วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2561 : 36 (1) : 40-49

การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Utilization of Monosodium Glutamate (ami-ami) Factory by-Product and Fly Ash on Yield and Yield Components of Maize

ธนศมณฑ์ กุลการัณย์เลิศ[1] ชัยสิทธิ์ ทองจู[1*] จุฑามาศ ร่มแก้ว [2] และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย[1]
Thanasamont Kulkaranlert[1], Chaisit Thongjoo[1*], Jutamas Romkaew [2] and Tawatchai Inboonchuay[1]

บทคัดย่อ

การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการปลูก 2 ครั้ง โดยการปลูกครั้งที่ 1 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกและน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดเพิ่มขึ้น ขณะที่น้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ภายหลังการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ส่วนการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ มีผลให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่

คำสำคัญ : ผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) ขี้เถ้าลอย วัสดุเหลือใช้ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

[1]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[2]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
* Corresponding Author: thongjuu@yahoo.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

This study was to investigate the utilization of monosodium glutamate (ami-ami) factory by-product and fly ash on yield and yield components of maize *var.* Pacific 999. The experiment was done 2 crops in a Randomized Complete Block Design (RCBD). The 1st crop, it revealed that the application of organic mixture material (OMM) of 1,000 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 1,000 kg/rai of the OMM affected on the highest of ear weight, ear without husk weight, grain weight and 1,000 grain weight which were not different from the applications of chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 2,000 kg/rai of the OMM and the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis. The 2nd crop, it revealed that the application of OMM of 1,000 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 1,000 kg/rai of the OMM affected on the highest of ear weight, ear without husk weight, grain weight and 1,000 grain weight, followed by that the applications of chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 2,000 kg/rai of the OMM which were not different from the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis. However, comparing yield and yield component of maize grown in the 1st and 2nd crop. It was found that the application of OMM of 1,000 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 1,000 kg/rai of the OMM increased the ear weight and ear without husk weight. While, grain weight increased after using chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 2,000 kg/rai of the OMM and the application of OMM of 1,000 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 1,000 kg/rai of the OMM. After experiment, it was found that the application of chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 2,000 kg/rai of the OMM affected on the lowest of soil pH which were not different from the application of chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 1,000 kg/rai of the OMM, the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis and the application of OMM of 1,000 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 1,000 kg/rai of the OMM. Further, the application of OMM of 2,000 kg/rai affected on the highest of EC_e, organic matter and exchangeable Na of soil which were not different from the application of OMM of 1,000 kg/rai.

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

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก โดยในปี พ.ศ. 2558 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 7.15 ล้านไร่ ผลผลิตประมาณ 4.61 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 664 กก./ไร่ และคิดเป็นมูลค่าของผลผลิตประมาณ 35,781 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ซึ่งความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตมีไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ อีกทั้งปริมาณผลผลิตมีไม่แน่นอน เนื่องจากการผลิตขึ้นกับสภาพของดินฟ้าอากาศ ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความเสียหายจากความแห้งแล้งเป็นอย่างมาก แนวทางหนึ่งที่ส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น ซึ่งอาจกระทำได้หลายวิธี เช่น การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ปิยมาภรณ์ และคณะ, 2552; ธีระพงษ์ และคณะ, 2553) รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิตโดยใช้วัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรที่ปราศจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Thongjoo *et al.,* 2005) เป็นต้น ที่ผ่านมามีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการนำผลพลอยได้มาช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เช่น การใช้กากตะกอนเยื่อกระดาษ (จันจิรา และคณะ, 2552) กากสบู่ดำ (กัญณัฏฐ์ และคณะ, 2555) กากตะกอนยีสต์จากโรงงานเอทานอล (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2558) เป็นต้น โรงงานอุตสาหกรรมมักมีผลพลอยได้เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยผลพลอยได้ส่วนใหญ่มีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย จึงมักถูกทิ้งไว้ในแหล่งผลิตหรือบริเวณข้างเคียง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al*., 2005) จึงเกิดแนวคิดว่าหากมีการนำอามิ-อามิจากโรงงานผลิตผงชูรส และขี้เถ้าลอยจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษมาผสมเป็นวัสดุอินทรีย์ และหาแนวทางการใช้ประโยชน์ในแง่การทดแทนปุ๋ย หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยพิจารณาจากผลของวัสดุอินทรีย์ผสมดังกล่าวที่มีต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินบางประการ ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำผลพลอยได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งของผลพลอยได้ อีกทั้งยังช่วยลดมลภาวะที่อาจเกิดจากผลพลอยได้ดังกล่าวในระยะยาวได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อผลผลิตองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินบางประการในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2555 (การปลูกครั้งที่ 1) และช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 (การปลูกครั้งที่ 2) ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. กำแพงแสน จ.นครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks; Typic Haplustalfs; fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic, Soil Survey Staff, 2003) งานทดลองนี้ประกอบด้วย 24 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 4.5 เมตร และยาว 9.0 เมตร จำนวน 5 แถว มีระยะห่างระหว่างแถว 0.75 เมตร เก็บข้อมูลผลผลิตของข้าวโพดเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 3.0 x 7.0 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ 8 ตำรับทดลอง โดยรายละเอียดของตำรับทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1 ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC) ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และเนื้อดิน สำหรับสมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Detail of treatments.

Treatments	Describes	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}	9.6-10.3-10.1
T_3	The application of chemical fertilizers containing all major elements (N, P, K) equivalent to 1,000 kg/rai of the OMM	$IF_{OMM-1000}$	9.6-10.3-10.1
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}+$IF_{OMM-500}$	9.6-10.3-10.1
T_5	The application of OMM of 2,000 kg/rai	OMM_{2000}	19.2-20.6-20.2
T_6	The application of chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 2,000 kg/rai of the OMM	$IF_{OMM-2000}$	19.2-20.6-20.2
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}+$IF_{OMM-1000}$	19.2-20.6-20.2
T_8	The application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis (กรมวิชาการเกษตร, 2548)	IF_{DOA}	20-5-10

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์และปรับพื้นที่ปลูกให้เป็นร่อง ซึ่งมีสันร่องสูงประมาณ 20 ซม. จากนั้น ปลูกข้าวโพดโดยหยอดเมล็ดหลุมละ 2-3 เมล็ด ซึ่งแต่ละหลุมห่างกัน 0.25 เมตร เมื่อข้าวโพดอายุได้ 15 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เตรียมวัสดุอินทรีย์ผสม (organic mixture material, OMM) ระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) โดยตวงอามิ-อามิ 2,000 ลิตร และชั่งขี้เถ้าลอย 2,000 กก. ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และหมักทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน จากนั้น ผึ่งให้แห้ง (air dry) บด และร่อนโดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 5 มม. สำหรับสมบัติบางประการของวัสดุอินทรีย์ผสมก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 2

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46 %P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 %K_2O) แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลอง ที่ระยะ 20 และ 40 วันหลังปลูก ส่วนการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม ใส่เพียงครั้งเดียวที่อายุ 20 วันหลังปลูก จากนั้น ใช้จอบสับและคลุกเคล้าวัสดุผสมดังกล่าวให้เข้ากับดิน สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์ผสมในการปลูกครั้งที่ 2 กระทำเหมือนกับการปลูกครั้งที่ 1 โดยใส่ในพื้นที่เดียวกันตามตำรับทดลอง (Table 1)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Initial properties of soil and waste material used in this experiment.

Properties	Soil	Properties	Organic mixture material (OMM) (1:1 by volume/weight)
pH (1:1)	7.96	pH (3:50)	7.93
EC_e (dS/m)	0.66	EC 1:10 (dS/m)	10.84
Organic matter (%)[1/]	0.80	Organic matter (%)	6.49
Available P (mg/kg)[2/]	17.89	Total N (%)	0.96
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	45.73	Total P_2O_5 (%)	1.03
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	1,625	Total K_2O (%)	1.01
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	85.33	Total Ca (%)	1.46
Exchangeable Na (mg/kg)	6.64	Total Mg (%)	0.77
Texture[4/]	sandy loam	Total Na (%)	1.92

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

จากการศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินบางประการ ปรากฏผลดังนี้

1. น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือก

การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ การปลูกครั้งที่ 1 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกมากที่สุด (2,501.56 และ 1,959.34 กก./ไร่ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{DOA}) ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกมากที่สุด (2,653.33 และ 2,183.95 กก./ไร่ ตามลำดับ) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{DOA})

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (Table 3) พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Two crops data of ear weight and ear without husk weight of maize.

Treatments	Ear weight (kg/rai)		T-test	ear without husk weight (kg/rai)		T-test
	Crop 1[1/]	Crop 2[1/]		Crop 1[1/]	Crop 2[1/]	
T_1 = control	1,209.47^{e}	1,185.32^{f}	ns	1,008.42^{d}	986.92^{e}	ns
T_2 = OMM_{1000}	1,984.67^{d}	2,013.58^{e}	ns	1,617.61^{c}	1,642.50^{d}	ns
T_3 = $IF_{OMM-1000}$	2,008.42^{cd}	2,074.44^{e}	ns	1,666.35^{c}	1,721.28^{d}	ns
T_4 = OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$	2,202.69^{bc}	2,278.55^{c}	ns	1,814.55^{abc}	1,876.52^{bc}	ns
T_5 = OMM_{2000}	2,110.60^{cd}	2,174.68^{d}	ns	1,746.60^{bc}	1,789.13^{cd}	ns
T_6 = $IF_{OMM-2000}$	2,355.68^{ab}	2,451.45^{b}	ns	1,929.55^{ab}	2,005.01^{b}	ns
T_7 = OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$	2,501.56^{a}	2,653.33^{a}	*	1,959.34^{a}	2,183.95^{a}	**
T_8 = IF_{DOA}	2,335.62^{ab}	2,386.48^{b}	ns	1,888.46^{ab}	1,924.95^{bc}	ns
F-test	**	**		**	**	
CV (%)	16.44	18.93		16.88	14.72	

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

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

** indicated significant difference at P< 0.01

2. น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ การปลูกครั้งที่ 1 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) มีผลให้น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด (1,691.50 กก./ไร่ และ 351.67 กรัม ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{DOA}) การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 500 กก./ไร่ (OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$) และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ (OMM_{2000}) ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด (1,882.49 กก./ไร่) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{DOA}) นอกจากนี้ การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) ยังมีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด (352.72 กรัม) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$)

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (Table 4) พบว่าทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$) และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Table 4 Two crops data of grain weight and 1,000 grain weight of maize.

Treatments	Grain weight (kg/rai)		T-test	1,000 grain weight (g)		T-test
	Crop 1[1/]	Crop 2[1/]		Crop 1[1/]	Crop 2[1/]	
T_1 = control	875.34^{c}	853.37^{e}	ns	301.27^{d}	299.12^{e}	ns
T_2 = OMM_{1000}	1,375.43^{b}	1,395.52^{d}	ns	322.47^{c}	322.83^{d}	ns
T_3 = $IF_{OMM-1000}$	1,425.41^{b}	1,471.36^{d}	ns	323.80^{c}	323.91^{d}	ns
T_4 = OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$	1,534.40^{ab}	1,512.21^{cd}	ns	340.87^{abc}	340.95^{b}	ns
T_5 = OMM_{2000}	1,486.37^{ab}	1,521.45^{cd}	ns	329.97^{bc}	330.14^{c}	ns
T_6 = $IF_{OMM-2000}$	1,649.38^{a}	1,712.47^{b}	**	350.13^{a}	350.26^{a}	ns
T_7 = OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$	1,691.50^{a}	1,882.49^{a}	**	351.67^{a}	352.72^{a}	ns
T_8 = IF_{DOA}	1,582.57^{ab}	1,610.45^{bc}	ns	344.23^{ab}	342.56^{b}	ns
F-test	**	**		**	**	
CV (%)	15.60	14.96		13.95	11.76	

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

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

3. สมบัติของดินบางประการ ภายหลังการใช้วัสดุอินทรีย์ผสมสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่า pH, EC_e, ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมและโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-2000}$) มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด (pH 6.22) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ($IF_{OMM-1000}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{DOA}) และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ซึ่งในสภาพดินไร่ที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะส่งผลให้แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ที่เกิดจากการแปรสภาพของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตถูกออกซิไดซ์กระทั่งก่อให้เกิดไฮโดรเจนไอออน (H^+) จึงมีผลตกค้างทำให้ดินเป็นกรดได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ส่วนการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ (OMM_{2000}) มีผลให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงที่สุด (2.15 dS/m, 1.72 เปอร์เซ็นต์ และ 15.25 mg/kg ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}) โดยเป็นที่สังเกตว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียวมีแนวโน้มให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงกว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะวัสดุอินทรีย์ผสมมีค่า EC_e ในระดับเค็มมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับสูงมาก และมีปริมาณโซเดียมทั้งหมดประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) จึงส่งผลให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงกว่าตำรับทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ โดยผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของชัยสิทธิ์ และคณะ (2560) ที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียวกับอ้อยในอัตราสูง พบว่า มีผลให้ค่า EC_e และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินภายหลังการทดลองเพิ่มขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ (OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด (28.23 และ 57.66 mg/kg ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ (OMM_{2000})

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมร่วมกับปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่วัสดุผสมแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ Ripusudan *et al.* (2000) จันจิรา และคณะ (2552) กัญณัฏฐ์ และคณะ (2555) และชัยวัฒน์ และคณะ (2558) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับข้าวโพดได้อย่างอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่วัสดุอินทรีย์ผสมจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลานานขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์ผสม (control) มีผลให้ผลผลิตของข้าวโพดต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช นอกจากนี้ การใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราสูง มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า EC_e และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยค่า EC_e ของดินที่เพิ่มขึ้นแม้จะอยู่ในช่วง 2-4 dS/m ก็อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ไวต่อความเค็มได้ ดังนั้น การนำวัสดุอินทรีย์ผสมดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร จึงควรคำนึงถึงค่า EC_e ที่สูงขึ้นหรือปริมาณการสะสมของโซเดียมในดิน ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อพืชปลูกในระยะยาวได้

Table 5 Properties of soil after two crops of planting maize.

Treatments	pH (1:1)[1/]	EC_e (dS/m)[1/]	OM (%)[1/]	Avail. P (mg/kg)[1/]	Exch. K (mg/kg)[1/]	Exch. Na (mg/kg)[1/]
before experiment	7.96	0.66	0.80	17.89	45.73	6.64
T_1 = control	7.48^{a}	0.72^{e}	0.90^{f}	18.65^{f}	45.79^{e}	7.56^{e}
T_2 = OMM_{1000}	7.35^{a}	1.75^{bc}	1.62^{ab}	24.52^{bcd}	52.12^{bcd}	14.65^{a}
T_3 = $IF_{OMM-1000}$	6.33^{b}	1.10^{d}	1.14^{e}	22.23^{de}	49.62^{cde}	8.36^{de}
T_4 = OMM_{500}+$IF_{OMM-500}$	6.91^{ab}	1.65^{bc}	1.48^{bc}	25.65^{bc}	53.21^{bc}	10.32^{bc}
T_5 = OMM_{2000}	7.62^{a}	2.15^{a}	1.72^{a}	26.56^{ab}	54.26^{ab}	15.25^{a}
T_6 = $IF_{OMM-2000}$	6.22^{b}	1.55^{c}	1.35^{cd}	23.21^{cde}	50.12^{bcde}	9.78^{c}
T_7 = OMM_{1000}+$IF_{OMM-1000}$	6.41^{b}	1.86^{b}	1.53^{bc}	28.23^{a}	57.66^{a}	11.26^{b}
T_8 = IF_{DOA}	6.33^{b}	1.23^{d}	1.22^{de}	21.15^{e}	48.56^{de}	9.23^{cd}
F-test	*	**	**	**	**	**
CV (%)	7.46	9.83	12.74	16.58	14.65	11.61

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการศึกษาผลของวัสดุอินทรีย์ผสมต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินบางประการ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การปลูกครั้งที่ 1 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

2. เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ผสมอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่

3. การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่ ส่วนการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 2,000 กก./ไร่ มีผลให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุอินทรีย์ผสม 1,000 กก./ไร่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาวิชาการ ระหว่างภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ บริษัท ก้าวหน้าทั่วไทยเพื่อการเกษตร จำกัด

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. 21-24 น. *ใน* เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

ธีระพงษ์ พรมสวัสดิ์, ชัยสิทธิ์ ทองจู และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2553. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 43-53. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

ปิยมาภรณ์ เจริญสุข, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2552. ผลของการใช้สารเพอไลต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 39-50. *ใน* การประชุมทางวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

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

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

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

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

Ripusudan, L.P., G. Gonzalo, R.L. Honor, and D.V. Alejandro. 2000. Tropical maize improvement and production. FAO plant production and protection series No. 28.

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้