ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999

Effects of by-Product of Monosodium Glutamate (Ami-ami) Mixed with Fly Ash on the Growth and Yield Components of Maize (*Zea mays* L.) cv. Pacific 999

ธนศมณท์ กุลการัณย์เลิศ,[1] ชัยสิทธิ์ ทองจู[1,2*] และศุภชัย อำคา[1]*

Thanasamont Kulkaranlert,[1*] Chaisit Thongjoo[1,2*] and Suphachai Amkha[1]

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of by-product of monosodium glutamate (ami-ami) mixed with fly ash (1:1 by weight) on the growth and yield components of maize (*Zea mays* L.) cv. Pacific 999. Experimental design was randomized complete block. The study revealed that the application of ami-ami and fly ash mixture of 600 kg/rai in combination with chemical fertilizers equivalent to 600 kg/rai of the mixture effected the highest plant and leaf collar heights and leaf greenness (SPAD reading) at all growth stages nearly the same as the applications of chemical fertilizers equivalent to 1,200 kg/rai of the mixture and of the mixture of 1,200 kg/rai. While the control treatment produced the lowest plant and leaf collar heights and leaf greenness (SPAD reading) at all growth stages. Regarding yield and yield components of maize, it was found that the application of ami-ami and fly ash mixture of 600 kg/rai in combination with chemical fertilizers equivalent to 600 kg/rai of the mixture effected the highest numbers of full ear, ear weight, ear without husk weight, husk and cob weight, grain weight and 1,000 grain weight nearly the same as the application of chemical fertilizers equivalent to 1,200 kg/rai of the mixture and of the mixture of 300 kg/rai in combination with chemical fertilizers equivalent to 300 kg/rai of the mixture. While the control treatment gave the lowest numbers of ear per plant, numbers of full ear, ear weight, ear without husk weight, grain weight and 1,000 grain weight of maize.

Keywords: maize (*Zea mays* L.), fly ash, by-product of monosodium glutamate (ami-ami)

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

[2] สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900
Agro-Ecological system Research and Development Institute, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok, 10900,Thailand.

* Corresponding author: thongjuu@yahoo.com

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอย (1:1 โดยน้ำหนัก) ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ปรากฏผลดังนี้ คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดโดยภาพรวมมากที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบ ข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนฝักต่อต้น จำนวนฝักสมบูรณ์ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดต่ำที่สุด

คำสำคัญ: กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ขี้เถ้าลอย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก ในปี พ.ศ. 2553 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 7.11 ล้านไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 4.28 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 626 กก./ไร่ และคิดเป็นมูลค่าของผลผลิตประมาณ 29,329 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้มีผลผลิตข้าวโพดไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ อีกทั้งปริมาณผลผลิตมีไม่แน่นอน เนื่องจากการผลิตขึ้นกับสภาพของดินฟ้าอากาศ ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความเสียหายจากความแห้งแล้งเป็นอย่างมาก แนวทางหนึ่งที่ส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น ซึ่งอาจกระทำได้หลายวิธี เช่น การปรับปรุงและการคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับแหล่งปลูก การเลือกฤดูกาลปลูกที่เหมาะสม การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม (จันจิรา และคณะ, 2552; ธีระพงษ์ และคณะ, 2553) รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้วัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรที่มีคุณค่าทางธาตุอาหารสูง และปราศจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก เพื่อ

ทดแทนปุ๋ยเคมีหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี (ชัยสิทธิ์, 2538; Thongjoo *et al.,* 2005) โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งหากมีการปลูกพืชต่อเนื่องกันหลายปี อาจมีผลให้ดินขาดธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชอย่างถาวรได้ (Azmal *et al.,* 1996; Berendse, 1990) โรงงานอุตสาหกรรมโดยมากมักมีวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก เช่น กากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย เปลือกไม้ และขี้เถ้าลอยจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ และกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) จากโรงงานผลิตผงชูรส โดยวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ (recycle) ค่อนข้างน้อย จึงมักถูกทิ้งไว้ในแหล่งผลิตหรือบริเวณข้างเคียง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหากระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศได้ (Thongjoo *et al.*, 2005) จึงเกิดแนวคิดว่าหากมีการนำอามิ-อามิจากโรงงานผลิตผงชูรส และขี้เถ้าลอยจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษมาทำการศึกษาสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการ และหาแนวทางการใช้ประโยชน์ในแง่การทดแทนปุ๋ย หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยพิจารณาจากผลของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งของวัสดุเหลือใช้ อีกทั้งยังช่วยลดมลภาวะที่อาจเกิดจากวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวในระยะยาวได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 (ต้นฤดูฝน)

1. อุปกรณ์

1.1 แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

1.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (*Zea mays* L.) ใช้พันธุ์แปซิฟิค 999

1.3 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46%P_2O_5) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K_2O)

1.4 กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอย

1.5 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ pH meter (420A model), Electrical conductivity meter (4010 model), Microkjeldahl distillation apparatus (Gerhard:VAP 20 model), Digestion apparatus (Gerhard:Ger 704000 model), Atomic absorption spectrophotometer (SpectrAA 220 FS), เครื่องชั่งภาคสนาม, เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง และตู้อบ (Memmert)

2. วิธีการ

การเตรียมวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) ตวงอามิ-อามิ 250 ลิตร และชั่งขี้เถ้าลอย 250 กก. ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และหมักทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน จากนั้น ผึ่งให้แห้ง (air dry) บด และร่อนโดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 5 มม.

เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH, 1:1) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์และปรับพื้นที่ปลูกให้เป็นร่อง ซึ่งมีสันร่องสูงประมาณ 20 ซม. โดยแบ่งเป็นแปลงย่อยจำนวน 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 4 เมตร และยาว 9 เมตร มีระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 0.50 เมตร แต่ละแปลงย่อยมีจำนวนร่อง 5 แถว ห่างกันแถวละ 0.75 เมตร จากนั้น ปลูกข้าวโพดโดยหยอดเมล็ดหลุมละ 2-3 เมล็ด ซึ่งแต่ละหลุมห่างกัน 0.25 เมตร เมื่อข้าวโพดอายุได้ 15 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จำนวน 7 ตำรับทดลอง ดังนี้ คือ

1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอย (control)

2) ใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) อัตรา 600 กก./ไร่ $(\text{ami-ami+fly ash})_{600}$

3) ใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) อัตรา 600 กก./ไร่ $[IF_{(\text{ami-ami + fly ash})600}]$

4) ใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) อัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) อัตรา 300 กก./ไร่ $[(\text{ami-ami+fly ash})_{300}+IF_{(\text{ami-ami + fry ash})300}]$

5) ใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) อัตรา 1,200 กก./ไร่ $(\text{ami-ami+fly ash})_{1200}$

6) ใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) อัตรา 1,200 กก./ไร่ $[IF_{(\text{ami-ami + fly ash})1200}]$

7) ใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) อัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) อัตรา 600 กก./ไร่ $[(\text{ami-ami+fly ash})_{600}+IF_{(\text{ami-ami + fry ash})600}]$

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ($46\%P_2O_5$) และโพแทสเซียมคลอไรด์ ($60\%K_2O$) แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลอง ที่ระยะ 20 และ 40 วันหลังปลูก โดยตำรับทดลองที่ 3 และ 7 ใส่อัตรา 5.76, 6.18 และ 6.06 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ 4 ใส่อัตรา 2.88, 3.09 และ 3.03 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ และตำรับทดลองที่

6 ใส่อัตรา 11.52, 12.36 และ 12.12 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ

การใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) แบ่งใส่เพียงครั้งเดียวตามตำรับทดลองภายหลังการถอนแยกกล้าข้าวโพด จากนั้น ใช้จอบสับและคลุกเคล้าวัสดุผสมดังกล่าวให้เข้ากับดิน โดยตำรับทดลองที่ 2 และ 5 ใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยในอัตรา 600 และ 1,200 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ 4 และ 7 ใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 และ 600 กก./ไร่ ตามลำดับ

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (จำนวน 10 ต้น/แปลงย่อย) ได้แก่ ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) และค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) (วัดตำแหน่งใบที่ 3-5 จากปลายยอด ทำการวัด 5 ครั้งต่อใบ) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) การเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (จำนวน 10 ต้น/แปลงย่อย) ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น เปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักเปลือกและน้ำหนักซังและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดิน และวัสดุเหลือใช้ก่อนการทดลอง ได้แสดงไว้ใน Table 1

Table 1 Chemical and physical properties of initial soil and waste materials.

Properties	Soil	Properties	Ami-ami	Fly ash	ami-ami mixed with fly ash (1:1 by weight)
pH (1:1)	7.25	pH (3:50)	4.03	10.59	7.93
EC_e (dS/m)	0.51	EC 1:10 (dS/m)	32.93	4.35	10.84
Organic Matter (%)[1/]	0.85	Organic matter (%)	17.56	4.11	6.49
Available P (mg/kg)[2/]	23.60	Total N (%)	4.63	0.07	0.96
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	46.31	Total P_2O_5 (%)	0.74	0.66	1.03
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	1,444.67	Total K_2O (%)	4.27	0.85	1.01
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	1,068.50	Total Ca (%)	0.02	5.52	1.46
Exchangeable Na (mg/kg)	38.34	Total Mg (%)	0.13	0.85	0.77
Sand (%)[4/]	72.85	Total Na (%)	2.297	0.555	1.915
Silt (%)[4/]	17.04	**Note** [1/] = Walkey and Black method (Walkey and Black, 1934)			
Clay (%)[4/]	10.12	[2/] = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945) [3/] = Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)			
Texture[4/]	sandy loam	[4/] = คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541)			

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) กล่าวคือ การใส่

วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)$_{600}$+IF$_{(ami-ami + fry ash)600}$] มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดโดยภาพรวมมากที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต และไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ [IF$_{(ami-ami + fly ash)1200}$] และการใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ (ami-ami+fly ash)$_{1200}$ ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่สูงขึ้น (ตำรับทดลองที่ 5-7) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่ต่ำกว่า (ตำรับทดลองที่ 2-4) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจันจิรา และคณะ (2552)

Table 2 Plant heights, leaf collar heights and leaf greenness (SPAD reading) of maize (*Zea mays* L.) at different stages.

Treatments	Plant heights (cm.)		Leaf collar heights (cm.)		SPAD reading	
	1 MAP	2 MAP	1 MAP	2 MAP	1 MAP	2 MAP
T_1 = Control	65.30^{d}	140.33^{d}	47.65^{b}	102.00^{d}	34.56^{e}	32.93^{b}
T_2 = (ami-ami+fly ash)$_{600}$	87.33^{c}	155.67^{c}	54.57^{a}	118.17^{c}	36.74^{de}	48.75^{a}
T_3 = IF$_{(ami-ami + fly ash)600}$	88.70^{c}	163.67^{bc}	55.26^{a}	123.83^{bc}	37.88^{d}	48.95^{a}
T_4 = (ami-ami+fly ash)$_{300}$+IF$_{(ami-ami + fry ash)300}$	90.17^{bc}	171.50^{ab}	56.56^{a}	134.07^{ab}	38.56^{cd}	48.97^{a}
T_5 = (ami-ami+fly ash)$_{1200}$	101.50^{ab}	177.17^{ab}	57.14^{a}	134.43^{ab}	41.21^{bc}	52.30^{a}
T_6 = IF$_{(ami-ami + fly ash)1200}$	106.03^{a}	178.57^{ab}	57.56^{a}	138.80^{ab}	43.52^{ab}	53.21^{a}
T_7 = (ami-ami+fly ash)$_{600}$+IF$_{(ami-ami + fry ash)600}$	111.47^{a}	183.83^{a}	58.56^{a}	145.10^{a}	44.63^{a}	53.37^{a}
F-test	**	**	*	**	**	**
CV (%)	7.91	4.83	8.04	6.67	4.26	10.59

Note: Numbers in the same column followed by a common letter (s) are not significantly different at the 0.05 and 0.01 level according to DMRT. * = significantly different at the 0.05 level ** = significantly different at the 0.01 level MAP = month after planting

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2.1 จำนวนฝักต่อต้น

การใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดใกล้เคียงกัน (1.00-1.05 ฝักต่อต้น) และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้จำนวน

ฝักต่อต้นของข้าวโพดต่ำที่สุดเพียง 0.88 ฝักต่อต้น

2.2 เปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์

การใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)$_{600}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)600}$] การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ [IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)1200}$] และการใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)$_{300}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)300}$] มีผลให้เปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดมากที่สุด (100.00 %) และไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ [IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)600}$] ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้เปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดต่ำที่สุด (89.32 %) นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว มีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดต่ำกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าการใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว อาจมีข้อจำกัดด้านสมบัติทางเคมี โดยเฉพาะค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณโซเดียมทั้งหมดที่ค่อนข้างสูง (Table 1) ซึ่งอาจมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดต่ำลงได้

Table 3 Ear number per stem and percentage of full ear of maize (*Zea mays* L.).

Treatments	Ear number/stem	Full ear (%)
T_1 = Control	0.88[b]	89.32[c]
T_2 = (ami-ami+fly ash)$_{600}$	1.00[a]	94.54[b]
T_3 = IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)600}$	1.03[a]	98.36[a]
T_4 = (ami-ami+fly ash)$_{300}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)300}$	1.02[a]	100.00[a]
T_5 = (ami-ami+fly ash)$_{1200}$	1.00[a]	95.55[b]
T_6 = IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)1200}$	1.02[a]	100.00[a]
T_7 = (ami-ami+fly ash)$_{600}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)600}$	1.05[a]	100.00[a]
F-test	*	**
CV (%)	7.48	7.05

Note: Numbers in the same column followed by a common letter (s) are not significantly different at the 0.05 and 0.01 level according to DMRT. * = significantly different at the 0.05 level ** = significantly different at the 0.01 level

2.3 น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ด

การใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)$_{600}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)600}$] มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ [IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)1200}$] ซึ่งใกล้เคียงกับการใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)$_{300}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)300}$] และการใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ (ami-ami+fly ash)$_{1200}$ ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดน้อยที่สุด นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่สูงขึ้น (ตำรับทดลองที่ 5-7) จะมีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดโดยภาพรวมสูงกว่า ตำรับทดลองที่มีการใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่ต่ำกว่า (ตำรับทดลองที่ 2-4) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจันจิรา และคณะ (2552) และเยาวลักษณ์ และคณะ (2554)

Table 4 Ear weight, ear without husk weight, husk and cob weight and grain weight of maize (*Zea mays* L.).

Treatments	Ear weight (kg/rai)	Ear without husk weight (kg/rai)	Husk and cob weight (kg/rai)	Grain weight (kg/rai)
T_1 = Control	1,144.00^{d}	976.67^{d}	319.28^{d}	824.72^{d}
T_2 = (ami-ami+fly ash)$_{600}$	1,309.35^{d}	1,132.59^{d}	374.54^{cd}	934.81^{d}
T_3 = IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)600}$	1,521.48^{c}	1,356.80^{c}	371.76^{cd}	1,149.72^{c}
T_4 = (ami-ami+fly ash)$_{300}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)300}$	1,610.67^{bc}	1,408.37^{bc}	367.51^{cd}	1,243.16^{bc}
T_5 = (ami-ami+fly ash)$_{1200}$	1,549.37^{c}	1,332.87^{c}	388.53^{c}	1,160.84^{bc}
T_6 = IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)1200}$	1,769.43^{b}	1,568.36^{b}	481.84^{b}	1,287.59^{b}
T_7 = (ami-ami+fly ash)$_{600}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)600}$	2,102.79^{a}	1,794.44^{a}	570.03^{a}	1,532.76^{a}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	12.06	14.04	14.56	11.90

Note: Numbers in the same column followed by a common letter (s) are not significantly different at the 0.01 level according to DMRT. ** = significantly different at the 0.01 level

2.4 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

การใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)$_{600}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)600}$] มีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด (372.43 กรัม) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ [IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)1200}$] การใส่วัสดุผสมระหว่าง อามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ (ami-ami+fly ash)$_{1200}$ การใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)$_{300}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)300}$] และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ [IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)600}$] ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดน้อยที่สุด (317.32 กรัม) ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ (ami-ami+fly ash)$_{600}$

Table 5 1,000 grain weight of maize (*Zea mays* L.).

Treatments	1,000 grain weight (g)
T_1 = Control	317.32[b]
T_2 = (ami-ami+fly ash)$_{600}$	323.84[b]
T_3 = IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)600}$	359.67[a]
T_4 = (ami-ami+fly ash)$_{300}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)300}$	359.93[a]
T_5 = (ami-ami+fly ash)$_{1200}$	367.52[a]
T_6 = IF$_{(ami\text{-}ami + fly\ ash)1200}$	368.81[a]
T_7 = (ami-ami+fly ash)$_{600}$+IF$_{(ami\text{-}ami + fry\ ash)600}$	372.43[a]
F-test	**
CV (%)	5.40

Note: Numbers in the same column followed by a common letter (s) are not significantly different at the 0.01 level according to DMRT. ** = significantly different at the 0.01 level

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยร่วมกับปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่อามิ-อามิแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ Ripusudan *et al.* (2000) จันจิรา และคณะ (2552) ชัยสิทธิ์ และปาจรีย์ (2552) ชัยสิทธิ์ และคณะ (2553) และชัยสิทธิ์ และธนัตศรี (2553) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับข้าวโพดได้อย่างอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่อามิ-อามิจะค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลานานขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและอามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอย (control) มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช (จามีกร, 2537; จันจิรา และคณะ, 2552; ชัยสิทธิ์และปาจรีย์, 2552; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2553; ชัยสิทธิ์และธนัตศรี, 2553; เยาวลักษณ์ และคณะ, 2554)

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดโดยภาพรวมมากที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ ตามลำดับ

2. การใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่าง

อามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้เปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างอามิ-อามิและขี้เถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ตามลำดับ

3. ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย ค่าความเขียวของใบ จำนวนฝักต่อต้น เปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดต่ำที่สุด

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำอามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยมาใช้เพื่อทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อย่างไรก็ตาม ควรทำการศึกษาต่อไปอีก 2-3 ปี เพื่อยืนยันผลของการใช้อามิ-อามิผสมขี้เถ้าลอยในแง่การทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อีกทั้งผลของวัสดุผสมดังกล่าวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาวต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาวิชาการ ระหว่างสถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ ร่วมกับ บริษัท เพชรสยาม พี อี ไพน์ จำกัด

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา.2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จามีกร ศรีสุมล. 2537. การใช้อินทรียวัสดุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันจิรา แสงสีเหลือง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 19-28. *ในการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ.* ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

ชัยสิทธิ์ ทองจู. 2538. การใช้อินทรียวัสดุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับกวางตุ้ง และข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยสิทธิ์ ทองจู และธนัตศรี สอนจิตร. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28 (1) : 99-106.

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

ชัยสิทธิ์ ทองจู, กานต์ การะเวก และปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์. 2553. ผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด. วารสารดินและปุ๋ย. 32 (3): 170-179.

ธีระพงษ์ พรมสวัสดิ์, ชัยสิทธิ์ ทองจู และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2553. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 43-53. *ใน* การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

เยาวลักษณ์ เนตรสิงห์, ชัยสิทธิ์ ทองจู และรัฐชา ชัยชนะ. 2554. การใช้ประโยชน์ของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในดินชุดดินกำแพงแสน. วิทยาสารกำแพงแสน. 9 (3): 1-13.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2551-2553. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Azmal, A.K.M., T. Marumoto, H. Shindo and M. Nishiyama. 1996. Mineralization and microbial biomass formation in upland soil amended with some tropical plant residues at different temperatures. Soil Sci. Plant Nutr. 42(3): 463-473.

Berendse, F. 1990. Organic matter accumulation and nitrogen mineralization during secondary succession in heath land ecosystems. Journal of Ecology 78: 413-427.

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.

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.

Received 21 November 2011
Accepted 30 April 2012