การเปรียบเทียบธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากการย่อยสลายกระดาษและขยะอินทรีย์

Comparison on Macronutrients of Vermicompost from Paper and Organic Waste Degradation

ธันนิดา กงทอง[1], สุนันทา เลาวัณย์ศิริ[2*], จุฑามาส แก้วสุข[3]

Thunnida Kongthong[1], Sunantha Laowansiri [2*], Jutamas Kaewsuk[3]

Received: 15 September 2017; Accepted: 4 May 2018

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากการย่อยสลายขยะกระดาษและขยะอินทรีย์ โดยใช้ไส้เดือนดินต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ท้องถิ่น *Pheretima peguana* (PP) หรือ ขี้ตาแร่ และสายพันธุ์ ยูดริลลัส ยูจีนิแอ *(Eudrilus eugeniae)* ชื่อสามัญ African Night Crawler (AF) ทำการทดลองโดยจัดเตรียมพื้นที่เลี้ยงโดยนำดินร่วนใส่ลงไปในถัง ให้สูง 6 นิ้ว (น้ำหนัก 13 กิโลกรัม) แล้วทำการพรมน้ำให้มีความชื้นโดยประมาณร้อยละ 70- 80 นำไส้เดือนดินใส่ถัง 0.2 กิโลกรัมต่อถัง (ถังละ 1 สายพันธุ์) หลังจากนั้นเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงไส้เดือนดิน โดยนำขยะอินทรีย์ (เศษผักและเศษอาหาร) และใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) และขยะกระดาษ มาบดละเอียด พรมด้วยจุลินทรีย์ชนิดน้ำ (Effective Microorganisms, EM) 50 มิลลิลิตร ต่อลิตร หมักไว้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงไส้เดือนดิน โดยนำอาหารใส่ในถังเลี้ยงไส้เดือนดินที่ความหนา 2 เซนติเมตร (น้ำหนัก 1 กิโลกรัม) ระยะเวลาที่จะเก็บมูลไส้เดือนดิน 2 เดือน งานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยเชิงทดลองและวิเคราะห์ในระดับห้องปฏิบัติการ

จากการทดลอง พบว่า ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยขยะอินทรีย์และขยะเศษกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน ต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ ร้อยละไนโตรเจนทั้งหมด, ร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, ร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, ร้อยละอินทรียวัตถุ, ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกและค่าการนำไฟฟ้า ของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะอินทรีย์ มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.440, 0.030, 0.352, 11.770, 16.277 Cmol/kg และ 1.200 dS/m ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยมูลไส้เดือน ทั้ง 4 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน ประมาณ 7.347-7.667 ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF ซึ่งมีขนาดตัวใหญ่ จึงสามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้ดี อีกทั้งขยะอินทรีย์ เป็นขยะสดที่มีความหลากหลายจากเศษผักและเศษอาหารและใบไม้แห้งซึ่งเป็นแหล่งผลิตธาตุอาหาร จึงมีองค์ประกอบธาตุอาหารหลักอยู่ในปริมาณมาก

คำสำคัญ: ขยะอินทรีย์ ปุ๋ยมูลไส้เดือน กระดาษ ไส้เดือนดิน ธาตุอาหารหลัก

Abstract

This study aimed to compare the macronutrients of earthworm manure derived from degradation of paper and organic waste. The two different species of earthworms used were *Pheretima peguana* (PP) and *Eudrilus eugeniae* (Common name: African Night Crawler) (AF). The vermicompost experiment was prepared by filling loose soil in two containers to 6 inch height (the weight of 13 kg), then sprinkling water to adjust the moisture content to about 70-80%.

---

[1] นิสิตปริญญาโท, [2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์, [3]สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม, [4]สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[1] Graduate students, [2]Asst.Prof., [3]Environmental Administration and Management, [4]Environmental Technology, Faculty of Environment and Resource Studies, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand

** Corresponding author; Asst. Prof. Sunantha Laowansiri, Ph.D. Faculty of Environment and Resource Studies, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand. E-mail: sunantha.l@msu.ac.th*

Each species of earthworm was then mixed with the soil for 0.2 kg each tank. Food for earthworms were prepared by mixing crushed fresh garbage and dry leaves (mixing ratio of 1:1 by weight) and paper waste and sprinkling with effective microorganisms (EM) for 50 ml/L. This combination was then applied to the fermenting containers for about 2 cm thick (the weight of 1 kg) and kept for 2 months. This experimental research and analysis was carried out at a laboratory scale.

From the experiment of vermicomposting from degradation of paper and organic waste using two different species, the results showed that AF produced higher macronutrient content with total nitrogen, available phosphorus, available potassium, organic matter, cation exchange capacity (CEC) and electrical conductivity (EC) at the highest levels of 0.440%, 0.030%, 0.352%, 11.770%, 16.277 Cmol/kg and 1.200 dS/m, respectively. The earthworm AF species are large in size, having high capacity to degrade organic waste. The organic waste used in this study was garbage with a variety of vegetables, food and dry leaves, which was rich in nutrient elements. The pH of all four earthworm's manure varied from 7.347 to 7.667. Results from this study show that the earthworm species AF which has large body, could degrade organic waste well. In addition, the organic waste containing a variety of vegetable waste, food waste and dry leaves, which are sources of nutrients so that containing the nutrient elements in large quantities.

Keywords: Organic waste, Vermicompost, Paper, Earthworm, Macronutrients

บทนำ

ในปัจจุบันประชากรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วของชุมชน[1] ชุมชนมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ปัญหาขยะจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ขณะเดียวกันขยะที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลตำบลหนองบัวระเหว มีปริมาณ 1,095 ตัน/ปี มีแหล่งที่มาจากอาคาร บ้านเรือน ตลาด ขยะที่ทิ้งในแต่ละวันส่วนใหญ่เป็นประเภทขยะมูลฝอยสดหรือขยะมูลฝอยเปียก เช่น เศษอาหาร เศษเนื้อ เศษผัก ใบไม้และเปลือกผลไม้ รองลงมาเป็นขยะมูลฝอยทั่วไป เช่น เศษกระดาษ ถุงพลาสติก ซึ่งขยะมูลฝอยเหล่านี้ยังเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย [2] ของคนในเขตเทศบาลตำบลหนองบัวระเหว การกำจัดขยะมูลฝอยที่แยกได้โดยเฉพาะขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ สามารถใช้กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์และการกิน ของสัตว์หน้าดิน คือ ไส้เดือนดิน ทำให้ได้ปุ๋ยมูลไส้เดือน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพดิน [3] โดยปุ๋ยมูลไส้เดือนมีลักษณะเป็นเม็ดร่วนละเอียด มีสีดำออกน้ำตาล โปร่งเบา มีความพรุนระบายน้ำและอากาศได้ดีมาก มีความจุความชื้นสูงและมีประมาณอินทรียวัตถุสูงมาก ซึ่งผลจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดินดูดกินเข้าไปภายในลำไส้ และด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้และน้ำย่อยของไส้เดือนดินจะช่วยให้ธาตุอาหารหลายๆ ชนิดที่อยู่ในเศษอินทรียวัตถุเหล่านั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินในการปลูกพืชจะส่งผลให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น คือ ทำให้ดินกักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุย รากพืชสามารถชอนไชและแพร่กระจายได้กว้าง ดินมี การระบายน้ำและอากาศได้ดี

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยซึ่งปฏิบัติงานในเทศบาลตำบลหนองบัวระเหว จึงมีความสนใจในการแก้ไขปัญหาขยะที่เกิดขึ้น โดยศึกษาธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือน ที่ได้จากการย่อยกระดาษและขยะอินทรีย์ในชุมชน เพื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักจากการทดลองและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์จากขยะในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ลดมลพิษจากขยะและของเสีย ซึ่งเป็นการลดปัญหาขยะ จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำผลไปทำการกำจัดขยะอินทรีย์และเผยแพร่ให้กับประชาชนและผู้ที่สนใจได้ต่อไป ในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปุ๋ยมูลไส้เดือนจากการย่อยสลายกระดาษและขยะอินทรีย์
2. เพื่อศึกษาผลความแตกต่างระหว่างธาตุอาหารหลักปุ๋ยมูลไส้เดือนจากกระดาษและขยะอินทรีย์ โดยใช้ไส้เดือนดินต่างชนิดกัน

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การศึกษาปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยขยะอินทรีย์และขยะเศษกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดินต่างชนิดกัน ในการศึกษามีวัสดุและอุปกรณ์ในการศึกษาและวิธีการศึกษาดังนี้

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 ไส้เดือนดินสายพันธุ์ท้องถิ่น (*Pheretima peguana* : PP) ขี้ตาแร่ และสายพันธุ์ ยูดริลลัส ยูจีนิแอ (*Eudrilus eugeniae*) ชื่อสามัญ African Night Crawler (AF)

1.2 จุลินทรีย์ EM ชนิดน้ำ ยี่ห้อ EM Extra บริษัท อีเอ็ม เอ็กซ์ตรา จำกัด

1.3 ขยะอินทรีย์ (เศษผักและเศษอาหาร) และใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก)

1.4 ขยะกระดาษ

1.5 ถังพลาสติก เจาะรูระบายน้ำ พร้อมฝาปิด ขนาด 20 ลิตร

1.6 ดินร่วน

1.7 ตราชั่ง ขนาด 20 กิโลกรัม

1.8 น้ำ

2. วิธีการศึกษา

ผู้วิจัยใช้แผนการทดลองแบบ 2 x 2 Factorial in CRD โดยมีปัจจัยหลัก ได้แก่

AF = ไส้เดือนดินสายพันธ์ African Night Crawler (AF)

PP = ไส้เดือนดินสายพันธ์ท้องถิ่น (ขี้ตาแร่)

ปัจจัยรอง ได้แก่

Organic = ขยะอินทรีย์

Paper = ขยะกระดาษ

ดังนั้นการทดลองนี้จึงประกอบด้วย 4 Treatment combination ดังนี้

1. Treatment 1 (T 1) = AF + Paper
2. Treatment 2 (T 2) = AF + Organic
3. Treatment 3 (T 3) = PP + Paper
4. Treatment 4 (T 4) = PP + Organic

ทำการทดลอง ได้ 3 ซ้ำ ในแต่ละ Treatment combination แล้ววัดค่าพารามิเตอร์ ดังนี้

- Total N, Available P, Available K
- Organic Matter
- pH
- Electrical Conductivity
- Cation Exchange Capacity

ซึ่งมีวิธีดำเนินงานของงานวิจัย ดังต่อไปนี้

การเตรียมขยะ

ขยะที่ใช้ในงานวิจัยมี 2 ประเภท ประเภทแรก นำขยะอินทรีย์ (เศษผักและเศษอาหาร) และใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ประเภท ที่สองใช้ขยะกระดาษอย่างเดียว มาบดละเอียด แล้วนำมาหมักไว้ก่อน 3-4 วัน เพื่อประสิทธิภาพของการย่อยสลาย เนื่องจากไส้เดือนดินชอบกินอาหาร ขยะอินทรีย์ที่เริ่มเน่าเสียแล้วและกำลังย่อยสลาย เป็นของเหลว

ไส้เดือนดินที่ใช้ในการทดลองมี 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ท้องถิ่น (*Pheretima peguana* : PP) ขี้ตาแร่ และสายพันธุ์ ยูดริลลัส ยูจีนิแอ (*Eudrilus eugeniae*) ชื่อสามัญ African Night Crawler (AF)

การเตรียมพื้นที่เลี้ยง

1. นำดินร่วน ใส่ลงลงไปในถังขนาด 20 ลิตร ให้สูง 6 นิ้ว (น้ำหนัก 13 กิโลกรัม) แล้วทำการพรมน้ำ ให้มีระดับความชื้นโดยประมาณร้อยละ 70 – 80 [4]

2. นำไส้เดือนดินใส่ถัง ถังละ 0.2 กิโลกรัม (ถังละ 1 สายพันธุ์)

3. นำขยะอินทรีย์ (เศษผักและเศษอาหาร) และใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน1:1 โดยน้ำหนัก) มาบดละเอียดและผสมจนเข้ากันและเศษกระดาษบดละเอียด โดยพรมด้วยจุลินทรีย์ EM ชนิดน้ำ ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 1 ลิตร

4. นำขยะอินทรีย์ (เศษผักและเศษอาหาร) และใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) และเศษกระดาษที่ผสมจุลินทรีย์ EM ชนิดน้ำ ใส่ในถังเลี้ยงไส้เดือนดิน เพื่อให้ไส้เดือนดินย่อยสลาย โดยใส่ในถังเลี้ยงไส้เดือนดิน (แต่ละถัง) ความหนา 2 เซนติเมตร (น้ำหนัก 1 กิโลกรัม) เนื่องจากถ้าหนามากจะทำให้เกิดความร้อน การให้อาหารจะให้หลังจากมีการย่อยสลายจนหมดของแต่ละชุดการทดลอง โดยวางไว้บนผิวดิน ระยะเวลาที่จะเก็บมูลไส้เดือน ประมาณ 2 เดือน

5. หลังจากนั้นครอบถังด้วยตาข่ายและปิดฝาถังเพื่อกันน้ำฝนและพรางแสงให้แก่ไส้เดือนดิน

6. สังเกตการย่อยสลายขยะอินทรีย์และขยะเศษกระดาษโดยไส้เดือนดิน จนขยะหมดกลายเป็น ปุ๋ยมูลไส้เดือน คือ มีลักษณะเป็นเม็ดร่วนละเอียด สีดำออกน้ำตาล โปร่งเบา

7. แยกไส้เดือนดินออกจากปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แสงไฟไล่ หรือใช้ตะแกรงร่อน

8. นำปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยสลายขยะในชุมชน โดยใช้ไส้เดือนดินต่างชนิดกัน ไปตรวจวัดหาค่าองค์ประกอบปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยกระดาษและขยะอินทรีย์ชุมชน โดยวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (Potential of hydrogen ion, pH) โดยใช้เครื่อง pH meter รุ่น LDO101 บริษัท HACH, ไนโตรเจนทั้งหมด

(Total nitrogen, N) โดยวิธี Kjeldahl method และ ใช้เครื่องกลั่นไนโตรเจน รุ่น VAP-20 บริษัท ไซแอนติฟิค, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Phosphorus, Available P) โดยใช้วิธี Bray II และใช้เครื่อง Spectrophotometer รุ่น UV-Light XTD 5 บริษัท SECOMAM, โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Potassium, Available K) โดยใช้เครื่อง Atomic Adsorption Spectrophotometer รุ่น AA-6200 บริษัท SHIMADZU, ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC) โดยใช้เครื่องวัดค่า EC รุ่น CON11 บริษัท EUTECH, ตรวจหาอินทรีย์วัตถุ โดยวิธี Dry combustion และความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation exchange capacity, CEC) โดยวิธี Ammonion Acetate method และใช้เครื่อง Centrifuge รุ่น 2030 Cell Washer และเครื่องกลั่นไนโตรเจน รุ่น VAP-20 บริษัทไซแอนติฟิค

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของชุดทดลองตัวอย่าง แต่ละชุด 3 ซ้ำ จึงวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทดสอบอิทธิพลของทรีทเมนต์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Varian (ANOVA) และการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significance Difference (LSD) โดยใช้ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P< 0.05$)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

Table 1 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธ์ของไส้เดือนดิน และชนิดของขยะกับความสัมพันธ์ของ Parameter ต่างๆ ของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน พบว่า เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์ของไส้เดือนดินและชนิดของขยะ พบว่าอิทธิพลของชนิดขยะ มีค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 โดยปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์ มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มากกว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากขยะกระดาษ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชนิดของขยะมีผลต่อฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เนื่องจากขยะอินทรีย์เป็นขยะที่มีความหลากหลายจากเศษผักและเศษอาหารและใบไม้แห้ง ซึ่งเป็นแหล่งผลิตธาตุอาหาร

Table 1 Show the interaction between species of earthworms and type of waste for the relationship of the various vermicompost parameters

Para meters	Earthworm + Waste				SEM	P- value	Species of earthworm		SEM	P- value	Type of waste		SEM	P- value
	AF+ Paper (T1)	AF+ Organic (T2)	PP+ Paper (T3)	PP+ Organic (T4)			AF	PP			Paper	Organic		
pH	7.667[a]	7.520[a]	7.560[a]	7.347[a]	0.106	0.761	7.593	7.453	0.075	0.223	7.613	7.433	0.075	0.128
EC (dS/m)	0.927[b]	1.200[a]	0.790[b]	0.540[c]	0.032	<0.001	1.063	0.665	0.023	<0.001	0.858	0.870	0.023	0.727
N (%)	0.020[c]	0.440[a]	0.020[c]	0.133[b]	0.012	<0.001	0.230	0.077	0.008	<0.001	0.020	0.287	0.008	<0.001
Available P (%)	0.020[b]	0.030[a]	0.021[b]	0.027[a]	0.001	0.063	0.025	0.024	0.001	0.110	0.020	0.028	0.001	<0.001
Available K (%)	0.109[c]	0.352[a]	0.100[c]	0.210[b]	0.016	0.003	0.230	0.155	0.011	0.001	0.104	0.281	0.011	<0.001
OM (%)	2.550[b]	11.770[a]	3.030[b]	3.077[b]	0.078	<0.001	7.160	3.053	0.055	<0.001	2.790	7.423	0.055	<0.001
CEC (Cmol/kg)	5.600[b]	16.277[a]	3.927[c]	4.027[c]	0.265	<0.001	10.938	3.977	0.187	<0.001	4.763	10.152	0.187	<0.001

Remark: N is Total Nitrogen, Available P is Available Phosphorus, Available K is Available Potassium, OM is Organic Matter, pH is Potential of Hydrogen Ion, EC is Electrical Conductivity, CEC is Cation Exchange Capacity, SEM is Standard Error Mean; ( ) is parameter of unit a, b, c with different letter show significant statistical differences ($P< 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธ์ของไส้เดือนดินและชนิดของขยะ (T 1, T 2, T 3 และ T 4) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า ของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน ทั้ง 4 ชนิด มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 โดยปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะอินทรีย์ มีค่าการนำไฟฟ้ามากที่สุด เท่ากับ 1.200 dS/m รองลงมา คือ ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะกระดาษ, ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP + ขยะกระดาษ ในขณะที่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP จากขยะอินทรีย์ มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยที่สุดเนื่องจากค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของเกลือในน้ำ การวัดค่าการนำไฟฟ้าจึงทำให้ประมาณค่าเกลือละลายในน้ำที่สกัดออกมาจากมูลไส้เดือนดินได้ ซึ่งจะใช้เป็นดัชนีของความเค็มที่บอกได้ว่าพืชจะเจริญเติบโตเป็นปกติหรือไม่ ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าที่มีอยู่ในปุ๋ยโดยธาตุอาหารที่สำคัญของพืชจะอยู่ในรูปของเกลือหลายชนิด อาจพบในรูปเกลือของธาตุอาหารรองในขนาดที่เกลือละลายน้ำบางชนิด เช่น เกลือแกงจะเป็นอันตรายต่อพืชมาก แต่ส่วนใหญ่ปุ๋ยหมักจะไม่มีเกลือนี้ในระดับสูงพอที่จะเป็นอันตราย ต่อพืช โดยค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้ของปุ๋ยมูลไส้เดือนทั้ง 4 ชนิด มีค่าการนำไฟฟ้าที่ไม่ส่งผลอันตรายต่อพืช เมื่อนำไปปรับปรุงดินและเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่ามาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร [5] มีค่ามาตรฐานไม่เกิน 6 dS/m ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินทั้ง 4 ชนิด มีค่าไม่เกิน 6 dS/m แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่กรมวิชาการเกษตรกำหนดไว้

เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธ์ของไส้เดือนดินและชนิดของขยะ (T 1, T 2, T 3 และ T 4) พบว่า ร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินทั้ง 4 ชนิด มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 โดยปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะอินทรีย์ มีค่าร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดมากที่สุดเท่ากับ 0.440 รองลงมา คือ ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP + ขยะอินทรีย์ ในขณะที่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะกระดาษและปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP + ขยะกระดาษ มีค่าร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธ์ของไส้เดือนดินและชนิดของขยะ (T 1, T 2, T 3 และ T 4) พบว่า โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินทั้ง 4 ชนิด มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 โดยปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะอินทรีย์ มีค่าร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดเท่ากับ 0.352 รองลงมา คือ ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP + ขยะอินทรีย์ ในขณะที่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะกระดาษ และปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP + ขยะกระดาษ มีค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยที่สุด เนื่องจากไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF มีขนาดใหญ่กว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP จึงทำให้มีการย่อยสลายขยะได้ดีกว่า และจากอาหารที่ให้ไส้เดือนดินย่อยสลายเป็นขยะอินทรีย์ ซึ่งขยะอินทรีย์เป็นขยะที่มีความหลากหลายจากเศษผักและเศษอาหารและใบไม้แห้ง ซึ่งเป็นแหล่งผลิตธาตุอาหารจากงานวิจัยของ นริสรา และสาวิตรี [6] ได้ศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชที่มีอยู่ในปุ๋ย 3 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักธรรมชาติ, ปุ๋ยมูลไส้เดือนโดยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมัก พด.1 ที่ใช้วัตถุดิบเริ่มต้นเป็นมูลโคและเศษผัก ในอัตราส่วน 3:1 โดยน้ำหนัก พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสเฟตทั้งหมด ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดในปุ๋ยมูลไส้เดือน ซึ่งแตกต่างจากปุ๋ยหมักธรรมชาติและปุ๋ยหมัก พด.1 อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมา คือ ปุ๋ยหมักธรรมชาติ และปุ๋ยหมัก พด.1 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด พบว่า ปุ๋ยทั้งสามชนิดมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยปุ๋ยหมัก พด.1, ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยหมักธรรมชาติมีปริมาณโพแทสทั้งหมดร้อยละ 3.69, 3.38 และ 3.10 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธ์ของไส้เดือนดินและชนิดของขยะ (T 1, T 2, T 3 และ T 4) พบว่า อินทรียวัตถุของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน ทั้ง 4 ชนิด มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 โดยปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะอินทรีย์ มีค่าอินทรียวัตถุมากที่สุด เท่ากับ 11.770 รองลงมา คือ ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP + ขยะอินทรีย์ และปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP + ขยะกระดาษ ในขณะที่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะกระดาษ มีค่าอินทรียวัตถุน้อยที่สุด เนื่องจากอินทรียวัตถุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปของสารอินทรีย์โดยไส้เดือนดินทั้งด้วยจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมี อินทรียวัตถุประกอบด้วยธาตุหลายชนิด แต่ที่สำคัญที่สุด คือ ธาตุคาร์บอน ซึ่งปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะอินทรีย์ มีค่าอินทรียวัตถุสูงจึงเป็นแหล่งพลังงานให้กับจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี อินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบสำคัญในดินทุกชนิดและมีบทบาทสำคัญในการเกิดโครงสร้างของดินพร้อมกับปลดปล่อยธาตุอาหารพร้อมใช้ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ซึ่งงานวิจัยของ วิศรุต และคณะ [7] ได้ศึกษาปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยมูลไส้เดือน ที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทขยะอินทรีย์ผสม พบว่า มีร้อยละอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดเท่ากับ 20.97±1.14 รองลงมา ได้แก่ เศษอาหาร มีร้อยละอินทรีย์คาร์บอน เท่ากับ 18.75±0.54 เปลือกผลไม้ มีร้อยละอินทรีย์

คาร์บอน เท่ากับ 17.23±1.10 พืชใบ มีร้อยละอินทรีย์คาร์บอน เท่ากับ 16.13±2.73 และน้อยที่สุด ได้แก่ พืชหัว มีอินทรีย์คาร์บอน เท่ากับ 15.67±0.82 ซึ่งจะพบว่า อินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ผสมจะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับขยะอินทรีย์ประเภทอื่นๆ งานวิจัยของสามารถ [8] ได้ศึกษาส่วนประกอบของธาตุอาหารของพืชชนิดอื่นๆ และจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือนดินและปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้จากการใช้ไส้เดือนดินย่อยสลายขยะชุมชน ที่มีความแตกต่างกันตามชนิดของขยะชุมชน พบว่าการผสมอินทรียวัตถุหลายชนิดในการผลิตปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชได้ เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธ์ของไส้เดือนดินและชนิดของขยะ (T 1, T 2, T 3 และ T 4) พบว่า ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินทั้ง 4 ชนิด มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 0.05 โดยปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + ขยะอินทรีย์ มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มากที่สุดเท่ากับ 16.277 Cmol/kg รองลงมา คือ ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF + กระดาษ ในขณะที่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP + ขยะอินทรีย์ และปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP + ขยะกระดาษ มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกน้อยที่สุด เนื่องจากไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF มีขนาดใหญ่กว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP จึงทำให้มีการย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้ดี โดยขยะอินทรีย์เป็นขยะสดที่มีความหลากหลายจากเศษผักและเศษอาหารและใบไม้แห้งได้ดี ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองค่อนข้างครบถ้วนที่พืชจะใช้ในการเจริญเติบโต ปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ค่อนข้างสูง ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ประจุบวกบางชนิดถูกดูดยึดไม่สูญเสียไปและพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของพืช จากงานวิจัยของ Lal[9] พบว่า ขุยไส้เดือนดินเป็นส่วนผสมที่ได้จากดินที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุ ของเสียของไส้เดือนดินและจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งขุยไส้เดือนดินจะมีปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P) และค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ในปริมาณที่สูง ส่งผลให้ดินบริเวณนั้นมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าดินที่อยู่รอบๆ แต่ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่มากในขุยไส้เดือนดินจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินและระบบการจัดการดินและพืช เช่น ในพื้นที่ปลูกที่ ไม่ใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ พบว่าจะมีจำนวนขุยไส้เดือนดินมาก ทำให้ดินมีค่าความหนาแน่นรวมของดินต่ำ ส่งผลให้ดินไม่แน่นทึบและดินมีความพรุนสูง

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการ ย่อยขยะอินทรีย์และขยะเศษกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดินต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ พบว่า ปุ๋ยมูลไส้เดือน สายพันธ์ AF + ขยะอินทรีย์ มีค่าร้อยละไนโตรเจนทั้งหมด, ร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, ร้อยละอินทรียวัตถุ, ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกและค่าการนำไฟฟ้า มากที่สุด เท่ากับ 0.440, 0.030, 0.352, 11.770, 16.277 Cmol/kg และ 1.200 dS/mตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ย มูลไส้เดือน ทั้ง 4 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน ประมาณ 7.347-7.667

ข้อเสนอแนะ

1. พื้นที่ที่ยังไม่มีการคัดแยกขยะ ทำให้ขยะปนเปื้อนสารพิษต่างๆ เช่น กระป๋องยาฆ่าแมลง, ถ่านไฟฉายและสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในครัวเรือน เมื่อนำขยะมาเลี้ยงไส้เดือนดินอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อไส้เดือนดินที่เลี้ยงได้ ดังนั้นถ้าต้องการส่งเสริมการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์และการใช้ไส้เดือนดินในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ ควรการส่งเสริมความรู้เรื่องการคัดแยกที่ต้นทางไปพร้อมกัน

2. ควรส่งเสริมการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์ AF โดยใช้ขยะอินทรีย์ เนื่องจากมีธาตุอาหารสูงสุด

3. การส่งเสริมการเลี้ยงไส้เดือนดินสามารถสร้างรายได้เสริมและสามารถกำจัดขยะอินทรีย์ในครัวเรือน

4. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชเมื่อใช้ปุ๋ยไส้เดือนดินที่ผลิตได้แต่ละชนิด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณรายได้ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประจำปีงบประมาณ 2558

เอกสารอ้างอิง

1. ปภาวิน เหิดขุนทด. พฤติกรรมของประชาชนในการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลสำนักตะคร้อ อำเภอเทพารักษ์ จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2554.

2. วรรณธณี กองจันทร์ดี. การจัดการขยะของผู้ค้าในตลาดสด ศึกษากรณีตลาดสดบางกะปิ และตลาดสดนครไทย เขตบางกะปิกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์; 2555.
3. อานัฐ ตันโช. คู่มือการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 1 เชียงใหม่. Trio Advertising & Media Co.,Ltd; 2552.
4. สามารถ ใจเตี้ย. การกำจัดขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากโดยใช้ไส้เดือนดิน.ได้จาก:http://webcache.googleusercontent.com September 15, 2014.
5. กรมวิชาการเกษตร. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่องมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548. ได้จาก: http://www.law.longdo.com/law/376/sub 25312 Dec. 30, 2014.
6. นริสรา พานพ่วง, สาวิตรี จันทรานุรักษ์. การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชในปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักพด.1. ใน:เอกสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ; 2555. หน้า 442-447.
7. วิศรุต วิชัยวิทย์, เบญจมาศ รสโสภา, กรรณิการ์ สัจจาพันธ์. คุณภาพปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทต่างๆ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Perionyx excavates*. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 2555; 30 (2): 86-96.
8. สามารถ ใจเตี้ย. โครงการการพัฒนารูปแบบการผลิตพืชผักสวนครัวเพื่อสุขภาพของประชาชนชุมชน สลวง–ขี้เหล็ก อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่:เชียงใหม่. 2555.
9. Lal, R. Tropical ecology and physical edaphology. 1987; [732 screene]. Available from https://books.google.co.th/books/about/Tropical_ecology_and_physical_edaphology. html Dec. 30, 2014.