัม/ไร่ (OF-A_{650}, T_3) มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยมากที่สุด (10,516 ลำ/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 650 กิโลกรัม/ไร่ (OF-B_{650}, T_5), CF_{DOA} (T_2), การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 650 กิโลกรัม/ไร่ (OF-C_{650}, T_7) และ OF-B_{325}+$CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$ (T_6) ส่วน OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด (2.13 กิโลกรัม/ลำ) ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด จำนวนลำต่อไร่ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยต่ำที่สุด (12.76 ตัน/ไร่ 8,980 ลำ/ไร่ และ 1.42 กิโลกรัม/ลำ ตามลำดับ)

2.2 ความยาวลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 8) กล่าวคือ

$OF\text{-}C_{325}+CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) มีผลให้ความยาวลำแตกต่างกับ $OF\text{-}A_{325}+CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4) และ $OF\text{-}B_{325}+CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$ (T_6) นอกจากนี้ $OF\text{-}C_{325}+CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) ยังมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยมากที่สุด (3.22 เซนติเมตร) ไม่แตกต่างกับ $OF\text{-}A_{325}+CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4), $OF\text{-}B_{325}+CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$ (T_6), CF_{DOA} (T_2) และ $OF\text{-}C_{650}$ (T_7) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ ความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยน้อยที่สุด (157.47 และ 2.33 เซนติเมตร ตามลำดับ ของอ้อยมากที่สุด(272.43 เซนติเมตร) ไม่

Table 7 Yield, number of stalk/rai and weight/stalk of sugarcane at 12 MAP[1/]

Treatments	Yield (ton/rai)	Number of stalk (stalk/rai)	Weight/stalk (kg)
T_1 = control	12.76^{b} [2/]	8,980^{c} [2/]	1.42^{e} [2/]
T_2 = CF_{DOA}	20.23^{a}	10,482^{a}	1.93^{cd}
T_3 = $OF\text{-}A_{650}$	19.56^{a}	10,516^{a}	1.86^{cd}
T_4 = $OF\text{-}A_{325}+CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$	21.48^{a}	10,228^{b}	2.10^{ab}
T_5 = $OF\text{-}B_{650}$	19.23^{a}	10,510^{a}	1.83^{d}
T_6 = $OF\text{-}B_{325}+CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$	20.56^{a}	10,384^{a}	1.98^{bc}
T_7 = $OF\text{-}C_{650}$	19.86^{a}	10,453^{a}	1.90^{cd}
T_8 = $OF\text{-}C_{325}+CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$	21.58^{a}	10,131^{b}	2.13^{a}
F-test	**	**	**
CV (%)	14.73	13.71	12.38

[1/] Months after planting

[2/] means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicates significant difference at $P< 0.01$

Table 8 Stalk height and stalk diameter of sugarcane at 12 MAP[1/]

Treatments	Stalk height (cm)	Stalk diameter (cm)
T_1 = control	157.47^{e} [2/]	2.33^{c} [2/]
T_2 = CF_{DOA}	260.37^{bc}	3.14^{a}
T_3 = $OF\text{-}A_{650}$	251.51^{cd}	2.93^{b}
T_4 = $OF\text{-}A_{325}+CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$	268.42^{ab}	3.18^{a}
T_5 = $OF\text{-}B_{650}$	243.54^{d}	2.86^{b}
T_6 = $OF\text{-}B_{325}+CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$	265.67^{ab}	3.16^{a}
T_7 = $OF\text{-}C_{650}$	255.32^{c}	3.08^{a}
T_8 = $OF\text{-}C_{325}+CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$	272.43^{a}	3.22^{a}
F-test	**	**
CV (%)	13.08	12.62

[1/] Months after planting

[2/] means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicates significant difference at $P< 0.01$

2.3 ค่า commercial cane sugar (CCS) และผลผลิตน้ำตาล

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 9) กล่าวคือ OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยมากที่สุด (12.53 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4), OF-B_{325}+$CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$ (T_6), CF_{DOA} (T_2) และ OF-C_{650} (T_7) ขณะที่ OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด (2.70 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4) ส่วนตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด (8.69 เปอร์เซ็นต์ และ 1.11 ตัน/ไร่ ตามลำดับ)

2.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักที่สะสมในท่อนลำของอ้อย

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 10) กล่าวคือ OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (0.281 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4), CF_{DOA} (T_2), OF-C_{650} (T_7) และ OF-A_{650} (T_3) นอกจากนี้ OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (0.053 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับ OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8), OF-B_{325}+$CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$ (T_6) และ OF-A_{650} (T_3) ส่วน OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (0.658 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับ OF-B_{325}+$CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$ (T_6), OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8), CF_{DOA} (T_2) และ OF-A_{650} (T_3) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยน้อยที่สุด (0.092, 0.013 และ 0.132 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

Table 9 CCS and sugar yield of sugarcane at 12 MAP[1/]

Treatments	CCS (%)	Sugar yield (ton/rai)
T_1 = control	8.69^{d} [2/]	1.11^{e} [2/]
T_2 = CF_{DOA}	12.43^{ab}	2.51^{bc}
T_3 = OF-A_{650}	12.15^{b}	2.38^{cd}
T_4 = OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$	12.50^{ab}	2.69^{a}
T_5 = OF-B_{650}	11.76^{c}	2.26^{d}
T_6 = OF-B_{325}+$CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$	12.47^{ab}	2.56^{b}
T_7 = OF-C_{650}	12.33^{ab}	2.45^{bc}
T_8 = OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$	12.53^{a}	2.70^{a}
F-test	**	**
CV (%)	12.58	13.08

[1/] Months after planting

[2/] means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicates significant difference at $P< 0.01$

Table 10 Concentration of major plant nutrients in stalk of sugarcane at 12 MAP[1/]

Treatments	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
T_1 = control	0.092^{d} [2/]	0.013^{d} [2/]	0.132^{d} [2/]
T_2 = CF_{DOA}	0.273^{ab}	0.041^{c}	0.647^{abc}
T_3 = OF-A_{650}	0.268^{abc}	0.047^{abc}	0.642^{abc}
T_4 = OF-A_{325}+$CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$	0.277^{ab}	0.053^{a}	0.658^{a}
T_5 = OF-B_{650}	0.255^{c}	0.043^{c}	0.638^{bc}
T_6 = OF-B_{325}+$CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$	0.263^{bc}	0.048^{abc}	0.653^{ab}
T_7 = OF-C_{650}	0.270^{abc}	0.045^{bc}	0.633^{c}
T_8 = OF-C_{325}+$CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$	0.281^{a}	0.051^{ab}	0.651^{abc}
F-test	**	**	**
CV (%)	11.37	12.89	12.73

[1/] Months after planting

[2/] means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT

** indicates significant difference at $P< 0.01$

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของจุฑามาศ และคณะ (2553) และชาลินี และคณะ (2562) ทั้งนี้เป็นเพราะว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับอ้อยได้อย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์จะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะ

เวลานานขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (control) มีผลให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ได้เลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร โดยมีปริมาณธาตุอาหารหลักหรือปริมาณธาตุอาหารหลักรวมใกล้เคียงกัน (5.23-5.78 เปอร์เซ็นต์) จึงส่งผลให้ผลผลิตของอ้อยไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาต่อไปอีก 2-3 ปี เพื่อยืนยันผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าวกับอ้อยตอ และผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาวต่อไป

สรุป

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ (OF-C_{325}+$CF_{OF-C-325}$, T_8) มีผลให้ความสูงของต้น ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักต่อลำ และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ (OF-A_{325}+$CF_{OF-A-325}$, T_4) นอกจากนี้ OF-C_{325}+$CF_{OF-C-325}$ (T_8) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตร และความยาวลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF-A-325}$ (T_4) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 325 กิโลกรัม/ไร่ (OF-B_{325}+$CF_{OF-B-325}$, T_6) ขณะที่ OF-C_{325}+$CF_{OF-C-325}$ (T_8) มีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และค่า CCS ของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A_{325}+$CF_{OF-A-325}$ (T_4), OF-B_{325}+$CF_{OF-B-325}$ (T_6), การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (CF_{DOA}, T_2) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 650 กิโลกรัม/ไร่ (OF-C_{650}, T_7)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาวิชาการระหว่าง บริษัท โอ๊คลิน อินเตอร์เนชั่นแนล (ไทยแลนด์) จำกัด และภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้โปรแกรมสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ITAP) สวทช. รวมทั้งบริษัท วาย.วี.พี เฟอร์ติไลเซอร์ จำกัด ที่สนับสนุนปุ๋ยเคมีตลอดการวิจัย

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 และ จุฑามาศ ร่มแก้ว. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 148-159. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

ชาลินี คงสุด, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2562. การจัดการปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้โรงงานน้ำตาลต่อผลผลิตองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1 และสมบัติของดินบางประการ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 2 (2): 35-47.

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

ณัฐภัทร ถาวรกิจการ, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ทศพล พรพรหม และ ธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2562.ผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 2 (1): 68-81.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และพงษ์เพชร พงษ์ศิวาภัย. 2560. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อสมบัติดิน ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 35 (3): 19-28.

ภิญญาพัชญ์ มิ่งมิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2561. ผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับโบรอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 7 (1) : 1-14.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2528. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

ยศวดี เม่งเอียด, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, จุฑามาศ ร่มแก้ว, ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2561. ผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับโบรอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 1 (2): 80-94.

โรจน์ เทพพูลผล. 2525. รายงานการสำรวจความเหมาะสมของดิน ฉบับที่ 311 รายงานการสำรวจดินจังหวัดนครปฐม. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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. 2561. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559-2561. 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.

Meade, G.P. and J.C.P. Chen. 1977. Cane Sugar Handbook. 10th ed. John Wiley and Sons, New York.

Pratt, P.F. 1965. Potassium. P. 1022-1030. *In* C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis. Part II. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin.

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.

Received 9 June 2020

Accepted 31 August 2020