ผลของการจัดการดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452

Effects of Soil Management with Organic and Chemical Fertilizers on Growth and Yield of Field Corn cv. Suwan 4452

บูรนา วงษาราม,[1] อรุณศิริ กำลัง,[1] จันทร์จรัส วีรสาร[2] และรจนา ตั้งกุลบริบูรณ์[3]*

Burana Wongsaram,[1*] Arunsiri Kumlung,[1] Janjarus Verasan[2] and Rochana Tangkoonboribun[3]

ABSTRACT

The effects on soil nutrient management and soil physical and chemical properties of a fermented chicken manure (CM) as a N source, sunhemp green manure (GM) and urea (U) were studied. The effects on soil nutrient management of these fertilizer were evaluated by studying their efficacies in supporting the growth and yield of a field corn cv. Suwan 4452 of which stem height, stem dry weight, yield and yield components (ear weight, grain number/ear and weight of 100 grains) and agronomic efficiency of N fertilizer indicating soil fertility were determined. The CM was one – month digested chicken manure of Kasetsart University farm. The GM was prepared in test plots in the field prior to corn planting. The laboratory experimentation on daily releases of NH_4-N and NO_3-N as available N, available P as P_2O_5 and exchangeable K (K_2O) from CM of the field-test rates of 3.75 and 7.5 kgN/rai was performed by incubating each manure portion in a bottle of 200 g soil of field capacity moisture for 35 days. The results of laboratory study indicated that the manure had been completely digested as the highest amounts of available P and exchangeable K were detected on day 0 and day 3 of soil incubation. Though, there was fluctuation of the amounts of available N during 35 – day manure incubation in soil. It should be noted also that, on the average, the available N mineralized from CM 3.75 kgN/rai was 79.03 percent of the amount released from 7.5 kgN/rai CM.

The studies on the effects of soil nutrient management on the chemical and physical properties of soil and on the efficacy of the 3 fertilizers, urea, CM and GM in supporting corn growth and yield were conducted in the experimental field of Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University at Kamphaeng Saen. The design of the amount of urea and its combinations with CM and GM was based on N P K fertilizers recommendation rate of 15 kgN/rai, o kgP_2O_5/rai and 5

[1*]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture KamphaengSaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[2]ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Central Laboratory and Greenhouse Complex, Faculty of Agriculture KamphaengSaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[3]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จ.กรุงเทพฯ 10900

Thailand Institute of Sciencetific and Technological Research, Bangkok 10900, Thailand.

[*]Corresponding author: Tel.08-7151-1760, E-mail address: babybu_dc@hotmail.com

kgK_2O/rai appropriate for the study soil properties. The amounts (kg/rai) of P_2O_5 and K_2O were the same in all treatment and 7 treatments as follows were conducted, 1) the fallow up, 2) control (zero N fertilization), 3) sole 15 kgN/rai urea, 4) 11.25 kgN/rai urea plus 3.75 kgN/rai CM, 5) 11.25 kgN/rai urea plus 3.75 kgN/rai CM and GM, 6) 7.5 kgN/rai urea plus 7.5 kgN/rai CM and 7) 7.5 kgN/rai urea plus 7.5 kgN/rai CM and GM. The experimental design was RCBD with 3 replications. The results revealed that the best and better fertilizers for corn growth and yield and yield components and agronomic efficiency of N fertilizer were the combinations of 11.25 kgN/rai urea plus 3.75 kgN/rai CM and GM and 7.5 kgN/rai urea plus 7.5 kgN/rai CM and GM, respectively. While the combination of 11.25 kgN/rai urea plus 3.75 kgN/rai CM was better fertilizer than 7.5 kgN/rai urea plus 7.5 kgN/rai CM. More over, sole urea of 15 kgN/rai urea was the poorest fertilizer for corn growth and yield compared to other 4 combinations. In addition, the amounts of soil available P and exchangeable K after harvesting in the surface layer (0-15 cm) of urea plus fermented chicken manure and sunhemp green manure treatment plots were higher than the amounts of the two nutrients in soil of the unmanaged plots.

Keywords: Chemical fertilizer, Chicken manure, Field corn, Green manure, Soil management

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 กระทำในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาการปลดปล่อยปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ของดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 0 กก.N/ไร่ (ควบคุม), 3.75 กก.N/ไร่ และ 7.5 กก.N/ไร่ ที่ระยะเวลา 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, และ 35 วัน ทำโดยหมักมูลไก่ (3.75 กก.N/ไร่ และ 7.5 กก.N/ไร่) ร่วมกับดิน 200 กรัมที่ระดับความชื้นความจุสนาม ผลการตรวจสอบ ปริมาณไนโตรเจนเป็นประโยชน์ ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้พบว่า ดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 7.5 กก.N/ไร่ มีปริมาณมากกว่าในดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 3.75 กก.N/ไร่ และมากกว่าตำรับควบคุม โดยปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์มีค่ามากที่สุดในวันที่ 0 ของการหมักและโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้มีค่ามากที่สุดในวันที่ 3 ของการหมัก ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนเป็นประโยชน์จะปลดปล่อยช้าและมีค่ามากที่สุดในวันที่ 35 ของการหมัก การทดลองที่ 2 กระทำในพื้นที่แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน ซึ่งประเมินปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินและความต้องการของพืชได้เท่ากับ 15 กก.N/ไร่, 0 กก.P_2O_5 /ไร่ และ 5 กก.K_2O/ไร่ เพื่อศึกษาผลของการจัดการดินด้วยวัสดุอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452 ตลอดจนศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (Randomized Complete Block Design ; RCRD) จำนวน 7 ตำรับการทดลอง กระทำ 3 ซ้ำ ดังนี้ ตำรับที่ 1 ไม่มีการจัดการ+ไม่ปลูกพืช ตำรับที่ 2 ตำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-0-5 ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 11.25-0-5 +มูลไก่ 3.75 กก.N/ไร่ ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 11.25-0-5 +มูลไก่ 3.75 กก.N/ไร่ +ปุ๋ยพืชสด ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 7.5-0-5 +มูลไก่ 7.5 กก.N/ไร่ และตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 7.5-0-5 +มูลไก่ 7.5 กก.N/ไร่+ปุ๋ยพืชสด ผลการทดลองพบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวและกลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีความสูงของต้นข้าวโพดสูงกว่าตำรับควบคุม ในส่วนของน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดนั้นพบว่ากลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีน้ำหนักแห้งมากกว่าตำรับปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และมากกว่าตำรับควบคุม ตำรับการทดลองที่มีผลผลิตมากที่สุดคือตำรับ

ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 11.25-0-5 + มูลไก่ 3.75 กก.N/ไร่ + ปุ๋ยพืชสด (T5) ซึ่งสอดคล้องกับประสิทธิภาพการให้ผลผลิตจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะที่ผิวดิน (0-15 ซม.) ของกลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีค่ามากกว่าตำรับแปลงดินเปล่าซึ่งไม่ปลูกพืชและไม่มีการใส่ปุ๋ย

คำสำคัญ: การจัดการดิน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยมูลไก่

คำนำ

การทำการเกษตรที่ถูกต้องถือเป็นหนึ่งในการอนุรักษ์ดิน ในการทำการเกษตรที่ถูกต้องจะประกอบด้วย การใช้ประโยชน์ที่ดิน การไถพรวน การจัดการอินทรียวัตถุ การจัดการปุ๋ย และการจัดการน้ำอย่างถูกต้องและเหมาะสม และการจัดการอินทรียวัตถุเข้ามามีบทบาทสำคัญในการทำเกษตร เนื่องจากได้มีการตระหนักถึงคุณค่าของอินทรียวัตถุที่มีประโยชน์ต่อสมบัติดินทั้งทางเคมี ชีวภาพ และกายภาพ ปัจจุบันมีการตื่นตัวในการนำวัสดุอินทรีย์มาใช้ในการเพิ่มธาตุอาหารพืชในดิน เพื่อลดต้นทุนการผลิตจากการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง วัสดุอินทรีย์เหลือใช้จึงเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถหาได้ง่ายในฟาร์มเกษตรกร หรือโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร ประกอบกับสามารถหาซื้อได้ในราคาถูก อย่างไรก็ตามวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ทุกชนิดควรได้รับการตรวจสอบความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในการทำการเกษตร ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษในดิน ตลอดจนประสิทธิภาพในการปรับปรุงดิน ดังนั้นการจัดการดินด้วยวัสดุอินทรีย์เพื่อการเกษตร นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นยิ่งในการเกษตรที่มีประสิทธิภาพและมุ่งเน้นให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าและยั่งยืน สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์นั้นเมื่อมีการใส่อย่างสม่ำเสมอ จะทำให้อินทรียวัตถุในดินสูงขึ้น นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดิน อย่างไรก็ตามเมื่อใส่วัสดุอินทรีย์ลงในดินต้องผ่านกระบวนการปลดปล่อยธาตุอาหาร(Mineralization) เพื่อปลดปล่อยธาตุให้ออกมาอยู่ในรูปอินทรีย์พืชจึงจะสามารถดูดใช้ได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) จันทร์จรัสและคณะ (2550) พบว่าไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาจากมูลโคขุนและมูลโคเลี้ยงปล่อยมีค่ามากที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 ของการหมักกับดินชุดดินน้ำพองที่ระดับความชื้นความจุสนาม (field capacity moisture) และมีค่าประมาณ 54 และ 43% ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และมูลโคขุนซึ่งปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินสูงกว่ามูลโคเลี้ยงปล่อยนั้น เมื่อนำไปหมักร่วมกับดินจะให้ผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้งสูงกว่ามูลโคเลี้ยงปล่อยจึงเป็นเหตุผลที่น่าสนใจและทำการศึกษาการปลดปล่อยปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ของดินที่หมักร่วมกับมูลไก่ และผลของการจัดการดินด้วยวัสดุอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน โดยการนำปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์มาใช้ร่วมกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 การทดลองคือ 1.ตรวจการหมักมูลไก่ในดินปลูกข้าวโพดในห้องปฏิบัติการ และ 2. ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดในแปลงทดลองปลูกพืชในแปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1. การทดลองในห้องปฏิบัติการ

1) แผนการทดลอง

ศึกษาการปลดปล่อยปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ของดินหมักร่วมกับมูลไก่ โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x8 Factorial Experiment in Completely Randomized Design มี 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 เป็นระยะเวลาของการหมัก

ดินร่วมกับมูลไก่ที่เวลา 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28 และ 35 วัน ปัจจัยที่ 2 เป็นอัตราของมูลไก่คือ 0 กก.N/ไร่, 3.75 กก.N/ไร่ และ 7.5 กก.N/ไร่ จำนวน 24 ตำรับการทดลอง กระทำ 3 ซ้ำ ทำโดยหมักมูลไก่ (3.75 กก.N/ไร่ และ 7.5 กก.N/ไร่) ร่วมกับดินปลูกข้าวโพด 200 กรัมที่ระดับความชื้นความจุสนามในขวดหมักที่ปิดฝาด้วย aluminum foil หมักที่อุณหภูมิห้อง

2) มูลไก่ที่ใช้ในการทดลอง

มูลไก่ จากภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ผ่านกระบวนการหมักเป็นเวลา 1 เดือน ซึ่งผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของมูลไก่ที่ใช้ในแปลงทดลอง (Table 1) พบว่า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ ($\leq$ 20) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ไม่เกิน 10 dS/m ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) มากกว่า 20% และมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 2% ตามเกณฑ์การขอขึ้นทะเบียนของกรมวิชาการเกษตร (2555)

Table 1 Chemical properties and nutrient contents of chicken manure.

Parameters	Values measured	Limitation *
pH 1:5	9.06	-
EC 1:10 (dS/m)	4.25	$\leq$ 10.0
C/N ratio	16.13	$\leq$ 20:1
Organic matter (%)	49.09	$\geq$ 20.0
total N (%)	1.55	$\geq$ 1.0
total P(%)	0.81	$\geq$ 0.5
total K (%)	2.66	$\geq$ 0.5

* Department of Agriculture (2009)

3) การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

เมื่อครบระยะเวลาในการหมักที่กำหนดจึงนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ NH_4-N และ NO_3-N และนำมารวมเป็นปริมาณไนโตรเจนเป็นประโยชน์ (available N) สกัดดินโดยใช้ 2N KCL และนำไปกลั่นหาปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรท (Gugino *et al*., 2009) วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ (available P) สกัดดินโดยใช้ Bray II และวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี colorimetry แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Sparks *et al*., 1996) วิเคราะห์โพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) สกัดดินโดยใช้ 1N NH_4CH_3COO ที่ pH 7 แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Sparks *et al*., 1996)

2. การปลูกข้าวโพดในแปลงทดลอง

1) เลือกพื้นที่ กำหนดขนาดและวางแบบแปลงทดลอง

เลือกพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนของดินไร่ในพื้นที่แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยกำหนดพื้นที่แปลงทดลองเป็น 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 3.75 x 4 ตารางเมตร ทางเดินระหว่างแปลงย่อยห่างกัน 0.75 เมตร ทางระหว่างซ้ำห่างกัน 2 เมตร

2) วิเคราะห์สมบัติดินก่อนนำมาใช้ในการทดลอง

สมบัติของดินที่วิเคราะห์คือ พีเอชดิน (Soil pH) วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (Sparks *et al*., 1996) ค่าการ

นำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (electrical conductivity of saturation water extract; EC_e) วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated extract) ด้วยเครื่อง electrical conductivity meter (Sparks *et al*., 1996) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter; OM) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ (available P) สกัดดินโดยใช้ Bray II และวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสโดย colorimetric method แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Sparks *et al*., 1996) ปริมาณโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) สกัดดินโดยใช้ 1N NH_4CH_3COO ที่ pH 7 แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Sparks *et al*., 1996) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity; CEC) สกัดดินโดยใช้ 1N. NH_4CH_3COO ที่ pH 7 แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Sparks *et al*., 1996) อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (base saturation percentage; %BS) ทำโดยวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนแคตไอออน (exchangeable K, Ca, Mg, Na) สกัดดินโดยใช้ 1N NH_4CH_3COO ที่ pH 7 แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (Sparks *et al*., 1996) และนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส และเนื้อดิน (soil texture) โดย pipet method (Sheldrick and Wang, 1993)

ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินในแปลงทดลองก่อนปลูก แสดงไว้ใน Table 2 เมื่อนำสมบัติดังกล่าวมาประเมินคุณภาพดิน (บัณฑิต และคำรณ, 2542) พบว่า ปฏิกิริยาของดินเป็นด่างเล็กน้อย สภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายดินอยู่ในระดับไม่เค็ม ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างอยู่ในระดับสูง และเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย จากค่าวิเคราะห์ดังกล่าวสรุปได้ว่าดินที่ใช้ทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (กองสำรวจดิน, 2523) และกำหนดปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ใส่จากค่าวิเคราะห์ดินและความต้องการของพืชคือ 15 กก.N/ไร่, 0 กก.P_2O_5/ไร่ และ 5 กก.K_2O/ไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

Table 2 Chemical and physical properties of the experimental soil before planting.

Soil properties	Values measured	Interpretation*
pH (1 : 1 soil : water)	7.76	Slightly base
EC_e (dS/m)	0.60	Non-saline
Organic matter (%	1.04	Low
Available P (mg/kg)	121.31	High
Exchangeable K (mg/kg)	94.30	High
Cation exchange capacity ($cmol_c$/kg)	5.95	Moderate
Base saturation percentage (%)	211.25	High
Texture[6/]	Sandy clay loam	-

*Land Development Department (1980)

3) แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ภายในกลุ่ม (Randomized Complete Block Design; RCRD) จำนวน 7 ตำรับการทดลอง กระทำ 3 ซ้ำ ดังนี้ ตำรับที่ 1 ดินเปล่าและไม่มีการใส่ปุ๋ย ตำรับที่ 2 ปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) ตำรับที่ 3 ถึง 7 มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทชในอัตรา 0 กก.P_2O_5/ไร่ และ 5 กก.K_2O/ไร่ โดยผันแปรอัตราปุ๋ยไนโตรเจนดังต่อไปนี้ ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรีย (46-0-0) ในอัตรา 15 กก.N/ไร่ ตำรับที่ 4 และ 5 ลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรียโดยจะใส่ในอัตรา 11.25 กก.N/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 3.75 กก.N/ไร่ ตำรับที่ 6 และ 7 ลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรียลงครึ่งหนึ่งโดยจะใส่ในอัตรา 7.5 กก.N/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่อัตรา 7.5 กก.N/ไร่ โดยตำรับที่ 5 และ 7 มีการบำรุงดินด้วยปอเทือง

4) การเตรียมดิน การปลูก และการปฏิบัติบำรุงรักษาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และพืชปุ๋ยสด (ปอเทือง)

4.1) ทำการไถดะ ไถพรวน และยกร่องปลูก ตามขนาดที่กำหนด คือ 3.75 x 4 ตารางเมตร และกำหนดตำรับการทดลองลงในแปลงย่อย โดยการสุ่มโดยสมบูรณ์ภายในกลุ่ม

4.2) ปลูกปอเทืองในตำรับการทดลองที่มีการปลูกปอเทืองโดยใช้ระยะปลูกระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร และระยะปลูกระหว่างแถว 75 เซนติเมตร เมื่อปอเทืองออกดอกได้ประมาณ 50% (60 วันหลังปลูก) สับกลบลงดินและปล่อยให้ย่อยสลาย 1 เดือน

4.3) ใส่ปุ๋ยมูลไก่ในกลุ่มตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ โดยโรยเป็นแถวรองพื้นก่อนปลูกข้าวโพด ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีทำได้แบ่งใส่ 2 ครั้ง ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) รองพื้นในปริมาณ 1/3N และใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) และครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) แต่งหน้าในปริมาณ 2/3N เมื่อข้าวโพดอายุ 30 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

4.4) ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในตำรับการทดลองที่ 2–7 พร้อมกัน โดยหยอดเมล็ดข้าวโพดหลุมละ 3 เมล็ด ใช้ระยะปลูกระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร และระยะปลูกระหว่างแถว 75 เซนติเมตร หลังจากนั้นประมาณ 14 วัน ทำการปลูกซ่อมและถอนแยกเหลือต้นที่แข็งแรงจำนวน 1 ต้นต่อหลุม

4.5) การดูแลรักษาโดยการให้น้ำตามร่อง ทุก 7 วัน และกำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน

5) การเก็บข้อมูล

5.1) การเก็บข้อมูลข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตโดยเก็บข้อมูลความสูงทุกๆ 14 วันและเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ 112 วัน และคำนวณหาประสิทธิภาพการให้ผลผลิต (agronomic efficiency) ซึ่งเป็นค่าหนึ่งที่บอกถึงประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารพืช ที่แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ย 1 หน่วยธาตุอาหารจะเพิ่มผลผลิตกี่หน่วย คำนวณจากสูตร A.E.= (Y2-Y1)/X โดยที่ Y1 คือผลผลิตที่ได้ในตำรับการทดลองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่), Y2 คือผลผลิตที่ได้ในตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย (กก./ไร่) และ X คืออัตราปุ๋ยที่ใช้ (กก.ธาตุ/ไร่) (Fageria, 2008)

5.2) การเก็บข้อมูลดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สมบัติของดินที่วิเคราะห์หลังการเก็บเกี่ยวพืชคือ พีเอชดิน (pH) ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (electrical conductivity of saturation water extract; EC_e) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter; OM) ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ (available P) ปริมาณโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) โดยเก็บข้อมูลที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 ซม. และ 15-30 ซม.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ผลของการทดลอง (Table 3) แสดงว่าปริมาณไนโตรเจนเป็นประโยชน์ของดินหมักร่วมกับ

มูลไก่มีค่าลดลงในช่วงแรกของการหมักจนถึงวันที่ 21 ของการหมัก หลังจากนั้นปริมาณไนโตรเจนเป็นประโยชน์จะสูงขึ้นเมื่อเวลาของการหมักนานขึ้น และมีค่ามากที่สุดในวันที่ 35 ของการหมัก โดยในดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 7.5 กก.N/ไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเป็นประโยชน์มากกว่าในดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 3.75 กก.N/ไร่ และมากกว่าตำรับควบคุม ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันของอัตรามูลไก่ ระยะเวลาในการหมัก และปฏิกิริยาสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 2 ต่อปริมาณไนโตรเจนเป็นประโยชน์ เช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ ที่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติของอัตรามูลไก่ ระยะเวลาในการหมัก และปฏิกิริยาสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 2 โดยในดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 7.5 กก.N/ไร่ มีปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์มากกว่าในดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 3.75 กก.N/ไร่ และมากกว่าตำรับควบคุม และมีค่ามากที่สุดวันที่ 0 ของการหมัก ปริมาณโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้พบว่าในดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 7.5 กก.N/ไร่ มีค่ามากกว่าในดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 3.75 กก.N/ไร่ และมากกว่าตำรับควบคุม และมีค่ามากที่สุดวันที่ 3 ของการหมักจากผลการทดลองข้างต้นพบว่าการเพิ่มอัตราของมูลไก่ในการหมักร่วมกับดิน จะส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารที่ปลดปล่อยออกมาเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของธนพัฒน์และคณะ (2552) พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดินหมักร่วมกับมูลสัตว์มีค่าสูงขึ้นเมื่อเวลาของการหมักนานขึ้น และมีค่ามากที่สุดในสัปดาห์ที่ 5 ของการหมัก โดยในมูลม้าและมูลแกะมีค่าเท่ากับ 89.49 และ 88.13 มก.N/กก. ตามลำดับ และมากกว่าในมูลกระบือและมูลแพะซึ่งมีค่าเท่ากับ 81.01 และ 80.60 มก.N/กก. ตามลำดับ จากนั้นจึงมีค่าลดลง ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันของชนิดมูลสัตว์ ระยะเวลาในการหมัก และปฏิกิริยาสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 2 ต่อปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์

Table 3 The release of available N, available P and exchangeable K from soil incorporated with fermented chicken manure 0 kgN/rai (control), 3.75 kgN/rai and 7.5 kgN/rai on 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28 and 35 days of incubation.

Factor	Experiments	Available N (mg/kg)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
Rates (kg/rai)	control	1,197.85 C	136.79 C	145.79 C
	3.75	4,784.29 B	158.54 B	181.02 B
	7.5	6,053.74 A	192.06 A	205.57 A
	F-test	**	**	**
Time (days)	0	4,868.33 ab	190.00 a	187.58 b
	3	4,202.86 b	168.49 b	234.17 a
	5	4,323.99 ab	154.39 c	182.59 bc
	7	2,724.72 c	158.87 bc	174.86 cd
	14	2,174.64 c	141.46 d	159.84 e
	21	2,676.27 c	162.12 bc	160.67 e
	28	4,885.30 ab	156.14 c	163.99 de
	35	5,197.51 a	160.55 bc	175.29 cd
	F-test	**	**	**
	CV (%)	64.78	16.56	15.57
Interaction	F-test	**	**	**

Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly ($p>0.05$)

** = highly significant at $p < 0.01$

2. ผลการทดลองปลูกพืชในแปลงทดลอง

2.1) การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เมื่อตรวจความสูงของต้นข้าวโพดจาก 14-112 วัน ผลการทดลองใน Figure 1 แสดงว่าต้นข้าวโพดสูงขึ้นจนสูงที่สุดในวันที่ 56 และพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของตำรับการทดลองต่อความสูงของข้าวโพดในทุกอายุที่ทำการตรวจวัด โดยตำรับควบคุม (T2) มีความสูงน้อยที่สุด ส่วนตำรับการทดลองที่เหลือพบว่า ที่อายุ 14 วัน ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลไก่และปุ๋ยพืชสด (T5 และ T7) มีความสูงมากที่สุด ในขณะที่ตำรับที่ 3 คือ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว มีความสูงน้อยที่สุด และที่อายุ 28 วัน ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลไก่และปุ๋ยพืชสด (T5 และ T7) และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลไก่ (T6) มีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีความสูงใกล้เคียงกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T3) และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลไก่ (T4) แต่เมื่อข้าวโพดมีอายุ 42, 56, 70, 84, 96 และ 112 วัน พบว่า ในทุกตำรับการทดลองมีความสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (T2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะช่วงเวลาของการหมักที่พบในการทดลองที่ 1 ว่ามีปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์สูงที่สุดที่ 5 สัปดาห์ของการหมักดินกับมูลไก่ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดดีที่สุด สอดคล้องกับงานทดลองของจันทร์จรัสและคณะ (2550) ที่พบว่าช่วงเวลาของการหมักที่มีการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์สูงจะให้การเจริญเติบโตและผลผลิตพืชสูงด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T4, T5, T6 และ T7) กับตำรับที่มีการใส่

ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T3) พบว่า ให้ความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าตำรับควบคุมซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยมีการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยกว่ากลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย ได้มีการนำเสนอผลของการใส่มูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีโดย Tuivavalagi and Silva (1996) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินออกซิโซลส์ ที่ Hawaii โดยใช้ปุ๋ยเคมี (200 kgN, 200 kgP, 100 kgK, 15 kgZn, 5 kgB และ 2.5 kgCu/ha) เพียงอย่างเดียว และใช้ร่วมกับมูลไก่สดอัตรา 16.82 ตันต่อเฮกตาร์ พบว่าการเพิ่มปุ๋ยมูลไก่ให้ผลแตกต่างทางสถิติ โดยทำให้ความสูงของข้าวโพดเพิ่มมากขึ้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยรองพื้นทั้งในรูปปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ ส่งผลที่ดีต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวโพดและการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในสัดส่วนที่เหมาะสมสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวโพดได้ทัดเทียมหรือดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี แต่ทั้งนี้อาจต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตในแต่ละครั้งของการปลูกด้วย

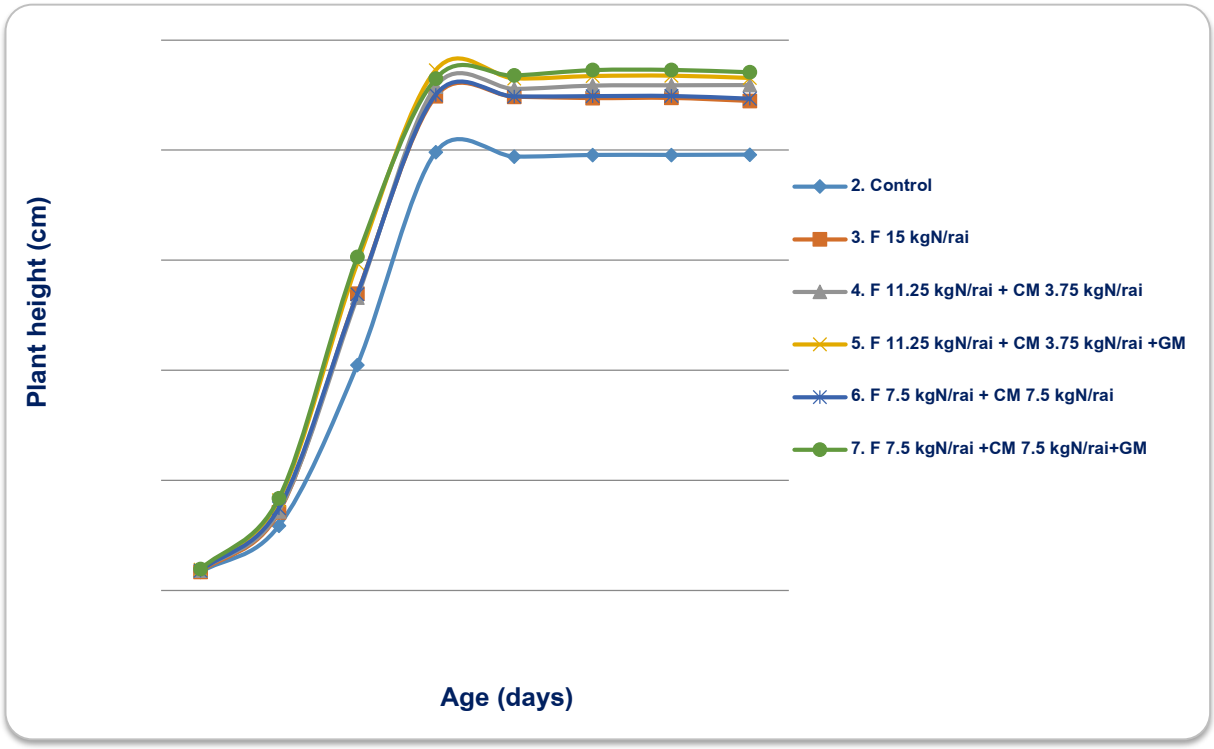

Figure 1 Height of Field Corn cv. Suwan 4452 as affected by treatments

F = chemical fertilizer; CM = chicken manure; GM = green manure

Figure 2 แสดงว่า ผลของตำรับการทดลองต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยวฝักแล้ว มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตำรับควบคุม (T2) มีน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดน้อยที่สุด (1,393.67 กก./ไร่) และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 11.25 กก.N/ไร่ ร่วมกับมูลไก่ 3.75 กก.N/ไร่ และปุ๋ยพืชสด (T5) มีน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดสูงที่สุด (2,665.00 กก./ไร่) เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในกลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T4, T5, T6 และ T7) เปรียบเทียบกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T3) พบว่า กลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T4, T5, T6 และ T7) มีน้ำหนักแห้งสูงกว่าตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี (T3) เพียงอย่าง

เดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลของการใส่มูลสัตว์มีนำเสนอไว้ในงานทดลองของ Hakim (2002) ซึ่งศึกษาการใช้อินทรียวัตถุในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดในดินอุลติโซลส์ พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 75 กรัมต่อกระถางให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุด และการดูดใช้ฟอสฟอรัสจากปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้มาจากปุ๋ยของข้าวโพดมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ Ghosh *et al*. (2010) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอก มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น เนื่องจากปุ๋ยคอกเมื่อสลายตัวแล้วจะให้ organic ligand จึงช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่อพืช

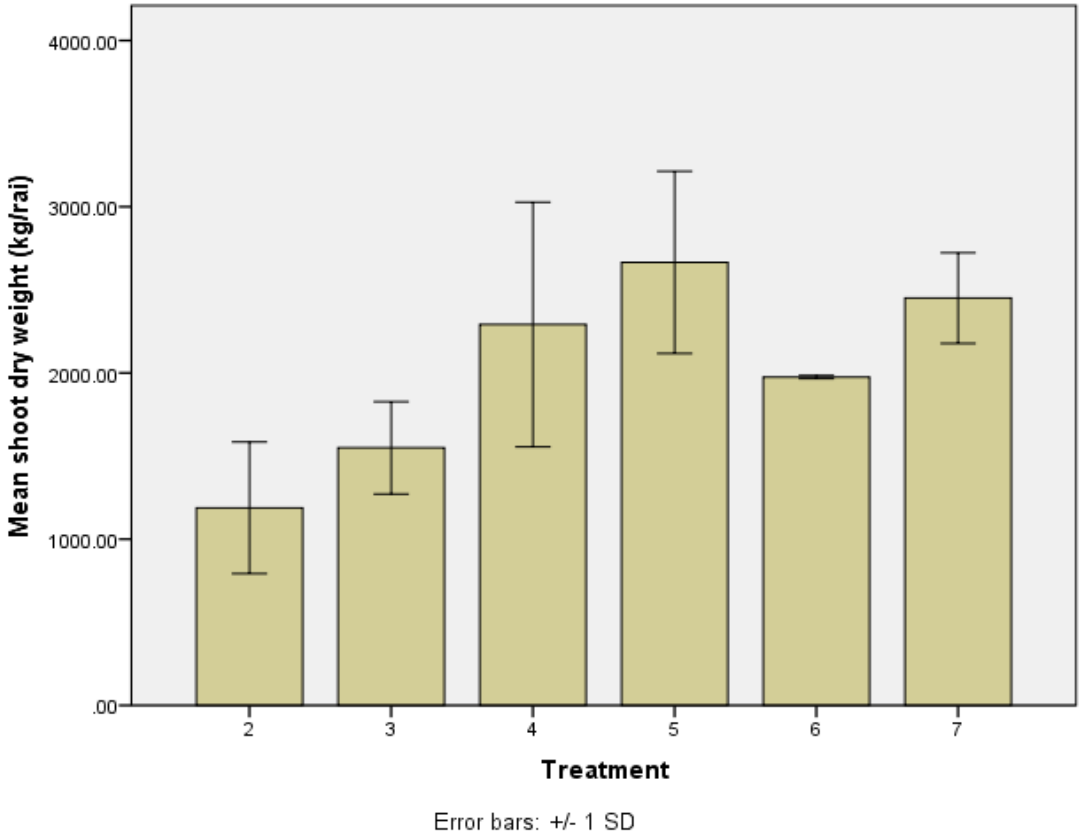

Figure 2 Mean shoot dry weight after harvesting as affected by treatments

2.2) องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สำหรับผลของตำรับปุ๋ยต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้แสดงไว้ใน Table 4 และ Table 5 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของตำรับการทดลองพบว่า จำนวนฝักต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติ โดยในทุกตำรับการทดลองมีจำนวนฝัก 1 ฝัก/ต้น แต่พบความแตกต่างทางสถิติของ จำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T3) และกลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (T4, T5, T6 และ T7) มีจำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าตำรับควบคุม (T2) และพบว่า น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ด มีความแตกต่างทางสถิติ โดยตำรับควบคุม (T2) มีน้ำหนักน้อยที่สุด และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 11.25 กก.N/ไร่ ร่วมกับมูลไก่ 3.75 กก.N/ไร่ และปุ๋ยพืชสด (T5) มีน้ำหนักมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลของสมบัติทางเคมีของดินหลังปลูก ซึ่งพบว่า กลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ย

อินทรีย์มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยเฉพาะที่ผิวดิน (0-15 ซม.) สูงกว่าตำรับแปลงดินเปล่าซึ่งไม่ได้ปลูกพืชและไม่มีการใส่ปุ๋ย ในตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่เหมือนกันแต่มีการปลูกพืชปุ๋ยสดร่วมด้วยจะให้ผลผลิตที่ดีกว่ากลุ่มตำรับที่ไม่ปลูกพืชปุ๋ยสด อาจเป็นผลกระทบจากปัจจัยทางฟิสิกส์ และชีวภาพของดินบริเวณรอบรากพืชที่เกิดจากรากของพืชปุ๋ยสด ซึ่งกมลาภา (2549) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดมีแนวโน้มทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารสูงกว่าการใช้ยูเรียและไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจน ปริมาณจุลินทรีย์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์เชิงบวก และมีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงสุดระหว่างวันที่ 7-14 วัน

Table 4 Yield components after harvesting as affected by treatments.

Treatments	Ear number/stem	Grain number/ear	100 grain weight (g)
1. Follow	-	-	-
2. Control	1	420.67 c	23.33 c
3. F 15 kgN/rai	1	525.67 ab	29.00 ab
4. F 11.25 kgN/rai + CM 3.75 kgN/rai	1	551.00 ab	30.33 a
5. F 11.25 kgN/rai + CM 3.75 kgN/rai + GM	1	511.33 b	30.67 a
6. F 7.5 kgN/rai + CM 7.5 kgN/rai	1	569.67 ab	26.33 bc
7. F 7.5 kgN/rai +CM 7.5 kgN/rai + GM	1	602.00 a	30.33 a
f-test	ns	**	**
%CV	0	12.77	10.96

F = chemical fertilizer; CM = chicken manure; GM = green manure

Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly (p>0.05)

ns = nonsignificant at p < 0.05

** = highly significant at p < 0.01

Table 5 Ear weight, ear without husk weight, husk and cob weight and grain weight after harvesting as affected by treatments.

Treatments	Weight (kg/rai)			
	Ear	Ear without husk	Husk and cob	Grain
1. Follow	-	-	-	-
2. Control	1,368.00 d	1202.33 d	166.00 c	1,021.00 c
3. F 15 kgN/rai	2,063.00bc	1802.33 bc	261.00 b	1,553.67 b
4. F 11.25 kgN/rai + CM 3.75 kgN/rai	2,324.33ab	1995.33 ab	329.00 a	1,697.00 ab
5. F 11.25 kgN/rai + CM 3.75 kgN/rai + GM	2,529.33 a	2188.67 a	340.67 a	1,876.67 a
6. F 7.5 kgN/rai + CM 7.5 kgN/rai	1,976.33 c	1687.00 c	289.33 ab	1,499.33 b
7. F 7.5 kgN/rai +CM 7.5 kgN/rai + GM	2,385.00 ab	2061.67 ab	323.33 a	1,781.33 a
f-test	**	**	**	**
%CV	19.77	19.55	23.66	19.35

F = chemical fertilizer; CM = chicken manure; GM = green manure

Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly (p>0.05)

** = highly significant at p < 0.01

2.3) ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของธาตุไนโตรเจนในการให้ผลผลิต (Table 6) พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 11.25 กก.N/ไร่ ร่วมกับมูลไก่ 3.75 กก.N/ไร่ และปุ๋ยพืชสด (T5) มีประสิทธิภาพของธาตุไนโตรเจนในการให้ผลผลิตสูงที่สุดเท่ากับ 57.03 และตำรับควบคุมมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.00 เมื่อพิจารณาตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับกลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 11.25 กก.N/ไร่ ร่วมกับมูลไก่ 3.75 กก.N/ไร่ และปุ๋ยพืชสด (T5) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 7.5 กก.N/ไร่ ร่วมกับมูลไก่ 7.5 กก.N/ไร่ และปุ๋ยพืชสด (T7) และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 11.25 กก.N/ไร่ ร่วมกับมูลไก่ 3.75 กก.N/ไร่ (T4) มีประสิทธิภาพของธาตุไนโตรเจนในการให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15 กก.N/ไร่ เพียงอย่างเดียว และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 7.5 กก.N/ไร่ ร่วมกับมูลไก่ 7.5 กก.N/ไร่ (T6) ซึ่งมีประสิทธิภาพของธาตุไนโตรเจนในการให้ผลผลิตน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกปุ๋ยพืชสดร่วมด้วยมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตจากธาตุไนโตรเจนนั้นเพิ่มขึ้น ในขณะที่การเพิ่มอัตราปุ๋ยมูลไก่นั้นมีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตจากธาตุไนโตรเจนนั้นลดลง

Table 6 Agronomic efficiency of N fertilizer

Treatments	Agronomic efficiency of N fertilizer (kg corn grain/kgN
1. Follow	-
2. Control	0
3. F 15 kgN/rai	35.50
4. F 11.25 kgN/rai + CM 3.75 kgN/rai	45.06
5. F 11.25 kgN/rai + CM 3.75 kgN/rai + GM	57.03
6. F 7.5 kgN/rai + CM 7.5 kgN/rai	31.86
7. F 7.5 kgN/rai +CM 7.5 kgN/rai + GM	50.65

F = chemical fertilizer; CM = chicken manure; GM = green manure

2.4) สมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยว

ผลของตำรับการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยว ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. (Table 7) จากทุกตำรับการทดลอง พบว่า ค่าพีเอชของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ และปริมาณอินทรียวัตถุไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 11.25 กก.N/ไร่ ร่วมกับมูลไก่ 3.75 กก.N/ไร่ และปุ๋ยพืชสด (T5) มีค่าสูงที่สุด และ

โพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 7.5 กก.N/ไร่ ร่วมกับมูลไก่ 7.5 กก.N/ไร่ และปุ๋ยพืชสด (T7) มีค่าสูงที่สุด และผลของตำรับการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยว ที่ระดับความลึก 15-30 (Table 8) พบว่า ค่าพีเอชของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์และโพแทสเซียม

แลกเปลี่ยนได้ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากผลการทดลองข้างต้น พบว่า กลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเฉพาะที่ผิวดิน (0-15 ซม.) สูงกว่าตำรับแปลงดินเปล่าซึ่งไม่ได้ปลูกพืชและไม่มีการใส่ปุ๋ย

Table 7 Chemical properties of the experimental soil after harvesting of 0-15 cm depth.

Treatments	Chemical properties (Depth 0-15 cm)				
	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	OM (%)	Available.P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
1. Follow	7.59	0.19	1.12	124.22 c	90.73 d
2. Control	7.71	0.21	1.04	125.24 c	118.79 bc
3. F 15 kgN/rai	7.73	0.19	1.04	138.40 abc	114.51 c
4. F 11.25 kgN/rai + CM 3.75 kgN/rai	7.79	0.20	1.07	129.05 abc	129.48 bc
5. F 11.25 kgN/rai + CM 3.75 kgN/rai + GM	7.54	0.20	1.05	126.72 bc	137.17 b
6. F 7.5 kgN/rai + CM 7.5 kgN/rai	7.59	0.21	1.11	140.25 a	137.42 b
7. F 7.5 kgN/rai +CM 7.5 kgN/rai + GM	7.46	0.23	1.07	138.16 ab	157.98 a
f-test	ns	ns	ns	*	*
%CV	2.74	13.37	6.02	6.03	17.75

F = chemical fertilizer; CM = chicken manure; GM = green manure

Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly (p>0.05)

ns = nonsignificant at $p < 0.05$

* = highly significant at $p < 0.05$

Table 8 Chemical properties of the experimental soil after harvesting of 15-30 cm depth.

Treatments	Chemical properties (Depth 15-30 cm)				
	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	OM (%)	Available.P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
1. Follow	7.5	0.19	0.98	121.5	84.57
2. Control	7.65	0.17	1.05	134.01	113.16
3. F 15 kgN/rai	7.84	0.19	1.03	132.66	101.08
4. F 11.25 kgN/rai + CM 3.75 kgN/rai	7.75	0.16	1.06	126.28	105.36
5. F 11.25 kgN/rai + CM 3.75 kgN/rai + GM	7.5	0.17	0.96	130.42	112.79
6. F 7.5 kgN/rai + CM 7.5 kgN/rai	7.56	0.20	1.03	129.6	110.09
7. F 7.5 kgN/rai +CM 7.5 kgN/rai + GM	7.48	0.21	1.08	128.48	125.86
f-test	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	2.61	16.45	7.83	4.76	15.23

F = chemical fertilizer; CM = chicken manure; GM = green manure

Mean values on the same column with the same letters do not differ significantly (p>0.05)

ns = nonsignificant at $p < 0.05$

สรุปผลการทดลอง

จากการตรวจสอบปริมาณไนโตรเจนเป็นประโยชน์ ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินหมักร่วมกับมูลไก่

ที่ระดับความชื้นความจุสนามที่เวลาต่างๆ ของการหมักพบว่า ดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 7.5 กก.N/ไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเป็นประโยชน์มากกว่าในดินหมักร่วมกับมูลไก่อัตรา 3.75 กก.N/ไร่ และมากกว่าตำรับควบคุม และพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้จะปลดปล่อยออกมาทันทีหลังการหมัก โดยปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์มีค่ามากที่สุดในวันที่ 0 ของการหมักและโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้มีค่ามากที่สุดในวันที่ 3 ของการหมัก ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนเป็นประโยชน์จะปลดปล่อยช้าและมีค่ามากที่สุดในวันที่ 35 ของการหมัก

ผลการจัดการดินด้วยวัสดุอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวและกลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีความสูงของต้นข้าวโพดสูงกว่าตำรับควบคุม ในส่วนของน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดนั้นพบว่ากลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีน้ำหนักแห้งมากกว่าตำรับปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และมากกว่าตำรับควบคุม ตำรับการทดลองที่มีผลผลิตมากที่สุดคือตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 11.25-0-5 กก./ไร่ ร่วมกับมูลไก่ 3.75 กก.N/ไร่ และปุ๋ยพืชสด (T5) ซึ่งสอดคล้องกับประสิทธิภาพการให้ผลผลิตจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน หลังเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะที่ผิวดิน (0-15 ซม.) ของกลุ่มตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีค่ามากกว่าตำรับแปลงดินเปล่าซึ่งไม่ปลูกพืชและไม่มีการใส่ปุ๋ย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยโครงการภาคีบัณฑิตฯ จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

กมลาภา วัฒนประพัฒน์. 2549. ผลของปุ๋ยพืชสดตระกูลถั่วต่อสมบัติทางเคมีและชีวภาพของดินและผลผลิตข้าวโพดหวานในชุดดินปากช่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. การจัดการอินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2555. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง การขอขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียน การขอแก้ไขรายการทะเบียน และการแก้ไขรายการทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2555. 6 มีนาคม 2555.

กองสำรวจดิน. 2523. คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการเล่มที่ 28 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ การเกษตร, กรุงเทพฯ. 70 น.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 น.

จันทร์จรัส วีรสาร, อรุณศิริ กำลัง และวรรณา ปลื้มพวก. 2550. ผลของการปลดปล่อยไนโตรเจนจากมูลโคขุนและมูลโคเลี้ยงปล่อยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง. วิทยาสารกำแพงแสน สาขาพืช 5 (3): 19-26.

ธนพัฒน์ ปลื้มพวก, อรุณศิริ กำลัง, จันทร์จรัส วีรสาร และปิยมาภรณ์ เจริญสุข. 2552. ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า, น. 574-582. *ใน* การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1, 23-24 เมษายน 2552. ณ อาคารศูนย์มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

บัณฑิต ตันศิริ และคำรณ ไทรฟัก. 2542. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 65 น.

Fageria, N.K., 2008. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Press, Boca Raton. 430 p.

Ghosh, S., B. Wilson, S.K. Ghoshal, N.Senapati and B. Mandal. 2010. Management of soil quality and carbon sequestration with long-term application of organic amendments. pp.146-149. *In* World Congress of Soil Science,19th Brisbane, Australia.

Gugino, B.K., O.J. Idowu, R.R. Schindelbeck, H.M. van Es, D.W. Wolfe, B.N. Moebius-Clune, J.E. Thies, and G.S. Abawi. 2009. Cornell Soil Health Assessment Training Manual. Colledge of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, New York.

Hakim, N. 2002. Organic matter for increasing P-fertilizers use efficiency of maize in Ultisols by using 32P technique, 221:1-8. World Congress of Soil Science, 17th Thailand.

Sheldrick, B.H. and C. Wang. 1993. Particle size distribution, pp. 499-511. *In* M.R. Carter, eds. Soil Sampling and Methods of Analysis. Lewis Publishers.

Sparks D.L., A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soluanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E.Sumner. 1996. Method of Soil Analysis Part 3 Chemical Method. Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy and Inc., Madison,Wisconsin, U.S.A.

Tuivavalagi, N.S. and J.A. Silva. 1996. The effect of chicken manure and inorganic fertilizers on soil properties and the growth and yield of maize *(Zea mays)* grown on Hawaiian Oxisol. Journal of South Pacific Agriculture. 3:1 – 2.

Walkley, A and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37: 29–38.

Received 23 April 2015
Accepted 22 July 2015