การพัฒนาสูตรปุ๋ยชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในพื้นที่ตำบลหนองจอก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี

Development of Biofertilizer Treatment from Organic Waste in Nong Chok Subdistrict, Ta Yang District, Phetchaburi Province

ปภาวรินท์ วนาวิวัฒน์กุล[1] ศรวณีย์ เกษหอม[1] วิจิตรา สุขใส[1] ไพรัตน์ บุญเกิด[1] อณัศยา บวบเมือง[1]
วราภรณ์ นิสสภา[1] สุคนธา สุคนธ์ธารา[2] และ สุดารัตน์ ไชยเฉลิม[1*]

[1] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
[2] สาขาอาหารและโภชนาการประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
Email: sudarat.cha@mail.pbru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาสูตรปุ๋ยชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองจอก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี โดยการทดลองแบ่งสูตรปุ๋ยชีวภาพเป็น 2 สูตร คือ สูตรที่ 1 ขยะอินทรีย์ผสมและสูตรที่ 2 ขยะอินทรีย์ผสมกับไส้เดือนดิน ขยะอินทรีย์ที่พบในพื้นที่ คือ วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ใบไม้ ต้นกล้วย มูลสัตว์ และ เปลือกลูกตาลโตนด ซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการหมักปุ๋ยประมาณ 60 วัน ปุ๋ยหมักชีวภาพจึงจะย่อยสลายสมบูรณ์จึงจะนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของปุ๋ยหมักชีวภาพ ผลการวิเคราะห์พบว่า สูตรปุ๋ยชีวภาพ สูตร 1 และสูตร 2 มีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 1.26 และ 1.31 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.01 และ 7.07 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ ร้อยละ 1.5 และ 1.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0.222 และ 0.350 โพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 0.76 และ 1.23 ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับ ร้อยละ 26.89 และ 27.09 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เท่ากับ ร้อยละ 17.93 ต่อ 1 และ ร้อยละ 19.77 ต่อ 1 ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ สารหนู เท่ากับ 2.468 และ 2.542 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม เท่ากับ 0.064 และ 0.070 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว เท่ากับ 3.237 และ 3.909 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปรอท เท่ากับ 0.292 และ 0.312 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สูตรปุ๋ยชีวภาพทั้ง 2 สูตรมีค่าใกล้เคียงกันและมีคุณภาพของปุ๋ยเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร ยกเว้นปริมาณฟอสฟอรัส

คำสำคัญ: สูตรปุ๋ยหมักชีวภาพ ขยะอินทรีย์ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองจอก

Abstract

This research have focused on development of biofertilizer formula from organic waste in Nong Chok Subdistrict, Ta Yang District, Phetchaburi Province. This experiment design carried out in 2 formula, formula 1 composed of mixed organic waste (normal composting) and formula 2 composed of mixed organic waste with earthworm (vermicomposting). The organic waste from agriculture residues can be found in the community area, such as leaf litter, banana leaves and tree, cow manure and palmyra palm husk. The duration of fermentation was about 60 days until fertilizer is completely decomposed which can be used to analyze for the quality of formula 1 and

formula 2. The results found that electrical conductivity was 1.26 and 1.31 ds/m, pH was 7.01 and 7.07, total nitrogen was 1.5 and 1.3 %, total phosphorus was 0.222 and 0.350%, total potassium was 0.76 and 1.23 %, organic matter was 26.89 and 27.09%, and the ratio of carbon and nitrogen was 17.93 to 1 and 19.77 to 1% and heavy metal contents, such as arsenic at 2.468 and 2.542 mg/kg, cadmium at 0.064 and 0.070 mg/kg, lead at 3.237 and 3.909 mg/kg, mercury at 0.292 and 0.312 mg/kg, respectively. The qualities of biofertilizer in formula 1 and formula 2 were similarly and in accordance with the standard of organic fertilizer, except total phosphorus.

Keyword: Biofertilizer formula, Organic waste , Nongchok Subdistrict Administrative Organization

1. ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นในทุกๆปี โดยในปี พ.ศ. 2558 ขยะทั่วประเทศมีปริมาณอยู่ที่ประมาณ 26.84 ล้านตัน หรือประมาณ 26.85 ล้านตัน โดยมีอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อคนอยู่ที่ประมาณ 1.13 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน พ.ศ. 2559 ปริมาณขยะมูลฝอย อยู่ที่ 27.06 ล้านตันต่อปี เฉลี่ยอัตราการเกิดขยะมูลฝอยอยู่ที่ประมาณ 1.14 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณขยะมูลเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2559 เป็น 27.40 ล้านตันต่อปีซึ่งมากกว่าปี พ.ศ. 2559 โดยเฉลี่ย 0.34 ล้านตันต่อปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2559) แต่ปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศโดยขยะที่พบส่วนมากเป็นขยะอินทรีย์ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้มีกลิ่นเหม็นและเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคต่างๆเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับขยะอินทรีย์จึงมีการส่งเสริมให้ประชาชนนำขยะอินทรีย์มาใช้เป็นปุ๋ยหมักชีวภาพเพื่อบำรุงดินและพืชผัก เพราะการทำปุ๋ยหมักชีวภาพมีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยากและใช้ต้นทุน การผลิตต่ำ วิธีการหมักปุ๋ยหมักชีวภาพ นำเศษพืชผักผลไม้ ในอัตราส่วนที่เท่ากันและนำมาใส่รวมกันในบ่อซีเมนต์ที่เตรียมไว้เป็นชั้นๆโดย รดน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 - 2 เดือน จะได้ปุ๋ยหมักชีวภาพที่มีคุณภาพและสามารถนำมาใช้ในการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2556)

เพชรบุรีเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีปัญหาขยะมูลฝอยเนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมจึงเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอยอย่างทวีคูณด้วยเหตุที่ขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นจึงส่งผลกระทบต่อชุมชนอย่างกว้างขวางเพราะจังหวัดเพชรบุรีไม่มีพื้นที่ในการฝังกลบขยะมูลฝอย จากการสำรวจข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยในปี พ.ศ. 2556 พบว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (84 แห่ง) ที่ต้องจัดการมีมากถึง 363 ตันต่อวัน หรือ 132,495 ตันต่อปี ในจำนวนนี้มีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจำนวน 39 แห่ง ที่มีปัญหาการบริหารจัดการระบบการกำจัดและไม่มีสถานที่ฝังกลบขยะเพียงพอ (สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัดเพชรบุรี, 2556) การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณขยะ ในการทำปุ๋ยอินทรีย์ในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบมากมายเพื่อแปรรูปขยะอินทรีย์ไปเป็นปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ได้มีการยอมรับและนำไปปฏิบัติกันอย่างแพร่หลาย ทั้งการผลิตในครัวเรือหรือเป็นโรงงาน โดยอาศัยกลไกการแปรรูปขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินที่สามารถหาได้ทั่วไปในท้องถิ่น ปุ๋ยหมักไส้เดือนดินมีส่วนประกอบเป็นธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้โดยมีส่วนประกอบเป็นธาตุอาหารพืชหลายชนิดที่พืชต้องการ และยังช่วยในการปรับปรุงสมบัติทางด้านกายภาพของดินอีกด้วย (อานัฐ, 2550)

ดังนั้นผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาสูตรปุ๋ยชีวภาพจากขยะอินทรีย์โดยการทำปุ๋ยหมักชีวภาพซึ่งจะนำไส้เดือนดินมาเป็นส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมักชีวภาพให้มีความเหมาะสมกับบริบทของพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองจอก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี เพื่อใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการทำการเกษตรกรรม

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาสูตรปุ๋ยชีวภาพให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองจอก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี

3. ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาคุณภาพของสูตรปุ๋ยหมักชีวภาพ ทั้ง 2 สูตรเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) อินทรียวัตถุ โลหะหนัก (Hg, As, Cd, Pb) และค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) จากขยะอินทรีย์ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองจอก โดยขยะที่นำมาทำปุ๋ยหมักชีวภาพจะเป็นขยะที่ได้จากชุมชน ผ่านการแยกขยะอินทรีย์โดยผู้วิจัย และไส้เดือนดินที่ใช้ในการวิจัยมาจากฟาร์มไส้เดือน “คุ้งกะพง ฟาร์ม”เป็นไส้เดือนสายพันธุ์สีน้ำเงิน (*Perionyx excavates*)

4.วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาลักษณะของขยะอินทรีย์ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองจอก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี โดยพบว่า ขยะที่มีปริมาณมาก คือ ขยะที่มาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เศษใบไม้ ต้นกล้วย มูลสัตว์ และเปลือกลูกตาลโตนด โดยปริมาณขยะอินทรีย์ที่ได้จะอยู่ที่ประมาณ 100 กิโลกรัม ซึ่งในพื้นที่จะมีปริมาณขยะเกิดขึ้นทั้งหมดประมาณ 3 ตันต่อวัน (3,000 กิโลกรัมต่อวัน) ซึ่งคาดว่าจะลดปริมาณขยะอินทรีย์ได้ประมาณร้อยละ 3 ต่อวัน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสูตรปุ๋ยชีวภาพ โดยแบ่งการทำการทดลองออกเป็น 2 สูตร คือ สูตรที่ 1 ใช้ปริมาณขยะอินทรีย์ 100 กิโลกรัม (อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อมูลสัตว์ เท่ากับ 1:1) ทำการหมักในรองบ่อปูนซีเมนต์กลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80-100 เซนติเมตรหรือขนาดใกล้เคียง ส่วนสูตรที่ 2 ใช้ปริมาณขยะอินทรีย์ 100 กิโลกรัม (อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อมูลสัตว์ เท่ากับ 1:1) เช่นเดียวกัน ซึ่งจะทำการหมักพร้อมกันทั้งสูตร 1 และสูตร 2 เมื่อปุ๋ยเริ่มย่อยสลายในช่วงเวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ จะทำการใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์สีน้ำเงินลงไปในปุ๋ยหมักชีวภาพ สูตร 2 ปริมาณ 500 กรัม จากนั้นจะทำการหมักปุ๋ยชีวภาพทั้ง 2 สูตร ไว้เป็นเวลา 3-4 สัปดาห์ รวมระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักชีวภาพประมาณ 60 วัน ปุ๋ยหมักชีวภาพจึงย่อยสลายสมบูรณ์และนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของปุ๋ยหมักชีวภาพทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อินทรียวัตถุ (Organic matter) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) โลหะหนัก (heavy metal) ได้แก่ สารหนู (As) แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) และปรอท (Hg) วิธีวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ย

Properties	Method	Reference
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	อัตราส่วนของปุ๋ย 5 กรัม ต่อน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร	กรมวิชาการเกษตร, 2556
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	วัดโดยใช้เครื่อง Electrical conductivity meter อัตราส่วนของดินต่อน้ำเท่ากับ 10:50 วัดโดยใช้เครื่อง pH meter	กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย, 2541
อินทรียวัตถุ (Organic matter)	วิธี Walkley-Black titration	Black, 1965
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Total P_2O_5)	วิธี Bray II	Bray and Kurtz, 1945
โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Total K_2O)	วิธีสกัดด้วยกรด วัดปริมาณโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)	Pratt, 1965
ไนโตรเจนรวม (Total nitrogen)	วิธี Kjedhal nitrogen	กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย, 2541
โลหะหนัก (heavy metal)	วิธี Atomic Absorption Sectrophotometer	Bibbam, 1996

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองจอก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี โดยผลการศึกษาปรากฏดังตารางที่ 2

การศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในพื้นที่ สอดคล้องกับการศึกษาของ วิศรุต วิชัยวิทย์ และคณะ (2559) ที่ศึกษาคุณภาพปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทต่างๆ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* พบว่า มีค่าอินทรียคาร์บอน ไนโตรเจนและโพแทสเซียม เท่ากับร้อยละ 20.97, 1.67 และ 0.75 ตามลำดับ นอกจากนี้งานวิจัยยังสอดคล้องกับการวิจัยของ สกุลเทพ ชูพงษ์ และคณะ (2559) ที่นำวัสดุอินทรีย์ผสม ได้แก่ มูลวัวขี้เลื่อย ฟางข้าวแห้ง เปลือกไข่บด กระดาษเหลือทิ้ง วัสดุเพาะเห็ด และผักตบชวา ผสมเข้าด้วยกันในอัตราส่วน 1: 1: 1: 1: 1: 1: 3 ใช้เป็นซับสเตรทในการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน มีค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยเท่ากับ 25% ค่าธาตุอาหารหลักของพืช ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ค่าฟอสฟอรัส (available $P_2O_{5)}$ และ ค่าโพแทสเซียม (available K_2O) เฉลี่ย มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.44, 1.05 และ 2.08 ตามลำดับ มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรกำหนด จะเห็นได้ว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมีคุณสมบัติช่วยส่งเสริมสภาพดินให้ดี

ตารางที่ 2 คุณภาพของสูตรปุ๋ยชีวภาพจากขยะอินทรีย์เทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

พารามิเตอร์ของปุ๋ยหมักชีวภาพ	ขยะอินทรีย์ผสม (สูตร 1)	ขยะอินทรีย์ผสมไส้เดือน (สูตร 2)	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ 2550
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	1.26	1.31	ไม่เกิน 10 dS/m
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.01	7.07	5.5 ถึง 8.5
อินทรียวัตถุ (% OM)	26.89	27.09	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20
ไนโตรเจนรวม (Total nitrogen, %)	1.5	1.3	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5, %)	0.222	0.350	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O, %)	0.76	1.231	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	17.93	19.77	ไม่เกิน 20:1
*โลหะหนัก (Heavy metal)			
As (mg/kg)	2.468	2.542	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
Cd (mg/kg)	0.064	0.070	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
Pb (mg/kg)	3.237	3.909	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
Hg (mg/kg)	0.292	0.312	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

* โลหะหนักตามมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ ของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

เมื่อนำมาใช้ในการปลูกพืช จะส่งเสริมให้ดินมีความโปร่งร่วนซุย เพิ่มช่องว่างช่วยกักเก็บน้ำในดิน ทำให้จุลินทรีย์ดินบริเวณรากพืชทำงานได้ดี (Sinha *et al.*,2010) และสอดคล้องกับ นริสราและ สาวิตรี (2555) ทำการศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักธรรมดา และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน ในระยะเวลาหมักที่เท่ากัน ผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินถูกย่อยสลายได้เร็ว และให้ธาตุอาหารสำหรับพืชมากกว่าปุ๋ยหมักธรรมดา นอกจากนี้ Sailila *et al*. (2010) ได้นำวัสดุ

เหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น มูลแพะ ฟางข้าว วัสดุเพาะเห็ด ขี้เลื่อย มาผลิตเป็นปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน โดยสายพันธุ์ที่ใช้คือ *Lumbricus rubellus* เป็นสายพันธุ์ที่พบในประเทศมาเลเซียผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตได้ ให้ค่าธาตุอาหารหลักของพืช เช่น N, P, K, Cu และ Zn รวมทั้งค่า C:N ratio มีค่าสูง ปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจะแตกต่างกันไปขึ้นกับวัตถุดิบและสายพันธุ์ไส้เดือนที่ใช้ (อานัติ ตันโช, 2548)

จากการศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักชีวภาพ สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 จากขยะอินทรีย์ในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองจอก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี พบว่ามีคุณภาพปุ๋ยใกล้เคียงกันและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร ยกเว้นปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดซึ่งการที่จะเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสต้องเพิ่มการใส่หินฟอสเฟตในปุ๋ย และ ใส่สารบำรุงดิน เช่น ปูนขาว ปูนมาร์ล หรือ โดโลไมด์เพื่อช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสเฟต รวมทั้งการใช้จุลินทรีย์ชุปเปอร์พด.9 ประกอบด้วยเชื้อ แบคทีเรีย *Burkholderia* sp. . มี ความสามารถในการผลิตกรดอินทรีย์ซึ่งเป็นกลไกหลักในเปลี่ยนอนินทรีย์ ฟอสฟอรัสจากรูปที่ไม่เป็นประโยชน์เป็นรูปที่สามารถเป็นประโยชน์กับพืชได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) ส่วนต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์โดยทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 4 บาทต่อกิโลกรัม

6. ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

6.1 ควรนำสูตรปุ๋ยหมักชีวภาพที่ได้ไปใช้ปลูกพืชให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่และสามารถนำไปใช้ตรงกับความต้องการของพืชแต่ละชนิดได้

6.2 ควรขยายพื้นที่ในการทำปุ๋ยหมักชีวภาพทั่วพื้นที่ในจังหวัดเพชรบุรีเพื่อส่งเสริมให้ลดปริมาณขยะและสนับสนุนให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์แทนปุ๋ยเคมี

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส) ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณชนิดา ศรีสาคร เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ ที่ให้ความช่วยเหลือในวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยหมักชีวภาพในห้องปฏิบัติการและให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี

8. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2559). **โครงการเมืองสวยใส ไร้มลพิษ.** วันที่สืบค้น กุมภาพันธ์ 8, 2561 จากเว็บไซต์ http://infofile.pcd.go.th/waste/CleanGreenCity60.pdf

กรมวิชาการเกษตร. (2556). **การผลิตปุ๋ยหมักเติมอากาศ**. วันที่สืบค้น กุมภาพันธ์ 8, 2561 จากเว็บไซต์ http://www.nsdoae.doae.go.th/homepage/wp-pdf

กรมพัฒนาที่ดิน. (2556). **เทคโนโลยีชีวภาพทางดิน** . กรุงเทพฯ: สำนัก เทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย. (2526). **คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย.** กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ บางเขน กรุงเทพฯ. 37 หน้า.

กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย. (2541). **คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย.** กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ บางเขน กรุงเทพฯ. 114 หน้า.

นริสรา พานพ่วง และ สาวิตรี จันทรานุรักษ์. (2555). **การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชในปุ๋ย**

หมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักพด.1. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50 กรุงเทพฯ หน้า 442-447

สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นจังหวัดเพชรบุรี. (2556). **สภาพขยะมูลฝอยในจังหวัดเพชรบุรี.** วันที่สืบค้น กุมภาพันธ์ 21, 2561. จากเว็บไซต์ http://www.phetchaburi.go.th/data/pd/d8.pdf

วิศรุต วิชัยวิทย์, และคณะ. (2559). คุณภาพปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทต่างๆ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Perionyx excavates*. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**, 2, 86-96.

สกุลเทพ ชูพงษ์ และคณะ. (2559). **การศึกษาศักยภาพการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากผักตบชวาบริเวณคลองส่งน้ำในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา**. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 1 (The 1st RUSNC) วันที่ 22 มิถุนายน 2559 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา จังหวัดอยุธยา หน้า 519 – 524.

อานัฐ ตันโช. (2548). **เทคนิคการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน พิมพ์ครั้งที่ 1**. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ปทุมธานี. 72 หน้า.

อานัฐ ตันโช. (2550). **ไส้เดือนดิน (Earthworm) พิมพ์ครั้งที่ 2**. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี. 259 หน้า.

Bibham, J.M. (1996). **Methods of Soli Analysis.** Socicty of Amerrica, Inc. American Socicty of Agronomy, Inc. Madison, Wisoposin, 1320 pp.

Black, C. A. (1965). **Method of Soil Analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Properties.** American Society of Agronomy, Inc, Publisher, USA: Madison, Wisconsin.

Bray, R.H., and Kurtz L.T. (1945). Determination of total organic and available form of phosphorus in soil. **Soil Science**, 59 : 39-45

Pratt, P.E. (1965). Potassium. In Methods of Soil Analysis. **World Journal of Agricultural Research**, 2(1) : 12-21.

Sailila, N., Bakar, A.A., Mahmood, N.Z., Siliva, J.T., Abdullah, N. and Jamaludin, A.A. (2010). Nutrient elements of different agricultural wastes from vermicomposting activity. **Dynamic Soil, Dynamic Plant**, 4: 155-158.

Sinha, R.K., Agarwai, S., Chauhan, K. and Valani, D. (2010). The wonders of earthworms & its Vermicompost in farm production: Charles Darwin's friends of farmers' with potential to replace destructive chemical fertilizers from agriculture. **Agricultural Sciences**, 1: 76-94.