การใช้ประโยชน์กากตะกอนจากกระบวนการผลิตกาแฟผงสเปรย์ดราย เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ สำหรับการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวาน ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

Utilization of Activated Sludge Cake from Spray Dried Coffee Powder Process to Produce Organic Fertilizer for Growth and Yield of Sweet Corn Planted in Kamphaeng Saen Soil Series

ปฏิภาณ แก้ววิชิต[1] ชัยสิทธิ์ ทองจู[1*] ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย[1] และพงษ์เพชร พงษ์ศิวาภัย[1]

Patiphan Kaewwichit[1], Chaisit Thongjoo[1*], Tawatchai Inboonchuay[1] and Pongpet Pongsivapai[1]

Received: January 30, 2025
Revised: March 14, 2025
Accepted: March 17, 2025

Abstract: This study investigated the utilization of activated sludge cake from spray dried coffee powder process to produce organic fertilizer for growth and yield of hybrid sweet corn cv. Honey King planted in Kamphaeng Saen soil series. The experimental design was arranged in Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 replications and consisted of 6 treatments. The study revealed that all treatments that applied organic fertilizer (OF) both single use or in combination with chemical fertilizers (CF) and the application of CF based on soil chemical analysis were not significantly different in the plant height, leaf greenness (SPAD unit), number of ear per rai, ear weight, ear without husk weight, trash weight, weight/ear, weight/ear without husk, ear length and total soluble solids (TSS). However, the control treatment (control, T_1) resulted in the significantly lowest of plant height, leaf greenness (SPAD unit), number of ear per rai, ear weight, ear without husk weight, trash weight, weight/ear, weight/ear without husk, ear length and TSS.

Keywords: Organic fertilizer, Spray dried coffee powder process, Sweet corn

บทคัดย่อ: ศึกษาการใช้ประโยชน์กากตะกอนจากกระบวนการผลิตกาแฟผงสเปรย์ดรายเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ลูกผสม Honey King ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ 6 ตำรับทดลอง ผลการทดลอง พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้ความสูงต้น ค่าความเขียวของใบ จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเศษเหลือ น้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่อฝัก น้ำหนักฝักปอกเปลือกต่อฝัก ความยาวฝัก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของเมล็ดข้าวโพดหวานใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ซึ่งมีผลให้ความสูงต้น ค่าความเขียวของใบ จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเศษเหลือ น้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่อฝัก น้ำหนักฝักปอกเปลือกต่อฝัก ความยาวฝัก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเมล็ดข้าวโพดหวานน้อยที่สุด

คำสำคัญ: ปุ๋ยอินทรีย์, กระบวนผลิตกาแฟผงสเปรย์ดราย, ข้าวโพดหวาน

[1]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[1]Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140
*Corresponding author: agrcht@ku.ac.th

คำนำ

ความต้องการข้าวโพดหวานในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั้งการบริโภคฝักสด และการแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรม โดยในปี พ.ศ. 2565 พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวาน 213,565 ไร่ มีผลผลิต 450,358 ตัน และผลผลิตเฉลี่ย 2,109 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณผลผลิตที่ได้มักไม่แน่นอนในบางพื้นที่ ดังนั้น แนวทางที่ช่วยส่งเสริมผลผลิตของข้าวโพดหวานให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ เช่น การใช้ผลพลอยได้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Thongjoo *et al*., 2002) เป็นต้น ในอดีตมีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการนำผลพลอยได้จากภาคอุตสาหกรรมเกษตรมาช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดหวานน้อยมาก โดยมากมักพบผลพลอยได้จากภาคอุตสาหกรรมเกษตรไปใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เช่น การใช้กากสบู่ดำ (กัญณัฏฐ์ และคณะ, 2555) กากตะกอนเยื่อกระดาษ (จันจิรา และคณะ, 2552) เปลือกปูบด (ดัชนียา และคณะ, 2562) กากตะกอนยีสต์จากโรงงานเอทานอล (ชัยวัฒน์ และคณะ, 2558) น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตอาหาร (เกียรติศักดิ์ และชัยสิทธิ์, 2561) ผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอย (ธนศมณท์ และคณะ, 2561) เป็นต้น โรงงานอุตสาหกรรมมักมีผลพลอยได้เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยผลพลอยได้ส่วนใหญ่มีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย และอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al*., 2005) ในกระบวนการผลิตกาแฟผงสเปรย์ดราย (Spray dried coffee powder) เมื่อนำเมล็ดกาแฟเข้าสู่กระบวนการคั่ว บด สกัด เพื่อผลิตเป็นกาแฟชนิดผง จะเกิดผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต คือ กากกาแฟ (coffee sludge cake, CSC) ปัจจุบันกากกาแฟที่ออกจากกระบวนการผลิตมีปริมาณ 200-300 ตันต่อเดือน หรือ 2,400-3,600 ตันต่อปี โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก (85-90 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.5-2.2 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณโลหะหนักไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง “กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. 2560” (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2567) การเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากกากตะกอน (activated sludge cake) พบว่ากากตะกอนเหล่านั้นสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีกับพืชเศรษฐกิจชนิดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น ข้าว (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2561; วยา และคณะ, 2563) อ้อย (ชาลินี และคณะ, 2562; ทินกร และคณะ, 2563; น้ำผึ้ง และคณะ, 2565; อัจฉริกา และคณะ, 2565; ธิดารัตน์ และคณะ, 2566; ภูเบศ และคณะ, 2567) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (วิลัยรัตน์ และคณะ, 2562; ดัชนียา และคณะ, 2563; รุจิกร และคณะ, 2563; ศิรประภา และคณะ, 2565) มันสำปะหลัง (ณิชากร และคณะ, 2562; เสฏฐวุฒิ และคณะ, 2563; ณัฐวุฒิ และคณะ, 2565; รุ่งนภา และคณะ, 2566; ชญาณี และคณะ, 2567) เป็นต้น ดังนั้นหากมีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์กากตะกอนจากกระบวนการผลิตกาแฟผงสเปรย์ดรายเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ สำหรับการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน น่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดหวานได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของการใช้ประโยชน์กากตะกอนจากกระบวนการผลิตกาแฟผงสเปรย์ดรายเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ สำหรับการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ลูกผสม Honey King ช่วงเดือนมกราคม-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2567 ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks; Soil Survey Staff, 2003) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (Randomized Complete Block Design) จำนวน 6 ตำรับทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ (Table 1) ประกอบด้วย 18 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 4.5 เมตร ยาว 8.0 เมตร จำนวน 5 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 0.75 เมตร และระยะห่างระหว่างต้น 0.20 เมตร เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร

เพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน ได้แก่ ค่าพีเอช ค่าการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และเนื้อดิน สำหรับสมบัติของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน (Table 2) เก็บข้อมูลผลผลิตของข้าวโพดเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถว 1 เมตร คิดเป็นพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 3.0x6.0 ตารางเมตร

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (42 %P_2O_5) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 %K_2O) โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ 20 และ 40 วันหลังปลูก ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวโพดหวาน คือ 20, 5 และ 10 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองมาจากโครงการพัฒนาวิชาการ ประเภทงานบริการด้านวิจัยระหว่าง บริษัท คิง สเปรย์ ดรายอิ้ง เทคโนโลยี จำกัด และภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน โดยปุ๋ยอินทรีย์ชนิดผงสูตร A (OF-A) และสูตร B (OF-B) ประกอบด้วยกากกาแฟ : มูลไก่ : ขี้แป้งยาง : กากน้ำตาล เท่ากับ 8 : 0.5 : 0.5 : 0.5 และ 8 : 1.5 : 1.5 : 1.5 โดยปริมาตร ตามลำดับ (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2567) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ใส่เพียงครั้งเดียวในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ 20 วันหลังปลูก สำหรับอัตราการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A และสูตร B คำนวณให้ได้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดใกล้เคียงกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (20 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่) คือ 823.04 และ 778.21 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่ในการทดลองนี้ได้กำหนดอัตราปุ๋ยอินทรีย์สูตร A และสูตร B เพื่อความสะดวกต่อการใช้ คือ 823 และ 778 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละสูตรก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน (Table 3)

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ความสูงต้น และค่าความเขียวของใบ (SPAD unit) โดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) ส่วนการเก็บข้อมูลผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดหวาน ได้แก่ จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเศษเหลือ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก (กรัมต่อฝัก) น้ำหนักฝักปอกเปลือก (กรัมต่อฝัก) ความกว้างฝัก ความยาวฝัก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) จากนั้น นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS) version 22

Table 1 Detail of treatments.

Treatments	Descriptions	Symbols	Quantity of major elements (kgN-P_2O_5-K_2O per rai)
T_1	no chemical fertilizer (CF) and organic fertilizer (OF) treatment	control	0-0-0
T_2	the application of CF based on soil chemical analysis	CF_{DOA}	20-5-10
T_3	the application of OF-A of 823 kg/rai	$OF\text{-}A_{823}$	20-12.26-15.39
T_4	the application of OF-A of 412 kg/rai in combination with CF containing all major elements (N, P, K) equivalent to 412 kg/rai of the OF-A	$OF\text{-}A_{412}+CF_{OF\text{-}A\text{-}412}$	20-12.26-15.39
T_5	the application of OF-B of 778 kg/rai	$OF\text{-}B_{778}$	19.99-13.07-17.58
T_6	the application of OF-B of 389 kg/rai in combination with CF containing all major elements equivalent to 389 kg/rai of the OF-B	$OF\text{-}B_{389}+CF_{OF\text{-}B\text{-}389}$	19.99-13.07-17.58

Table 2 Chemical and physical properties of soil (0-30 cm) before the experiment.

Properties	Values (0-30 cm)	Rating[1/]
pH (1:1)	7.21	neutral
EC_e (dS/m)	1.25	non-saline
Organic matter (%)	1.09	low
Available P (mg/kg)	42.56	high
Exchangeable K (mg/kg)	86.78	moderately
Exchangeable Ca (mg/kg)	1,256	high
Exchangeable Mg (mg/kg)	81.56	moderately
Exchangeable Na (mg/kg)	41.78	-
Texture	sandy loam	-

[1/]FAO Project Staff and Land Classification Division (1973)

Table 3 Chemical and physical properties of organic fertilizer (OF).

Properties	Values	
	OF-A	OF-B
pH (3:50)	6.72	6.89
EC 1:10 (dS/m)	3.60	3.72
Organic matter (%)	78.62	81.46
Organic carbon (%)	45.60	47.25
C:N ratio	18.77 : 1	18.39 : 1
Total N (%)	2.43	2.57
Total P_2O_5 (%)	1.49	1.68
Total K_2O (%)	1.87	2.26
Total primary nutrients (%)	5.79	6.51
Total Ca (%)	0.77	0.84
Total Mg (%)	1.92	2.38
Total Na (%)	0.04	0.07
Germination index (%)	86.42	85.10
Moisture (%)	24.89	25.23

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการใช้ประโยชน์กากตะกอนจากกระบวนการผลิตกาแฟผงสเปรย์ดรายเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ สำหรับการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานพันธุ์ลูกผสม Honey King ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน

1.1 ความสูงต้น

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน รวมทั้งตำรับควบคุม (control, T_1) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดหวานแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดหวานใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ซึ่งมีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดหวานน้อยที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต

1.2 ค่าความเขียว (SPAD unit) ของใบ

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน รวมทั้งตำรับควบคุม (control, T_1) มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดหวานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดหวานใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ซึ่งมีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดหวานน้อยที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าค่าความเขียวของใบข้าวโพดหวานที่อายุ 2 เดือนหลังปลูกยังคงมีค่าเพิ่มขึ้น (ข้าวโพดหวานใช้ระยะเวลาปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 75 วัน) ซึ่งสอดคล้องบางส่วนกับงานวิจัยของดัชนียา และคณะ (2563) รุจิกร และคณะ (2563) และศิรประภา และคณะ (2565) ที่ทดลองกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินกำแพงแสน พบว่า ค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ 2 เดือนหลังปลูกมีค่าสูงที่สุด และมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินดังกล่าวมีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับต่ำ ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยที่ปลดปล่อยไนโตรเจนลดลงตามระยะเวลา (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใช้ระยะเวลาปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตนานกว่าประมาณ 4 เดือน) จึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลง เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์นั่นเอง (ยงยุทธ, 2558)

Table 4 Plant height and leaf greenness (SPAD unit) of sweet corn cv. Honey King at 1 and 2 MAP[1/].

Treatments	Plant height (cm)		SPAD unit	
	1 MAP	2 MAP	1 MAP	2 MAP
T_1 = control	42.56$^{d\ 2/}$	112.56$^{d\ 2/}$	36.74$^{b\ 2/}$	34.78$^{b\ 2/}$
T_2 = CF_{DOA}	58.35^{c}	159.56^{c}	42.58^{a}	51.65^{a}
T_3 = $OF\text{-}A_{823}$	62.68^{bc}	165.42^{bc}	43.46^{a}	52.51^{a}
T_4 = $OF\text{-}A_{412}$+$CF_{OF\text{-}A\text{-}412}$	66.75^{ab}	175.64^{a}	44.77^{a}	53.73^{a}
T_5 = $OF\text{-}B_{778}$	64.76^{ab}	171.74^{ab}	44.73^{a}	52.82^{a}
T_6 = $OF\text{-}B_{389}$+$CF_{OF\text{-}B\text{-}389}$	68.36^{a}	178.64^{a}	45.54^{a}	53.79^{a}
F-test	**	**	*	**
C.V. (%)	14.43	13.58	12.39	10.47

[1/]Months after planting

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

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

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดหวาน

2.1 จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักเศษเหลือ

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน รวมทั้งตำรับควบคุม (control, T_1) มีผลให้จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักเศษเหลือของข้าวโพดหวานที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักเศษเหลือของข้าวโพดหวานใกล้เคียงกันในช่วง 9,118-9,163 ฝักต่อไร่, 3,781.67-3,862.50, 2,959.75-3,022.73 และ 2,733.45-2,792.74 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ซึ่งมีผลให้จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก และน้ำหนักเศษเหลือของข้าวโพดหวานน้อยที่สุด คือ 6,548 ฝักต่อไร่, 2,356.66, 1,833.64 และ ต่อ1,703.56 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักเศษเหลือของข้าวโพดหวานประกอบด้วยส่วนต้นและใบที่ยังคงเหลืออยู่ในแปลงปลูก รวมทั้งส่วนกาบหุ้มฝัก ไหม และซังข้าวโพดหวาน ซึ่งเศษเหลือเหล่านี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงสัตว์ ไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดิน หรือนำไปทำปุ๋ยหมักได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

2.2 น้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่อฝัก น้ำหนักฝักปอกเปลือกต่อฝัก ความยาวฝัก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) ของเมล็ด

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน รวมทั้งตำรับควบคุม (control, T_1) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่อฝัก น้ำหนักฝักปอกเปลือกต่อฝัก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) ของเมล็ดข้าวโพดหวานที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่อฝัก น้ำหนักฝักปอกเปลือกต่อฝัก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเมล็ดข้าวโพดหวานใกล้เคียงกันในช่วง 391.56-413.59 กรัม, 301.60-318.67 กรัม และ 16.28-16.65 องศาบริกซ์ ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ซึ่งมีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่อฝัก น้ำหนักฝักปอกเปลือกต่อฝัก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเมล็ดข้าวโพดหวานน้อยที่สุด คือ 343.46 กรัม, 261.54 กรัม และ 14.47 องศาบริกซ์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดหวานดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของดัชนียา และคณะ (2563) รุจิกร และคณะ (2563) และศิรประภา และคณะ (2565) ที่ทดลองกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินกำแพงแสน ทั้งนี้เป็นเพราะว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์จะค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลานานขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (control, T_1) มีผลให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย จะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง ทำให้ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิตของพืชได้

Table 5 Number of ear per rai, ear weight, ear without husk weight and trash weight of sweet corn cv. Honey King.

Treatments	Number of ear per rai	Ear weight (kg/rai)	Ear without husk weight (kg/rai)	Trash weight (kg/rai)
T_1 = control	6,548$^{d\ 1/}$	2,356.66$^{e\ 1/}$	1,833.64$^{c\ 1/}$	1,703.56$^{e\ 1/}$
T_2 = CF_{DOA}	9,118^{c}	3,781.67^{d}	2,959.75^{b}	2,733.45^{d}
T_3 = $OF\text{-}A_{823}$	9,131^{bc}	3,796.69^{cd}	2,971.55^{ab}	2,744.68^{cd}
T_4 = $OF\text{-}A_{412}$+$CF_{OF\text{-}A\text{-}412}$	9,152^{a}	3,848.53^{ab}	3,012.61^{ab}	2,782.57^{ab}
T_5 = $OF\text{-}B_{778}$	9,148^{ab}	3,825.51^{bc}	2,994.43^{ab}	2,765.50^{bc}
T_6 = $OF\text{-}B_{389}$+$CF_{OF\text{-}B\text{-}389}$	9,163^{a}	3,862.50^{a}	3,022.73^{a}	2,792.74^{a}
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	15.76	16.53	15.93	14.39

$^{1/}$means within the same column followed by the same letters indicate no statistical difference by using DMRT
**indicated significant difference at P< 0.01

Table 6 Weight/ear, weight/ear without husk, ear length and total soluble solids (TSS) of sweet corn cv. Honey King.

Treatments	Weight/ear (g)	Weight/ear without husk (g)	Ear length (cm)	Total soluble solids (^{o} Brix)
T_1 = control	343.46$^{c\ 1/}$	261.54$^{d\ 1/}$	14.58	14.47$^{b\ 1/}$
T_2 = CF_{DOA}	391.56^{b}	301.60^{c}	16.58	16.28^{a}
T_3 = $OF\text{-}A_{823}$	397.75^{ab}	306.40^{bc}	16.68	16.40^{a}
T_4 = $OF\text{-}A_{412}$+$CF_{OF\text{-}A\text{-}412}$	409.63^{ab}	315.63^{a}	17.51	16.43^{a}
T_5 = $OF\text{-}B_{778}$	402.55^{ab}	310.61^{ab}	16.87	16.41^{a}
T_6 = $OF\text{-}B_{389}$+$CF_{OF\text{-}B\text{-}389}$	413.59^{a}	318.67^{a}	17.76	16.65^{a}
F-test	**	**	ns	*
C.V. (%)	8.26	9.14	8.17	8.37

$^{1/}$means within the same column followed by the same letter indicate no statistical difference by using DMRT
ns = not significantly different at 0.05 probability *indicates significant difference at P< 0.05
**indicates significant difference at P< 0.01

สรุป

ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลให้ความสูงต้น ค่าความเขียวของใบ จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเศษเหลือ น้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่อฝัก น้ำหนักฝักปอกเปลือกต่อฝัก ความยาวฝัก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของเมล็ดข้าวโพดหวานใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ซึ่งมีผลให้ความสูงต้น ค่าความเขียวของใบ จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเศษเหลือ น้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่อฝัก น้ำหนักฝักปอกเปลือกต่อฝัก ความยาวฝัก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเมล็ดข้าวโพดหวานน้อยที่สุด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาวิชาการ ประเภทงานบริการด้านวิจัย ระหว่างบริษัท คิง สเปรย์ ดรายอิ้ง เทคโนโลยี จำกัด และภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร. 100 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการลำดับที่ 8 ข้าวโพดฝักสด. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร. 141 หน้า.

เกียรติศักดิ์ สนศรี และชัยสิทธิ์ ทองจู. 2561. ผลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเหลวต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วารสารดินและปุ๋ย 40 (1): 27-38.

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

จันจิรา แสงสีเหลือง ชัยสิทธิ์ ทองจู จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, หน้า 19-28. *ใน*: การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

ชญาณี บุตรครุธ, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และอัญธิชา พรมเมืองคุก. 2567. การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมฟอกหนังต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 7 (3): 125-136.

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

ชัยวัฒน์ วงษ์ไร ชัยสิทธิ์ ทองจู สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ ชาลินี คงสุด ธีรยุทธ คล้ำชื่น ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ ธนศมณท์ กุลการัณย์เลิศ อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์ และศิริสุดา บุตรเพชร. 2558. ผลของกากตะกอนยีสต์จากโรงงานเอทานอลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999, หน้า 188-195. *ใน*: การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 4 “ธรรมชาติของดินและความจริงของปุ๋ยเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน” สงขลา.

ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และธรรมธวัช แสงงาม. 2561. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 1 (1): 22-29.

ชัยสิทธิ์ ทองจู ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย ธีรยุทธ คล้ำชื่น พงษ์เพชร พงษ์ศิวาภัย ณัชชา ศรหิรัญ สุชาดา กรุณา เกวลิน ศรีจันทร์ ธรรมธวัช แสงงาม และชาลินี คงสุด. 2567. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “การใช้ประโยชน์กากกาแฟจาก บริษัท คิง สเปรย์ ดรายอิ้ง เทคโนโลยี จำกัด เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรสำหรับการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของพืช” นครปฐม. 352 หน้า.

ณิชากร ทองมี, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, สิรินภา ช่วงโอภาส, เกวลิน ศรีจันทร์,

อัญธิชา พรมเมืองคุก, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลินี คงสุด, ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2562. ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 2 (2): 91-105.

ณัฐวุฒิ อ่อนเฉียบ, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, อัญธิชา พรมเมืองคุก และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2565. การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากโรงงานผลิตเอทานอลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 5 (2): 16-27.

ดัชนียา สิมมา, ชัยสิทธิ์ ทองจู, เกวลิน ศรีจันทร์, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, อัญธิชา พรมเมืองคุก, สิรินภา ช่วงโอภาส, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลินี คงสุด, ธรรมธวัช แสงงาม, ธีรยุทธ คล้ำชื่น และศิวโรจน์ สุวรรณโณ. 2562. การใช้ประโยชน์เปลือกปูบดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 2 (2): 67-78.

ดัชนียา สิมมา, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, จุฑามาศ ร่มแก้ว, เกวลิน ศรีจันทร์, อัญธิชา พรมเมืองคุก, สิรินภา ช่วงโอภาส, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลินี คงสุด, ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2563. ผลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดผง ชนิดอัดเม็ด และชนิดปั้นเม็ดจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 3 (2): 96-108.

ทินกร ปัทเมฆ, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, จุฑามาศ ร่มแก้ว, เกวลิน ศรีจันทร์, อัญธิชา พรมเมืองคุก, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลินี คงสุด, ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2563. ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้ของเครื่องกำจัดเศษขยะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 9 (2) : 32.-46.

ธนศมณฑ์ กุลการัณย์เลิศ, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2561. การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 36 (1): 40-49.

ธิดารัตน์ พะสุธา, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, อัญธิชา พรมเมืองคุก, จุฑามาศ ร่มแก้ว, พงษ์เพชร พงษ์ศิวาภัย และณัชชา ศรหิรัญ. 2566. การใช้ผงกากส่าจากโรงงานน้ำตาลเป็นปุ๋ยโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 6 (3): 73-83.

น้ำผึ้ง แสงใส, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2565. การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสัตว์ปีกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย. วารสารผลิตกรรมการเกษตร 4 (2): 27-39.

ภูเบศ กุลศิริ, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และอัญธิชา พรมเมืองคุก. 2567. การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมฟอกหนังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 7 (3): 61-71.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 548 หน้า.

รุจิกร ศรีแม้นม่วง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ชาลินี คงสุด และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2563. การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วารสารแก่นเกษตร 48 (2): 293-304.

รุ่งนภา จำปาทอง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, อัญธิชา พรมเมืองคุก, จุฑามาศ ร่มแก้ว, พงษ์เพชร พงษ์ศิวาภัย, ณัชชา ศรหิรัญ และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2566. การใช้ผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาลเป็นแหล่งโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 6 (2): 112-123.

วยา พงศ์ธิพันธ์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, จุฑามาศ ร่มแก้ว, อัญธิชา พรมเมืองคุก, สิรินภา ช่วงโอภาส, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลินี คงสุด, ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2563. ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากผลพลอยได้ของเครื่องกำจัดเศษขยะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวไรซ์เบอรี่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 3 (1): 80-88.

วิลัยรัตน์ แป้นแก้ว, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, จุฑามาศ ร่มแก้ว, กนกกร สินมา, สิรินภา ช่วงโอภาส, เกวลิน ศรีจันทร์, อัญธิชา พรมเมืองคุก, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลินี คงสุด, ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2562. ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และสมบัติของดินบางประการ. วารสารวิชาการเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน สายวิทยาศาสตร์ 2 (1): 28-41.

ศิรประภา แก้วเรือง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และทศพล พรพรหม. 2565. การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้จากโรงงานผลิตเอทานอลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วารสารผลิตกรรมการเกษตร 4 (3): 1-12.

เสฏฐวุฒิ อภิวัฒน์ตั้งสกุล, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, จุฑามาศ ร่มแก้ว, สิรินภา ช่วงโอภาส, เกวลิน ศรีจันทร์, อัญธิชา พรมเมืองคุก, สุชาดา กรุณา, ศิริสุดา บุตรเพชร, ชาลินี คงสุด, ธรรมธวัช แสงงาม และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2563. ผลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดผง ชนิดอัดเม็ด และชนิดปั้นเม็ดจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 3 (2): 34-46.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2563-2565; ข้าวโพดหวาน : เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่รวมทั้งประเทศ ปี 2565. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://www.oae.go.th/view/1/ตารางแสดงรายละเอียดข้าวโพดหวาน/TH-TH(25 มกราคม 2568).

อัจฉริกา สินธพานินท์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ทศพล พรพรหม, ชาลินี คงสุด และธีรยุทธ คล้ำชื่น. 2565. การใช้ประโยชน์น้ำกากส่าและน้ำเสียบำบัดจากโรงงานผลิตเอทานอลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. แก่นเกษตร 50 (5): 1382-1391.

FAO Project Staff and Land Classification Division. 1973. Soil interpretation handbook for Thailand. Department of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperation, Bangkok. 135 p.

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. Panichsakpatana and S. Miyagawa. 2002. Efficiency of some selected organic wastes as nitrogen fertilizer for baby corn (*Zea mays* L.).

The 133th meeting of the Tokai Branch of Crop Science Society, Aichi-Ken Agricultural Research Center, Japan, 5-6 August 2002, 43 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 Production Science 8 (4): 475-481.