ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน
Effect of storage time on quality of vermicompost

ณัฏฐ์ชยธร ขัตติยะพุฒิเมธ [1, 2] และ ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย [1, 2*]
Natchayathon Khattiyaphutthimet [1, 2] and Chuleemas Boonthai IWAI [1, 2*]

บทคัดย่อ

เกษตรอินทรีย์ เป็นระบบเกษตรที่ไม่ใช้สารเคมี มุ่งเน้นการใช้อินทรียวัตถุ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเป็นอีกหนึ่งทางเลือก เนื่องจากมีคุณสมบัติช่วยให้โครงสร้างของดินดีขึ้น มีกรดฮิวมิก ซึ่งสามารถกักเก็บธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ ซึ่งในระหว่างการเก็บรักษา คุณภาพของปุ๋ยอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษา (0, 3, 6, 12, 18 และ 24 เดือน) ต่อสมบัติของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ซึ่งปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ศึกษาได้จากไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ให้ ผัก : ดิน : มูลโค : ขี้เถ้า เป็นอาหารในอัตราส่วน 4 : 3 : 2 : 1 จากผลการทดลองพบว่า คุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ยังคงมีประสิทธิภาพดี คือ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (6.52) ค่าการนำไฟฟ้า (4.88 dS/m) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร และมีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองสูงสุด คือ ไนโตรเจน 0.88% ฟอสฟอรัส 1.83% โพแทสเซียม 0.54% แคลเซียม 2.54% แมกนีเซียม 0.46% ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรีย เชื้อราและแอคติโนมัยซีท มีค่า 73.83×10^4, 21.18×10^2 และ 19.55×10^2 cfu/g ตามลำดับ และพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 6 เดือน ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ปริมาณจุลินทรีย์ และค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลง ค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้น จะเห็นได้ว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาส่งผลให้คุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปลี่ยนแปลงไป

Abstract

Organic farming is an agriculture system that relies on using organic substance such as vermicompost.

คำสำคัญ: คุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน, ระยะเวลาการเก็บรักษา, ไส้เดือนดิน

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร สาขาปฐพีศาสตร์และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
[1] Department of Plant Sciences and Agricultural Resources, Soil Science and Environment Division, Faculty of Agriculture, KhonKaen University, Khonkaen Thailand 40002
[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการบริการจัดการทรัพยากรน้ำบูรณาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
[2] Integrated Water Resource Management Research and Development Center in Northeast Thailand, 40002
[*] Corresponding author : chuleemas1@gmail.com, chulee_b@kku.ac.th

Application of vermicompost improves the soil structure and it comprises humic acid which stores nutrient for plant growth. However, during storage the vermicompost, it's quality might change. The aim of this study was to investigate the changes in the properties of the vermicompost when stored after 0, 3, 6, 12, 18 and 24 months. The vermicompost used in this study came from the Eudrilus eugeniae composting worms, fed with vegetable, soil, cow manure, and ashes of 4:3:2:1 ratio. The results found that storage times affected on the properties of vermicompost. The results found that the quality of vermicompost stored for 3 months at room temperature was still in efficiency. The pH 6.52, electrical conductivity 4.88 were all meet the standard of the organic fertilizer. The nutrients contained 0.88% of nitrogen, 1.83% of phosphorus, 0.54% potassium, 2.54% of calcium, 0.46% magnesium and the bacteria, fungi and actinomycetes were found $73.83x10^4$, $21.18x10^2$ and $19.55x10^2$ cfu/g respectively. After 6 months, trend of the macronutrient, micronutrient elements, electrical conductivity and microorganism decreased but trend of the pH increased. Therefore, storage time affect the quality of vermicompost.

Kewords: Vermicomposting quality, Storage time, Earthworm

บทนำ

เกษตรอินทรีย์ (organic farming) เป็นระบบการปลูกพืชที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม เป็นระบบการผลิตพืชที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช มุ่งเน้นการใช้อินทรียวัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเป็นอีกหนึ่งทางเลือก ซึ่งการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (vermicomposting) เป็นกระบวนการทางเทคโนโลยีอย่างง่ายของส่วนผสมอินทรีย์ โดยใช้ไส้เดือนดินในการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของของเสียและผลิตสารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชออกมา (ชุลีมาศ และคณะ, 2554) อย่างไรก็ตาม เมื่อระยะเวลาที่ผ่านไป คุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินย่อมเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน โดยปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ได้แก่ แหล่งอาหารของไส้เดือนดิน เช่น กากของเสียจากครัวเรือน ของเสียที่เป็นสารอินทรีย์จากอุตสาหกรรมการเกษตร (ณัฐกิตติ์, 2558; นันทวุติ และคณะ, 2554; รัชนีและคณะ, 2555) เศษพืชผัก มูลของเสียต่างๆ จากฟาร์มปศุสัตว์ กากตะกอนน้ำเสีย (Surthar, 2010; Suthar *et al*., 2012; Singh *et al*., 2010; Negi and Suthar, 2013; Suthar *et al*., 2014; Suthar, 2009; Iwai *et al*., 2013) Norman และคณะ (2007) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแหล่งอาหารจาก 3 แหล่งเพื่อนำมาผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ได้แก่ ปุ๋ยมูลวัวควาย ของเสียจากอาหาร และของเสียจากกระดาษ พบว่า ปุ๋ยหมักที่ได้จากแต่ละแหล่งอาหารจะมีปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกัน วิธีการเก็บรักษาปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน การเก็บรักษามีผลต่อคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

โดยณัฏฐิรา (2558) ได้ศึกษาผลของภาชนะบรรจุ ได้แก่ ถุงดำ ถุงพลาสติกใส และถุงปุ๋ยพลาสติก ปิดปากถุงและเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่าการเก็บรักษาปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน โดยถุงปุ๋ยพลาสติกทำให้ปุ๋ยมีคุณสมบัติทางเคมี และปริมาณจุลินทรีย์ดีที่สุด ณัฏฐิรา (2558) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในระหว่างการเก็บรักษา โดยปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ใช้ในการศึกษาได้จากไส้เดือนดินสายพันธุ์ *E.eugeniae* ให้ กากมัน: ดิน:มูลไก่ เป็นอาหาร ในอัตราส่วน 7:2:1 พบว่าผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา (0, 3, 6, 9 และ 12 เดือน) ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและปริมาณจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน พบว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เก็บรักษาเป็นเวลานาน 6 เดือนยังคงมีประสิทธิภาพดี คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ และมีปริมาณธาตุอาหารสูงสุด คือ ไนโตรเจนทั้งหมด 0.60% โพแทสเซียม 1.30% แคลเซียม 1.10% และแมกนีเซียม 0.44% ปริมาณเชื้อราสูงสุด คือ 22.00×10^3 cfu/g และยังคงพบแบคทีเรียและแอคทีโนมัยซีส เท่ากับ 11.33×10^3 cfu/g และ 1.67×10^3 cfu/g ตามลำดับ ซึ่งการศึกษาผลของเวลาในการเก็บรักษาต่อคุณภาพของมูลไส้เดือนดินยังคงมีไม่มากนัก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ใช้ปุ๋ยมูลวัวเป็นอาหารที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 0, 3, 6, 12, 18 และ 24 เดือน

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษารายละเอียดของข้อมูลตัวอย่างปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน จากกระบวนการทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินของศูนย์การเรียนรู้และพัฒนาไส้เดือนดินเพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คัดเลือกและสุ่มตัวอย่างปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ซึ่งเป็นปุ๋ยจากการหมัก ผัก ดิน มูลวัวและขี้เถ้า ในอัตราส่วน 4:3:2:1 โดยใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *E.eugeniae* ที่ระยะการจัดเก็บเป็นเวลา 0, 3, 6, 12, 18 และ 24 เดือน ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัมในถุงพลาสติกปิดปากถุง จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและชีวภาพ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี LSD (Least Significant Difference)

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

การศึกษาสมบัติทางเคมีบางประการดำเนินการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการ บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) สาขาขอนแก่น ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง วิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย pH meter ใช้อัตราส่วนของปุ๋ยต่อน้ำ 1:2 ค่าการนำไฟฟ้าอัตราส่วนของปุ๋ยต่อน้ำ 1:10 วัดโดยเครื่อง electrical conductivity meter

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ใช้ Kjeldahl method ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P_2O_5) วิเคราะห์โดย Spectrophotometric molybdovanadophosphate method (AOAC 2000) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O) ปริมาณแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) วิเคราะห์โดยย่อยตัวอย่าง เช่นเดียวกับการหาปริมาณโพแทสเซียม และวัดด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma emission spectrometer (AOAC 2000)

การวิเคราะห์ทางชีวภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

ชั่งตัวอย่างปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจำนวน 10 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ที่มีน้ำกลั่นปลอดเชื้อปริมาตร 90 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่องปั่นแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน ทำการเจือจางน้ำตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ให้มีความเจือจาง 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} (Wu *et al*., 2004)

แบคทีเรีย

นำสารละลายที่ได้ ไป pour plate technique ในอาหารเลี้ยงเชื้อ soil extract agar ทำการเจือจางความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน นับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

แอคติโนมัยซีท

นำสารละลายที่ได้ ไป pour plate technique ในอาหารเลี้ยงเชื้อ actinomyces agar ทำการเจือจางความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน นับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

เชื้อรา

นำสารละลายที่ได้ ไป spread plate technique บนอาหารเลี้ยงเชื้อ rose Bengal-streptomycin agar ที่มีการเติมยาปฏิชีวนะ streptomycin ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการเจือจางความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-7 วัน นับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและชีวภาพที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ระยะเวลาการเก็บรักษา คือ 0, 3, 6, 12, 18 และ 24 เดือน ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมี (Table 1) มีสมบัติทางชีวภาพ (Table 2) จากการศึกษาพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงใน 3 เดือนแรก เนื่องจากการเกิดกรดขึ้นในระหว่างกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification) (Andy, 2012; ณัฏฐิรา, 2558) นอกจากนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลง อาจเกิดจากการที่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตโดยการสร้างกรดแล้วปลดปล่อยออกมา ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฟอสฟอรัสที่มีมากขึ้นในช่วง 3 เดือนแรกของการเก็บรักษา จากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างจะเพิ่มขึ้นในช่วงการเก็บรักษา 6-24 เดือน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Andy (2012) ที่ได้ทำการศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในช่วง 3 เดือนแรก และมีแนวโน้มที่ลดต่ำลง ปริมาณไนโตรเจนมีปริมาณสูงขึ้นในเดือนที่ 3 และมีแนวโน้มต่ำลง เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการ nitrification ส่งผลกระทบอย่างมาก

ต่อความเข้มข้นของธาตุอาหาร โดยกระบวนการ nitrification จะเปลี่ยนรูปแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมดให้เป็นไนเตรทซึ่งจะสร้างกรดขึ้น ส่งผลให้ค่า pH ลดลง เมื่อ pH ลดลงจะทำให้ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น อินทรียวัตถุเมื่อมีการสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์จะทำให้ปริมาณธาตุอาหารมีมากขึ้น ในขณะที่กิจกรรมของจุลินทรีย์ทำให้ธาตุอาหารบางชนิด เช่น ฟอสฟอรัสที่ละลายได้ถูกใช้ไป และถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่สกัดได้น้อยลง

ปริมาณของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองสูงขึ้น เนื่องจากกระบวนการ mineralization ซึ่งเป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์เปลี่ยนรูปสารประกอบอินทรีย์ให้เป็นสารประกอบอนินทรีย์ (ณัฏฐิรา, 2558) และเมื่อเวลาผ่านไปจะมีปริมาณที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Harit *et al*., (2014) ในการศึกษาผลของการจัดเก็บต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะลดลง ปริมาณไนโตรเจนลดลงถึง 49% ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมลดลงมากกว่า 75% และพบว่าปริมาณธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของมูลไส้เดือนดินจะเปลี่ยนไปโดยปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชยังคงอยู่ แต่เมื่อระยะเวลาการจัดเก็บนานขึ้น ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะมีปริมาณน้อยลง

ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางชีวภาพ พบว่าปริมาณแบคทีเรียมีแนวโน้มสูงขึ้นจากระยะเวลา 0-12 เดือน แล้วจึงมีแนวโน้มลดลง ปริมาณแบคทีเรียสูงที่สุดที่ระยะเวลาการจัดเก็บ 12 เดือน คือ 252.50×10^4 cfu/g ปริมาณแอคติโนมัยซิสสูงสุดที่ระยะ 0 และ 3 เดือน คือ 43.75×10^2 cfu/g ปริมาณเชื้อราสูงสุดที่ระยะ 0 เดือน คือ 31.00×10^2 cfu/g โดยปริมาณแบคทีเรีย เชื้อรา และแอคติโนมัยซิสมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้การเจริญเติบโตและการเพิ่มประชากรของจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ ปัจจัยด้านปริมาณและความเป็นประโยชน์ของอาหาร กับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ ปกติปัจจัยด้านอาหารมักเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีศาสตร์, 2548) ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีลักษณะเป็นวัสดุพรุน มีน้ำ อากาศและอาหารที่เป็นปัจจัยต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ นอกจากคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) แล้ว ธาตุอาหารอื่นที่จุลินทรีย์ต้องใช้มาก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ซัลเฟอร์ (S) และฟอสฟอรัส (P) ในขณะที่ธาตุอาหาร โพแทสเซียม (K) โซเดียม (Na) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) คลอรีน (Cl) และ เหล็ก (Fe) เป็นธาตุอาหารพืชที่ต้องการในปริมาณน้อย โดยเฉพาะไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่จุลินทรีย์ต้องการมากเป็นพิเศษ เพราะเป็นองค์ประกอบของโปรตีนและกรดอะมิโน จุลินทรีย์อาจนำเอาไนโตรเจนเข้าไปในรูปของกรดอะมิโนหรือสารอนินทรีย์ไนโตรเจน สอดคล้องกับปริมาณจุลินทรีย์ที่ลดลงในเดือนที่ 18 และ 24 ของการเก็บรักษาปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน ซึ่งปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดได้ลดลงในเดือนที่ 18 และ 24 เช่นเดียวกัน

Table 1 The chemical properties of vermicompost at various storage periods

Storage time (months)	pH (1:1) dS/m	EC (1:10) (%)	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Total Ca (%)	Total Mg (%)
0	6.83 e	1.96 d	0.80 b	1.74 a	0.49 b	0.43 d	0.17 d
3	6.52 f	4.88 a	0.88 a	1.83 a	0.54 a	2.54 b	0.46 b
6	7.04 c	1.96 d	0.69 c	0.41 b	0.45 c	1.05 c	0.21 c
12	6.97 d	3.36 c	0.68 d	0.24 c	0.46 c	3.24 a	0.50 a
18	7.16 b	2.24 c	0.64 e	0.21 c	0.29 e	0.96 c	0.13 de
24	7.68 a	1.29 e	0.61 f	0.00 d	0.33 d	0.61 d	0.15 e
F-test	**	**	**	**	**	**	**
CV	0.08	0.09	0.73	7.38	3.18	9.81	6.47

** Mean (n=3) in the same column followed by the same lower case letters are significantly different at p ≤0.01 by Least Significant Difference (LSD)

Table 2 The biological properties of vermicompost at various storage periods

Storage time (months)	Total bacteria (cfu*10^4)	Total actinomyces (cfu*10^2)	Total fungi (cfu*10^2)
0	8.75×10^4 f	43.75×10^2 a	31.00×10^2 a
3	71.50×10^4 d	19.75×10^2 b	19.80×10^2 c
6	168.33×10^4 b	43.75×10^2 a	26.00×10^2 b
12	252.50×10^4 a	21.75×10^2 b	6.34×10^2 e
18	152.50×10^4 c	6.33×10^2 c	15.50×10^2 d
24	53.30×10^4 e	$<1.0\times10^2$ d	5.50×10^2 e
F-test	**	**	**
CV	2.45	7.07	11.08

** Mean (n=3) in the same column followed by the same lower case letters are significantly different at p ≤0.01 by Least Significant Difference (LSD)

สรุป

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง ยังคงมีประสิทธิภาพดี คือ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร และมีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองสูงสุด คือ ไนโตรเจน 0.88% ฟอสฟอรัส 1.83% โพแทสเซียม 0.54% แคลเซียม 2.54% และแมกนีเซียม 0.46% ปริมาณแบคทีเรีย เชื้อรา และแอคติโนมัยซีท มีค่า 73.83×10^4, 21.18×10^2 และ 19.55×10^2 cfu/g ตามลำดับ และพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลง ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้น ควรคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาและควรมีการศึกษาการเพิ่มเติมถึงการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในระหว่างการเก็บรักษา

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์เรียนรู้วิจัยและพัฒนาไส้เดือนดินเพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศูนย์วิจัยและพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาขอนแก่น และห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร จนการวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2551. คู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย, มงคล ต๊ะอุ่น, สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และนันทวุฒิ จำปางาม. 2554. การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน: การจัดการของเสีย ดินผลผลิตที่ดีและปลอดภัย. ศูนย์บริการวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย และ ณัฏฐิรา แกล้วกล้าหาญ. 2559. การศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพปุ๋ยหมัก โดยไส้เดือนดินระหว่างการเก็บรักษา. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3(2):55-61.

นันทวุฒิ จำปางาม, ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย และมงคล ต๊ะอุ่น. 2554. การจัดการกากของเสียจากอุตสาหกรรมกรดซิตริกที่ใช้กากมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบโดยใช้ไส้เดือนดิน. วารสารแก่นเกษตร 39 (พิเศษ): 328-333.

ณัฐกิตติ์ เพชรหมื่นไว. 2558. การใช้ของเสียอุตสาหกรรมร่วมกับมูลไก่ในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ณัฏฐิรา แกล้วกล้าหาญ. 2558. การศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รัชนี วงโคกสูง, ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย และมงคล ต๊ะอุ่น. 2555. การใช้กากน้ำตาลและน้ำกากส่าร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังต่อการอยู่รอดของไส้เดือนดินและคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน. วารสารดินและปุ๋ย 34(1-4): 38-45.

อานัฐ ตันโช. 2548. เทคนิคการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ปทุมธานี.

Andy, K. 2012. The effects of storage on the quality of vermicompost. Solid waste research program. University of Wisconsin System.

Harit, A.K., M. Karthikeyan, S. Gajalakshmi, and S.A. Abbasi. 2014. Effect of storage on some physical and chemical characteristics of vermicast. Journal of Applied Horticulture. 16(2): 112-116.

Iwai, C.B., T. Mongkon, C. Thammared and B. Praweena. 2013. Management of Municipal Sewage Sludge by Vermicomposting Technology : Converting a Waste into a Bio fertilizer for Agriculture. IJERD–International Journal of Environmental and Rural Development. 4-1: 170-174.

Arancon, N.O., A. E. Clive, B. Andrei, C. John, G. Paola and D.M. James. 2007. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. Applied Soil Ecology. 39: 91-99.

Negi, R. and S. Surinda. 2013. Vermistabilization of paper mill wastewater sludge using Eisenia fetida. Bioresource Technology. 128, 193–198.

Singh, J., A. Kaur, A.P. Vig and P.J. Rup. 2010. Role of Eisenia fetida in rapid recycling of nutrients from bio sludge of beverage industry. Ecotoxicology and Environmental Safety. 73(3), 430–435.

Suthar, S. 2010. Recycling of agro-industrial sludge through vermitechnology. Ecological Engineering. 36(8), 1028–1036.

Suthar, S. 2009. Vermistabilization of municipal sewage sludge amended with sugarcane trash using epigeic Eisenia fetida (Oligochaeta). Journal of Hazardous Materials. 163(1): 199–206.

Suthar, S., K.M. Pravin and S. Sushma. 2012. Vermicomposting of milk processing industry sludge spiked with plant wastes. Bioresource Technology. 116: 214–219.

Suthar, S., S. Poonam and K. Kapil. 2014. Vermiremediation of heavy metals in wastewater sludge from paper and pulp industry using earthworm Eisenia fetida. Ecotoxicology and Environmental Safety. 109: 177–184.

Wu, W., Y. Qing-fu, M. Hang, D.Xue-jun, and J. Wen-ming. 2004. Bt-Transgenic Rice Straw Affects the Culturable Microbiota and Dehydrogenase and Phosphatase Activities in a Flooded Paddy Soil. Soil Biology and Biochemistry 36(2): 289–95.

การประเมินอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินตาคลี

Evaluation of chemical fertilizer ratio on maize production in Takli series

พรนภา ขาวมาก [1*] , สุชัญญา เจริญเส็ง [1] , สุภาพร สุภีโส [1] และ อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ [2]

Pornnapa Khawmak [1*], Suchanya jaroenseng [1] , Supaporn supeeso [1] and Audthasit Wongmaneeroj [2]

บทคัดย่อ

การทดลองเพื่อประเมินอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินตาคลี ในพื้นที่ของสถานีวิจัยแสลงพัน จ.สระบุรี โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ตำรับ คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-3 และ 3) 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยภายหลังการปรับสภาพดินด้วยกำมะถันผงในอัตรา 600 กก. ต่อไร่ เป็นเวลา 120 วัน ซึ่งทำให้ค่าพีเอชลดลงจาก 8.10 (ด่างปานกลาง) เป็น 6.34 (กรดเล็กน้อย) ผลการทดลองเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่า ปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้ความสูงผลผลิตของข้าวโพดและปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทั้งหมดในใบข้าวโพดแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลให้น้ำหนักสดของต้นข้าวโพดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยอัตรา 15-5-3 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้น้ำหนักสดสูงสุด และมีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสจากดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยอัตรา 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีการสูญเสียฟอสฟอรัสสูงสุด สรุปว่าการปรับสภาพดินด้วยกำมะถันผงทำให้ความเป็นกรดของดินและความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้น และการใส่ปุ๋ยเคมี ในอัตรา 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ เหมาะสมในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินตาคลีที่มีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสะสมอยู่ในระดับสูง

Abstract

To evaluate the optimum fertilizer recommendation for maize grown in Takli

คำสำคัญ: กำมะถัน, ปุ๋ยเคมี, ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, การเจริญเติบโต, ผลผลิต

[1] บริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ้วส จำกัด อ.นครหลวง จ.พระนครศรีอยุธยา 13260

[1] Charoen pokphand produce Co., Ltd, NakhonLuang District, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13260

[2] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2] Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakorn Pathom, 73140

[*] Corresponding author : pornnapa.kha@cpcrop.com

soil series was conducted in Salangphan research station in Saraburi province. Randomized Complete Block Design was used in this experiment with 3 replications. The treatments comprised of 1) control 2) fertilizer application of 15-5-3 and 3) 20-0-0 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ per rai after application of sulfur powder at rate of 600 kg per rai and incubation for 120 days. Sulfur application could decrease soil acidity from 8.10 to 6.34. Comparisons between fertilizer applications reveal that plant height, yield and nitrogen phosphorus and potassium contents in leaves show not significantly different. On the other hand, fertilizer application had an effect to fresh weight significantly which 15-5-3 kg of $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ per rai given the maximum fresh weight and less phosphate loss from soil. Application of 20-0-0 kg of $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ per rai showed the maximum phosphate loss. In conclusion, amend with sulfur powder could improve soil acidity and increase phosphate and potassium availability. The optimum fertilizer application is 20-0-0 kg of $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ per rai for maize production on Takli soil series which has high available phosphate and potassium in soil.

Kewords: Sulfur, Fertilizer, Maize, Growth and Yield

บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์และมีความต้องการเพิ่มขึ้นทุกปี (นงคราญ, 2553) เป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในดินแทบทุกเนื้อดิน แต่ดินที่มีความเหมาะสมควรเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีปริมาณธาตุอาหารพืชที่อุดมสมบูรณ์ ค่าพีเอชที่เหมาะสมกับการผลิตข้าวโพดมีความเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.0-7.0 (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ประสิทธิภาพในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่ำมีสาเหตุมาจากปัญหาด้านต่างๆ ได้แก่ การเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปัญหาภัยธรรมชาติที่เกิดจากการแปรปรวนของฤดูฝน และการขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิต (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2546) การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชหลักมานานหลายปีติดต่อกัน ถึงแม้ชุดดินในพื้นที่จะมีความอุดมสมบูรณ์พอควร แต่ด้วยการปลูกในพื้นที่เดิมเป็นเวลานานทำให้สภาพดินมีความสมบูรณ์ลดลง

ประเทศไทยพบดินเนื้อปูนหรือดินแคลคาเรียส (calcareous soil) บริเวณเทือกเขาสูงทางตอนกลางและที่ราบภาคกลาง ดินดังกล่าวเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นด่าง เช่น หินปูนหรือหินมาร์ล ชุดดินสำคัญที่จัดว่าเป็นดินเนื้อปูนหรือดินแคลคาเรียส ได้แก่ ชุดดินตาคลีและชุดดินลพบุรี ซึ่งพบมากในเขตจังหวัดลพบุรี สระบุรี และนครสวรรค์ ดินเนื้อปูนเป็นดินที่มีค่าพีเอชสูง ซึ่งค่าพีเอชมีความสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน (นวลศรีและคณะ, 2543) เนื่องจากเป็นตัวควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน แม้ว่าค่าพีเอชไม่ได้มีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่มีผลกระทบต่อการ

เปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและชีวภาพของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ทำให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดถูกตรึงหรืออยู่ในรูปที่ไม่ละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืช จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงดินเพื่อทำให้ค่าพีเอชอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ปุ๋ยเคมีเป็นวัสดุที่มีความสำคัญต่อการยกระดับผลผลิตและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืชผลทางการเกษตร (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีต่อพื้นที่ ขึ้นอยู่กับลักษณะของดินที่แตกต่างกันในแต่ละชุดดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินแตกต่างตามการจัดการหรือการใส่ปุ๋ย สภาพภูมิอากาศ หรือปริมาณและการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอ (ระวิวรรณ และคณะ, 2552; ศิริสุดา และคณะ, 2552) จึงได้ศึกษาการเลือกใช้อัตราปุ๋ยที่ถูกต้อง เหมาะสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อปูน เพื่อเป็นแนวทางการจัดการแปลงและการปรับปรุงดิน สำหรับระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

อุปกรณ์และวิธีการ

การประเมินอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินตาคลี ซึ่งได้ทำการทดลอง ณ สถานีวิจัยแสลงพัน อ.วังม่วง จ.สระบุรี ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-ตุลาคม พ.ศ. 2559

ปรับปรุงดินในแปลงทดลองที่มีค่าพีเอชสูง ทำให้ความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้น โดยใช้กำมะถันผงในอัตรา 600 กิโลกรัมต่อไร่ คลุกเคล้าในดินแล้วให้น้ำชลประทานและหมักดินไว้เป็นเวลา 120 วัน ก่อนปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ CP301 วิเคราะห์สมบัติบางประการของดินก่อนและหลังปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง ได้แสดงไว้ใน Table 1

แบ่งแปลงทดลองออกเป็นแปลงย่อย ขนาด 27 ตารางเมตร (4.9x5.4 เมตร) จำนวน 9 แปลงทดลอง ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ CP301 ใช้ระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 70 เซนติเมตร จำนวน 6 แถวต่อ

Table 1 Soil chemical properties before and after sulfur incubation

Soil properties	Results	
	before	after
pH (1:1)	8.10	6.34
ECe (dS/m)	1.45	1.03
Organic matter (%)[1/]	1.33	0.90
Available P (mg/kg)[2/]	236	266
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	121	144
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	2,940	2,639
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	3,336	3,042

Remark : [1/] = Walkey and Black method (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)
[2/] = Bray II method (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)
[3/] = Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

แปลงย่อย ปลูกแถวละ 28 หลุม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ตำรับการทดลอง ได้แก่

ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (0-0-0 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่)

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-3 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (ตามการจัดการแปลงของสถานีวิจัยแสลงพัน)

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (ตามคำแนะนำที่ได้จากค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร (2548)

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ตำรับที่ 2 อัตรา 15-5-3 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งเป็นอัตราที่ใช้ในการจัดการแปลงของสถานีวิจัยแสลงพันที่มีการใช้พื้นที่ในการปลูกข้าวโพดเป็นระยะเวลานาน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 27-12-6 แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยรองพื้น ครั้งที่ 2 ใส่เมื่ออายุ 14 วันหลังปลูก อัตรา 30 และ 12 กก. ต่อไร่ ตามลำดับ และใส่ปุ๋ยสูตร 21-0-0 เมื่ออายุ 21 วันหลังปลูก อัตรา 18 กก. ต่อไร่ และตำรับที่ 3 อัตรา 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ได้จากค่าวิเคราะห์ดินและตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (2548) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยรองพื้น ครั้งที่ 2 ใส่เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก อัตรา 63 และ 32 กก. ต่อไร่ ตามลำดับ

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทางความสูงของข้าวโพด โดยวัดจากโคนต้นจนถึงฐานใบธงที่อายุ 50 วันและ 80 วัน เก็บข้อมูลตัวอย่างใบข้าวโพดในระยะออกไหม ในตำแหน่งใบใต้ฝักหรือใบตรงกันข้ามฝัก ที่ข้าวโพดอายุ 45-50 วัน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ บดตัวอย่างใบข้าวโพด และวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม (ศรีสม, 2544) เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15% น้ำหนักฝักต่อไร่ จำนวนฝักต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด เก็บข้อมูลน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่อายุ 95 วัน

เก็บดินด้วยวิธีสุ่มที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติดินบางประการ ได้แก่ 1) ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) วัดโดยใช้เครื่อง pH meter อัตราส่วนระหว่างดินกับน้ำ เท่ากับ 1:1 (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542) 2) ค่าการนำไฟฟ้า (ECe) วัดโดยใช้เครื่อง electrical conductivity meter อัตราส่วนระหว่างดินกับน้ำ เท่ากับ 1:5 (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542) 3) อินทรียวัตถุในดิน (organic matter) โดยวิธี Walkley and Black Titration (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) 4) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดตัวอย่างดินด้วยสารละลาย Bray-II และวัดปริมาณโดยวิธี colorimetric (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) 5) โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สกัดตัวอย่างดินด้วยสารละลาย NH_4OAc pH 7.0 และวัดปริมาณโดย atomic absorption spectrophotometer (Pratt, 1965)

ผลและวิจารณ์

สมบัติบางประการของดินหลังปรับสภาพด้วยกำมะถันผง

การใช้กำมะถันผงในอัตรา 600 กก. ต่อไร่ คลุกเคล้าในดินแล้วให้น้ำชลประทานและหมักดินไว้เป็นเวลา 120 วัน ก่อนปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ CP301 มีผลให้ค่าพีเอชลดลง 1.76 ยูนิต จาก 8.10 อยู่ในระดับด่างปานกลางลดลง

เป็น 6.34 อยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อย ทำให้ค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.0-7.0 ซึ่งเหมาะสมกับการให้ผลผลิตข้าวโพดที่ดี (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ค่าการนำไฟฟ้าลดลง อยู่ในระดับไม่เค็ม (1.03 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงอยู่ในระดับต่ำ (0.90 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลง แต่ยังอยู่ในระดับสูง (2,639 และ 3,042 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับสูงมาก (266 และ 144 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) (Table 1)

การเจริญเติบโตของข้าวโพด

ความสูง

การเจริญเติบโตทางความสูงของข้าวโพดเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 50 และ 80 วันหลังปลูก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยวัดความสูงได้สูงสุดคือ 212 และ 217 เซนติเมตร ที่อายุ 50 และ 80 วันหลังปลูก รองลงมาได้แก่ ตำรับ 20-0-0 และ 15-5-3 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีความสูง 211, 210 เซนติเมตร ที่อายุ 50 วัน และ 212, 211 เซนติเมตร ที่อายุ 80 วัน ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารในดินมีปริมาณสูงกว่าค่าวิกฤตของข้าวโพด จึงมีผลทำให้ความสูงของต้นข้าวโพดในแต่ละตำรับทดลองไม่มีความแตกต่างกัน

Table 2 Plant heights of maize at different growth stages

Fertilizer rates (kg.N-P_2O_5-K_2O/rai)	Height (cm)	
	50 Days	80 Days
0-0-0	212	217
15-5-3	210	211
20-0-0	211	212
F-test	ns	ns
C.V.(%)	2.9	1.9

Remark : ns: non significant. Numbers followed by a common letter are not significantly different according to DMRT.

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

การใส่ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกันเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ มีผลให้น้ำหนักฝักต่อไร่ น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15% จำนวนฝักต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ ตำรับ 15-5-3 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ส่งผลให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15% และจำนวนฝักต่อไร่สูงสุดคือ 1,816 และ 13,016 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และตำรับ 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักต่อไร่สูงสุดคือ 3,034 กิโลกรัมต่อไร่

จากผลการทดลอง พบว่า ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยในอัตรา 15-5-3 และ 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

Table 3 Effect of fertilizer application on yield of maize

Fertilizer rates (kg.N-P_2O_5-K_2O/rai)	Fresh ear weight (kg/rai)	Grain wt.at 15% mc. (kg/rai)	Ear number (per rai)	Shelling (%)
0-0-0	2,751	1,689	12,268	81.2
15-5-3	2,941	1,816	13,016	81.2
20-0-0	3,034	1,807	12,789	80.8
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	4.5	3.7	2.7	0.5

Remark : ns: non significant. Numbers followed by a common letter are not significantly different according to DMRT.

ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในใบข้าวโพด

ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในใบข้าวโพด เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) โดยตำรับ 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสะสมสูงสุด คือ 2.79% และ 0.51% ตามลำดับ และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีปริมาณโพแทสเซียมสะสมสูงสุด คือ 1.16%

จากผลการทดลอง มีเพียงตำรับ 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ เท่านั้น ที่มีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบข้าวโพดอยู่ในระดับที่เพียงพอกับความต้องการของข้าวโพดในช่วง 2.8-4.0% และ 0.25-0.50% ตามลำดับ (Campbell and Plank, 1992)

Table 4 Concentrations of nitrogen phosphorus and potassium in maize leaves at 50 days after planting

Fertilizer rates (kg.N-P_2O_5-K_2O/rai)	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
0-0-0	2.58	0.44	1.16
15-5-3	2.58	0.49	1.11
20-0-0	2.79	0.51	1.02
F-test	ns	ns	ns
C.V.(%)	6.9	10.2	24.9

Remark : ns: non significant. Numbers followed by a common letter are not significantly different according to DMRT.

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด

น้ำหนักสดของต้นข้าวโพด เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) ซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-3-3 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้น้ำหนักสดสูงสุด คือ 9,491 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมซึ่งมีความสำคัญในการสร้างการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของลำต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2548) รองลงมาได้แก่ ตำรับ 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และตำรับไม่ใส่ปุ๋ย มีค่า 9,108 และ 7,674 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5) ตำรับ 15-5-3 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 2,901 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ตำรับ 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และตำรับไม่ใส่ปุ๋ย มีค่า 2,869 และ 2,404 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

Table 5 Fresh and dry weight of maize at 95 days after planting

Fertilizer rates (kg.N-P_2O_5-K_2O/rai)	Fresh weight (kg/rai)	Dry weight (kg/rai)
0-0-0	7,674 b	2,404
15-5-3	9,491 a	2,901
20-0-0	9,108 ab	2,869
F-test	*	ns
C.V.(%)	8.9	14.2

Remark : * = significant at the 0.05 level, ns: non significant. Numbers followed by a common letter are not significantly different according to DMRT.

ปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารจากดินโดยติดไปกับผลผลิตข้าวโพดที่เก็บเกี่ยว

ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียจากดินติดไปกับผลผลิต เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 6) ตำรับ 15-5-3 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงสุด คือ 28.33 กก. N ต่อไร่ และ 6.90 กก. K_2O ต่อไร่ รองลงมาได้แก่ตำรับ 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีค่า 28.19, 26.34 กก. N ต่อไร่ และ 6.87 และ 6.42 กก. K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สูญเสียจากดินติดไปกับผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) โดยตำรับ 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีปริมาณการสูญเสียสูงสุด คือ 6.87 กก. P_2O_5 ต่อไร่ รองลงมาได้แก่ตำรับ 15-5-3 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีค่า 5.27 และ 4.90 กก. P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ

จากผลการทดลอง พบว่า ไนโตรเจนมีปริมาณการสูญเสียติดไปกับเมล็ดสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอาหารอื่น เพราะไนโตรเจนจะ

เคลื่อนย้ายไปสะสมในเมล็ดและคงเหลือไว้ที่ต้นเพียง 1 ใน 3 (สรสิทธิ์, 2511) และตำรับ 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีปริมาณการสูญเสียฟอสฟอรัสจากดินติดไปกับผลผลิตสูงสุดถึง 6.87 กก. P_2O_5 ต่อไร่ แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ช่วยทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่สะสมอยู่ในระดับสูงลดลงได้

Table 6 Estimate nutrient losses through crop removal

Fertilizer rates (kg.N-P_2O_5-K_2O/rai)	N (kg.N/rai)	P (kg.P_2O_5/rai)	K (kg.K_2O/rai)
0-0-0	26.34	4.90 b	6.42
15-5-3	28.33	5.27 b	6.90
20-0-0	28.19	6.87 a	6.87
F-test	ns	**	ns
C.V.(%)	3.7	4.4	4.4

Remark : * = significant at the 0.05 level, ns: non significant. Numbers followed by a common letter are not significantly different according to DMRT.

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าการใส่กำมะถันผงที่อัตรา 600 กิโลกรัมต่อไร่ ทิ้งไว้เป็นเวลา 120 วัน ส่งผลให้ค่าพีเอชลดลงจาก 8.10 ซึ่งปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง ลดลงเป็น 6.34 ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย สอดคล้องกับงานวิจัย Hansen และคณะ (2003) ที่กล่าวว่ากำมะถันผงสามารถช่วยปรับปรุงสมบัติของดิน ทำให้ความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นและเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน การปรับปรุงดินโดยการปรับค่าพีเอชให้เหมาะสม จะทำให้พืชสามารถดูดใช้ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมได้มากขึ้น เพราะธาตุทั้งสองมักถูกตรึงหรืออยู่ในรูปที่ไม่ละลายมาเป็นประโยชน์ต่อพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) และจากผลการวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ก่อนและหลังปรับปรุงดินด้วยกำมะถันผง (Table 1) จะเห็นได้ว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สะสมในดินมากเกินความต้องการของพืช เนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ดังผลการทดลองที่แสดงให้เห็นว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีผลให้ดูดใช้ฟอสฟอรัสในดินที่มีอยู่ในระดับสูงให้ลดลงได้ถึง 6.87 กก. P_2O_5 ต่อไร่ จึงควรงดหรือลดปริมาณการใช้ปุ๋ยทั้งสองลงเพราะนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองปุ๋ยแล้ว การสะสมของธาตุทั้งสองในปริมาณสูง อาจจะส่งผลกระทบต่อสมดุลของธาตุอาหารอื่นในดิน อย่างไรก็ตามเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ไปได้สักระยะ ควรมีการตรวจวิเคราะห์ดิน เพื่อติดตามผลการปรับปรุงดินและประเมินความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน

สรุปผล

การใส่ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินตาคลี คือ อัตรา 20-0-0 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ เพราะในดินมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสะสมอยู่ในระดับสูง จึงควรงดการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม เพื่อลดปริมาณการสะสมของธาตุทั้งสองในดิน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 55/03/48. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นงคราญ มณีวรรณ. 2553. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปลูกอย่างไรให้ได้ผลผลิตสูง. วารสารพัฒนาที่ดิน 47: 48-55.

นวลศรี กาญจนกูล, สุวรรณีย์ ภูธรย์ราช และขนิษฐศรี ฮุ่นตระกูล. 2543. ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินประเทศไทย. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

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

ระวิวรรณ โชติพันธ์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดง ปลายฤดูฝน, น. 60-71. *ใน* การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 เรื่องดินและปุ๋ย ในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. วันที่ 23-24 เมษายน 2552 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2544. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริสุดา บุตรเพชร, ชัยสิทธิ์ ทองจู, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนปลายฤดูฝน, น. 51-62. *ใน* การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. วันที่ 9 ธันวาคม 2552 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2546. สรุปรายงานผลงานวิจัยพืชไร่ 2546. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2511. เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดินนา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Campbell, C.R. and C.O. Plank. 1992. Sample preparation. In: Plank CO, editor. Plant analysis reference procedures for the southern region of the United States. Athens (GA): Georgia Cooperative Extension Service. p 1–12. Southern Cooperative Series Bulletin 368. Available at www.ncagr.gov/agronomi/pdffiles/sera368.pdf (verified 2011 Aug 24).

Hansen, H.R., B.L. Hector and J. Feldmann. 2003. A qualitative and quantitative evaluation of the seaweed diet of North Ronaldsay sheep. Anim. Feed Sci. Technol., 105 (1/4): 21-28.

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