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] และ ธีรยุทธ 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]

Received 9 June 2020, Accepted 31 August 2020

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 $OF\text{-}C_{325}+CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) provided the highest number of stalk within one-meter row and stalk height which was not significantly different from the $OF\text{-}A_{325}+CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4) and the OF-B application of 325 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to

[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 อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130
Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathum Thani 12130, Thailand.

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

325 kg/rai of the OF-B ($OF\text{-}B_{325}+CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$, T_6). While, the $OF\text{-}C_{325}+CF_{OF\text{-}C\text{-}325}$ (T_8) provided the highest stalk diameter and CCS which was not significantly different from the $OF\text{-}A_{325}+CF_{OF\text{-}A\text{-}325}$ (T_4), $OF\text{-}B_{325}+CF_{OF\text{-}B\text{-}325}$ (T_6), the application of CF based on soil chemical analysis (CF_{DOA}, T_2) and the OF-C application of 650 kg/rai ($OF\text{-}C_{650}$, T_7).

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

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้ของเครื่องกำจัดเศษขยะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (RCBD) ทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ประกอบด้วย 8 ตำรับทดลอง ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 325 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 325 กก./ไร่ (OF-C325+CFOF-C-325, T8) มีผลให้ความสูงของต้น ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักต่อลำ และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 325 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 325 กก./ไร่ (OF-A325+CFOF-A-325, T4) นอกจากนี้ OF-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตร และความยาวลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 325 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 325 กก./ไร่ (OF-B325+CFOF-B-325, T6) ขณะที่ OF-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และค่า CCS ของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4), OF-B325+CFOF-B-325 (T6), การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (CFDOA, T2) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 650 กก./ไร่ (OF-C650, T7)

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) น้ำวีแนสจากโรงงานเอทานอล (กาญจนา และคณะ, 2557) กากตะกอนยีสต์และน้ำวีแนส (สันติภาพ และคณะ, 2557) เป็นต้น โรงงานอุตสาหกรรมมักมีผลพลอยได้เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยผลพลอยได้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al.*, 2005) จึงเกิดแนวคิดว่าหากมีการนำผลพลอยได้จากเครื่องกำจัดเศษขยะ (Oklin Composter) ที่ใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในอุณหภูมิสูง (thermophilic) เพื่อการย่อยสลายขยะในครัวเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม โดยเครื่องกำจัดเศษขยะสามารถลดปริมาณขยะดังกล่าวได้มากถึง 90% ภายในเวลา 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 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1 water) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe) ปริมาณอินทรียวัตถุใช้วิธี Walkley and Black (Walkley & Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ใช้วิธี Bray II (Bray & Kurtz, 1945) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ใช้วิธีสกัดด้วย NH4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965) และเนื้อดินโดยวิธี Pipette (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558) สำหรับสมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 2

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (42 %P2O5) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 %K2O) โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก อัตราการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย คือ 12, 6 และ 12 กก. N, P2O5 และ K2O 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%) ให้ได้ใกล้เคียงกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (12 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่) นั่นคือ 652.17 กก./ไร่ แต่ในการทดลองนี้ได้กำหนดอัตราปุ๋ยอินทรีย์เพื่อความสะดวกต่อการใช้ คือ 650 กก./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 ครั้ง

ต่อใบ) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (SPAD-502 model) ส่วนการเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่อายุ 12 เดือน ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักต่อลำ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ค่า CCS โดยอาศัยสมการของ Meade & Chen (1977) และผลผลิตน้ำตาล โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

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

นอกจากนี้ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำ ได้แก่ ความเข้มข้นธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามที่ได้อธิบายไว้โดยทัศนีย์และจงรักษ์ (2542) โดยข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (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 & Black, 1934) 2/ = Bray II method (Bray & Kurtz, 1945)
3/ = Extracted with NH4OAc 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 ปรากฏผลการทดลอง ดังนี้

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 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 325 กก./ไร่ (OF-C325+CFOF-C-325, T8) มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 325 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 325 กก./ไร่ (OF-A325+CFOF-A-325, T4) ส่วนที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก พบว่า OF-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด (278.44 ซม.) ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 325 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 325 กก./ไร่ (OF-B325+CFOF-B-325, T6)

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

Note: [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 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่าทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยใกล้เคียงกันในช่วง 10.29-11.25 ลำ ส่วนที่อายุ 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า OF-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4) และ OF-B325+CFOF-B-325 (T6) โดยมีข้อสังเกตว่าจำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 8 และ 9 เดือนหลังปลูกมีแนวโน้มลดลง 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

Note: [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-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (CFDOA, T2) ส่วนที่อายุ 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า OF-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4) โดยมีข้อสังเกตว่าค่าความเขียวของใบอ้อยที่อายุ 8 และ 9 เดือนหลังปลูก มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการใส่ปุ๋ย ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับต่ำ ดังนั้นปริมาณปุ๋ยโดยเฉพาะไนโตรเจนที่ลดลงตามระยะเวลา 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

Note: [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

2.1 ผลผลิตอ้อยสดจำนวนลำต่อไร่ และน้ำหนักต่อลำ

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 กก./ไร่ (OF-A650, T3) มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยมากที่สุด (10,516 ลำ/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 650 กก./ไร่ (OF-B650, T5), CFDOA (T2), การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 650 กก./ไร่ (OF-C650, T7) และ OF-B325+CFOF-B-325 (T6) ส่วน OF-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด (2.13 กก./ลำ) ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด จำนวนลำต่อไร่ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยต่ำที่สุด (12.76 ตัน/ไร่ 8,980 ลำ/ไร่ และ 1.42 กก./ลำ ตามลำดับ)

2.2 ความยาวลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 8) กล่าวคือ OF-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้ความยาวลำของอ้อยมากที่สุด(272.43 ซม.) ไม่ แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4) และ OF-B325+CFOF-B-325 (T6) นอกจากนี้ OF- C325+CFOF-C-325 (T8) ยังมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยมากที่สุด (3.22 ซม.) ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325(T4), OF-B325+CFOF-B-325 (T6), CFDOA (T2) และ OF-C650 (T7) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ ความยาวลำและเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยน้อยที่สุด (157.47 และ 2.33 ซม. ตามลำดับ

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-A_{650}	19.56^{a}	10,516^{a}	1.86^{cd}
T_4 = OF-A_{325}+$CF_{OF-A-325}$	21.48^{a}	10,228^{b}	2.10^{ab}
T_5 = OF-B_{650}	19.23^{a}	10,510^{a}	1.83^{d}
T_6 = OF-B_{325}+$CF_{OF-B-325}$	20.56^{a}	10,384^{a}	1.98^{bc}
T_7 = OF-C_{650}	19.86^{a}	10,453^{a}	1.90^{cd}
T_8 = OF-C_{325}+$CF_{OF-C-325}$	21.58^{a}	10,131^{b}	2.13^{a}
F-test	**	**	**
CV (%)	14.73	13.71	12.38

Note: [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-A_{650}	251.51^{cd}	2.93^{b}
T_4 = OF-A_{325}+$CF_{OF-A-325}$	268.42^{ab}	3.18^{a}
T_5 = OF-B_{650}	243.54^{d}	2.86^{b}
T_6 = OF-B_{325}+$CF_{OF-B-325}$	265.67^{ab}	3.16^{a}
T_7 = OF-C_{650}	255.32^{c}	3.08^{a}
T_8 = OF-C_{325}+$CF_{OF-C-325}$	272.43^{a}	3.22^{a}
F-test	**	**
CV (%)	13.08	12.62

Note: [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-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยมากที่สุด (12.53%) ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4), OF-B325+CFOF-B-325 (T6), CFDOA (T2) และ OF-C650 (T7) ขณะที่ OF-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด (2.70 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4) ส่วนตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด (8.69% และ 1.11 ตัน/ไร่ ตามลำดับ)

2.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักที่สะสมในท่อนลำของอ้อย

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 10) กล่าวคือ OF-C325+CFOF-C-325 (T8) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (0.281%) ไม่แตกต่างกับ OF-A325+CFOF-A-325 (T4), CFDOA (T2), OF-C650 (T7) และ OF-A650 (T3) นอกจากนี้ OF-A325+CFOF-A-325 (T4) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (0.053%) ไม่แตกต่างกับ OF-C325+CFOF-C-325 (T8), OF-B325+CFOF-B-325 (T6) และ OF-A650 (T3) ส่วน OF-A325+CFOF-A-325 (T4) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (0.658%) ไม่แตกต่างกับ OF-B325+CFOF-B-325 (T6), OF-C325+CFOF-C-325 (T8), CFDOA (T2) และ OF-A650 (T3) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยน้อยที่สุด (0.092, 0.013 และ 0.132% 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}+$CF_{OF-A-325}$	12.50^{ab}	2.69^{a}
T_5 = OF-B_{650}	11.76^{c}	2.26^{d}
T_6 = OF-B_{325}+$CF_{OF-B-325}$	12.47^{ab}	2.56^{b}
T_7 = OF-C_{650}	12.33^{ab}	2.45^{bc}
T_8 = OF-C_{325}+$CF_{OF-C-325}$	12.53^{a}	2.70^{a}
F-test	**	**
CV (%)	12.58	13.08

Note: [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}+$CF_{OF-A-325}$	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}+$CF_{OF-B-325}$	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}+$CF_{OF-C-325}$	0.281^{a}	0.051^{ab}	0.651^{abc}
F-test	**	**	**
CV (%)	11.37	12.89	12.73

Note: [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 ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของจุฑามาศ และคณะ (2553) และชาลินี และคณะ (2562) ทั้งนี้เป็นเพราะว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับอ้อยได้อย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์จะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลานานขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (control) มีผลให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ได้เลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร โดยมีปริมาณธาตุอาหารหลักหรือปริมาณธาตุอาหารหลักรวมใกล้เคียงกัน (5.23-5.78%) จึงส่งผลให้ผลผลิตของอ้อยไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังนั้น

จึงควรทำการศึกษาต่อไปอีก 2-3 ปี เพื่อยืนยันผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าวกับอ้อยตอ และผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาวต่อไป

สรุป

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

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

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2558). *คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์.* นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑามาศ กล่อมจิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจู, และจุฑามาศ ร่มแก้ว. (2553). ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแส. ใน *การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ.* (น. 148-159). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาลินี คงสุด, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, และธีรยุทธ คล้ำชื่น. (2562). การจัดการปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้โรงงานน้ำตาลต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกและอ้อยตอ 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, และธีรยุทธ คล้ำชื่น. (2562). ผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ, 2*(1), 68-81.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. (2542). *แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย มาลา. (2546). *ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

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.* กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

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

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2561). *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559-2561.* กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil science*, *59*(1), 39-46.

Meade, G. P., & Chen, J. C. (1977). *Cane sugar handbook. A manual for cane sugar manufacturers and their chemists* (10th ed.). New York: John Wiley and Sons.

Pratt, P.F. (1965). Potassium. In C.A. Black, (Eds.) *Methods of Soil Analysis. Part II.* (pp. 1022-1030.) Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy

Thongjoo, C., Miyagawa, S., & Kawakubo, N. (2005). Effects of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. *Plant production science*, *8*(4), 475-481.

Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, *37*(1), 29-38.