

การใช้เถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มร่วมกับมูลสัตว์ในการผลิตปุ๋ยหมัก

Combination Uses of Boiler Ash and Palm Oil Mill Sludge with Animal Manures in Compost Production

กัญฐิกา ยังมณี¹ ภัทรรัตน์ เทียมเก่า¹ และอรพิน หนูทอง^{2*}
Kantika Youngmanee¹, Pattrarat Teamkao¹ and Orapin Nuthong^{2*}

บทคัดย่อ

ดินในประเทศไทยส่วนใหญ่มีปัญหาขาดอินทรีย์วัตถุและขาดความอุดมสมบูรณ์ เนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวติดต่อกันเป็นเวลานาน และการทำการเกษตรแบบเข้มข้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินและส่งเสริมให้สมบัติของดินดีขึ้น ในพื้นที่ภาคใต้นิยมปลูกปาล์มน้ำมันทำให้มีของเสียประเภทอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากการกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มปริมาณมาก การทดลองนี้สนใจใช้เถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มร่วมกับมูลสัตว์ (มูลโค มูลไก่ และมูลสุกร) และพด.1 เป็นวัสดุในการผลิตปุ๋ยหมัก วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยที่ศึกษา ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของเสียที่ใช้หมักประกอบด้วย เถ้าบอยเลอร์ และกากตะกอนปาล์ม ปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของมูลสัตว์ ประกอบด้วย มูลโค มูลไก่ และมูลสุกร ทำการหมักเป็นระยะเวลา 45 วัน และเก็บข้อมูลสมบัติของปุ๋ยแต่ละวิธีที่ได้นำไปใช้ปลูกพืชอาหารหลัก ไร่เดียว ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์วัตถุ อินทรีย์คาร์บอน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ความชื้น และดัชนีการย่อยของเมล็ด พบว่า ชนิดของเสียที่ใช้หมักและชนิดของมูลสัตว์ที่ใช้หมักส่งผลให้ค่าพีเอช ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณโซเดียมแตกต่างกัน แต่ไม่ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด อินทรีย์วัตถุ อินทรีย์คาร์บอน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ดัชนีการย่อยของเมล็ด และความชื้นให้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธีที่ที่ดีที่สุดคือการหมักกากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ร่วมกับมูลสุกร 6.7 กิโลกรัม โดยมีค่าพีเอช 6.64 (เป็นกลาง) ค่าการนำไฟฟ้า 2.53 dS/m ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 2.91% ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 3.37% ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 0.88% ปริมาณโซเดียม 0.03% อินทรีย์วัตถุ 35.15% อินทรีย์คาร์บอน 20.39% อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 7 : 1 ความชื้น 51.95% และดัชนีการย่อยของเมล็ด 82.2% สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เมื่อหมักเป็นเวลา 45 วัน

คำสำคัญ: การผลิตปุ๋ยหมัก มูลสัตว์ กากตะกอนปาล์ม เถ้าบอยเลอร์ ปาล์มน้ำมัน

Abstract

In Thailand, intensive agriculture and longtime chemical fertilizer use cause in low soil fertility and organic matter. Organic fertilizer can increase soil organic matter and improves soil properties. In southern part of Thailand, oil palm cultivation is popular. High amount of organic waste was generated after the oil palm extraction process. This study interested in the use of boiler ash and palm oil sludge with manures (cattle manure, chicken manure and pig manure) and LDD.1 addition for compost production. This experiment was arranged in Factorial in Completely Randomized Design with 3 replications and 2 factors; firstly, type of wastes comprised of boiler ash and palm oil sludge, and secondly, type of manures comprised of cattle manure, chicken manure and pig manure. The composting process took 45 days. The change of pH, plant nutrients, sodium content, electrical conductivity (EC), organic matter, organic carbon, C:N ratio, moisture content and Germination Index (GI) in the composts were determined. The results showed that type of wastes and type of manures had significant effects on pH, total nitrogen, total potassium and sodium content, but not effect on EC, total phosphorus, organic matter, organic carbon, C:N ratio, moisture content and GI. From the study, treatment consisting of palm oil sludge 26.7 kg with pig manure 6.7 kg was the most suitable treatment for composting. Its compost had pH 6.64 (neutral), 2.53 dS/m EC, 2.91% total nitrogen, 3.37% total phosphorus, 0.88% total potassium, 0.03% sodium content, 35.15% organic matter, 20.39% organic carbon, 7:1 C:N ratio, 51.95% moisture content and 82.2% GI. The compost was completely degraded and can be used as organic fertilizer after 45 days of composting process.

Keywords: compost, manures, palm oil sludge, boiler ash, oil palm

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

² สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 สุราษฎร์ธานี 84160

*Corresponding author, Email: Orapinnu@hotmail.com

คำนำ

ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่มีอินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลินทรีย์ที่จำเป็นต่อพืชและจุลินทรีย์ในดิน สามารถปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ ชีวภาพ และทางเคมีในดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากสภาพพื้นที่เพาะปลูกโดยทั่วไปของประเทศไทยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะสามารถช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินได้อีกทางหนึ่ง ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มาจากการนำเศษวัสดุอินทรีย์มาผ่านกรรมวิธีทำให้ขึ้น สับ บด ร่อน จนแปรสภาพจากรูปเดิมและผ่านกรรมวิธีหมักอย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีข้อดีคือ เป็นการเปลี่ยนรูปธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ช่วยลดปริมาณเชื้อก่อโรคและแมลงศัตรูพืชที่ติดมากับวัสดุ อุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมีของเสียอินทรีย์เกิดขึ้นปริมาณมาก ตัวอย่างเช่น โรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง มีของเสียเป็นกากมันสำปะหลัง ซึ่งมีปริมาณ 18,000-24,000 ตัน/ปี (สุกัญญา จัตตพรพงษ์ และวราพันธุ์ จินตณวิชัย, 2548) และโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มเป็นโรงงานอีกประเภทหนึ่งที่มีของเสียประเภทอินทรีย์เกิดขึ้นปริมาณมาก Prasertsan and Prasertsan (1996) รายงานว่า โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในภาคใต้ 16 แห่ง มีของเสียจากปาล์มน้ำมัน 386,930 ตัน/ปี โดยแบ่งเป็นทะลายปาล์มเปล่า 165,830 ตัน/ปี เส้นใยและเปลือกผลปาล์ม 110,550 ตัน/ปี ในขั้นตอนของกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มพบว่า มีเส้นใยเปลือกผลปาล์มเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก โรงงานอุตสาหกรรมได้ใช้ประโยชน์จากวัสดุนี้โดยนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนในกระบวนการต้มบอยเลอร์ (boiler) หรือหม้อต้มไอน้ำ เมื่อผ่านกระบวนการเผาไหม้แล้วเส้นใยเปลือกผลปาล์มจะกลายเป็นเถ้า ซึ่งยังคงมีปริมาณมากถึง 450 ตัน/เดือน (กาญจนาดิษฐ์น้ำมันปาล์ม, 2558) นอกจากนี้ในขั้นตอนการสกัดปาล์มน้ำมัน ยังมีกากตะกอนสลัดจ์ปาล์ม (ชีเค้ก) เหลืออยู่เป็นของเสีย ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพได้ อย่างไรก็ตามหลังจากกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพแล้วยังมีกากตะกอนปาล์มเป็นของเสียซึ่งมีปริมาณถึง 200 ตัน/เดือน (กาญจนาดิษฐ์น้ำมันปาล์ม, 2558) การใช้ประโยชน์ของของเสียจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน พบว่า ปุ๋ยหมักจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันที่ผ่านการหีบและไม่ผ่านการหีบน้ำมัน และกากตะกอนดีแคนเตอร์ มีความเป็นไปได้ในการใช้สำหรับสวนปาล์มน้ำมันร่วมกับการเสริมปุ๋ยโพแทสเซียม (ณัฐฐาทัศน์ แจ่มเปี้ยว, 2558) กากสลัดจ์ปาล์มน้ำมันผสมกับชีเลื่อยไม่ยางพาราโดยใช้กากสลัดจ์ปาล์มน้ำมันในอัตรา 20% สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดได้และทำให้เกิดมีผลผลิตสูงที่สุดเฉลี่ย 267.63 กรัม/ถุง (พรศิลป์ สีเผือก และคณะ, 2557) ดังนั้น หากสามารถนำเถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มมาใช้ประโยชน์ในการผลิตปุ๋ยหมักจะเป็นการลดของเสียที่ต้องกำจัดและเป็นการนำของเสียหมุนเวียนกลับมาใช้ประโยชน์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ประโยชน์จากเถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มในการผลิตปุ๋ยหมักร่วมกับการเติมมูลสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก

วิธีการศึกษา

วัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

เถ้าบอยเลอร์และกากตะกอนปาล์มได้มาจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนมูลสัตว์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย มูลโค มูลไก่ไข่ และมูลสุกร ซึ่งได้มาจากเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานีเช่นกัน ในกระบวนการทำปุ๋ยหมักจะเติมสารเร่งซูเปอร์ พด.1 จากกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อเร่งกระบวนการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ สมบัติทางเคมี และกายภาพของวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Chemical and physical properties of materials used in the study.

Properties	Type of organic materials				
	Boiler ash	Palm oil sludge	Cattle manure	Pig manure	Chicken manure
pH (1 : 2)	10.1	7.6	9.1	7.4	8.2
Total N (% N)	0.7	3.1	1.6	2.7	2.3
Total P (% P ₂ O ₅)	3.3	2.3	0.6	10.8	3.5
Total K (% K ₂ O)	2.8	0.2	3.7	1.2	2.0
Na (% Na)	0.0	0.0	0.4	0.3	0.4
EC (1 : 10) (dS/m)	1.8	0.7	6.0	3.3	6.8
Organic matter (%)	17.3	48.8	50.8	44.9	41.5
Organic carbon (%)	10.0	28.3	29.5	26.0	24.1
C:N Ratio	14 : 1	9 : 1	18 : 1	10 : 1	10 : 1
Germination index (%)	99.4	84.6	51.5	85.2	18.0
Moisture content (%)	8.1	16.5	21.3	14.8	43.8

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Factorial Experiment in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 2 ปัจจัยที่ศึกษา ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของเสีย ประกอบด้วย ถ้ำบอยเลอร์ และกากตะกอนปาล์ม ปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของมูลสัตว์ ประกอบด้วย มูลโค มูลไก่ และมูลสุกร เป็นจำนวนทั้งหมด 8 ทรีตเมนต์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คิดเป็นจำนวนทั้งหมด 24 หน่วย การทดลองอัตราส่วนของปุ๋ยหมักที่ทดลองประยุกต์มาจากการผลิตปุ๋ยหมักอินทรีย์คุณภาพสูง สูตรไนโตรเจนของกรมพัฒนาที่ดิน (คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร, 2558) โดยทรีตเมนต์ที่ทำการทดลองมีดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ถ้ำบอยเลอร์ 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลโค 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 2 ถ้ำบอยเลอร์ 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลไก่ 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 3 ถ้ำบอยเลอร์ 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลสุกร 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 4 ถ้ำบอยเลอร์ 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลโค 2.2 กิโลกรัม มูลไก่ 2.2 กิโลกรัม

และมูลสุกร 2.2 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 5 กากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลโค 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลไก่ 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 7 กากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลสุกร 6.7 กิโลกรัม

ทรีตเมนต์ที่ 8 กากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลโค 2.2 กิโลกรัม มูลไก่ 2.2 กิโลกรัม

และมูลสุกร 2.2 กิโลกรัม

โดยในทุกทรีตเมนต์จะมีการเติมสารเร่งซูเปอร์ฟอสเฟต (กรมพัฒนาที่ดิน) 3.3 กรัม เพื่อเร่งการย่อยสลายของปุ๋ยหมัก

การดูแลกองปุ๋ยหมักระหว่างการทดลองทำโดยกลับกองปุ๋ยหมัก และรดน้ำให้กองปุ๋ยหมักเพื่อรักษาความชื้นหลังกลับกองปุ๋ยหมักทุก 7 วัน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อเพิ่มออกซิเจน ลดความร้อนในกองปุ๋ย ช่วยให้วัสดุคลุกเคล้ากัน และเพิ่มความชื้นในกองปุ๋ย

การเก็บและการเตรียมตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยหลังจากทำการหมักเป็นระยะเวลา 45 วัน แบ่งตัวอย่างปุ๋ยที่เก็บได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และส่วนที่ 2 นำไปฝังในที่ร่ม จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 20 เมช สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

หาค่า pH โดยใช้อัตราส่วนของปุ๋ยต่อน้ำเท่ากับ 1 : 2 วัดด้วย pH meter วัดค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้อัตราส่วนของปุ๋ยต่อน้ำ 1 : 10 เขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 30 นาที จากนั้นกรองตัวอย่างผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วย electrical conductivity meter วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ย โดยวิธี Kjeldahl method โดยย่อยตัวอย่างปุ๋ยด้วย H_2SO_4 เข้มข้น และ salicylic acid โดยมี potassium sulfate และ copper sulfate เป็นสารเร่งปฏิกิริยา ทำให้สารละลายเป็นด่างด้วย sodium hydroxide แล้วนำไปกลั่นดักจับแอมโมเนียที่เกิดขึ้นด้วยกรดบอริก ทำการไทเทรตสารละลายที่ได้จากการกลั่นด้วยสารละลายกรดเกลือมาตรฐาน แล้วนำปริมาณของกรดเกลือที่ใช้ในการไทเทรตมาคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดใช้วิธี Spectrophotometric Molybdovanadophosphate method ใช้กรดผสม ($HClO_4 : HNO_3$ อัตรา 1 : 1) ในการย่อยตัวอย่างเพื่อให้ฟอสฟอรัสในตัวอย่างปุ๋ยอยู่ในรูปสารละลายฟอสเฟต จากนั้นทำให้เกิดสีกับ Molybdovanadate reagent วัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ด้วยเครื่อง flame photometer โดยวัดความเข้มของแสงที่ปล่อยออกมา (intensive emission) ของตัวอย่างปุ๋ยที่ผ่านการย่อยด้วยกรดผสม เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม วิเคราะห์ปริมาณโซเดียมด้วยวิธี flame photometer โดยวัดความเข้มแสงที่ปล่อยออกมา (intensive of emission) ของตัวอย่างปุ๋ยที่ละลายน้ำ เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ประยุกต์ใช้วิธีของ Walkley and Black โดยย่อยตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกรดซัลฟูริก แล้วทำการออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกรดโครมิกที่มากเกินพอ จากนั้นไทเทรตกรดที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาด้วยสารละลายเฟอร์ริซัลเฟต ผลวิเคราะห์ที่ได้จะมีค่าเป็น 77% ของอินทรีย์คาร์บอนที่มีอยู่จริง โดยปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนจะคิดเป็น 58% ของอินทรีย์วัตถุ เมื่อเปรียบเทียบกับหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนได้จากการคำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอนหารด้วยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

การวิเคราะห์ปุ๋ยทางกายภาพ

วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยทำการชั่งตัวอย่างปุ๋ยที่ยังไม่บด 5 กรัม ใส่ลงในปิกรอร์ขนาด 50 มิลลิกรัม แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ นำตัวอย่างปุ๋ยที่อบแล้วใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างปุ๋ยหลังอบ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในปุ๋ย ส่วนการวิเคราะห์การย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก ใช้วิธีการทดสอบดัชนีการออกของเมล็ด โดยสกัดตัวอย่างปุ๋ยด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน ปุ๋ย : น้ำ เท่ากับ 1 : 10 เขย่าด้วยความเร็ว 180 ครั้งต่อนาที นาน 1 ชั่วโมง กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง แล้วนำสารละลายที่ได้ไปทดสอบอัตราการออกของเมล็ด กวางตุ้งในจานเพาะ (ทำ 4 ซ้ำต่อตัวอย่างปุ๋ย) โดยใช้ น้ำสกัดปุ๋ยหมักในจานเพาะจานละ 3 มิลลิกรัม บ่มเมล็ดที่เพาะที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นวัดความยาวราก และจำนวนเมล็ดที่งอก แล้วนำค่าไปคำนวณดัชนีการออก (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) แบบสองทาง และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้วิธี Tukey's Honest Significant Difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix เวอร์ชัน 8 (บริษัท Analytical Software ประเทศสหรัฐอเมริกา)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมัก

หลังจากกระบวนการหมัก 45 วัน พบว่า ชนิดของเสียส่งผลให้ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณโซเดียม ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักที่ได้จากถั่วบอยเลอร์มีค่าเป็นต่างจัด (8.74) มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (2.30%) และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (11.2 : 1) สูงกว่ากากตะกอนปาล์ม ส่วนปุ๋ยหมักที่ได้จากกากตะกอนปาล์มมีค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณโซเดียม ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่าถั่วบอยเลอร์ (3.06 ds/m, 3.11%, 0.08%, 38.84% และ 22.52% ตามลำดับ) แต่ชนิดของเสียไม่ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) จากผลการทดลองเมื่อสิ้นสุดระยะเวลามากปุ๋ย กากตะกอนปาล์มมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากกว่าถั่วบอยเลอร์ อาจเกิดจากกระบวนการ mineralization ทำให้อัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาจากการนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ (Yamada and Kawase, 2005) ส่วนถั่วบอยเลอร์มีค่า pH และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดมากกว่ากากตะกอนปาล์ม อาจเกิดจากสารประกอบหลักของถั่วทั่วไปส่วนใหญ่ คือโพแทสเซียมคาร์บอเนตเมื่อละลายในน้ำจะทำให้เกิดโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์และคาร์บอเนตไฮดรอกไซด์ เมื่อบบอเนตละลายน้ำจะทำให้เกิดไฮดรอกไซด์และไฮดรอกไซด์ซึ่งทำให้เป็นด่างหรือมีค่า pH มากกว่า 7 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2560) ชนิดของมูลสัตว์ส่งผลให้ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณโซเดียม ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักที่ได้จากมูลวัวมีค่าพีเอชสูงที่สุด คือ 7.98 (เป็นด่าง) แต่ไม่มีความแตกต่างกับมูลสุกร และมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนมูลไก่มีค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณโซเดียม ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ (3.25 dS/m, 2.32%, 3.38%, 2.11%, 0.13%, 29.68% และ 17.21% ตามลำดับ) แต่ชนิดของมูลสัตว์ไม่ส่งผลให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) จากผลการทดลองเมื่อสิ้นสุดระยะเวลามากปุ๋ย ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดที่แตกต่างกัน อาจเกิดจากมูลสัตว์แต่ละชนิดมีธาตุอาหารต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน เมื่อเกิดกระบวนการย่อยสลายจึงมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในปริมาณที่แตกต่างกัน (ทัศนีย์ แก้วมรกฏ, 2557) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเสียและมูลสัตว์ส่งผลให้ค่า pH ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด และปริมาณโซเดียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักที่รติเมนต์ที่ 4 คือ ถั่วบอยเลอร์ผสมกับ มูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร มีค่าพีเอชสูงที่สุด คือ 8.94 (เป็นด่างจัด) ปุ๋ยหมักที่รติเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณโซเดียมสูงที่สุด (3.53% และ 0.15% ตามลำดับ) ส่วนปุ๋ยหมักในรติเมนต์ที่ 2 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลไก่ มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด คือ 2.51% แต่ไม่มีความแตกต่างกับรติเมนต์ที่ 1 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลโคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเสียและมูลสัตว์ไม่ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2)

จากผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยหมักที่รีดเมเนตที่ 6 ภาคตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด อาจเกิดจากวัสดุอินทรีย์ ภาคตะกอนปาล์ม และมูลไก่ก่อนนำมาทำการหมักปุ๋ย (Table 1) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงส่งผลให้ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหล่านี้มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่ารีดเมเนตอื่น ๆ

Table 2 Chemical properties of compost at 45 days after composting.

	Factors	pH	EC ^{al} (dS/m)	Total N (%)	Total P ₂ O ₅ (%)	Total K ₂ O (%)	Na (%)	OM ^{bl} (%)	OC ^{cl} (%)	C:N Ratio
Type of wastes	Boiler ash	8.74A	1.93B	0.97B	3.02	2.30A	0.06B	16.85B	9.77B	11.20 A
	Palm oil sludge	6.65B	3.06A	3.11A	2.84	1.39B	0.08 A	38.84A	22.52 A	7.27 B
Type of manures	Cattle manure	7.98A	.35BC	1.76B	2.09C	1.95AB	0.05C	27.68AB	16.05 AB	11.24
	Chicken manure	7.10B	3.25A	2.32A	3.38A	2.11A	0.13A	29.68A	17.21A	8.04
	Pig manure	7.92A	1.95C	2.06AB	3.38A	1.45C	0.03D	25.48B	14.78B	7.89
	Cattle manure + chicken manure + pig manure	7.76A	2.43B	2.01AB	2.87B	1.87B	0.07B	28.54A	16.55A	9.77
Type of wastes × Type of manures	T1	8.93A	1.70	0.70C	2.35	2.35A	0.04DE	17.2	10.02	14.66
	T2	7.89B	2.78	1.12 C	3.35	2.51A	0.11B	17.88	10.37	9.26
	T3	9.21A	1.38	1.20 C	3.4	2.03B	0.03E	15.81	9.17	8.78
	T4	8.94A	1.89	0.84 C	2.98	2.31AB	0.05DE	16.46	9.55	12.10
	T5	7.04C	3.01	2.82 B	1.84	1.55C	0.07CD	38.09	22.09	7.82
	T6	6.32D	3.72	3.53 A	3.40	1.71C	0.15A	41.49	24.06	6.83
	T7	6.64CD	2.53	2.91B	3.37	0.88D	0.03E	35.15	20.39	7.00
	T8	6.59CD	2.98	3.17AB	2.76	1.43C	0.09BC	40.63	23.56	7.44
Type of wastes		**	**	**	NS	**	**	**	**	**
Type of manures		**	**	**	**	**	**	**	**	NS
Type of wastes × Type of manures		**	NS	*	NS	*	**	NS	NS	NS
% CV		2.90	9.96	9.76	8.90	5.35	12.90	6.49	6.51	26.98

* Significant at $p < 0.05$, ** significant at $p < 0.01$, NS = not significant, ^{al} electrical conductivity (dS/m), ^{bl} organic matter (%), ^{cl} organic carbon (%), T1: boiler ash × cattle manure, T2: boiler ash × chicken manure, T3: boiler ash × pig manure, T4: boiler ash × cattle manure + chicken manure + pig manure, T5: palm oil sludge × cattle manure, T6: palm oil sludge × chicken manure, T7: palm oil sludge × pig manure, T8: palm oil sludge × cattle manure + chicken manure + pig manure.

สมบัติทางกายภาพของปุ๋ยหมัก

หลังจากกระบวนการหมัก 45 วัน พบว่า ชนิดของเสียส่งผลให้ปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักที่ได้จากภาคตะกอนปาล์มมีความชื้นสูงกว่าเถ้าบอยเลอร์ (55.95%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ชนิดของเสียไม่ส่งผลให้ดัชนีการออกของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) ชนิดของมูลสัตว์ส่งผลให้ความชื้น และดัชนีการออกของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักที่ได้จากมูลไก่มีความชื้นสูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่น (50.75%) (Table 3) ส่วนมูลสุกรมีดัชนีการออกของเมล็ดสูงที่สุด คือ 89.90% ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างชนิดของเสียและมูลสัตว์ไม่ส่งผลให้ความชื้นและดัชนีการออกของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) ปริมาณความชื้นของกองปุ๋ยหมักอยู่ในช่วง 40-60% อาจเกิดจากการหมักปุ๋ยมีการเติมน้ำทุก 7 วัน หลังการกลับกองเพื่อรักษาความชื้น ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยความชื้นที่เหมาะสมในการทำปุ๋ยหมักควรอยู่ในช่วง 50-70% (Tom et al., 2002) (Table 3)

Table 3 Physical properties of compost at 45 days after composting.

Factors		MC ^{a/} (%)	GI ^{b/} (%)
Type of wastes	Boiler ash	42.07 B	82.29
	Palm oil sludge	55.95 A	75.35
Type of manures	Cattle manure	48.88 A	80.34 AB
	Chicken manure	50.75 A	75.9 AB
	Pig manure	45.77 A	89.90 A
	Cattle manure + chicken manure + pig manure	50.65 A	69.13 B
Type of wastes × Type of manures	T1 Boiler ash × cattle manure	42.13	85.95
	T2 Boiler ash × chicken manure	45.09	73.58
	T3 Boiler ash × pig manure	39.59	97.61
	T4 Boiler ash × cattle manure + chicken manure + pig manure	41.47	72.02
	T5 Palm oil sludge × cattle manure	55.63	74.73
	T6 Palm oil sludge × chicken manure	56.41	78.23
	T7 Palm oil sludge × pig manure	51.95	82.20
	T8 Palm oil sludge × cattle manure + chicken manure + pig manure	59.83	66.24
Type of wastes		**	NS
Type of manures		*	*
Type of wastes × Type of manures		NS	NS
% CV		6.30	13.87

* Significant at $p < 0.05$, ** significant at $p < 0.01$, NS = not significant, ^{a/} moisture content (%), ^{b/} germination index (%).

จากการเปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ ของปุ๋ยหมักที่หมักได้ กับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่รับรองโดยกรมวิชาการเกษตร (Table 4) พบว่า เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมัก มี 5 ทรีตเมนต์ คือ ทรีตเมนต์ที่ 2 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลไก่ ทรีตเมนต์ที่ 5 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค ทรีตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ ทรีตเมนต์ที่ 7 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลสุกร ทรีตเมนต์ที่ 8 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร ที่มีพีเอชตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (5.5-8.5) ส่วนทรีตเมนต์อื่น ๆ มีพีเอชมากกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ อาจเกิดจากด้วยตัววัสดุที่ใช้เป็นถ้ำบอยเลอร์ซึ่งมีพีเอชที่สูงอยู่แล้ว ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยก่อนนำไปใช้ควรมีการเติมวัสดุที่ช่วยลดพีเอช เช่น ผงกำมะถัน ในด้านปริมาณธาตุอาหาร พบว่า เมื่อสิ้นสุดการหมัก ทรีตเมนต์ที่ 1 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลโค และทรีตเมนต์ที่ 4 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร เท่านั้นที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ คือ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด น้อยกว่า 1.0% ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยการเติมวัสดุที่เพิ่มปริมาณไนโตรเจนในถ้ำบอยเลอร์หมัก เช่น กากกาแฟ ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงถึง 4.46% (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) ส่วนทรีตเมนต์อื่น ๆ นั้นมีปริมาณไนโตรเจนตรงตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ และในทรีตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด ในด้านปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่า ปุ๋ยหมักในทุกทรีตเมนต์มีปริมาณฟอสฟอรัสตรงตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (มีปริมาณ total P_2O_5 ไม่น้อยกว่า 0.5%) โดยเฉพาะทรีตเมนต์ที่ 3 ถ้ำบอยเลอร์กับมูลสุกร และ ทรีตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ 3.40% ในด้านปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่า ปุ๋ยหมักในทุกทรีตเมนต์มีปริมาณโพแทสเซียมตรงตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (มีปริมาณ total K_2O ไม่น้อยกว่า 0.5%) และทรีตเมนต์ที่ 2 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลไก่ มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด คือ 2.51% ในด้านปริมาณโซเดียม เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่า ปุ๋ยหมักในทุกทรีตเมนต์มีปริมาณโซเดียมตรงตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร คือ ไม่เกิน 1% ทุกทรีตเมนต์ ส่วนค่าการนำไฟฟ้าเมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่า ทุกทรีตเมนต์ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร คือไม่เกิน 10 dS/m หากมีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่ามาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด เมื่อเกษตรกรนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้อาจเป็นพิษต่อพืชได้ เนื่องจากพืชแต่ละชนิดทนต่อสภาวะความเค็มที่ต่างกัน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาหมัก ทรีตเมนต์ที่ 1 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลโค ทรีตเมนต์ที่ 2 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลไก่ ทรีตเมนต์ที่ 3 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลสุกร ทรีตเมนต์ที่ 4 ถ้ำบอยเลอร์ผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (มีปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่ต่ำกว่า 20%) อาจต้องเพิ่มวัสดุที่มีอินทรีย์วัตถุปริมาณมาก เช่น เศษใบไม้แห้ง เศษฟางข้าวแห้ง เป็นต้น ส่วนทรีตเมนต์ที่ 5 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค ทรีตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ ทรีตเมนต์ที่ 7 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลสุกร

ทรีตเมนต์ที่ 8 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร คือ ไม่ต่ำกว่า 20% ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักทุกทรีตเมนต์มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่า 20 : 1 โดยผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติของการย่อยสลาย ประกอบกับวัสดุหลักในการหมักกากตะกอนปาล์มมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูง อินทรีย์คาร์บอนน้อย (Table 2) จึงย่อยสลายได้ง่าย และเมื่อมีการเติมแหล่งไนโตรเจน คือ มูลสัตว์ ลงไปจึงทำให้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ (ทัศนีย์ แก้วมรกต, 2557) ความชื้นเป็นค่าที่บ่งบอกปริมาณน้ำในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในการหมักปุ๋ยในการทดลองนี้ความชื้นอยู่ในช่วง 50-60% หลังจากการหมักระยะเวลา 45 วัน พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 8 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร มีปริมาณความชื้นสูงกว่าทรีตเมนต์อื่น เมื่อสิ้นสุดระยะการหมักทุกทรีตเมนต์ไม่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร อาจเกิดจากการหมักปุ๋ยในครั้งนี้มีการเติมน้ำทุก 7 วัน หลังการกลับกองเพื่อรักษาความชื้นจึงทำให้ปุ๋ยหมักมีความชื้นเกินมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ คือ มีความชื้นเกิน 30% สามารถลดความชื้นของปุ๋ยหมักได้โดยการผึ่งลมให้ปุ๋ยหมักมีความชื้นลดลง ดัชนีการงอกของเมล็ด เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักปุ๋ย ทรีตเมนต์ที่ 2 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลไก่ ทรีตเมนต์ที่ 4 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร ทรีตเมนต์ที่ 5 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค ทรีตเมนต์ที่ 6 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลไก่ และทรีตเมนต์ที่ 8 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลโค + มูลไก่ + มูลสุกร มีดัชนีการงอกของเมล็ดต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (ดัชนีการงอกของเมล็ดต้องมากกว่า 80%) ส่วนทรีตเมนต์ที่ 1 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลโค ทรีตเมนต์ที่ 3 ถั่วบอยเลอร์ผสมกับมูลสุกร และทรีตเมนต์ที่ 7 กากตะกอนปาล์มผสมกับมูลสุกร มีดัชนีการงอกของเมล็ดผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร คือ ไม่ต่ำกว่า 80%

Table 4 Compost properties in comparison with the standard value of Department of Agriculture.

Property of composts	Standard set by Department of Agriculture	Composts							
		T1 ^{a/}	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
pH (1 : 2)	5.5-8.5	8.93	7.89	9.21	8.94	7.04	6.32	6.64	6.59
Total N (% N)	≥ 1.0%	0.70	1.12	1.20	0.81	2.82	3.53	2.91	3.17
Total P (% P ₂ O ₅)	≥ 0.5%	2.35	3.35	3.40	2.98	1.84	3.40	3.37	2.76
Total K (% K ₂ O)	≥ 0.5%	2.35	2.51	2.03	2.31	1.55	1.71	0.88	1.43
Na (% Na)	< 1%	0.04	0.11	0.03	0.05	0.07	0.15	0.03	0.09
EC (1 : 10) (dS/m)	< 10 dS/m	1.70	2.78	1.38	1.89	3.01	3.72	2.53	2.98
Organic matter (%)	≥ 20%	14.54	15.34	13.16	13.87	36.70	40.14	33.56	39.34
C:N Ratio	< 20 :1	12.37	7.93	7.39	10.27	7.53	6.61	6.68	7.20
Moisture content (%)	< 30%	42.13	45.09	39.59	41.47	55.63	56.41	51.95	59.83
Germination index (%)	≥ 80%	85.95	73.58	97.61	72.02	74.73	78.23	82.20	66.24

^{a/}T1: boiler ash + cattle manure, T2: boiler ash + chicken manure, T3: boiler ash + pig manure, T4: boiler ash + cattle manure + chicken manure + pig manure, T5: oil palm sludge + cattle manure, T6: oil palm sludge + chicken manure, T7: oil palm sludge + pig manure, T8: oil palm sludge + cattle manure + chicken manure + pig manure.

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากถั่วบอยเลอร์ กากตะกอนปาล์ม ร่วมกับมูลโค มูลสุกร และมูลไก่ ได้ผลสรุปดังนี้ การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้กากตะกอนปาล์มมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ถั่วบอยเลอร์ ส่วนการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้มูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงที่สุด การผลิตปุ๋ยหมักจากกากตะกอนปาล์มร่วมกับมูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ ขณะที่การผลิตปุ๋ยหมักจากถั่วบอยเลอร์ร่วมกับมูลไก่ให้ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงที่สุด การผลิตปุ๋ยหมักจากถั่วบอยเลอร์ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากถั่วบอยเลอร์มีค่าพีเอชสูงและมีปริมาณไนโตรเจนต่ำ อีกทั้งยังมีปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ ชีวภาพ และทางเคมีในดินต่ำกว่ามาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด ส่วนกากตะกอนปาล์มสามารถนำมาผลิตปุ๋ยหมักได้ เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารหลักตามมาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด แต่มีปริมาณความชื้นสูงกว่ามาตรฐาน ซึ่งสามารถลดความชื้นได้ ดังนั้น เมื่อต้องการผลิตปุ๋ยหมัก ทรีตเมนต์ที่ 7 กากตะกอนปาล์ม 26.7 กิโลกรัม ผสมกับ มูลสุกร 6.7 กิโลกรัม เป็นทรีตเมนต์ที่เหมาะสมในการหมักมากที่สุด อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้ในการปลูกพืชในแปลงเพื่อยืนยันคุณภาพของปุ๋ยหมักแต่ละทรีตเมนต์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนโดย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 จังหวัดสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2551. พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร. กรมพัฒนาที่ดิน. http://www.idd.go.th/www/lek_web/web.jsp?id=18995 (11 มกราคม 2562).
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2560. ธาตุโพแทสเซียม (K) จากซีเถ้า. กรมพัฒนาที่ดิน. <https://www.idd.go.th/photos/a.871390189662610/992340350900926/?type=3&theater> (10 พฤศจิกายน 2561).
- กาญจนดิษฐ์น้ำมันปาล์ม. 2558. ประเภทของเสียโรงงานบริษัท กาญจนดิษฐ์น้ำมันปาล์ม. <https://www.บริษัทกาญจนดิษฐ์น้ำมันปาล์มจำกัด-203575600161787/> (10 มกราคม 2562).
- ณัฐธาศินัย เจียเป๋ยว. 2558. การจัดการของเสียในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน กรณีศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากทะลายปาล์มน้ำมันและกากตะกอนดีแคเตอร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ทัศนีย์ แก้วมรกต. 2557. การผลิตปุ๋ยหมักจากเศษหมอดอง กระดุกโคเผาป่น และมูลแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พรศิลป์ สีเผือก, ปุณพิชญ์ ผดุงมาศ, พิชยา แก้วมโน และวุฒิชัย สีเผือก. 2557. การใช้กากสลัดจ์ปาล์มน้ำมันเป็นอาหารเสริมสำหรับเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน. ว.แก่นเกษตร 42 (ฉบับพิเศษ): 374-379.
- สุกัญญา จิตตพรพงษ์ และวราพันธุ์ จินตณวิทย์. 2548. การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากมันสำปะหลัง. นครปฐม: สถาบันสุวรรณจากกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- Prasertsan, S. and P. Prasertsan. 1996. Biomass residues from palm oil mills in Thailand: An overview on quantity and potential usage. *Biomass Bioenergy*. 11: 387-395.
- Tom, L.R., Hamelers, H.V.M. (Bert), Adrie, V. and S. Tiago. 2002. Moisture relationship in composting process. *Compost. Sci. Util.* 10: 286-302.
- Yamada, Y. and Y. Kawase. 2005. Aerobic composting of waste activated sludge: Kinetic analysis for microbiological reaction and oxygen consumption. *Waste. Manag.* 26: 49-61.

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 61

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 28 ม.ค. 62

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 11 มิ.ย. 62