ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากโรงงานผลิตเอทานอลต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนและสมบัติของดินบางประการ

Effects of Organic Mixture Material (OMM) from Ethanol Factory on Yield of Maize Planted in Kamphaeng Saen Series and Some Soil Properties

รุจิกร ศรีแม้นม่วง[1] ชัยสิทธิ์ ทองจู[1*] ศุภชัย อำคา[1] ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย[1]
กนกกร สินมา[1] สิรินภา ช่วงโอภาส[1] เกวลิน ศรีจันทร์[1] อัญธิชา พรมเมืองคุก[1] สุชาดา กรุณา[1]
ศิริสุดา บุตรเพชร[1] ทิวา พาโคกทม[2] จิราพร เชื้อกูล[2] ชาลินี คงสุด[3] ธรรมธวัช แสงงาม[3] และ ธีรยุทธ คล้ำชื่น[4]
Ruchikorn Srimanmaung[1], Chaisit Thongjoo[1*] Suphachai Amkha[1] Tawatchai Inboonchuay[1]
Kanokkorn Sinma[1], Sirinapa Chungopast[1], Kavalin Srichan[1], Aunthicha Phommuangkhuk[1], Suchada Karuna[1], Sirisuda Bootpetch[1], Tiwa Pakoktom[2], Jiraporn Chaugool[2], Chalinee Khongsud[3], Thamthawat Saengngam[3] and Teerayut Klumchaun[4]

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากโรงงานผลิตเอทานอลต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม (แปซิฟิค 999) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน และสมบัติของดินบางประการ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการปลูก 4 ครั้ง จำนวน 3 ซ้ำ 8 ตำรับทดลอง ผลการทดลอง พบว่า การปลูกครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 พบว่า OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ CF_{DOA} และ $CF_{OMM-2000}$ นอกจากนี้ การปลูกครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 พบว่า CF_{DOA} มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ และ $CF_{OMM-2000}$ ส่วนการปลูกครั้งที่ 4 พบว่า OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ CF_{DOA} และ $CF_{OMM-2000}$ อย่างไรก็ตาม การปลูกครั้งที่ 1 พบว่า CF_{DOA} มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพด

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140.
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

[3] ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

[4] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130
Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130

มากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ และ $CF_{OMM-2000}$ ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 พบว่า OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ CF_{DOA} และ $CF_{OMM-2000}$ ภายหลังการทดลอง พบว่า OMM_{2000} มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ ขณะที่ OMM_{2000} มีผลให้ค่า EC_e และปริมาณอินทรียวัตถุของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ และ OMM_{1000}

คำสำคัญ: กากตะกอนยีสต์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ น้ำวีแนส ปุ๋ยเคมี วัสดุอินทรีย์ผสม

Abstract

Field experiment was carried out to investigate the effects of organic mixture material (OMM) from ethanol factory on yield of hybrid maize (Pacific 999) planted in Kamphaeng Saen series and some soil properties. The experiment was done 4 crops in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications and consisting of eight treatments. The 1st, 2nd, 3rd and 4th crop, it revealed that the OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ affected on the highest of ear weight which were not different from the CF_{DOA} and $CF_{OMM-2000}$. Further, the 1st, 2nd and 3rd crop, it revealed that the CF_{DOA} affected on the highest of ear without husk weight which were not different from OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ and $CF_{OMM-2000}$. While, the 4th crop, it revealed that the OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ affected on the highest of ear without husk weight which were not different from the CF_{DOA} and $CF_{OMM-2000}$. However, the 1st crop, it revealed that the CF_{DOA} affected on the highest of grain weight which were not different from OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ and $CF_{OMM-2000}$. While, the 2nd, 3rd and 4th crop, it revealed that OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ affected on the highest of grain weight which were not different from CF_{DOA} and $CF_{OMM-2000}$. After experiment, it was found that the OMM_{2000} affected on the lowest of soil pH which were not different from OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$. While, the OMM_{2000} affected on the highest of EC_e and organic matter of soil which were not different from the OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ and OMM_{1000}.

Keyword: yeast cake, maize, vinasses effluent, chemical fertilizer (CF), organic mixture material (OMM)

* Corresponding author; E-mail address: **agrcht@ku.ac.th และ thongjuu@yahoo.com**

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก โดยในปี พ.ศ. 2560 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 6.44 ล้านไร่ ผลผลิต 4.39 ล้านตัน และผลผลิตเฉลี่ย 676 กก./ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ซึ่งความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ แนวทางหนึ่งที่ส่งเสริมการ

เพิ่มผลผลิตของข้าวโพด คือ การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น เช่น การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม (พฤหัส และคณะ, 2560) รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิตโดยใช้ผลพลอยได้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Thongjoo *et al.,* 2002) เป็นต้น มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการนำผลพลอยได้มาช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เช่น การใช้กากตะกอนเยื่อกระดาษ (จันจิรา และคณะ, 2552) กากสบู่ดำ (กัญณัฏฐ์ และคณะ, 2555) กากตะกอนยีสต์จากโรงงานเอทานอล (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2558) น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตอาหาร (เกียรติศักดิ์ และ ชัยสิทธิ์, 2561) ผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอย (ธนศมณท์ และคณะ, 2561) เป็นต้น โรงงานอุตสาหกรรมมีผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยผลพลอยได้ส่วนใหญ่มีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย (Thongjoo *et al*., 2005) ที่ผ่านมามีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการนำกากตะกอนยีสต์และน้ำวีแนสเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าว (นฤพน และคณะ, 2556) อ้อย (วิษณุ และคณะ, 2556; สันติภาพ และคณะ, 2557) และมันสำปะหลัง (พงษ์นรินทร์ และคณะ, 2556; ทิพวรรณ และคณะ, 2557) จึงเกิดแนวคิดว่า หากมีการนำกากตะกอนยีสต์และน้ำวีแนสจากโรงงานผลิตเอทานอลมาผสมเป็นวัสดุอินทรีย์เพื่อใช้ทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยพิจารณาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมดังกล่าวที่มีต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำผลพลอยได้มาใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมแล้ว ยังเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในบริเวณใกล้เคียงกับโรงงานผลิตเอทานอลอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม (แปซิฟิค 999) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินบางประการ ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2557 (การปลูกครั้งที่ 1) ช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 (การปลูกครั้งที่ 2) ช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2558 (การปลูกครั้งที่ 3) และช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 (การปลูกครั้งที่ 4) ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen series, Ks; Typic Haplustalfs; fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic, Soil Survey Staff, 2003) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ 8 ตำรับทดลอง โดยรายละเอียดของตำรับทดลองได้แสดงไว้ใน (Table 1) งานทดลองนี้ประกอบด้วย 24 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 4.5 เมตร และยาว 9.0 เมตร จำนวน 5 แถว มีระยะห่างระหว่างแถว 0.75 เมตร เก็บข้อมูลผลผลิตของข้าวโพดเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร มีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 3.0 x 7.0 ตารางเมตร ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลอง

ที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1 water) ค่าการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรียวัตถุใช้วิธี Walkley and Black (Walkley and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ใช้วิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมใช้วิธีสกัดด้วย NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965) ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และเนื้อดินโดยวิธี Pipette (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558) สำหรับสมบัติของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน (Table 2)

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์และปรับพื้นที่ปลูกให้เป็นร่อง ซึ่งมีสันร่องสูงประมาณ 20 ซม. จากนั้น ปลูกข้าวโพดโดยหยอดเมล็ดหลุมละ 2-3 เมล็ด ซึ่งแต่ละหลุมห่างกัน 0.25 เมตร เมื่อข้าวโพดอายุได้ 15 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เตรียมวัสดุอินทรีย์ผสม (organic mixed material, OMM) ระหว่างกากตะกอนยีสต์และน้ำวีแนส (อัตราส่วน 2 : 3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) โดยชั่งกากตะกอนยีสต์ 1,000 กก. และตวงน้ำวีแนส 1,500 ลิตร ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และหมักทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน กระทั่งวัสดุผสมมีลักษณะเป็นโคลน จากนั้น ผึ่งให้แห้ง (air dry) บด และร่อนโดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 5 มม. ซึ่งผลการวิเคราะห์ทางเคมีแสดงไว้ใน (Table 2)

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (42 $\%P_2O_5$) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 $\%K_2O$) แบ่งใส่ 2 ครั้ง ๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลอง ที่ระยะ 20 และ 40 วันหลังปลูก ส่วนการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม ใส่เพียงครั้งเดียวที่อายุ 20 วันหลังปลูก จากนั้น ใช้จอบสับและคลุกเคล้าวัสดุผสมดังกล่าวให้เข้ากับดิน สำหรับการปลูกครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 ใส่ปุ๋ยเหมือนการปลูกครั้งที่ 1 โดยใส่ในพื้นที่เดียวกันตามตำรับทดลอง (Table 1)

การเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด โดยข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test) นอกจากนี้ เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้านผลผลิตและองค์ประกอบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยวิธีการ T-test Independent

Table 1 Detail of 8 treatments.

Treatments	Descriptions	Symbols	Quantity of major elements ($kgN-P_2O_5-K_2O$ per rai)
T_1	no fertilizer and OMM treatment	control	0-0-0
T_2	the application of OMM of 1,000 kg/rai	OMM_{1000}	9.1-3.1-5.4
T_3	the application of chemical fertilizers (CF) containing all major elements (N, P, K) equivalent to 1,000 kg/rai of the OMM	$CF_{OMM-1000}$	9.1-3.1-5.4
T_4	the application of OMM of 500 kg/rai in combinations with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OMM	$OMM_{500}+CF_{OMM-500}$	9.1-3.1-5.4
T_5	the application of OMM of 2,000 kg/rai	OMM_{2000}	18.2-6.2-10.8
T_6	the application of chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 2,000 kg/rai of the OMM	$CF_{OMM-2000}$	18.2-6.2-10.8
T_7	the application of OMM of 1,000 kg/rai in combinations with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 1,000 kg/rai of the OMM	$OMM_{1000}+CF_{OMM-1000}$	18.2-6.2-10.8
T_8	the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis (กรมวิชาการเกษตร, 2553)	CF_{DOA}	20-5-10
Notes	OMM = organic mixture material DOA = Department of Agriculture	CF = chemical fertilizer	

Table 2 Initial properties of soil and organic mixed material (OMM) used in this experiment.

Properties	Soil (0-30 cm.)	Properties	OMM
pH (1:1 water)	7.80	pH (3:50)	4.77
EC_e (dS/m)	0.86	EC 1:10 (dS/m)	8.32
Organic matter (%)[1/]	0.74	Organic matter (%)	17.22
Available P (mg/kg)[2/]	51.56	Total N (%)	0.91
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	50.28	Total P_2O_5 (%)	0.31
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	1,247	Total K_2O (%)	0.54
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	60.36	Total Ca (%)	0.45
Exchangeable Na (mg/kg)[3/]	1.79	Total Mg (%)	0.61
Texture[4/]	sandy loam	Total Na (%)	0.88

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)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากโรงงานผลิตเอทานอลต่อผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน รวมทั้งสมบัติของดินบางประการ ปรากฏผลดังนี้

1. น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือก

การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3 และ Table 4) กล่าวคือ การปลูกครั้งที่ 1 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด (2,401.42 กก./ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (CF_{DOA}) การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ ($CF_{OMM-2000}$) และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ (OMM_{500}+$CF_{OMM-500}$) การปลูกครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 พบว่า OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด (2,483.26 และ 2,501.33 กก./ไร่ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับ CF_{DOA} และ $CF_{OMM-2000}$ ส่วนการปลูกครั้งที่ 4 พบว่า OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด (2,565.44 กก./ไร่) ไม่แตกต่างกับ CF_{DOA}

นอกจากนี้ การปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 พบว่า CF_{DOA} มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด (2,049.63 และ 2,118.52 กก./ไร่ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ และ $CF_{OMM-2000}$ การปลูกครั้งที่ 2 พบว่า CF_{DOA} มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด (2,097.70 กก./ไร่) ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$, $CF_{OMM-2000}$ และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 500 กก./ไร่ (OMM_{500}+$CF_{OMM-500}$) ส่วนการปลูกครั้งที่ 4 พบว่า OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด (2,132.11 กก./ไร่) ไม่แตกต่างกับ CF_{DOA} และ $CF_{OMM-2000}$

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักฝักทั้งเปลือกและน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 (Table 3 และ Table 4) พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลอง OMM_{2000} และ $CF_{OMM-2000}$ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}) การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($CF_{OMM-1000}$), OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ และ CF_{DOA} ขณะที่ตำรับควบคุม

(control) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดลดลง โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลอง OMM_{1000}, $CF_{OMM-1000}$, OMM_{500}+$CF_{OMM-500}$ และ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในตำรับทดลอง CF_{DOA} ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดลดลง โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2. น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5 และ Table 6) กล่าวคือ การปลูกครั้งที่ 1 พบว่า CF_{DOA} มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด (1,766.41 กก./ไร่) ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ และ $CF_{OMM-2000}$ การปลูกครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 พบว่า OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด (1,810.59 และ 1,825.16 กก./ไร่ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับ CF_{DOA} และ $CF_{OMM-2000}$ ส่วนการปลูกครั้งที่ 4 พบว่า OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด (1,836.75 กก./ไร่) ไม่แตกต่างกับ CF_{DOA}

นอกจากนี้ การปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า CF_{DOA} มีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด (379.10 และ 380.21 กรัม ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$, $CF_{OMM-2000}$, OMM_{500}+$CF_{OMM-500}$ และ การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ (OMM_{2000}) ส่วนการปลูกครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 พบว่า CF_{DOA} มีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด (380.24 และ 381.11 กรัม ตามลำดับ) รองลงมา คือ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ ซึ่งไม่แตกต่างกับ $CF_{OMM-2000}$ และ OMM_{500}+$CF_{OMM-500}$

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ดและน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 (Table 5 และ Table 6) พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลอง OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ และ CF_{DOA} นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักเมล็ดและน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดลดลง โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3. สมบัติของดินบางประการ ภายหลังการใช้วัสดุอินทรีย์ผสมสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

3.1 ค่า pH ของดิน

ภายหลังการทดลองปีที่ 1 พบว่า OMM_{2000} มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด (pH = 6.44) ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ ส่วนภายหลังการทดลองปีที่ 2 พบว่า OMM_{2000} มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด (pH = 6.39) โดยมีข้อสังเกตว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว มีแนวโน้มให้ค่า pH ของดินลดลงมากกว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะวัสดุอินทรีย์ผสมที่ใช้ในการทดลองมีค่า pH อยู่ในระดับเป็นกรดจัดมาก (pH 4.6-5.0) (Table 2) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบค่า pH ของดิน ภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปีที่ 1 และปีที่ 2 พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่า pH ของดินลดลงเล็กน้อย โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 7)

3.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดิน

ภายหลังการทดลองปีที่ 1 และปีที่ 2 พบว่า OMM_{2000} มีผลให้ค่า EC_e ของดินมากที่สุด (1.58 และ 1.67 dS/m ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ และ OMM_{1000} ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ของดินต่ำที่สุด (0.92 และ 0.96 dS/m ตามลำดับ) โดยมีข้อสังเกตว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว มีผลให้ค่า EC_e ของดินสูงกว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะวัสดุอินทรีย์ผสมที่ใช้ในการทดลองมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในระดับเค็มปานกลาง (8-15 dS/m) (Table 2) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบค่า EC_e ของดินภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปีที่ 1 และปีที่ 2 พบว่า ทุกตำรับทดลองมีผลให้ค่า EC_e ของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 7)

3.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ภายหลังการทดลองปีที่ 1 พบว่า OMM_{2000} มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมากที่สุด (1.68 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ และ OMM_{1000} ส่วนภายหลังการทดลองปีที่ 2 พบว่า OMM_{2000} มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมากที่สุด (1.81 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับ OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำที่สุด โดยมีข้อสังเกตว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว มีแนวโน้มให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงกว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะวัสดุอินทรีย์ผสมที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุ 17.22 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) จึงส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นมากกว่าตำรับทดลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุในดินภายหลังการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปีที่ 1 และปีที่ 2 พบว่า ทุกตำรับทดลองมีผลให้ปริมาณ

อินทรียวัตถุในดินของดินเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลอง $OMM_{500}+CF_{OMM-500}$, OMM_{2000} และ $OMM_{1000}+CF_{OMM-1000}$ (Table 7)

Table 3 Four crops data of ear weight of maize.

Treatments	Ear weight (kg/rai)				T-test
	Crop 1	Crop 2	Crop 3	Crop 4	
T_1 = control	1,357.29$^{d\ 1/}$	1,342.56$^{f\ 1/}$	1,320.43$^{f\ 1/}$	1,285.49$^{g\ 1/}$	*
T_2 = OMM_{1000}	1,552.61^{d}	1,574.48^{e}	1,586.45^{e}	1,642.42^{f}	**
T_3 = $CF_{OMM-1000}$	1,826.34^{c}	1,885.49^{d}	1,894.75^{d}	1,932.25^{e}	**
T_4 = $OMM_{500}+CF_{OMM-500}$	2,212.46^{ab}	2,252.26^{bc}	2,285.34^{bc}	2,315.87^{cd}	ns
T_5 = OMM_{2000}	2,161.54^{b}	2,185.43^{c}	2,193.59^{c}	2,231.63^{d}	*
T_6 = $CF_{OMM-2000}$	2,371.47^{ab}	2,384.65^{ab}	2,392.57^{ab}	2,432.52^{bc}	*
T_7 = $OMM_{1000}+CF_{OMM-1000}$	2,401.42^{a}	2,483.26^{a}	2,501.33^{a}	2,565.44^{a}	**
T_8 = CF_{DOA}	2,395.60^{a}	2,452.31^{a}	2,472.60^{a}	2,495.39^{ab}	**
F-test	**	**	**	**	
CV (%)	17.82	15.37	13.98	15.74	

$^{1/}$ means within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT

ns = not significantly different at 0.05 probability * indicated significant difference at $P<0.05$

** indicated significant difference at $P<0.01$

Table 4 Four crops data of ear without husk weight of maize.

Treatments	ear without husk weight (kg/rai)				T-test
	Crop 1	Crop 2	Crop 3	Crop 4	
T_1 = control	1,154.45$^{e\ 1/}$	1,126.40$^{e\ 1/}$	1,107.59$^{e\ 1/}$	1,084.34$^{e\ 1/}$	ns
T_2 = OMM_{1000}	1,341.40^{d}	1,360.30^{de}	1,372.54^{d}	1,386.62^{d}	*
T_3 = $CF_{OMM-1000}$	1,544.38^{c}	1,593.40^{cd}	1,600.43^{c}	1,623.55^{c}	*
T_4 = $OMM_{500}+CF_{OMM-500}$	1,824.59^{b}	1,856.60^{ab}	1,883.36^{b}	1,912.42^{b}	*
T_5 = OMM_{2000}	1,799.28^{b}	1,818.60^{bc}	1,826.37^{b}	1,835.33^{b}	ns
T_6 = $CF_{OMM-2000}$	2,008.53^{a}	2,019.50^{ab}	2,031.48^{a}	2,052.45^{a}	ns
T_7 = $OMM_{1000}+CF_{OMM-1000}$	2,010.40^{a}	2,078.60^{ab}	2,102.43^{a}	2,132.11^{a}	*
T_8 = CF_{DOA}	2,049.63^{a}	2,097.70^{a}	2,118.52^{a}	2,124.32^{a}	**
F-test	**	**	**	**	
CV (%)	15.99	18.30	13.96	16.32	

$^{1/}$ mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT.

ns = not significantly different at 0.05 probability * indicated significant difference at $P<0.05$

** indicated significant difference at $P<0.01$

Table 5 Four crops data of grain weight of maize.

Treatments	Grain weight (kg/rai)				T-test
	Crop 1	Crop 2	Crop 3	Crop 4	
T_1 = control	917.43$^{e\ 1/}$	894.40$^{f\ 1/}$	879.26$^{e\ 1/}$	865.21$^{f\ 1/}$	ns
T_2 = OMM_{1000}	1,158.50^{d}	1,174.49^{e}	1,183.58^{d}	1,197.49^{e}	ns
T_3 = $CF_{OMM-1000}$	1,330.36^{c}	1,372.63^{d}	1,378.16^{c}	1,384.65^{d}	ns
T_4 = OMM_{500}+$CF_{OMM-500}$	1,564.43^{b}	1,592.39^{bc}	1,614.20^{b}	1,622.36^{c}	ns
T_5 = OMM_{2000}	1,551.44^{b}	1,568.39^{c}	1,571.21^{b}	1,583.47^{c}	ns
T_6 = $CF_{OMM-2000}$	1,720.61^{a}	1,733.47^{ab}	1,740.36^{a}	1,753.41^{b}	ns
T_7 = OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$	1,738.35^{a}	1,810.59^{a}	1,825.16^{a}	1,836.75^{a}	*
T_8 = CF_{DOA}	1,766.41^{a}	1,800.58^{a}	1,815.30^{a}	1,827.48^{a}	*
F-test	**	**	**	**	
CV (%)	13.83	15.70	14.70	15.75	

$^{1/}$ mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT.

ns = not significantly different at 0.05 probability * indicated significant difference at $P<0.05$

** indicated significant difference at $P<0.01$

Table 6 Four crops data of 1,000 grain weight of maize.

Treatments	1,000 grain weight (g)				T-test
	Crop 1	Crop 2	Crop 3	Crop 4	
T_1 = control	316.60$^{c\ 1/}$	315.85$^{c\ 1/}$	313.45$^{e\ 1/}$	313.22$^{e\ 1/}$	ns
T_2 = OMM_{1000}	345.63^{b}	345.75^{b}	345.76^{d}	345.82^{d}	ns
T_3 = $CF_{OMM-1000}$	345.83^{b}	346.12^{b}	346.15^{d}	346.21^{d}	ns
T_4 = OMM_{500}+$CF_{OMM-500}$	373.93^{a}	374.10^{a}	374.13^{b}	374.26^{b}	ns
T_5 = OMM_{2000}	367.50^{a}	368.20^{a}	368.26^{c}	368.33^{c}	ns
T_6 = $CF_{OMM-2000}$	374.40^{a}	375.12^{a}	375.15^{b}	375.23^{b}	ns
T_7 = OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$	374.50^{a}	375.22^{a}	375.25^{b}	375.86^{b}	ns
T_8 = CF_{DOA}	379.10^{a}	380.21^{a}	380.24^{a}	381.11^{a}	ns
F-test	**	**	**	**	
CV (%)	12.20	11.05	12.54	11.36	

$^{1/}$ mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT.

ns = not significantly different at 0.05 probability ** indicated significant difference at $P<0.01$

Table 7 Properties of soil after four crops of planting maize.

Treatments	pH (1:1)		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	7.61[a 1/]	7.68[a 1/]	ns	0.92[d 1/]	0.96[g 1/]	ns	0.78[g 1/]	0.80[e 1/]	ns
T_2 = OMM_{1000}	7.06[b]	6.98[c]	ns	1.38[ab]	1.47[bc]	ns	1.43[bc]	1.52[bc]	ns
T_3 = $CF_{OMM-1000}$	7.59[a]	7.56[ab]	ns	1.02[d]	1.11[f]	ns	0.92[f]	1.10[d]	ns
T_4 = OMM_{500}+$CF_{OMM-500}$	7.58[a]	7.53[ab]	ns	1.32[bc]	1.38[cd]	ns	1.36[cd]	1.45[c]	*
T_5 = OMM_{2000}	6.44[c]	6.39[e]	ns	1.58[a]	1.67[a]	ns	1.68[a]	1.81[a]	*
T_6 = $CF_{OMM-2000}$	7.49[a]	7.43[ab]	ns	1.12[cd]	1.18[ef]	ns	1.10[e]	1.15[d]	ns
T_7 = OMM_{1000}+$CF_{OMM-1000}$	6.76[bc]	6.71[d]	ns	1.42[ab]	1.53[b]	ns	1.54[b]	1.65[ab]	*
T_8 = CF_{DOA}	7.45[a]	7.40[b]	ns	1.24[bc]	1.29[de]	ns	1.28[d]	1.38[c]	ns
F-test	**	**		**	**		**	**	
CV (%)	12.67	11.21		9.18	11.72		15.87	15.07	

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

ns = not significantly different at 0.05 probability * indicated significant difference at $P<0.05$

** indicated significant difference at $P<0.01$

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีหรือการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของจันจิรา และคณะ (2552) กัญณัฏฐ์ และคณะ (2555) ชัยวัฒน์ และคณะ (2558) และธนศมณท์ และคณะ (2561) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับข้าวโพดได้อย่างอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่วัสดุอินทรีย์ผสมจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลานานขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์ผสม (control) มีผลให้ผลผลิตของข้าวโพดต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช นอกจากนี้ การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราสูง มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า EC_e และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยเฉพาะค่า EC_e ของดินที่เพิ่มขึ้นแม้จะไม่มากในช่วงที่ทำการทดลอง แต่ในระยะยาวหากนำวัสดุอินทรีย์ผสมดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ก็ควรคำนึงถึงค่า EC_e ที่สูงขึ้นซึ่งอาจมีผลกระทบต่อพืชที่ปลูกได้

สรุปผลและเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินบางประการ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การปลูกครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา1,000 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ นอกจากนี้ การปลูกครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ ส่วนการปลูกครั้งที่ 4 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่

2. การปลูกครั้งที่ 1 พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่

3. การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ส่วนการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 2,000 กก./ไร่ มีผลให้ค่า EC_e และปริมาณอินทรียวัตถุของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่ และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอัตรา 1,000 กก./ไร่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาวิชาการ ระหว่างภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานผลิตปุ๋ย เยื่อแม้นพงศ์ รวมทั้งบริษัท วาย.วี.พี เฟอร์ติไลเซอร์ จำกัด ที่สนับสนุนปุ๋ยเคมีตลอดระยะการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กัญณัฏฐ์ ภรณ์สิริภัสร์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา, จุฑามาศ ร่มแก้ว, ชาลินี คงสุด และ วิชญ์ ชินธรรมมิตร. 2555. ผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, น. 1235-1247. *ใน* **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9** สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

เกียรติศักดิ์ สนศรี และ ชัยสิทธิ์ ทองจู. 2561. ผลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเหลวต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. **วารสารดินและปุ๋ย** 40(1): 27-38.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. **คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์**. คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

จันจิรา แสงสีเหลือง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และ เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 19-28. *ใน* **การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6** สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

ชัยวัฒน์ วงษ์ไร, ชัยสิทธิ์ ทองจู, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ ,ธนศมณท์ กุลการัณย์เลิศ, อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์ และ ศิริสุดา บุตรเพชร. 2558. ผลของกากตะกอนยีสต์จากโรงงานเอทานอลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999. *ใน* **การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 4** “ธรรมชาติของดินและความจริงของปุ๋ยเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน”, สงขลา.

ทิพวรรณ แก้วหนู, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธงชัย มาลา, ศุภชัย อำคา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ และ ศิริสุดา บุตรเพชร. 2557. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากกากตะกอนยีสต์และน้ำ วีแนสต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง, น. 53-66. *ใน* **การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 11** สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

ธนศมณท์ กุลการัณย์เลิศ, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และ ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2561. การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 36(1): 40-49.

นฤพน รักขยัน, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และ ศิริสุดา บุตรเพชร. 2556. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าว, น. 100-110. *ใน* **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10** สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

พฤหัส ศรีขวัญ, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และ ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2560. ผลของปุ๋ยไนโตรเจนปลดปล่อยช้าที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 6(2): 10-21.

พงษ์นรินทร์ นิ่มนวล, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา, ปิยะ กิตติภาดากุล และ ศิริสุดา บุตรเพชร. 2556. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลัง, น. 73-85. *ใน* **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10** สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

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

สันติภาพ ทองอุ่น, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธงชัย มาลา, ศุภชัย อำคา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ และ ศิริสุดา บุตรเพชร. 2557. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากกากตะกอนยีสต์และน้ำวีแนสต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1, น. 39-52. *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: 39-46.

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

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

Thongjoo, C., S. Panichsakpatana and S. Miyagawa. 2002. Efficiency of some selected organic wastes as nitrogen fertilizer for baby corn (*Zea mays* L.), 43 p. *In* **The 133th**

meeting of the Tokai Branch of Crop Science Society. 5-6 August 2002. Aichi-Ken Agricultural Research Center, Japan.

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.