# ผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษที่มีต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินและคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน

# The Effect of Paper Pulp Sludge on Growth of Earthworms and Vermicompost Quality

**วันวิสาข์ วัฒนะพันธ์ศักดิ์[1] ธรรมธวัช แสงงาม[2] ใยไหม ช่วยหนู[3] ปฐมา แทนนาค[1] และทศพร วัฒนะพันธ์ศักดิ์[4]**

Wanwisa Wattanapansak[1], Thamthawat Seangngam[2], Yaimai Chuaynoo[3], Pathama Thannak[1] and Thodsaporn Wattanapansak[4]

Received: October 18, 2022
Revised: November 6, 2022
Accepted: November 8, 2022

**Abstract:** This research compared the use of earthworms to decompose plant materials from agro-industrial waste plants and studied the effects of plant materials on growth and yield of compost from earthworms. The result showed that pulp sludge mixed with loam and cow manure could be used as substrate for growing earthworms. It affected the growth of *E. eugeniae* and *P. peguana*. The *P. peguana* was adapted to the substrate from paper pulp sludge: loamy soil: cow manure in a ratio of 2:1:1. The average weight of the earthworm was 1.8 kg at 60 days. The culture of *P. peguana* in the substrate from pulp sludge had the mean of vermicompost weight of 2.8 kg during the 60 days of earthworm culture. The culture of *E. eugeniae* in paper pulp sludge vermicompost which had higher nutrient values, i. e. Lsubstrate yielded, the organic matter (OM) 12.88 %, nitrogen (N) 0.64 %, phosphorus (P) 0.47 % and potassium (K) 1.66 %, compared to the culture of *P. peguana* earthworms in paper pulp sludge substrate. Analysis of from *E. eugeniae* cultured in paper pulp sludge substrate showed significantly higher nutrient values, i.e. the organic matter (OM) 0.11 %, nitrogen (N) 0.19 % and potassium (K) 0.65 % compared to the culture of *P. peguana* earthworms while phosphorus (P) was not significantly different.

**Keywords:** Paper pulp sludge, earthworm, vermicompost

---

[1] ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน

[1] Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kampheang Sean Campus

[2] สถานีวิจัยกาญจนบุรี ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน

[2] Kanchanaburi Research Station, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kampheang Sean Campus

[3] สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน

[3] Siddhipornkridakorn Research Station, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kampheang Sean Campus

[4] งานเทคโนโลยีสารสนเทศ กองบริการกลาง สำนักงานวิทยาเขตกำแพงแสน

[4] Center of Information Technology, Central Services Division at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kampheang Sean Campus

*Corresponding author: wanwisa.wat@ku.th

**วิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ** 6 (1) : 79-86 (2566)

**บทคัดย่อ**: งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบใช้ไส้เดือนดินในการจัดการกากตะกอนเยื่อกระดาษ และศึกษากากตะกอนเยื่อกระดาษที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินเพื่อผลผลิตเป็นปุ๋ยหมัก พบว่ากากตะกอนเยื่อกระดาษเมื่อผสมกับดินร่วนและมูลวัวเพื่อใช้เป็นวัสดุรองพื้นเลี้ยงไส้เดือนในการเจริญเติบโตต่างๆ พบว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* และไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* โดยไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* สามารถปรับตัวใช้วัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษ : ดินร่วน : มูลวัว ในอัตราส่วน 2 : 1 : 1 การเจริญเติบโตของไส้เดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวไส้เดือนมากที่สุด คือ 1.8 กิโลกรัม ในช่วงการเลี้ยงไส้เดือนที่ 60 วัน การเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* ในวัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษ พบว่าน้ำหนักมูลไส้เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักมูลไส้เดือนมากที่สุด คือ 2.8 กิโลกรัม ในช่วงการเลี้ยงไส้เดือนที่ 60 วัน ส่วนการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* ในวัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษ พบว่าค่าธาตุอาหารของมูลไส้เดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีอินทรียวัตถุ (OM) 12.88 % ไนโตรเจน (N) 0.64 % ฟอสฟอรัส (P) 0.47 % โพแทสเซียม (K) 1.66 % มากที่สุด เมื่อเทียบกับการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* และการวิเคราะห์ธาตุอาหารของน้ำหมักไส้เดือน จากการเลี้ยงไส้เดือน *E. eugeniae* ในวัสดุรองพื้นกากตะกอนเยื่อกระดาษพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* โดยมีอินทรียวัตถุ (OM) 0.11 % ไนโตรเจน (N) 0.19 % และโพแทสเซียม (K) 0.65 % ขณะที่ค่าฟอสฟอรัส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

**คำสำคัญ**: กากตะกอนเยื่อกระดาษ, ไส้เดือนดิน, ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

## คำนำ

ในปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรมีมากขึ้น การขยายตัวของภาคชุมชน อุตสาหกรรม ทำให้มีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรมีมากขึ้นตามด้วย ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการผลิตทั้งภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ชุมชน และในครัวเรือน เมื่อมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากร ก็จะมีกากของเสียกลายเป็นเศษเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งกากของเสียจากการใช้ทรัพยากรนำไปสู่การปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม ถ้าไม่มีการจัดการที่ถูกวิธีเมื่อมีการปล่อยออกมาก็อาจมีการปนเปื้อนสู่ดินและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตและผลกระทบต่อมนุษย์ แหล่งน้ำ และชุมชนใกล้เคียง

การนำไส้เดือนมากำจัดกากของเสียอุตสาหกรรมเพื่อเปลี่ยนเป็นปุ๋ยอินทรีย์เป็นวิธีที่ดีในการจัดการโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและใช้ระยะเวลารวดเร็วกว่าการทำปุ๋ยอินทรีย์ในแบบอื่นๆ อีกทั้งยังได้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพดีชนิดหนึ่ง มีการศึกษาพบว่าไส้เดือนดินสามารถเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพสูงเหมาะที่จะนำมาใช้เพื่อการเพาะปลูกหรือเพื่อใช้ในการปรับปรุงดินทดแทนปุ๋ยเคมี (Edwards and Burrows, 1988)

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ชื่อสามัญ African Night Crawler ลำตัวมีขนาด 130-250 X 5-8 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีน้ำตาลแดงปนเทา สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ จับคู่ผสมพันธุ์ใต้ดิน สร้างถุงไข่ได้โดยเฉลี่ยประมาณ 162-188 ถุงต่อตัวต่อปี ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวประมาณ 13-27 วัน โดยเฉลี่ยฟัก 2 ตัวต่อถุงไข่ ใช้เวลาในการเติบโตเต็มวัย 10-12 เดือน อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน กินซากอินทรียวัตถุเน่าสลายเป็นอาหาร มีอายุยืนยาว 4-5 ปี ไส้เดือนดินสายพันธุ์ African Night Crawler มีขนาดลำตัวค่อนข้างใหญ่ สามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็วและไต่ขึ้นขอบบ่อได้เก่งมาก ซึ่งมีการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้มีความเหมาะสมมากในการนำมาผลิตเป็นโปรตีนสำหรับเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากมีขนาดใหญ่และอัตราการแพร่พันธุ์ได้สูงมาก แต่มีข้อเสียตรงที่ไส้เดือนสายพันธุ์นี้ไม่ค่อยทนทานต่ออุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม เลี้ยงยาก และเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ยากด้วย สำหรับในด้านการนำมาใช้จัดการกับขยะพบว่า ไส้เดือนสายพันธุ์นี้

มีความสามารถในการย่อยสลายขยะในปริมาณมากได้อย่างรวดเร็ว เป็นไส้เดือนดินสายพันธุ์ในเขตร้อน ซึ่งจะชอบอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง โดยจะเจริญเติบโตได้ไม่ดี ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส และจะตายในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (Viljoen *et al*., 1992) ดังนั้นการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ในประเทศเขตหนาวจะถูกจำกัดการเลี้ยงเฉพาะภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวเท่านั้นถึงจะเลี้ยงได้ สำหรับการเลี้ยงแบบภายนอกโรงเรือนเหมาะสมกับเฉพาะพื้นที่ในเขตร้อนหรือกึ่งร้อนเท่านั้น

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ชื่อท้องถิ่น ขี้ตาแร่ เป็นไส้เดือนแดงที่มีลำตัวกลมขนาดใหญ่ ใกล้เคียงกับไส้เดือนสายพันธุ์ African Night Crawler ลำตัวมีขนาด 130-200 X 5-6 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีน้ำตาลแดงเข้ม สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ จับคู่ผสมพันธุ์บริเวณผิวดิน สร้างถุงไข่ได้โดยเฉลี่ยประมาณ 24-40 ถุงต่อตัวต่อปี ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวประมาณ 25-30 วัน โดยเฉลี่ยฟัก 10 ตัวต่อถุงไข่ ใช้เวลาในการเติบโตเต็มวัย 5-6 เดือน อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน ใต้กองมูลสัตว์ เศษหญ้า กินเศษซากอินทรียวัตถุที่เน่าสลายและมูลสัตว์เป็นอาหาร มีอายุยืนยาว 2-4 ปี (อานัฐ, 2560)

การเจริญเติบโตของไส้เดือนพบว่าอุณหภูมิที่พอเหมาะจะอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส แต่บางชนิดสามารถทนต่อความร้อนได้สูงถึง 37 องศาเซลเซียส และไส้เดือนจะตายที่จุดเยือกแข็ง ต้องการความชื้นในการเจริญเติบโตและต้องไม่กระทบกับแสงแดดโดยตรง ซึ่งความชื้นที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 60-80 % จะทำให้ไส้เดือนมีการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ดีที่สุด (อานัฐ, 2549) ถ้าความชื้นมากเกินไปจะทำให้ปริมาณอากาศน้อยลง จะไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของไส้เดือน (พันธิตร์ และผสุดี, 2546) เช่นเดียวกับการระบายอากาศ พบว่าไส้เดือนสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในที่มีก๊าซออกซิเจนค่อนข้างต่ำและมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงและสามารถอยู่ได้ในบริเวณน้ำท่วมแต่ต้องมีก๊าซออกซิเจนละลายอยู่ อย่างไรก็ตามถ้าไม่มีก๊าซออกซิเจนเลยไส้เดือนจะตาย และไส้เดือนจะเจริญเติบโตได้ในช่วง pH 4.2-8.0 แต่จะดีที่สุดเมื่อความเป็นกรด-เบส ประมาณ 7.0 หรือระดับความเป็นกลาง ความเป็นกรด-เบสที่ 7.2 เป็นสภาวะที่ทำให้เกิดการย่อยอาหารเกิดขึ้นได้ดีที่สุด (พันธิตร์ และผสุดี, 2546)

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (vermicompost) เกิดจากการกินของไส้เดือนที่กินขยะอินทรีย์และอินทรียวัตถุที่กินเข้าไปผ่านกระบวนการย่อยสลายในลำไส้ โดยมีจุลินทรีย์อยู่หลายชนิด ทำหน้าที่ผลิตเอนไซม์ช่วยย่อยธาตุอาหารพืชในขยะอินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือน ทำให้สารที่ได้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที เมื่อขยะอินทรีย์เหล่านั้นผ่านการย่อยสลายและดูดซึมในลำไส้แล้วขับถ่ายออกมาเป็นมูลไส้เดือน สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้เลย ปัจจุบันได้รับความนิยมกันมากในการนำไส้เดือนมาร่วมกับการจัดการปัญหาขยะอินทรีย์และเศษวัสดุทางการเกษตรโดยนำวัตถุดิบเหล่านี้มาให้ไส้เดือนกินและถ่ายมูลออกมา ซึ่งมูลของไส้เดือนจะเป็นปุ๋ยอย่างดี (อานัฐ, 2549)

กากตะกอนเยื่อกระดาษ เป็นวัสดุเหลือทิ้งอีกชนิดที่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ถึง 44% จากรายงานของอิสรี (2550) พบว่าประเทศไทยมีโรงงานผลิตเยื่อกระดาษโรงงานผลิตกระดาษและโรงงานที่ผลิตทั้งเยื่อกระดาษและกระดาษมีทั้งโรงงานขนาดเล็กและขนาดใหญ่ประมาณ 100 โรงงาน ปริมาณกากตะกอนมีมากขึ้นตามกำลังการผลิต เช่น โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ 5 โรงมีกำลังการผลิต 5,000 - 29,730 ตัน มีปริมาณกากตะกอน 29,850 ตัน และโรงงานผลิตกระดาษ 30 โรง มีกำลังการผลิต 20 - 500,000 ตัน มีปริมาณกากตะกอน 128,176 ตัน ปริมาณกากตะกอนเพิ่มขึ้นตามกำลังการผลิต (สุนทร และคณะ, 2558) ซึ่งกากตะกอนเยื่อกระดาษได้จากส่วนของเยื่อกระดาษเจือปนมากับน้ำเสียในระหว่างกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ (อิสรี, 2550) จากนั้นเข้าสู่การบำบัดน้ำเสียจะใช้การบำบัดแบบชีววิทยาโดยใช้จุลินทรีย์ในการเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นเซลล์ใหม่ สุดท้ายจะได้กากตะกอนออกมาเป็นจำนวนมาก กากตะกอนที่เกิดขึ้นสามารถนำไปกำจัดต่อไป จึงเกิดแนวคิดในการศึกษากากตะกอนเยื่อกระดาษที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินและผลผลิตปุ๋ยหมัก

## อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 3 ซ้ำ สถานที่ทดลองแปลงอินทรีย์ของคณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม พันธุ์ไส้เดือนที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ พันธุ์แอฟริกา ไนท์ครอเลอร์ (*Eudrilus eugeniae*) และพันธุ์ขี้ตาแร่ (*Pheretima peguana*) การเตรียมดินและภาชนะ ขนาดความสูง 40 เซนติเมตร ความกว้าง 80 เซนติเมตร และเจาะรูใต้ภาชนะเพื่อเก็บวิเคราะห์ธาตุอาหารน้ำหมักไส้เดือนการเตรียมวัสดุรองพื้นได้ดังนี้ กากตะกอนเยื่อกระดาษ : ดินร่วน : มูลวัวหมัก ในอัตราส่วน 2:1:1 หลังจากนั้นรดน้ำปริมาณ 2 ลิตร ให้ทั่วภาชนะ คลุกเคล้าให้เข้ากันและปิดไว้ หมักทิ้งไว้ 15 วัน นำกากตะกอนเยื่อกระดาษใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้ขนาดความสูง 40 เซนติเมตร ความกว้าง 80 เซนติเมตร จำนวน 1,000 กรัม นำไส้เดือนพันธุ์แอฟริกาไนท์ครอเลอร์ และพันธุ์ขี้ตาแร่ อย่างละ 1,000 กรัม ปล่อยลงเลี้ยงลงในแต่ละวัสดุรองพื้น ตามแผนการทดลอง วิเคราะห์ธาตุอาหารผักสลัดก่อนนำมาทดลอง และใส่ผักสลัดให้เป็นอาหารไส้เดือนดิน ครั้งละ 4 กิโลกรัมต่อ 4 วัน รดน้ำปริมาณ 1 ลิตรต่อภาชนะ เมื่อมีการให้อาหารเลี้ยงไส้เดือนดินเพื่อรักษาความชื้น ปล่อยไส้เดือนกินอาหารในวัสดุรองพื้นต่อไป หมั่นตรวจเช็คแต่ละภาชนะพร้อมรดน้ำปริมาณ 1 ลิตร อย่าให้วัสดุรองพื้นแห้ง แล้วจึงทำการเก็บข้อมูลตามวันที่กำหนดหลังจากที่ใส่ไส้เดือนดินลงในวัสดุรองพื้นเรียบร้อยแล้ว ทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 15 วัน 30 วัน 45 วัน 60 วัน โดยทำการเก็บน้ำหนักตัวไส้เดือนดิน ข้อมูลน้ำหนักปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน โดยแยกตัวไส้เดือนออกมาชั่ง และแยกวัสดุรองพื้นที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนในกะละมังนำมาชั่ง หลังจากเก็บข้อมูลแล้วในแต่ละครั้งจะมีการเติมวัสดุรองพื้นลงไปเพิ่มในอัตรา 1,000 กรัม ในแต่ละวัสดุรองพื้นนั้นๆ เมื่อเลี้ยงไส้เดือนเป็นเวลา 4 เดือน จะได้ปุ๋ยมูลไส้เดือนและน้ำหมักไส้เดือน ที่สมบูรณ์ จากนั้นคัดแยกตัวไส้เดือนออกจากปุ๋ยมูลไส้เดือนดินแล้ว นำปุ๋ยมูลไส้เดือนไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ประมาณ 3 วัน นำปุ๋ยที่ได้วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหาร และวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในน้ำหมักมูลไส้เดือน ได้แก่ pH วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างปุ๋ยหมัก ต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (Sparks *et al.*,1996) ค่าวิเคราะห์อินทรียวัตถุ (organic matter; OM) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934) ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปลูก (EC ; วัสดุปลูก : น้ำ = 1:5 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร) โดยใช้ electrical conductivity meter (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ด้วย Kjeldahl method แบบ wet digestion method (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) สกัดโดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium) สกัดโดยใช้ $CH_3COONH_4$, pH 7.0 ด้วย atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธีการของ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม R 2.10.1 (ชูศักดิ์, 2561)

## ผลการทดลอง

จากการศึกษากากตะกอนเยื่อกระดาษที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินและผลผลิตปุ๋ยหมัก ผลการทดลอง พบว่ากากตะกอนเยื่อกระดาษที่ใช้เป็นวัสดุรองพื้น ก่อนทำการทดลอง มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) 37.96 % ไนโตรเจน (N) 1.64 % ฟอสฟอรัส (P) 0.32 % และโพแทสเซียม (K) 0.11 % ส่วนค่า pH วัสดุรองพื้นก่อนการทดลองมีค่า 7.68 และเมื่อการวิเคราะห์โลหะหนักในกากตะกอนเยื่อกระดาษ ก่อนทำการทดลอง พบว่ามีปริมาณโลหะหนัก สารหนู (Arsenic, As) 0.99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปรอท (Mercury, Hg) 0.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Lead, Pb) 32.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) 0.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโครเมียม (Cr) 26.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานสินค้าประเภทปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่รับรองโดยกรมพัฒนาที่ดิน

Agricultural Science and Management J. 6 (1) : 79-86 (2023)

การวิเคราะห์ธาตุอาหารผักสลัดก่อนนำมาทดลอง พบว่าผักสลัดที่นำมาเลี้ยงไส้เดือนมีธาตุอาหารโพแทสเซียม 0.62 % ไนโตรเจน <0.5 % และตรวจไม่พบฟอสฟอรัส

จากการเก็บข้อมูลน้ำหนักตัวไส้เดือนที่ระยะ 15 วัน และ 45 วัน พบว่าทั้งสายพันธุ์ *P. peguana* และ *E. eugeniae* มีน้ำหนักตัวไส้เดือนเท่ากันคือ 1 กิโลกรัม และ 1.20 กิโลกรัม และการเลี้ยงไส้เดือน *P. peguana* ในวัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษมีน้ำหนักตัวไส้เดือนมากที่สุดเมื่ออายุ 30 วัน และ 60 วัน คือ 1.10 และ 1.80 กิโลกรัม ตามลำดับ (Table 1)

**Table 1** Weight of earthworm

| Treatments | Weight of earthworm (kg) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 15 Days | 30 Days | 45 Days | 60 Days |
| *P. peguana* | 1 | 1.10[a] | 1.20[a] | 1.80[a] |
| *E. eugeniae* | 1 | 1.05[b] | 1.20[a] | 1.40[b] |
| F-test | ns | ** | ns | ** |
| C.V.(%) | | 5.74 | 4.26 | 3.33 |

** indicated significant difference at P<0.01.
ns: There was no statistical difference.

จากการเก็บข้อมูลน้ำหนักมูลไส้เดือน 15 วัน พบว่าการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* ในวัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษ มีน้ำหนักมูลไส้เดือนมากที่สุดคือ 0.53 กิโลกรัม (Table 2)

การเลี้ยงไส้เดือน *P. peguana* ในวัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษมีน้ำหนักมูลไส้เดือนมากที่สุดเมื่ออายุ 30 45 และ 60 วัน คือ 0.80 1.75 และ 2.80 กิโลกรัม ตามลำดับ (Table 2)

**Table 2** Weight of vermicompost

| Treatments | Weight of vermicompost (kg) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 15 Days | 30 Days | 45 Days | 60 Days |
| *P. peguana* | 0.53[a] | 0.80[a] | 1.75[a] | 2.80[a] |
| *E. eugeniae* | 0.40[b] | 0.70[b] | 1.70[b] | 2.50[b] |
| F-test | ** | ** | ** | ** |
| C.V.(%) | 2.85 | 1.58 | 2.76 | 7.92 |

** indicated significant difference at P<0.01.

จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารปุ๋ยหมัก พบว่ากรรมวิธีการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* ในวัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* ในวัสดุรองพื้นชนิดเดียวกัน โดยการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* ให้ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักสูงกว่ากรรมวิธีการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* คือ ให้ค่า pH เท่ากับ 7.41 ค่าอินทรียวัตถุ (OM) 12.88 % ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 9.55 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ค่าไนโตรเจน (N) 0.64 % ค่าฟอสฟอรัส (P) 0.47 % และค่าโพแทสเซียม (K) 1.66 % (Table 3)

**Table 3** Chemical analysis of vermicompost of each treatment.

| Treatments | pH (1:2) | OM[1](%) | EC (1:10) (dS/m) | Total Nitrogen (%) | Available Phosphorus (%) | Exchangeable Potassium (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *P. peguana* | 7.32[b] | 6.92[b] | 8.71[b] | 0.35[b] | 0.33[b] | 0.92[b] |
| *E. eugeniae* | 7.41[a] | 12.88[a] | 9.55[a] | 0.64[a] | 0.47[a] | 1.66[a] |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V.(%) | 0.18 | 0.08 | 1.27 | 1.57 | 1.17 | 0.55 |

** indicated significant difference at P<0.01.

จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารน้ำหมัก พบว่า กรรมวิธีการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* ในวัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* ในวัสดุรองพื้นชนิดเดียวกัน โดยการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* ให้ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักสูงกว่ากรรมวิธีการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* คือ ให้ค่า pH เท่ากับ 7.51 ค่าอินทรียวัตถุ (OM) 0.11 % ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 8.87 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ค่าไนโตรเจน (N) 0.19 % ค่าฟอสฟอรัส (P) 0.01 % และค่าโพแทสเซียม (K) 0.65%

**Table 4** Chemical analysis of vermicomposting leachate of each treatment.

| Treatments | pH (1:2) | OM[1](%) | EC (1:10) (dS/m) | Total Nitrogen (%) | Available Phosphorus (%) | Exchangeable Potassium (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *P. peguana* | 7.62[a] | 0.08[b] | 7.42[b] | 0.15[b] | 0.01[a] | 0.37[b] |
| *E. eugeniae* | 7.51[b] | 0.11[a] | 8.87[a] | 0.19[a] | 0.01[a] | 0.65[a] |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ns | ** |
| C.V.(%) | 0.13 | 5.97 | 0.14 | 3.28 | 30.77 | 1.38 |

** indicated significant difference at P<0.01.
ns : There was no statistical difference.

## วิจารณ์

การวิเคราะห์ธาตุอาหารของกากตะกอนเยื่อกระดาษ ที่ใช้เป็นวัสดุรองพื้น ก่อนทำการทดลอง พบว่ามีค่าดังนี้ ค่าอินทรียวัตถุ (OM) 37.96 % ไนโตรเจน (N) 1.64 % ฟอสฟอรัส (P) 0.32 % และโพแทสเซียม (K) 0.11 % ส่วนค่า pH เท่ากับ 7.68 โดยระดับค่า pH เหมาะสมต่อการเลี้ยงไส้เดือนชนิด *E. eugeniae* อยู่ระหว่าง 4.2-8.0 และระดับค่า pH ที่เหมาะสมต่อไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* อยู่ระหว่าง 4.2-8.0 แต่จะดีที่สุดเมื่อค่า pH ประมาณ 7.0 หรือระดับความเป็นกลาง ความเป็นกรด-เบสที่ 7.2 เป็นสภาวะที่ทำให้เกิดการย่อยอาหารเกิดขึ้นได้ดีที่สุด (อานัฐ, 2549)

การเจริญเติบโตของไส้เดือน พบว่ากากตะกอนเยื่อกระดาษเมื่อผสมกับดินร่วนและมูลวัวที่ใช้เป็นวัสดุรองพื้นเลี้ยงไส้เดือนมีผลต่อการเจริญเติบโต

ของไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* และไส้เดือนพันธุ์ *P.peguana* โดยไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* สามารถปรับตัวใช้วัสดุรองพื้นที่จากกากตะกอนเยื่อกระดาษ : ดินร่วน : มูลวัว ในอัตราส่วน 2 : 1 : 1 การเจริญเติบโตของน้ำหนักไส้เดือนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวไส้เดือนมากที่สุด คือ 1.8 กิโลกรัม ในช่วงการเลี้ยงไส้เดือนที่ 30 วัน และ 60 วัน จากรายงานของ อัญชลีและสมชาย (2559) ได้เลี้ยงไส้เดือน *E. eugeniae* บนวัสดุรองพื้นที่มีกากตะกอนอ้อยเป็นองค์ประกอบ พบว่าไส้เดือน *E. eugeniae* ช่วง 60 วันสามารถเจริญเติบโตได้ดี มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี มีค่าเฉลี่ยต่อน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นในทุกวัสดุรองพื้น

น้ำหนักมูลไส้เดือน พบว่าการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* ในวัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษ น้ำหนักมูลไส้เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักมูลไส้เดือนมากที่สุด คือ 2.8 กิโลกรัม ในช่วงการเลี้ยงไส้เดือนที่ 60 วัน โดยอานัฐ (2549) ได้ศึกษาการเลี้ยงไส้เดือน *P. peguana* บนวัสดุรองพื้นจากขยะอินทรีย์ พบว่าไส้เดือน *P. peguana* ช่วง 60 วัน มีน้ำหนักตัวไส้เดือนและมูลไส้เดือนสูงสุด

การวิเคราะห์ธาตุอาหาร การเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* ในวัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษ พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีอินทรียวัตถุ (OM) 12.88 % ไนโตรเจน (N) 0.64 % ฟอสฟอรัส (P) 0.47 % โพแทสเซียม (K) 1.66 % มากกว่า เมื่อเทียบกับไส้เดือนพันธุ์ P. peguana ที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นกากตะกอนเยื่อกระดาษ จากรายงานของนันทวุฒิ (2553) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากไส้เดือน *E. eugeniae* สามารถเพิ่มธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ OC, pH, P, K, Mg, Ca เพิ่มสูงขึ้นกว่าการทำปุ๋ยหมักที่ไม่ใส่ไส้เดือนดิน เนื่องจากในกากตะกอนมีธาตุอาหารจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือน อีกทั้งมีความชื้นต่อการเจริญเติบโตจึงเป็นเหตุให้ไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* โตได้ไวประกอบกับไส้เดือนพันธุ์นี้มีการเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจ จึงสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ ปกติไส้เดือนชนิดนี้มีการเจริญเติบโตในที่เงียบอยู่ตามผิวดินที่มีกองใบไม้ และดินเก่ง แต่เมื่อนำมาชั่งหาน้ำหนักตัวและอาจเป็นสาเหตุให้ไส้เดือนไม่กินอาหาร ซึ่งต้องใช้เวลาในการปรับตัวและบางตัวยังปรับตัวได้ไม่ดีซึ่งไม่เหมือนไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* สามารถปรับตัวได้ง่ายกว่า (Grubben, 1976)

การวิเคราะห์ธาตุอาหารน้ำหมัก พบว่ากรรมวิธีการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* ในวัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* ในวัสดุรองพื้นชนิดเดียวกัน โดยการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* ให้ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักสูงกว่ากรรมวิธีการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* คือ ให้ค่า pH เท่ากับ 7.51 ค่าอินทรียวัตถุ (OM) 0.11 % ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 8.87 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ค่าไนโตรเจน (N) 0.19 % ค่าฟอสฟอรัส (P) 0.01 % และค่าโพแทสเซียม (K) 0.65 % นันทวุฒิ (2553) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักไส้เดือน *E. eugeniae* สามารถเพิ่มความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ OC, pH, P, K, Mg, Ca เพิ่มสูงขึ้นกว่าการทำปุ๋ยหมักที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

## สรุป

การเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* สามารถปรับตัวในวัสดุรองกากตะกอนเยื่อกระดาษ : ดินร่วน : มูลวัว ในอัตราส่วน 2:1:1 และน้ำหนักมูลไส้เดือนได้ดีกว่าไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* และการเลี้ยงไส้เดือนพันธุ์ *E. eugeniae* วัสดุรองพื้นจากกากตะกอนเยื่อกระดาษ ให้ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักและน้ำหมักสูงกว่าไส้เดือนพันธุ์ *P. peguana* การศึกษาการใช้ไส้เดือนดินในการจัดการกากตะกอนเยื่อกระดาษสามารถเพิ่มธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้ดี ดังนั้นการทำปุ๋ยหมักจากกากตะกอนเยื่อกระดาษและใช้ไส้เดือนดิน เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการจัดการกากตะกอนเยื่อกระดาษ และเป็นแหล่งของสารอาหารที่เป็นประโยชน์ในการผลิตพืชทางการเกษตรอย่างยั่งยืน

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนนักวิจัยรุ่นใหม่ จากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2563 และกากตะกอนเยื่อกระดาษได้รับการสนับสนุนจากบริษัท SCG จำกัด สาขากาญจนบุรี

## เอกสารอ้างอิง

ชูศักดิ์ จอมพุก. 2561. สถิติ :การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชด้วย “R”. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 350 หน้า.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 170 หน้า.

นันทวุฒิ จำปางาม. 2553. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ไส้เดือนดินในการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมเกษตรและอิทธิพลต่อการลดการปนเปื้อนแคดเมียมในดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 145 หน้า.

พันธิตร์ มะลิสุวรรณ และผุสดี สายชนะพันธุ์. 2546. การทำธุรกิจฟาร์มไส้เดือน, ยูทิไลซ์, กรุงเทพฯ. 61 หน้า.

สุนทร ดุริยะประพันธ์, ปริญญา วิไลรัตน์, ทักษิณ อาชวาคม, สายันต์ ตันพานิช, ประยุทธ กาวิละเวส, ชลธิชา นิวาสประกฤติและปรียานันท์ ศรสูงเนิน. 2558. แนวทางการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 150 หน้า.

อานัฐ ตันโช. 2549. การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดิน. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. สำนักพิมพ์พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 259 หน้า.

อานัฐ ตันโช. 2560. คู่มือการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์. ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 250 หน้า.

อิสรี รอดทัศนา. 2550. การปรับสภาพกากตะกอนเยื่อกระดาษเหลือทิ้งขั้นต้นเพื่อผลิตเอทานอลจากการกระบวนการย่อยให้เป็นน้ำตาลโดยใช้เอมไซม์และการหมัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 156 หน้า.

อัญชลี จาละ และสมชาย ชคตระการ. 2559. วัสดุรองพื้นที่มีกากตะกอนอ้อยจากหม้อกรองเป็นส่วนผสมในอัตราส่วนต่างๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือน 2 ชนิด. Thai Journal of Science and Technology 5 (1): 34-54.

Edwards, C.A. and I. Burrows. 1988. Earthworms in Waste and Environmental Management. SPB Academic Publishing, Netherlands. 268 p.

GEORG. 2004. Feasibility of Developing the Organic and Transitional Farm Market for Processing Municipal and Farm Organic Wastes Using Karge Scale Vermicom-positing. Good Earth Organic Resources Group, Halifax, Nova Scotia.

Grubben, G.J.M. 1976. The Cultivation of Amaranth as Tropical Leaf Vegetable, Communication 67 of the Department of Agriculture Research, Koniuklizk Institute Voor de Tropen, Amsterdam, The Netherlands. 120 p.

Sparks, D.L., A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soluanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner. 1996. Method of Soil Analysis Part 3 Chemical Method. Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy and Inc., Madison,Wisconsin, USA. 90 p.

Viljoen, S.A., A.J. Reinecke and L. Hartman. 1992. The influence of temperature on the life-cycle of *Dendrobaena venata* (Oligochaeta). Soil Biology and Biochemistry 24(12): 1341-13 p.

Walkley, A.J. and I.A. Black. 1934. Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. Soil Scientific. 37: 29-38.