



การเปรียบเทียบวัสดุรองพื้นที่ใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนที่แตกต่างกัน
ต่อการผลิตมูลไส้เดือนในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์

A Comparison of Different Bedding for Worm Compost Production
in Phetchabun Province

นางสาวจันทร์จิรา โต๊ะขวัญแก้ว

วิชาเอกสัตวศาสตร์ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภททั่วไปประจำปีงบประมาณ 2556



การเปรียบเทียบวัสดุรองพื้นที่ใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนที่แตกต่างกัน
ต่อการผลิตมูลไส้เดือนในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์
A Comparison of Different Bedding for Worm Compost Production
in Phetchabun Province

นางสาวจันทร์จิรา โต๊ะขวัญแก้ว

วิชาเอกสัตวศาสตร์ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภททั่วไปประจำปีงบประมาณ 2556

จันทร์จิรา โต๊ะขวัญแก้ว. 2557. การเปรียบเทียบวัสดุรองพื้นที่ใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนที่แตกต่าง
กันต่อการผลิตมูลไส้เดือนในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบวัสดุรองพื้นที่ใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนที่แตกต่างกันต่อการผลิตมูลไส้เดือนใน
เขตจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วย 3 ทริทเมนต์ ดังนี้ ทริทเมนต์ที่ 1 มูลไก่ 3 ส่วนและขุยมะพร้าว 1
ส่วน ทริทเมนต์ที่ 2 มูลสุกร 3 ส่วนและขุยมะพร้าว 1 ส่วน และทริทเมนต์ที่ 3 มูลโค 3 ส่วนและขุยมะ
พร้าว 1 ส่วน ทำการทดลอง 6 ซ้ำ จากการศึกษาพบว่า ทริทเมนต์ที่ 1 ค่าแอมโมเนียม ค่าไนเตรต
และฟอสฟอรัสหลังการทดลอง มีปริมาณคงที่ คือปานกลาง สูง และสูงมาก ส่วนค่าโพแทสเซียมหลัง
การทดลองมีค่าสูงขึ้น คือก่อนทดลองมีปริมาณปานกลาง แต่หลังการทดลองมีปริมาณสูง ทริทเมนต์ที่
2 ค่าแอมโมเนียมและฟอสฟอรัสหลังการทดลองมีค่าคงที่ คือ ปานกลางและสูงมาก แต่ค่าไนเตรต
และค่าโพแทสเซียมมีปริมาณสูงขึ้น คือไนเตรตก่อนการทดลองมีปริมาณต่ำมาก แต่หลังการทดลองมี
ปริมาณสูง ส่วนค่าโพแทสเซียมก่อนการทดลองมีปริมาณปานกลาง แต่หลังการทดลองมีปริมาณสูง
และทริทเมนต์ที่ 3 พบว่าค่าฟอสฟอรัสก่อนและหลังการทดลองอยู่ในปริมาณสูงมาก ส่วนค่า
แอมโมเนียม ไนเตรต และโพแทสเซียมมีปริมาณเพิ่มขึ้น คือค่าแอมโมเนียมก่อนการทดลองมีปริมาณ
ปานกลาง หลังการทดลองมีปริมาณสูง ค่าไนเตรตก่อนการทดลองพบว่าไม่มีปริมาณไนเตรต หลังการ
ทดลองพบว่ามีปริมาณไนเตรตสูง และค่าโพแทสเซียมก่อนการทดลองมีปริมาณปานกลาง หลังการ
ทดลองมีปริมาณสูง ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าทั้ง 3 ทริทเมนต์ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อน
และหลังการทดลองคงที่ คือ 6.5, 7.5 และ 8.0 ตามลำดับ

คำสำคัญ: มูลไส้เดือน จังหวัดเพชรบูรณ์

Janjira Tohwankaew. 2014. *A comparison of different bedding for worm compose production in Phetchabun province*. Research in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Phetchabun Rajabhat University.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the different material bedding on worm compose production in phetchabun province. Three groups of bedding were imposed in Completely Randomized Designs ; (1) Chicken feces per coir ratios is 3:1 (2) Swine feces per coir ratios is 3:1 (3) Cattle feces per coir ratios is 3:1 , in 6 replications. The results revealed that the values of chicken feces treatments were same values before and after experiments, medium ammonium, high Nitrate and very high phosphorus. Potassium value after experiment was higher than before experiment, medium value to high value of potassium. The values of swine feces treatments were same values before and after experiments, medium ammonium, very high phosphorus. Nitrate and Potassium value were increased after experiment, very low value to high value of nitrate and medium value to high value of potassium. The values of cattle feces treatments were same values before and after experiments, very high phosphorus. Ammonium, nitrate and Potassium value were increased after experiment, medium value to high value of ammonium, no nitrate to high nitrate and medium value to high value of potassium. Acid-base values (pH values) of all treatments was same values before and after experiments, 6.5, 7.5 and 8.0, respectively.

Keywords: worm compose, Phetchabun province.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัย “การเปรียบเทียบวัสดุรองพื้นที่ใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนที่แตกต่างกันต่อการผลิตมูลไส้เดือนในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์” นี้สำเร็จลุล่วงลงได้ เนื่องจากได้รับความร่วมมือ และความช่วยเหลือจากบุคคลต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยต้องขอขอบคุณอาจารย์พิพัฒน์ ชนาเทพาพร ที่ได้ให้คำชี้แนะแนวทางในการทำวิจัย และคำปรึกษาในระหว่างการทำวิจัย ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาเอกสัตวศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 รหัส 5311021561 ทุกท่าน ที่ได้เข้ามามีส่วนร่วมเป็นทีมวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจ และประสานงานการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ที่ได้อบรมสั่งสอนให้มีความสำนึกรับใช้ตอบแทนสังคม รวมถึงขอบคุณ น้องสาวและน้องชายในครอบครัว ที่เป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด เหนือสิ่งอื่นใดผู้วิจัยต้องขอขอบคุณอาจารย์พิพัฒน์ ชนาเทพาพร ผู้เป็นสามีที่คอยดูแลทุกสิ่งทุกอย่างให้ข้าพเจ้าได้เป็นอย่างดี และเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัย ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ ความดีหรือประโยชน์อันใดที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการงานวิจัยเล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้คุณพ่อ คุณแม่ และบุคคลในครอบครัวที่คอยอบรมสั่งสอน และเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

จันทร์จิรา โต๊ะขวัญแก้ว

มีนาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
3. ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
4. ทฤษฎี สมมติฐานและกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1. ไล่ไต่ดิน	3
2. ปุ๋ย	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
1. อุปกรณ์และวัสดุ	23
2. วิธีการทดลอง	23
บทที่ 4 ผลการวิจัย	25
1. ปริมาณธาตุอาหาร และความเป็นกรด-ด่าง ของวัสดุรองพื้นที่ก่อนนำไปเลี้ยงไล่ไต่ดิน	25
2. ปริมาณธาตุอาหาร และความเป็นกรด-ด่าง ของมูลไล่ไต่ดินจากการเลี้ยงด้วยวัสดุรองพื้นที่	25
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	27
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	32
ภาคผนวก ก. การเตรียมวัสดุรองพื้นที่และการเลี้ยงไล่ไต่ดิน	33
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในมูลไล่ไต่ดิน	36
ประวัตินักวิจัย	47

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	15
ตารางที่ 2	15
ตารางที่ 3	16
ตารางที่ 4	20
ตารางที่ 5	21
ตารางที่ 6	25
ตารางที่ 7	26

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	ลักษณะภายนอกของไส้เดือนดิน
ภาพที่ 2	ระบบย่อยอาหารของไส้เดือนดิน
ภาพที่ 3	ระบบหมุนเวียนเลือดของไส้เดือนดิน
ภาพที่ 4	ระบบหายใจของไส้เดือนดิน
ภาพที่ 5	ระบบขับถ่ายของไส้เดือนดิน
ภาพที่ 6	ระบบประสาทของไส้เดือนดิน
ภาพที่ 7	ระบบสืบพันธุ์ของไส้เดือนดิน
ภาพที่ 8	ปุ๋ยมูลไส้เดือน
ภาพที่ 9	การเตรียมน้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือนโดยการเติมอากาศ

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันวงการปศุสัตว์ได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นมาก ส่งผลให้มูลสัตว์ที่เกิดจากระบบการผลิตสัตว์มากขึ้นตามไปด้วย แม้ว่าจะได้มีการนำมูลสัตว์ไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ แล้ว เช่น นำไปทำเป็นปุ๋ยคอก นำไปเลี้ยงปลา แต่ก็ยังคงมีมูลสัตว์ที่เหลือเป็นจำนวนมาก ซึ่งหากมีการจัดการไม่ถูกวิธีก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการบำบัดมูลสัตว์เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์

การเลี้ยงไส้เดือนเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากความสามารถในการกินอินทรีย์วัตถุ ตลอดจนมูลสัตว์ชนิดต่างๆ และขับถ่ายออกมาเป็นมูลของไส้เดือน ซึ่งจัดได้ว่าเป็นปุ๋ยชั้นดี ในต่างประเทศได้มีการเลี้ยงไส้เดือนเพื่อย่อยขยะอินทรีย์ และมูลสัตว์ต่างๆ มานานแล้ว ด้วยคุณสมบัติที่หลากหลายของไส้เดือน และเป็นสัตว์ที่ลงทุนไม่มากในการเลี้ยง แต่ให้ผลประโยชน์กลับมาสูง มีการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม อีกทั้งตัวของไส้เดือนเองเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์ทั้งในระบบอุตสาหกรรมทั้งสัตว์บก และโดยเฉพาะสัตว์น้ำที่นิยมนำไส้เดือนมาเป็นเหยื่อสำหรับตกปลา นอกจากนั้นไส้เดือนยังมีประโยชน์ในการช่วยลดปริมาณขยะ และแปรสภาพขยะ หรือของเสียจากระบบการผลิตสัตว์ให้กลายเป็นดินเกษตร หรือที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายว่า “ปุ๋ยจากมูลไส้เดือน” (Vermicompost or Worm compost) และ “น้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือน” (Worm tea) ซึ่งผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงไส้เดือนนี้ล้วนประกอบไปด้วยสารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการบำรุง รักษาต้นไม้ ไม้กระถาง หรือสนามหญ้า

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจถึงการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนโดยใช้วัสดุรองพื้นในการเลี้ยงที่แตกต่างกัน โดยนำผลที่ได้รับจากการเลี้ยงเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นพืชบำรุงดิน และปุ๋ยให้แก่ต้นไม้ และเพื่อประโยชน์สำหรับการพัฒนาระบบการเลี้ยงไส้เดือน และการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตจากการเลี้ยงไส้เดือนในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์

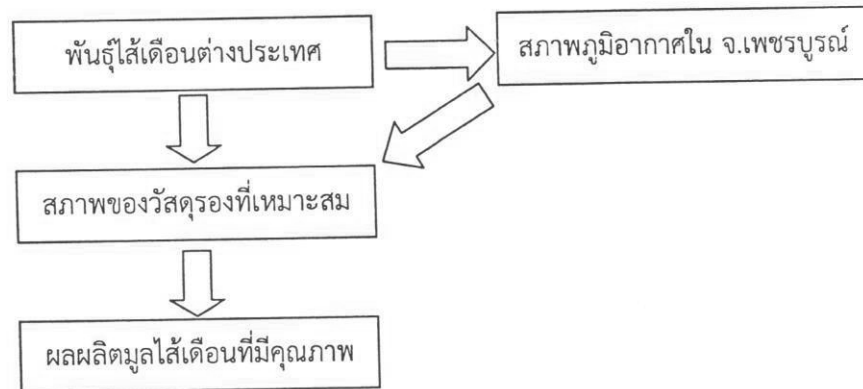
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบวัสดุรองพื้นที่ใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนที่แตกต่างกันต่อการผลิตมูลไส้เดือนในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ทำการศึกษาถึงชนิดของวัสดุรองพื้นที่ใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนที่แตกต่างกัน ในเขตต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์

4. ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไส้เดือนดิน เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง มีลำตัวเป็นปล้อง อาศัยอยู่ในดิน เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ไส้เดือนดินมีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศ ช่วยปรับโครงสร้างทางกายภาพของดิน เพิ่มแร่ธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ตลอดจนส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน (พงศ์เทพ, 2555) นอกจากนี้ไส้เดือนดินจะมีประโยชน์ในสภาพธรรมชาติที่กล่าวมาแล้ว ปัจจุบันยังสามารถนำไส้เดือนดินมาเลี้ยงเพื่อประโยชน์ด้านอื่นๆ ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน คือการเลี้ยงไส้เดือนกำจัดขยะอินทรีย์ เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (ภัทรานิษฐ์, 2555) ในต่างประเทศมีการใช้ไส้เดือนเพื่อย่อยขยะชุมชน หรือมูลสัตว์ต่างๆ มานานแล้ว เนื่องจากไส้เดือนเป็นสัตว์ที่ลงทุนไม่มากในการเลี้ยง แต่ให้ผลประโยชน์ตอบแทนกลับมาสูง และเป็นสัตว์ที่ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (จิตินันท์, 2546)

1. ไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่มักพบได้ทั่วไปในดิน ไต่กองใบไม้ หรือในมูลสัตว์ต่างๆ ลักษณะภายนอกโดยทั่วไป จะมีลำตัวสมมาตรครึ่งซีก เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังลำตัวเป็นปล้อง จัดลำดับอนุกรมวิธานได้ ดังนี้ (จิตินันท์, 2546)

Phylum Annelida

Class Oligochaeta

Order Opisthopora

Family Lumbricidae

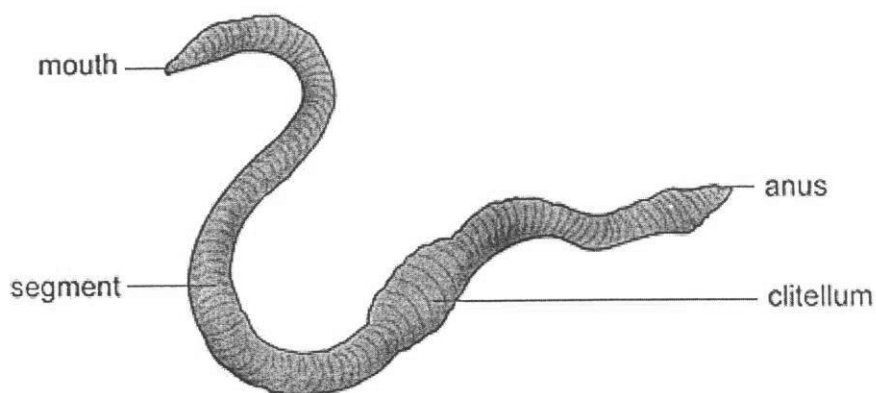
ในปัจจุบันมีการจำแนกไส้เดือนดินทั่วโลกได้ 4,000 กว่าชนิด สายพันธุ์ที่นำมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์ทางการค้ามีประมาณ 15 ชนิด ส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของ Megadrili ในวงศ์ Lumbricidae ซึ่งอาศัยอยู่ในขยะอินทรีย์และมูลสัตว์ เช่น พันธุ์ *Lumbricus rubellus*, *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae*, *Pheretima peguana*, *Perionyx excavatus* เป็นต้น (อานันท์, 2552) ยังไม่เคยมีรายงานว่าไส้เดือนดินเป็นพาหะแพร่เชื้อโรคสู่คนหรือสัตว์เลี้ยงอื่นๆ ไส้เดือนดินมีน้ำเป็นส่วนประกอบร้อยละ 80 หายใจทางผิวหนังอ่อนไวต่อแสงย่อยสลายอินทรีย์วัตถุได้ทุกชนิด และขับถ่ายออกมาเป็นปุ๋ย (อรอนงค์ และโชคชัย, 2553) ในต่างประเทศมีการใช้ไส้เดือนเพื่อย่อยสลายขยะชุมชนหรือมูลสัตว์ต่างๆ มานานแล้ว เนื่องจากเลี้ยงเห็นว่าไส้เดือนเป็นสัตว์ที่ลงทุนไม่มากในการเลี้ยง แต่ให้ผลประโยชน์ตอบแทน

กลับมาสูง และไส้เดือนเป็นสัตว์ที่มีการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (จิตินันท์, 2546)

1.1 ชีวิตวิทยาของไส้เดือนดิน

1.1.1 ลักษณะภายนอก

ไส้เดือนดิน มีลำตัวเป็นปล้องตั้งแต่หัวจนถึงส่วนท้ายของร่างกาย มีรูปร่างทรงกระบอกยาว หัวท้ายเรียวแหลมยาวประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร เมื่อโตเต็มที่จะมี 120 ปล้องมีช่องระหว่างปล้อง (Intersegmental groove) คั่นแต่ละปล้องไว้ แต่ละปล้องมีเดือยเล็กๆ เรียงอยู่โดยรอบ ปล้องประมาณปล้องละ 56 อัน มีหัวและหางค่อนข้างแหลม ไม่มีส่วนหัวที่ชัดเจน ไม่มีตา แต่มีโคลเทลล์ เมื่อถึงระยะสืบพันธุ์โคลเทลล์จะเห็นได้ชัดเจน (วีรยุทธ์, 2528)



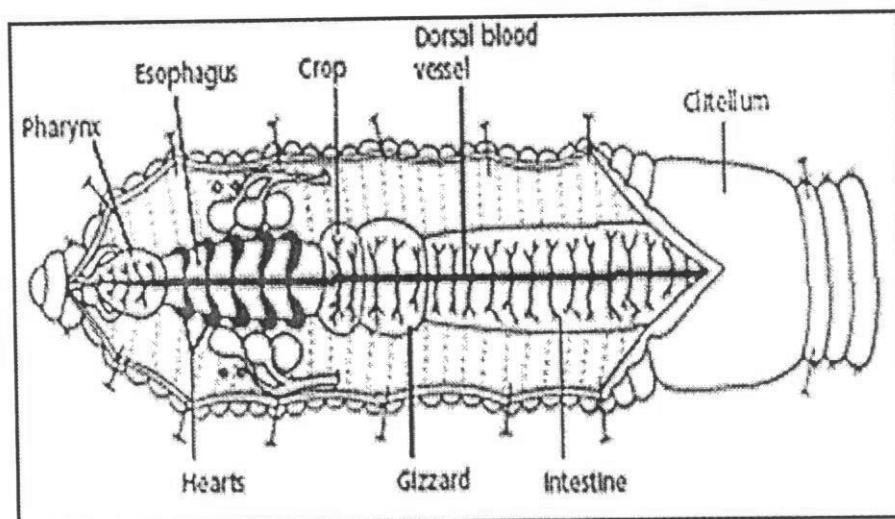
ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกของไส้เดือนดิน

ที่มา: <http://www.myfirstbrain.com>

1.1.2 ระบบย่อยอาหาร

ทางเดินอาหารเริ่มต้นจากปาก ต่อจากปาก (mouth) เป็นคอหอย (pharynx) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อและแข็งแรงสำหรับดูดกินอาหาร ถัดไปเป็นหลอดอาหาร (oesophagus) ซึ่งเป็นหลอดเล็กๆ และมีกระเปาะ เรียกว่ากิ้น (gizzard) สำหรับบดอาหาร ต่อจากนั้นไปจนถึงปล้องสุดท้ายเป็นลำไส้ (intestine) ตอนปลายสุดของลำไส้จะเปิดออกที่ทวารหนัก (anus) ตรงปล้องสุดท้าย (จิตินันท์, 2546) อาหารของไส้เดือนดินส่วนใหญ่เป็นพวกซากสัตว์และพืชที่เน่าเปื่อยผุพังอยู่ในดิน (สืบทักดิ์, 2540) รวมทั้งพืชและสัตว์ขนาดเล็กๆ ที่ปะปนอยู่ด้วย การกินอาหารของไส้เดือนดินนี้จะ

เป็นไปตลอดเวลาที่มันเคลื่อนที่อยู่ภายในดินหรือที่ที่มันอาศัยอยู่ โดยใช้ Prostomium และ Peristomium ชูบดิน แล้วกลืนเนื้อของคอกหอยก็ทำงานสูบเอาดินเข้าไป อาหารจะถูกกั้นบดจนละเอียด แล้วผ่านไปยังหลอดอาหารเข้าสู่ลำไส้ อาหารเข้าสู่ลำไส้แล้วจะถูกน้ำย่อยย่อยและถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อหมุนเวียนไปเลี้ยงเซลล์ทั่วร่างกายต่อไป ส่วนดินและกากอาหารก็จะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก (วีรยุทธ์, 2528)

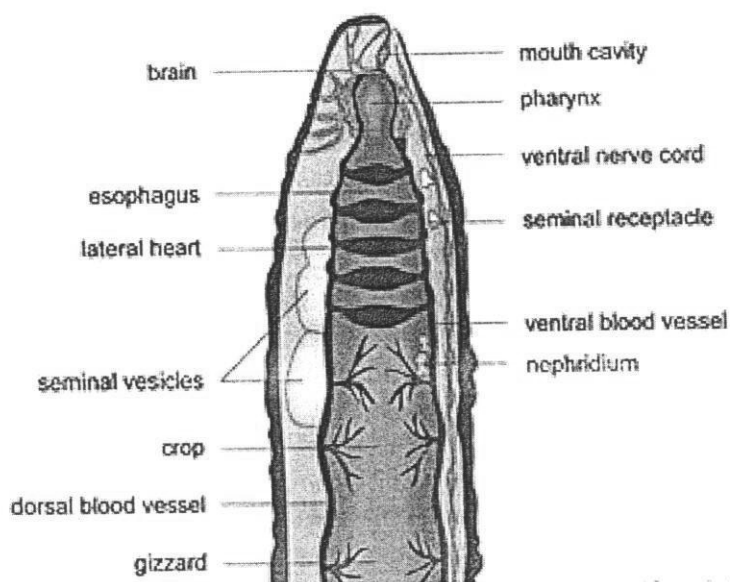


ภาพที่ 2 ระบบย่อยอาหารของไส้เดือนดิน

ที่มา: <http://www.siamworm.com>

1.1.3 ระบบหมุนเวียนเลือด

เลือดของไส้เดือนดินมีสีแดงของ haemoglobin อยู่ในน้ำเลือด Haemoglobin นี้สร้างขึ้นมาจาก Blood gland ที่กระจายอยู่บริเวณคอกหอย ส่วนเม็ดเลือดไม่มีสีและเป็น Amoebocyte ซึ่งสร้างขึ้นจาก Lymph gland และมีเส้นเลือดเป็นผู้นำเลือดไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายเช่นเดียวกับสัตว์ชั้นสูง (บพิตรและนันทพร, 2544) ไส้เดือนมีระบบเลือดแบบปิด (เซวาร์ และพรณี, 2541) มีหัวใจเทียม 5 วง ซึ่งเป็นลักษณะหลอดเลือด 5 คู่ มีหน้าที่ส่งสารอาหารจากลำไส้ไปยังเซลล์ทั่วร่างกาย ลำเลียงออกซิเจนเพื่อดูดซึมไปตามผิวหนังและเซลล์ ลำเลียงของเสียจากเซลล์ออกจากร่างกาย ลำเลียงคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ออกจากร่างกาย (จิตินันท์, 2546)

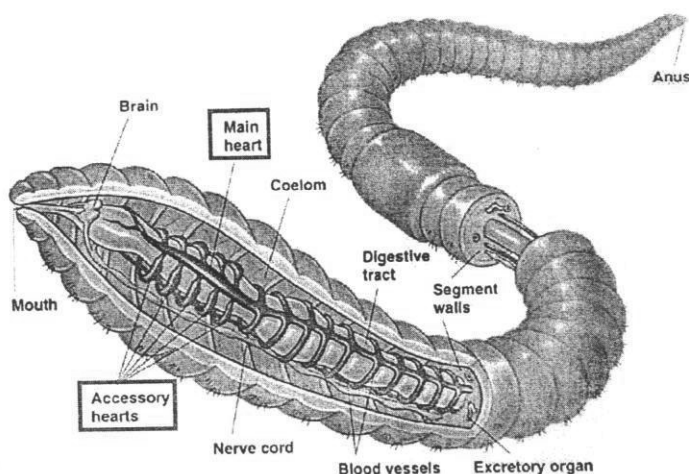


ภาพที่ 3 ระบบหมุนเวียนเลือดของไส้เดือนดิน

ที่มา: <http://www.thaiworm.com>

1.1.4 ระบบหายใจ

การหายใจส่วนใหญ่ของไส้เดือนดิน จะเกิดขึ้นที่ผิวหนังโดยรอบ ซึ่งจะเปียกชื้นอยู่ตลอดเวลา โดยที่ผิวหนังจะมีต่อมสร้างเมือกที่เรียกว่า mucus gland ที่อยู่ใต้ผิวหนังชั้น epidermis (สุนทรี, 2504) นอกจากนี้ไส้เดือนก็จะมีการขับของเหลวจากภายในลำตัว และของเสียที่เกิดขึ้นภายในร่างกายออกมาทางรูเปิดที่อยู่ด้านหลังด้วย (dorsal pore) ตามผนังลำตัวด้านในของไส้เดือนดินจะมีเส้นเลือดเรียงรายเป็นร่างแห ซึ่งออกซิเจนจะสามารถแพร่ผ่านเข้ามาตามผิวหนังที่เปียกชื้นได้ด้วย จากนั้นออกซิเจนก็จะถูกจับโดยฮีโมโกลบินที่อยู่ในเลือด และแพร่ไปตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย (สุภาณ, 2511) ถ้าผิวหนังของไส้เดือนแห้งมันจะตายเพราะหายใจไม่ได้ (เชาวน์ และพรณี, 2541; Edwards and Lofty, 1972; ธิตินันท์, 2546)

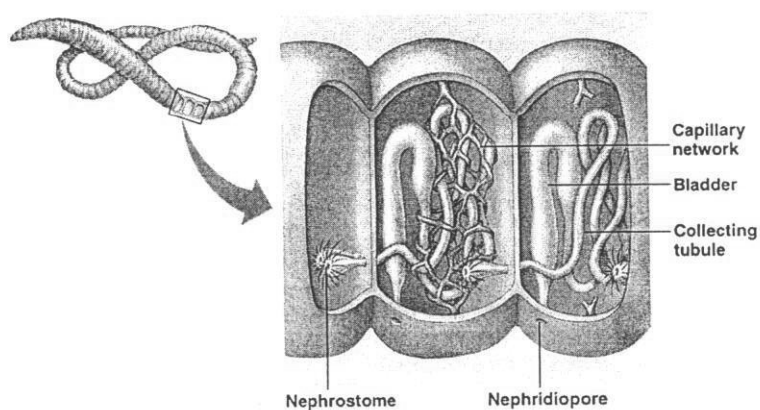


ภาพที่ 4 ระบบหายใจของไส้เดือนดิน

ที่มา: <http://www.thaiworm.com>

1.1.5 ระบบขับถ่าย

ระบบขับถ่ายประกอบด้วยอวัยวะขับถ่ายที่เรียกว่า เนฟริเดียม (nephridium) ซึ่งอยู่ในซีโลมเนฟริเดียม ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ Nephrostome คล้ายปากแตร ที่ขอบมีขนอยู่ด้วย มีท่อเรียกว่า Nephriduct ขดไปขดมามากมาย และมีรูเปิดเรียกว่า Nephridiopore ไปเปิดออกที่ผิวหนัง หรือภายในคอหอย หรือภายในลำไส้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไส้เดือน (เชาวน์ และพรณิ, 2541)

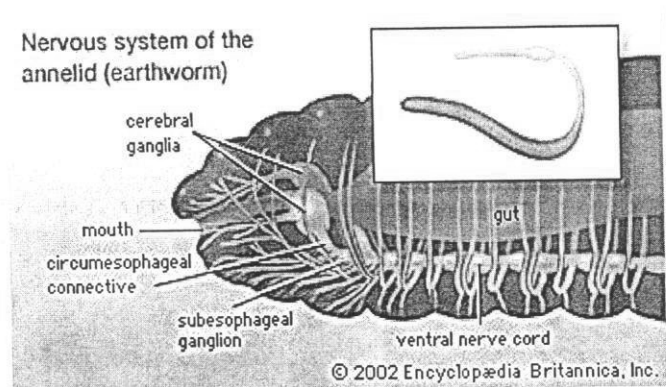


ภาพที่ 5 ระบบขับถ่ายของไส้เดือนดิน

ที่มา: <http://www.thaiworm.com>

1.1.6 ระบบประสาท

ระบบประสาทของไส้เดือนดิน ประกอบด้วยสมอง (suprapharyngeal ganglion) เป็นปมประสาท 2 ปมเชื่อมกันอยู่บนคอหอย จากปมทั้ง 2 นี้ มีเส้นประสาทอ้อมรอบคอหอย ไปพบกันเป็นปมด้านล่างของคอหอย เส้นประสาทจากสมองอ้อมคอหอยนี้ เรียกว่า circum pharyngeal commissure เส้นประสาทใหญ่วางยาวตลอดลำตัวอยู่ด้านท้อง เรียกว่า ventral nerve cord ตรงกลางปล้องประสาทนี้จะพองออกเป็นปมประสาทส่วนตรง septum จะคอดในปล้องๆ หนึ่ง จะมีแขนงประสาทแยกออกไปจากผนังลำตัว และอวัยวะที่อยู่ใกล้เคียง (เขาวน และพรณี, 2541; Edwards and Lofty, 1972; จิตินันท์, 2546)



ภาพที่ 6 ระบบประสาทของไส้เดือนดิน

ที่มา: <http://www.thaiworm.com>

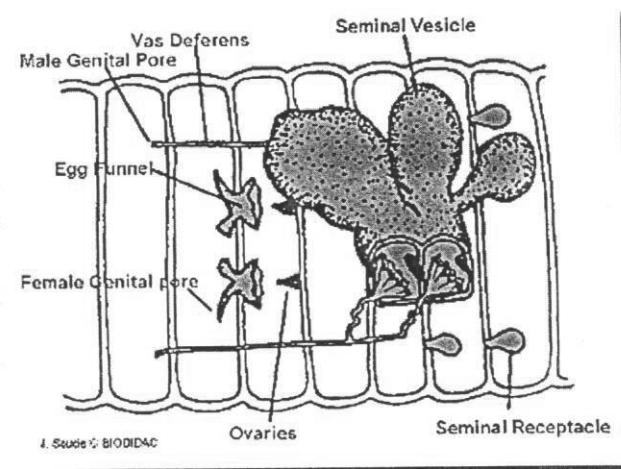
1.1.7 อวัยวะรับความรู้สึก

ไส้เดือนดินไม่มีตา ไม่มีหู มีแต่ปมประสาทตามผิวหนังเพื่อรับความรู้สึก โดยมีเพียงเซลล์รับความรู้สึก (Sensory Cells) ที่กระจายอยู่บริเวณผิวหนัง โดยเซลล์รับความรู้สึกแต่ละเซลล์จะมีขนเล็กๆ ยื่นออกมาเพื่อรับความรู้สึกจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งเซลล์รับความรู้สึกเหล่านี้เชื่อมต่อกับระบบประสาท นอกจากเซลล์รับความรู้สึกแล้ว ยังมีเซลล์รับแสง (Photoreceptor cells) ในชั้นของเอพิเตอร์มิส โดยจะมีมากบริเวณริมฝีปากบน ปล้องส่วนหัวและส่วนท้ายของลำตัว มีหน้าที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับแสงไปยังระบบประสาท ถ้ามีแสงสว่างมากเกินไปพวกมันจะเคลื่อนที่หนีเข้าไปอยู่ในที่มืด นอกจากนี้แล้วเซลล์เหล่านี้ยังสามารถดมกลิ่นได้ด้วย (เขาวน และพรณี, 2541; Edwards and Lofty, 1972; จิตินันท์, 2546)

1.1.8 ระบบสืบพันธุ์

ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่มี 2 เพศ คือมีทั้งรังไข่และอวัยวะอยู่ในตัวเดียวกัน แต่ไม่สามารถผสมพันธุ์ในตัวเองได้ เนื่องจากตำแหน่งของอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งสองเพศไม่สัมพันธ์กัน และมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ไม่พร้อมกัน ไส้เดือนดินทั้งสองตัวจึงต้องมีการแลกเปลี่ยนสเปิร์มซึ่งกันและกัน และเกิดการปฏิสนธิแบบข้ามตัว (เชวาน์ และพรณิ, 2541; จิตินันท์, 2546)

ไส้เดือนดินตัวหนึ่งๆ มีอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งสองเพศจึงเป็น hermaphrodite การผสมพันธุ์ไม่ได้เกิดขึ้นในตัวเดียวกัน แต่มีการผสมพันธุ์ข้ามตัวกัน อวัยวะสืบพันธุ์ตัวผู้ ประกอบด้วย Vesicular seminalis 2 คู่อยู่ในปล้องที่ 11 และ 12 เป็นถุงใหญ่สำหรับเก็บเชื้ออสุจิที่อวัยวะสร้างขึ้น อวัยวะนี้มีลักษณะขาวๆ อยู่ด้านในใกล้กับหลอดอาหาร อวัยวะของไส้เดือนดินมีหน้าที่สร้าง Sperm mother cell ซึ่งออกจากอวัยวะไปยัง vesicular seminalis แล้วเจริญแบ่งตัวเป็น Sperm morula มีลักษณะคล้ายลูกน้อยหนา และเจริญแบ่งตัวต่อไปเป็นตัวอสุจิ (เอิบ, 2542)



ภาพที่ 7 ระบบสืบพันธุ์ของไส้เดือนดิน

ที่มา: <http://www.thaiworm.com>

อวัยวะสืบพันธุ์ตัวเมีย ประกอบด้วยรังไข่ 1 คู่อยู่ 2 ข้างของ ventral nerve cord ตรงด้านหน้าของปล้องที่ 13 ติดอยู่กับ septum จากรังไข่แต่ละข้างมีปากแตรและท่อนำไปเปิดที่ Female pore ซึ่งจะอยู่ด้านล่างตรงกลางปล้องที่ 14 สำหรับรังไข่นั้นมีหน้าที่สร้างไข่ซึ่งจะเกาะกันเป็นพวง (บุญญิต, 2526) นอกจากนี้อวัยวะตัวเมียยังมี Spermatheca เป็นถุงรับเชื้ออสุจิจากไส้เดือนดินตัวอื่นขณะที่ผสมพันธุ์กัน อยู่ในปล้องที่ 7, 8 และ 9 ปล้องละ 1 คู่ spermatheca ประกอบด้วย Ampula เป็นถุงกลมๆ สำหรับเก็บเชื้ออสุจิดังกล่าว และ Doerticulum เป็นหลอดขดๆ งอๆ ติดต่อกัน

ตรงที่คอของ ampula spermatheca มีท่อไปเปิดออกที่ spermathecal pore ซึ่งอยู่ตรง intersegmental groove ปล้องที่ 6/7, 7/8, และ 8/9 (เอิบ, 2542)

1.2 ไส้เดือนที่คนไทยนิยมเลี้ยงกันมี 4 ชนิด

1.2.1 ไส้เดือนพันธุ์อัฟริกัน (AF) *Eudrilus eugeniae* African NightCrawler

ข้อดี คือกินเก่งโดยเฉพาะอาหารที่มีโปรตีนสูง ขยายพันธุ์เร็ว มีลูกดกตัวโตเหมาะจะไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารโปรตีน เช่น เลี้ยงกบ หรือเป็นอาหารนก

ข้อเสีย บางครั้งไส้เดือนชนิดนี้มักจะถูกฝึกให้กินแต่โปรตีน หรือกินแต่อาหารดีๆ จึงมักไม่กินขยะตัวมักเปื่อยง่าย เนื่องจากตัวของมันมีโปรตีนมาก

1.2.2 ไส้เดือนพันธุ์สีน้ำเงิน *Perionyx excavatus* (Blue worm)

ข้อดี คือกินเก่งไม่เลือกกินเหมือน AF ขยายพันธุ์เร็ว มีลูกดก

ข้อเสีย ตัวเล็กแยกตัวลำบาก, พอเยอะแล้วมันชอบรวมไปที่บ่ออื่น

1.2.3 ไส้เดือนพันธุ์ลายเสือ *Eisenia foetida* (Tiger)

ข้อดี คือกินเก่งตัวมีขนาดใหญ่พอสมควร

ข้อเสีย ฝึกไช่ชาน และชอบอากาศค่อนข้างเย็นเหมาะสมที่จะเลี้ยงทางเหนือ หรืออีสาน ถ้าเลี้ยงในกรุงเทพมักจะกินไม่เก่ง

1.2.4 ไส้เดือนพันธุ์ขี้ตาแร่ *Pheretima peguana* (ไส้เดือนแดง) เป็นไส้เดือนแดงพันธุ์ไทยที่นิยมอยู่ในตอนนี้ เนื่องจากเป็นไส้เดือนท้องถิ่น สามารถรวบรวมจากธรรมชาติได้

ข้อดี คือกินขยะเก่ง ตัวมีขนาดใหญ่พอสมควร ไส้เดือนประจำถิ่นสามารถหาได้จากธรรมชาติ

ข้อเสีย โตช้ากว่าไส้เดือนเมืองนอก และที่สำคัญหนึ่เก้ง แต่ถ้าเลี้ยงเป็นจะกินดีมาก ๆ

1.3 ความสำคัญและประโยชน์ของไส้เดือนดิน (เกษม, 2544)

1.3.1 ไส้เดือนดินช่วยพลิกหน้าดิน นำดินด้านล่างขึ้นมาด้านบนโดยการกินดินที่มีแร่ธาตุบริเวณด้านล่าง แล้วถ่ายมูลบริเวณผิวดินด้านบน

1.3.2 ช่วยให้เกิดการผสมคลุกเคล้าแร่ธาตุในดิน นำแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในชั้นใต้ดินขึ้นมาด้านบนให้พืชดูดน้ำไปใช้

1.3.3 ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน ซากพืช ซากสัตว์ และอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ทำให้ธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และจะค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาให้พืชได้ใช้

1.3.4 ช่วยเพิ่มและแพร่กระจายจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ขอนไชทำให้ดินร่วนซุย สามารถถ่ายเทน้ำและอากาศได้ดี ดินอุ้มน้ำดีขึ้น เพิ่มช่องว่างในดินทำให้รากพืชขนไชได้ดี

1.3.5 มูลไส้เดือนดินมีราเอ็กโทไมซีส และราไตรโคเดอร์มา เป็นราที่กำจัดโรคพืช ทำให้พืชที่ปลูกปลอดภัยจากโรคราที่ทำลายต้นพืช

1.4 บทบาทของไส้เดือนดินต่อการกำจัดขยะอินทรีย์และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ไส้เดือนดินบางชนิดที่อยู่ในกลุ่มที่อาศัยอยู่ในมูลสัตว์ หรือเศษซากอินทรีย์วัตถุ สามารถนำมาเลี้ยงขยายพันธุ์และใช้ในการกำจัดขยะอินทรีย์ต่างๆ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ เช่นสายพันธุ์ *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus*, *Eudrilus eugeniae* และ *Pheretima peguana* มีหลายหน่วยงานที่ให้ความสนใจในการใช้ไส้เดือนดินกำจัดขยะอินทรีย์ โดยมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย ในการนำไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่เหมาะสมมาใช้ในการกำจัดขยะอินทรีย์ในบ้านเรือน เทศบาล โรงงาน อุตสาหกรรม วัสดุเหลือใช้ในไร่นา หรือสวน หรือกำจัดของเสียภายในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ วัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและเพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินแต่ขยะอินทรีย์ ของเสียจากท่อระบายน้ำทิ้ง และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร บางชนิดไม่เหมาะสมในการนำมาให้ไส้เดือนดินย่อยสลายในขั้นแรก จำเป็นต้องผ่านกระบวนการทำให้เหมาะสมก่อน เช่นการลดปริมาณน้ำที่มากเกินไป หรือการหมักเพื่อลดปริมาณความร้อน และก๊าซพิษ หรือเพื่อให้วัสดุเหล่านั้นมีความอ่อนนุ่มลงเหมาะแก่การย่อยสลาย โดยไส้เดือนดิน (อานันท์, 2552) นอกจากนี้ไส้เดือนดินยังสามารถทำประโยชน์ที่สำคัญ คือ การกำจัดขยะอินทรีย์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ซึ่งปัจจุบันมีโครงการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดินเพื่อเป็นธุรกิจทางการค้า และเพื่อใช้ในฟาร์มกันอย่างแพร่หลาย ปัจจัยสำคัญที่ทำให้การกำจัดขยะอินทรีย์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินได้ผลผลิตปริมาณมากที่สุด คือ การสร้างสภาพที่อยู่อาศัยของไส้เดือนดินให้มีการถ่ายเทอากาศได้ดี มีปริมาณความชื้นที่เหมาะสม หลีกเลี่ยงการสะสมของก๊าซแอมโมเนีย และแก๊สอินทรีย์ และต้องมีจำนวนไส้เดือนดินที่มากพอในการกำจัดขยะอินทรีย์แต่ละครั้งให้หมดลงอย่างรวดเร็ว (อรอนงค์ และโชคชัย, 2553)

1.5 การย่อยสลายขยะของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทยพันธุ์เพเรทิมา พิกัวน่า (*Pheretima peguana*) และไส้เดือนดินสายพันธุ์ต่างประเทศพันธุ์แลมบริคัส รูเบลลัส (*Lumbricus rubellus*) โดยใช้อัตราส่วนปริมาณไส้เดือนต่อปริมาณขยะเท่ากับ 1 : 2 กิโลกรัม (ไส้เดือนสายพันธุ์ไทย 1 กก. มี 1,200 ตัว ส่วนไส้เดือนสายพันธุ์ต่างประเทศ 1 กก. มี 970 ตัว) พบว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ต่างประเทศพันธุ์แลมบริคัส รูเบลลัส (*Lumbricus rubellus*) มีความสามารถในการย่อยสลายขยะได้เร็วกว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทยพันธุ์

พีเรติมา พิกัวน่า (Pheretimapeguana) โดยใช้เวลาในย่อยสลายขย่น้อยกว่า 2 เท่าของไส้เดือนสายพันธุ์ไทย และไส้เดือนดินทั้งสองสายพันธุ์ใช้เวลาในการย่อยเศษผลไม้ได้รวดเร็วที่สุด และใช้เวลาในการย่อยเศษอาหารและเศษผักใกล้เคียงกัน ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ อาหาร พี เอช (อานัฐ, 2552)

ไส้เดือนดินและการทำปุ๋ยหมักเศษซากอินทรีย์วัตถุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก เศษวัสดุเหลือใช้ทุกชนิดจากภาคการเกษตร อุตสาหกรรม หรือขยะอินทรีย์จากชุมชน มูลสัตว์ เช่น มูลม้า วัว หรือควาย วัสดุอื่นๆ เช่น ฟางข้าว ต้นกล้วย ผักตบชวา เปลือกข้าว และใบกระถิน สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีความเป็นพิษต่อไส้เดือนดิน ได้แก่ อัลดีคาร์ป เบนโนมิล บีเอชซี คาร์บาริล คาร์โบฟูราน คลอร์เดน เอนตริน เฮบตาคลอร์ มาลาไธออน พาราไธออน เป็นต้น (<http://www.northernstudy.org>)

1.6 รูปแบบที่เหมาะสมในการใช้ไส้เดือนดินกำจัดขยะ

1.6.1 การกำจัดขยะเพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในระดับครัวเรือน (แบบหลังบ้าน) ได้แก่ การเลี้ยงไส้เดือนในชั้นพลาสติก การเลี้ยงไส้เดือนในกะละมังพลาสติก การเลี้ยงไส้เดือนในตะกร้าหรือภาชนะต่างๆ เป็นต้น ซึ่งเป็นการเลี้ยงขนาดเล็ก และทำได้ทุกครัวเรือน ใช้พื้นที่น้อย สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ การดูแลง่าย แต่ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ก็น้อยตามขนาดของภาชนะที่เลี้ยง

1.6.2 การกำจัดขยะเพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในระดับชุมชน (แบบโรงเรือน) เป็นการเลี้ยงไส้เดือนแบบโรงเรือนขนาดใหญ่ อาจใช้วัสดุก่อเป็นบ่อหรือคอกเลี้ยงไส้เดือน โรงเรือนจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับต้นทุนของผู้เลี้ยงเป็นหลัก

1.7 การเตรียมโรงเรือนผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

โรงเรือนกำจัดขยะเพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ต้องมีหลังคา กันฝนและพรางแสง เนื่องจากไส้เดือนดินไม่ชอบแสงสว่าง ในบริเวณบ่อเลี้ยงต้องมีตาข่ายปิดด้านบน หรือใช้ตาข่ายกันบริเวณด้านข้างรอบโรงเรือนเพื่อป้องกันศัตรูของไส้เดือน บ่อเลี้ยงไส้เดือน กว้าง ประมาณ 1 เมตร ความยาวแล้วแต่ต้องการ และมีความลึกไม่เกิน 0.5 เมตร จะใช้เป็นบ่อเลี้ยงที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก มูลไส้เดือนดิน จากวัสดุอินทรีย์ได้ดีและสะดวกในการจัดการ บ่อเก็บน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ควรก่อสร้างบริเวณด้านข้างโรงเรือนหรือด้านหลังโรงเรือนให้น้ำหมักจากบ่อเลี้ยงไส้เดือนไหล เข้าไปเก็บไว้ในบ่อเก็บน้ำหมักได้ง่าย ขนาดของบ่อเก็บน้ำหมักจะมีขนาดเล็กกว่าบ่อเลี้ยงไส้เดือนตามความเหมาะสมของปริมาณ น้ำหมักที่ได้ (อานัฐ, 2552)

1.8 การเตรียมวัสดุรองพื้นเพื่อเป็นที่อาศัยของไส้เดือนดิน

การเตรียมวัสดุรองพื้นเพื่อเป็นที่อาศัยของไส้เดือนดินโดยใช้วัสดุอินทรีย์สด เป็นวัสดุรองพื้นหนาประมาณ 6 นิ้ว โดยเน้นส่วนที่เป็นผักสีเขียว วัชพืช ขยะสดโดยจะใช้ปุ๋ยคอกโรยบนหน้า ให้หนาประมาณ 2 นิ้ว โรยปูนขาวให้ทั่วบริเวณ แล้วจึงให้ความชื้นเล็กน้อยประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักขยะสดหรือให้เปียกชุ่มแต่ไม่ให้มีน้ำ แข็งทั้งไว้ประมาณ 2-3 วัน จะพบว่าเกิดขบวนการหมักสังเกตได้โดยมีความร้อนที่สูงขึ้นทั้งไว้ประมาณ 4-6 สัปดาห์ความร้อนที่เกิดขึ้นจะ หายไปหรืออาจจะเร็วกว่านี้ ถ้ามีการหมักในกองที่มีความหนาน้อยกว่าที่กำหนดไว้ การหมักที่สมบูรณ์จะทำให้วัสดุมีสีเข้มจนเป็นสีน้ำตาล มีลักษณะร่วนซุยไม่มีกลิ่นเหม็น การเริ่มต้นเลี้ยงไส้เดือนดิน ในระยะเตรียมการจึงควรมีปริมาณไส้เดือนดินอย่างน้อย 1 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 4 – 6 สัปดาห์ ก็จะทำให้ปริมาณไส้เดือนเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว และทวีจำนวนมากขึ้นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ปริมาณอาหารที่ให้ไส้เดือน โดยปกติไส้เดือนดินชอบอาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูง รวมถึงในดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุจำนวนมาก ไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทย *Pheretima peguana* และ *Pheretima posthuma* จะกินอาหารเฉลี่ย 120-150 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กรัมต่อวัน และ พบว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* และ *Eisenia foetida* จะกินอาหารประมาณ 240-300 กรัมต่อวัน ต่อน้ำหนักไส้เดือน 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นจำนวน 2 เท่าของอาหารไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทย การให้อาหารที่เป็นเศษอินทรีย์วัตถุกับไส้เดือนดินในบ่อเลี้ยง นำขยะสดจากชุมชนมาแยกวัสดุที่ไม่ย่อยสลาย เช่นถุงพลาสติกต่างๆ ออก ปริมาณขยะสดที่ควรเตรียมให้ไส้เดือนดิน ควรจะมีการเตรียมการหมักให้เริ่มบูดเสียก่อน นำมาใส่ในบ่อเลี้ยงไส้เดือนความหนาไม่เกิน 10 เซนติเมตร เนื่องจากถ้าหนามากกว่านี้ จะทำให้เกิดความร้อน (อานันท์, 2552) Suthar (2007) พบว่าเศษผักผสมใบไม้เล็กน้อยทำให้การเจริญเติบโตของไส้เดือนดินสูงสุด Clemente (1981) แนะนำว่าเศษซากพืชที่มีขนาดใหญ่จะย่อยสลายได้เร็วขึ้นถ้าตัดให้มีขนาดเล็กลงเพราะทำให้มีพื้นที่ผิวมากขึ้นสำหรับไส้เดือนดินและจุลินทรีย์ในการย่อยสลาย นอกจากนี้การผสมขยะชุมชนหลายๆชนิดด้วยกันสามารถช่วยเพิ่มจำนวนของไส้เดือนดินและจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้

1.9 ผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงไส้เดือน

1.9.1 ปุ๋ยจากมูลไส้เดือน (Vermicast หรือ Worm compost)

ในระบบย่อยอาหารของไส้เดือนเป็นเสมือนเครื่องหมักและผสมขนาดเล็กที่มีสภาพที่เหมาะสมในการหมักย่อยความชื้นความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของจุลินทรีย์ภายในระบบย่อยที่ทำงานร่วมกันอย่างเข้มข้น จนได้ผลผลิตสุดท้ายออกมาเป็นปุ๋ยจากมูลไส้เดือน ซึ่งประกอบไปด้วย

จำนวนของสิ่งมีชีวิตจำนวนมากหลายพันชนิด ซึ่งมีทั้งแบคทีเรียเอนไซม์และเศษเหลือต่างๆ ที่ระบบย่อยอาหารของไส้เดือนไม่สามารถย่อยสลายได้ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เริ่มมาภายหลังจากไส้เดือนเริ่มต้นการย่อยสลายจนได้เป็นกองของมูลไส้เดือนขึ้นมา ซึ่งในความเป็นจริงแล้วประชากรของแบคทีเรียที่มีอยู่จากมูลไส้เดือนนี้มีอยู่มากกว่าในดินหรือในระบบย่อยของตัวไส้เดือนเอง ส่วนประกอบที่สำคัญของปุ๋ยจากมูลไส้เดือนนี้ คือส่วนของอินทรีย์วัตถุที่ได้รับการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ (humus) กรดฮิวมิกที่ให้ธาตุต่างๆ ที่เป็นสารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช เช่น แคลเซียมไอรอน โพแทสเซียมซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัส เป็นตัวจับเกาะสำหรับให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยการค่อยๆ ปล่อยสารอาหารที่มีประโยชน์สำหรับพืชซึ่งได้มาจากน้ำลายของไส้เดือน โดยสารอาหารเหล่านั้นจะค่อยๆ ละลายออกมาช้าๆ และมีคุณสมบัติที่ดีต่อโครงสร้างของดิน ช่วยในการอุ้มน้ำและเป็นสิ่งคลุมดินที่ดี ช่วยเพิ่มการดูดซึมน้ำรวมทั้งช่วยป้องกันอันตรายของรากต่ออุณหภูมิที่สูงเกินไปภายในดิน รวมทั้งช่วยป้องกันการชะกัดและปกป้องกันเมล็ดพืชได้

ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของปุ๋ยหมักไส้เดือนดิน มีลักษณะเป็นเม็ดร่วนละเอียดมีสีดำออกน้ำตาลโปร่งเบามีความพรุน ระบายน้ำและอากาศได้ดีมากมีความจุความชื้นสูง และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมากซึ่งผลจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดินดูดกินเข้าไปภายในลำไส้ และด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้และน้ำย่อยของไส้เดือนดินจะช่วยให้อาตุอาหารหลายๆ ชนิดที่อยู่ในเศษอินทรีย์วัตถุเหล่านั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้เช่นเปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในรูปไนเตรทหรือแอมโมเนีย ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้และนอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชชนิดอื่นและจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือนดินอีกด้วยปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้จากการใช้ไส้เดือนดินย่อยสลายขยะชุมชนมีความแตกต่างกันตามชนิดของขยะชุมชนที่ใช้ทำปุ๋ยหมักการผสมอินทรีย์วัตถุหลายชนิดในการผลิตปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดินจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชได้ (อรอนงค์ และโชคชัย, 2553)

เนื่องจากปุ๋ยจากมูลไส้เดือนผลิตมาจากวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีสารเคมีหรือสิ่งแปลกปลอมใดๆ เจือปน จึงไม่เป็นอันตรายและสร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 1 และ 2 ที่แสดงคุณค่าทางอาหารของปุ๋ยจากมูลไส้เดือนต่อพืชจากงานทดลองต่างๆ และการเปรียบเทียบธาตุอาหารจากปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยหมักจากเศษพืชตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางอาหารของปุ๋ยจากมูลไส้เดือนต่อพืชจากงานทดลองต่างๆ

ธาตุอาหาร(เปอร์เซ็นต์)	Anonymous (2003)	Gilbert (2003)
ไนโตรเจน (N)	0.60 – 1.20	1.50 – 2.20
ฟอสฟอรัส (P ₂ O ₅)	1.34 – 2.20	1.80 – 2.20
โพแทสเซียม (K ₂ O)	0.40 – 0.67	1.00 – 1.50
แคลเซียม (CaO)	0.44	-
แมกนีเซียม (MgO)	0.15	-

ที่มา: <http://www.flyfishing-thailand.com/tip.htm>

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบธาตุอาหารจากปุ๋ยมูลไส้เดือนสองชนิดกับปุ๋ยหมักจากเศษพืช

ค่า	ปุ๋ยจากมูลไส้เดือน		ปุ๋ยหมักจากเศษพืช
	จาก <i>Eisenia fetida</i>	จาก <i>Perionyx excavatus</i>	
pH	7.4	7	7.2
อินทรีย์คาร์บอน (%)	27.43	30.31	12.2
ไนโตรเจน (%)	0.6	0.66	0.55
ฟอสฟอรัส (%)	1.34	1.93	0.75
โพแทสเซียม (%)	0.4	0.42	2.30
C:N Ratio	45.7	45.90	24.40

ที่มา: <http://www.urbancomposting.com/Can%20FAQ.htm>.

จากตารางจะเห็นว่าธาตุอาหารของปุ๋ยมูลไส้เดือน เมื่อเทียบกับปุ๋ยหมักจากเศษพืช แล้วปุ๋ยจากมูลไส้เดือนมีปริมาณของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่สูงกว่าปุ๋ยหมัก โดยทั่วไปจึงไม่แปลกใจเลยว่าทำไมในต่างประเทศรวมถึงประเทศไทยในปัจจุบัน จึงมีการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยมูลไส้เดือนกันอย่างแพร่หลาย และมีการพัฒนาเทคนิคเทคโนโลยีใหม่ๆ เกี่ยวกับกระบวนการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนนี้มากขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไส้เดือนในการปลูกพืช

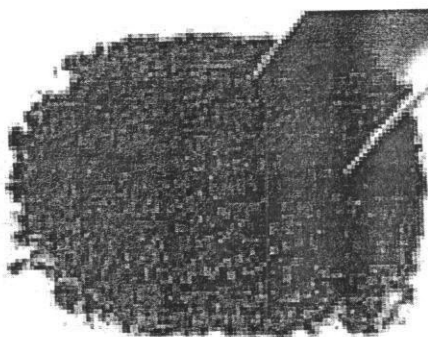
ปัจจัย	ใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืช	ใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนในการผลิตพืช
ราคา/หน่วย	ค่อนข้างแพง	ราคาใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมี
อัตราการใช้	ใช้น้อยเห็นผลเร็ว	ใช้มากเห็นผลช้า
ธาตุอาหาร/หน่วย	ตามสูตรปุ๋ยที่ระบุ	ธาตุอาหารหลักมีน้อยแต่ธาตุอาหารรองและจุลธาตุมีเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของการปลูกพืชแต่ละครั้ง
ฮอร์โมนพืช	ไม่มี	มีฮอร์โมนออกซินไซโตไคนินและจิบเบอเรลลินความเข้มข้นขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนโดยจะมีมากในเศษผลไม้

ที่มา: <http://mypeoplepc.com/members/arbra/trinity/id14.html>.

คุณสมบัติของปุ๋ยมูลไส้เดือน

- ไม่มีสารเคมีเจือปน
- เหมาะสำหรับพืชทุกชนิดได้แก่พืชไร่พืชสวนไม้ดอกไม้กระถางเพิ่มความต้านทานต่อการแห้งแล้งของดินทำหน้าที่เสมือนฟองน้ำที่สามารถซับน้ำไว้ในดินไม่กักน้ำให้ท่วมขังในดิน
- พื้นฟูดินที่มีความเค็มช่วยปรับค่าสารเคมีที่ตกค้างในดินได้อย่างมาก (ต้องทำติดต่อกัน) กำจัดโรคราต่างๆที่มีผลต่อพืช
- ช่วยลดจำนวนคนงานในไร่นาของท่านเนื่องจากไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยบ่อยๆและง่ายต่อการบำรุง รักษา และดูแล
- ง่ายและสะดวกต่อการใช้และบำรุงดูแล

การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยมูลไส้เดือน สามารถนำมาใช้โรยที่โคนต้นไม้ได้เลยแล้วรดน้ำตามให้ชุ่มหรือผสมกับขุยมะพร้าว (ในสัดส่วนที่เท่ากัน) สำหรับการใช้ในการปลูกต้นไม้ใหม่ลงกระถางใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน 25-30% ผสมกับหน้าดินที่มีคุณภาพสำหรับพืชสวนแล้วรดน้ำตามให้ชุ่มหรือการใช้ปุ๋ยสำหรับสนามหญ้าสามารถใช้ได้ในอัตราส่วนสนามหญ้า 9 ตารางเมตรต่อปุ๋ยมูลไส้เดือน 5 กิโลกรัมหรือดัดแปลงเป็นน้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือนหรือน้ำหมักมูลไส้เดือน (Worm Tea)



ภาพที่ 8 ปุ๋ยมูลไส้เดือน

ที่มา: <http://www.urbancomposting.com/Can%20FAQ.htm>

1.9.2 น้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือนหรือน้ำหมักมูลไส้เดือน (Worm Tea)

น้ำสกัดชีวภาพเป็นน้ำสกัดที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากส่วนต่างๆของพืชหรือสัตว์โดยผ่านการบวมการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic condition) มีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซากพืชและซากสัตว์เหล่านั้นให้กลายเป็นสารละลายรวมถึงการใช้เอนไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีการเติมเอนไซม์เพื่อเร่งการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

น้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือนหรือน้ำหมักมูลไส้เดือนเป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่พัฒนาจากการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยไส้เดือนสาเหตุที่เรียกกันว่า Worm Tea เพราะลักษณะของของเหลวที่สกัดได้มีสีน้ำตาลอมดำหรือคล้ายกับสีของน้ำชาและสาเหตุที่เรียกว่าน้ำสกัดชีวภาพเนื่องจากมีหลักการเช่นเดียวกันกับน้ำสกัดที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้ แต่แตกต่างกันตรงปริมาณของสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อพืชเนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพที่มีอยู่โดยทั่วไปนั้นมีธาตุอาหารที่พบในน้ำสกัดแล้วยังพบ ฮอโมนกรดอินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืชปะปนอยู่แต่เพียงปริมาณเล็กน้อยเนื่องจากจุลินทรีย์หลายกลุ่มในน้ำสกัดชีวภาพจะช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ไม่มีในธรรมชาติทำให้พืชได้รับประโยชน์จากธาตุอาหารการจะนำมาใช้เป็นรูปปุ๋ยโดยตรงยังไม่สามารถสรุปยืนยันได้ว่าจะทำให้เพิ่มการเจริญเติบโตของพืช หรือเพิ่มผลผลิตได้หรือไม่ มากน้อยเพียงใดหากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือนซึ่งสกัดได้จากมูลไส้เดือนโดยตรงนั้นประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อต้นไม้ทั้งไม้กระถางไม้ดอกไม้ประดับหรือไม้ยืนต้นน้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือนสามารถเตรียมได้หลายวิธีการด้วยกัน เช่น

1.9.3 น้ำชะล้าง (leachate)

น้ำชะล้าง เกิดจากการชะล้างอยู่ในการเลี้ยงไส้เดือนทำให้ได้เศษเหลือจากการล้างที่มีลักษณะเป็นน้ำมีน้ำตาลออกดำสามารถนำไปใช้ต่อการรดน้ำต้นไม้ได้

1.9.4 น้ำสกัดปุ๋ยหมักจากไส้เดือนโดยไม่มีการเติมอากาศ

น้ำสกัดปุ๋ยหมักจากไส้เดือนโดยไม่มีการเติมอากาศ สามารถเตรียมได้โดยตรงจากปุ๋ยมูลไส้เดือนโดยใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนผสมกับน้ำใส่ในถังคนให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ค้างคืนหลังจากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบางน้ำที่ได้จะออกเป็นสีน้ำตาล (Worm Tea) นำน้ำที่ได้ไปฉีดพ่นที่ดอก-ใบของพืชได้อีกทางหนึ่งและกากหลังจากที่กรองยังนำไปใช้โรยต้นไม้ได้ตามปกติต่อไป

1.9.5 น้ำสกัดปุ๋ยหมักจากไส้เดือนโดยมีการเติมอากาศ

น้ำสกัดปุ๋ยหมักจากไส้เดือนโดยมีการเติมอากาศ ขั้นตอนการเตรียมกระทำเช่นเดียวกันกับวิธีการข้างต้นแต่มีการเติมอากาศเข้าไปเพื่อช่วยเพิ่มการทำงานของจุลินทรีย์ให้สามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้นดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การเตรียมน้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือนโดยการเติมอากาศ

ที่มา: <http://www.wackyworldsof.com/worm-tea/>

น้ำสกัดปุ๋ยหมักจากไส้เดือนโดยมีการเติมอากาศและให้อาหารแก่จุลินทรีย์นอกจากวิธีการเติมอากาศโดยตรงแล้วในระบบการผลิตขนาดใหญ่ที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือนโดยตรงนั้น อาจมีการเติมอาหารแก่จุลินทรีย์ลงไปในน้ำสกัดด้วยเช่นกากน้ำตาลรำข้าวหรือฮอร์โมนที่จำเป็นสำหรับพืชเพื่อให้จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด

worm tea เติมไปด้วยสารอินทรีย์ที่ได้มาจากการขับถ่ายของเสียจากไส้เดือนเมื่อนำไปละลายในน้ำสารอาหารที่มีอยู่จำนวนมากจะถูกปลดปล่อยออกมาจากส่วนผสมดังกล่าวเมื่อนำน้ำที่

ละลายได้ ไปใช้ประโยชน์ในการปลูกพืช โดยสามารถนำไปฉีดโดยตรงบนใบไม้เช่นเดียวกับสารสกัดที่บรรจุภายในขวดหรือแกลลอนเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้สามารถนำไปเจือจางกับน้ำเปล่าตามอัตราส่วนที่ระบุไว้และมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ช่วยในการผลิตน้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือนในปริมาณมากเพื่อเป็นปุ๋ยสำหรับสวนผักสนามหญ้าที่มีขนาดใหญ่เพื่อเป็นการลดอัตราการใช้สารเคมีและแรงงานคนได้เป็นจำนวนมากโดยการรดด้วยฝักบัวหรือฉีดพ่นต่อไป

2. ปุ๋ย

2.1 ความหมายของปุ๋ย

ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ได้ให้คำจำกัดความของปุ๋ยไว้ว่า “ปุ๋ย” หมายความว่า สารอินทรีย์ อินทรีย์สังเคราะห์ อนินทรีย์ หรือจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารพืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ หรือชีวภาพในดินเพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช

2.2 ประเภทของปุ๋ย

ในหลักวิชาการปุ๋ยสามารถจำแนกปุ๋ยได้ 3 ประเภท คือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ

2.2.1 ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์สังเคราะห์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยอินทรีย์เคมี แต่ไม่รวมมูลขุนขาว ดินมาร์ล ปูนพลาสเตอร์ ยิปซัม โดโลไมต์ (สมปองและคณะ, 2550)

2.2.2 ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากซากพืชซากสัตว์ เศษเหลือสารอินทรีย์ต่าง ๆ เซลล์จุลินทรีย์และผลิตภัณฑ์ จะเป็นประโยชน์เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลาย โดยกระบวนการของจุลินทรีย์เสียก่อน ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด (บัญชา, 2552)

2.2.3 ปุ๋ยชีวภาพ

ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับพืช หรือเรียกว่า ปุ๋ยจุลินทรีย์ ได้แก่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซา และปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟส (สมปองและคณะ, 2550)

2.3 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ที่เกษตรกรนิยมใช้กันแพร่หลาย ที่สำคัญคือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยคอก (Farm manure)

2.3.1 ปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอก คือ ปุ๋ยที่ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ ซึ่งสัตว์ขับถ่ายออกมาในรูปของแข็งและของเหลว รวมไปถึงสิ่งที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่สัตว์ เช่น ฟาง หญ้า แกลบ โดยสิ่งต่างๆ เหล่านี้ ต้องผ่านการหมัก สลายตัวก่อนนำไปใช้ประโยชน์ คุณภาพของมูลสัตว์ในการปลดปล่อยธาตุอาหารขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์ชนิดนั้นๆ กินเข้าไป (ทฤษฎี, 2538)

ประโยชน์ของปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอกมีความสำคัญในการปรับปรุงสภาพดิน ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของดินทางด้านกายภาพของดิน ปุ๋ยคอก ส่งเสริมทำให้เกิดเม็ดดิน (soil aggregate formation) ตามเสถียรภาพของเม็ดดิน ถ้าใช้อย่างต่อเนื่องจะทำให้ความหนาแน่นรวม (bulk density) และความแข็ง (hardness) ลดลงแต่เพิ่มการเกิดเม็ดดิน (aggregation) ความพรุน (porosity) และการถ่ายเทอากาศ (aeration) ปุ๋ยคอกเป็นแหล่งพลังงาน และสารอาหารของจุลินทรีย์ การใส่ปุ๋ยคอกจึงเป็นการเพิ่มชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ดินรวมทั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ด้วย (บัญชา, 2552)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกชนิดต่าง ๆ

ประเภทของปุ๋ยคอก	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
โค	1.91	0.56	1.40
กระบือ	1.23	0.69	1.66
ไก่	3.77	1.89	1.76
เป็ด	2.15	1.33	1.15
สุกร	3.11	12.20	1.84
ค่างคาว	5.28	8.42	0.58
นกนางแอ่น	2.04	1.66	1.83
แกะ	2.33	0.83	1.31
ม้า	2.80	1.36	1.18

ที่มา: บัญชา (2552)

2.3.2 ปุ๋ยหมัก (compost)

ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งได้จากการนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ต่างๆ นำมาหมักรวมกัน แล้วปรับสภาพให้เกิดการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนกระทั่งได้วัสดุที่มีความคงทนต่อการย่อยสลายสื่อน้ำตาลปนดำ (สมศักดิ์, 2541)

ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

1. ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงสมบัติต่าง ๆ ของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช
2. ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน
3. ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงสภาพแวดล้อม

ตารางที่ 5 คุณค่าทางธาตุอาหารพืชของตอซังพืชชนิดต่างๆ

ชนิด	คาร์บอน/ไนโตร	ปริมาณธาตุอาหารร้อยละ		
		N	P	K
ฟางข้าว	89	0.69	0.08	1.56
ต้นข้าวโพด	37	0.71	0.11	1.38
ซังข้าวโพด	80	1.41	0.05	0.49
ยอดอ้อย	105	0.49	0.10	0.25
ใบสับปะรด	48	1.12	0.22	1.23
ต้นมันสำปะหลัง	32	1.28	0.24	1.20
ตอซัง ถั่วเหลือง	42	1.31	0.15	1.14

ที่มา: ประเสริฐ และวิทยา (2531); Pintukanok, (1989)

2.3.3 ปุ๋ยพืชสด (green manure)

ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการไถกลบพืชและคลุกเคล้าลงสู่ดิน เพื่อปรับปรุงสมบัติของดินให้ดีขึ้น โดยได้จากการปลูกพืชบางชนิดเมื่อเจริญเติบโตถึงระยะที่พืชเริ่มออกดอกถึงระยะดอกบานจะไถกลบลงดิน หรือได้จากการไถกลบเศษซากพืช จากตอซังพืชที่เหลือทิ้งในไร่นา หลังจากซากพืชย่อยสลายโดยสมบูรณ์จึงปลูกพืชหลัก หรือพืชเศรษฐกิจต่อไป (มุกดา, 2547)

ประโยชน์จากการใช้ปุ๋ยพืชสด (บัญชา, 2552)

1. เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินและเป็นการทดแทนอินทรีย์วัตถุในดินที่สูญเสียไป เนื่องจากการเพาะปลูก โดยช่วยส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมการย่อยสลายซากพืชของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้ดินร่วนซุย และอุ้มน้ำได้ดี จึงเป็นการช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน ให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช
2. เพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดิน การไถกลบปุ๋ยพืชสดที่เป็นพืชตระกูลถั่วจะมีแบคทีเรียที่ชื่อ *Rhizobium. Spp.* อาศัยอยู่ในรากพืชตระกูลถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาสะสมในเซลล์พืชเมื่อไถกลบซากพืชเหล่านี้จะมีการปลดปล่อยไนโตรเจนลงสู่ดิน จึงเป็นการช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลง
3. รักษาปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน เนื่องจากพืชที่ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสด จะใช้ประโยชน์จากปุ๋ยซึ่งตกค้างอยู่จากการใส่ให้พืชหลัก หรือพืชเศรษฐกิจ อันเป็นการป้องกันการสูญเสียมิให้ธาตุอาหารพืชอื่นๆ ถูกชะล้างไป และเมื่อไถกลบปุ๋ยพืชสดนั้นแล้ว ปริมาณธาตุอาหารก็จะกลับลงไปสู่ดินใหม่อีกครั้ง
4. ช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำ พืชที่ปลูกเป็นพืชคลุมดินก็จะช่วยไม่ให้หน้าดินเกิดการชะล้างพังทลาย อันเกิดจากน้ำและลมได้ และเมื่อซากใบหรือกิ่งของพืชคลุมดินนั้นหมดอายุก็หลุดร่วงลงทับถมในหน้าดินและต่อมาจะสลายตัวเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินอีกด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. อุปกรณ์และวัสดุ

1. ตู้อินชก 4 ชั้น จำนวน 18 ตู้
2. วัสดุรองพื้น ได้แก่ มูลไก่ มูลสุกร มูลโคนม และขุยมะพร้าว
3. ไส้เดือนดินพันธุ์ *African Night Crawler*

2. วิธีการทดลอง

1. เตรียมวัสดุที่ใช้ในการเลี้ยงไส้เดือน ได้แก่ ตู้อินชกและวัสดุรองปรับสภาพ
 - 1.1 นำตู้อินชกมาเจาะรูระบายอากาศทุกชั้น ยกเว้นชั้นล่างสุดเพื่อไว้รองรับน้ำจากเศษอาหาร และของเสียที่ไส้เดือนขับถ่าย
 - 1.2 เตรียมวัสดุพื้น ดังนี้
 - ทริทเมนต์ที่ 1 ใช้มูลไก่ 3 ส่วน และขุยมะพร้าว 1 ส่วน
 - ทริทเมนต์ที่ 2 ใช้มูลสุกร 3 ส่วน และขุยมะพร้าว 1 ส่วน
 - ทริทเมนต์ที่ 3 ใช้มูลโคนม 3 ส่วน และขุยมะพร้าว 1 ส่วน
 ใช้น้ำเป็นตัวผสมคลุกเคล้ามูลสัตว์และขุยมะพร้าวให้เข้ากัน แช่น้ำทิ้งไว้ 3 วัน จากนั้นเปลี่ยนน้ำ และหมักทิ้งไว้ 30 วัน เพื่อให้มูลสัตว์คายความร้อน และลดความเป็นกรด
2. เมื่อครบ 30 วัน ให้นำวัสดุรองพื้นที่หมักไว้ชั้นมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ประมาณ 1 วัน
3. นำวัสดุรองพื้นที่เตรียมไว้ใส่ในตู้อินชก ¼ ของตู้อินชกทั้ง 3 ชั้น
4. นำไส้เดือนตัวเต็มวัยใส่ในตู้อินชกชั้นละ 100 ตัว ทำการเลี้ยงไส้เดือนในแต่ละกลุ่มๆ ละ 6 ซ้ำ
5. ให้อาหารไส้เดือนทุกๆ 3 วัน เลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์
6. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในแต่ละกลุ่มทำการเก็บเกี่ยวไส้เดือนและแยกมูลไส้เดือนออกจากกัน
7. สุ่มมูลไส้เดือนในแต่ละกลุ่มมาทำการวิเคราะห์หาค่าของธาตุอาหารต่างๆ
8. นำผลการวิเคราะห์หาค่าของธาตุอาหารมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติและวิจารณ์ผลการวิจัย
9. จัดทำรูปเล่มงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ และคู่มือการเลี้ยงไส้เดือนในจังหวัดเพชรบูรณ์

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไส้เดือน

ทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยการเก็บตัวอย่างในแต่ละทริทเมนต์ด้วยการกำหนดจุดที่ต้องการเก็บให้กระจายอย่างทั่วถึง เก็บแต่ละจุดในปริมาณที่เท่ากัน นำตัวอย่างผึ่งไว้ให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นนำมาบดให้ละเอียด เก็บไว้ในถุงพลาสติก เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร โดยใช้ชุดทดสอบ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และค่าความเป็นกรด-ด่างของมูลไส้เดือน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

1. ปริมาณธาตุอาหาร และความเป็นกรด-ด่าง ของวัสดุรองพื้นที่ก่อนนำไปเลี้ยงไส้เดือน

จากการทดลองทางเคมีโดยใช้ชุดทดสอบธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และความเป็นกรด-ด่างในดิน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุรองพื้นที่ก่อนที่จะนำไปใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนดิน พบว่า การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนทรีเจนในทรีทเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 พบว่ามีปริมาณแอมโมเนียมปานกลาง การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรตในทรีทเมนต์ที่ 1 พบว่ามีปริมาณไนเตรตสูง รองลงมาเป็นทรีทเมนต์ที่ 2 คือมีปริมาณไนเตรตต่ำมาก และในทรีทเมนต์ที่ 3 พบว่าไม่มีไนเตรต การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสของทรีทเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสสูงมาก การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมของทรีทเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 พบว่ามีปริมาณโพแทสเซียมปานกลาง ส่วนการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของทรีทเมนต์ที่ 1 พบว่ามีค่าเท่ากับ 6.5 ในทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 7.5 และในทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 8 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 6 ปริมาณธาตุอาหาร และความเป็นกรด-ด่างของวัสดุรองพื้นที่ก่อนนำไปเลี้ยงไส้เดือน

ธาตุอาหาร	ทรีทเมนต์ที่ 1 มูลไก่+ขุยมะพร้าว	ทรีทเมนต์ที่ 2 มูลสุกร+ขุยมะพร้าว	ทรีทเมนต์ที่ 3 มูลโค+ขุยมะพร้าว
แอมโมเนียม	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
ไนเตรต	สูง	ต่ำมาก	ไม่มี
ฟอสฟอรัส	สูงมาก	สูงมาก	สูงมาก
โพแทสเซียม	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
ค่ากรด-ด่าง (pH)	6.5 (กรดอ่อน)	7.5 (ด่างอ่อน)	8 (ด่างอ่อน)

2. ปริมาณธาตุอาหาร และความเป็นกรด-ด่าง ของมูลไส้เดือนดินจากการเลี้ยงด้วยวัสดุรองพื้น

ผลจากการทดลองทางเคมีโดยใช้ชุดทดสอบธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และความเป็นกรด-ด่างในดิน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นชนิดต่างๆ พบว่า การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนทรีเจนในทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 พบว่ามีปริมาณแอมโมเนียมปานกลาง และในทรีทเมนต์ 3 พบว่ามีปริมาณแอมโมเนียมสูง การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรตในทรีทเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 พบว่ามีปริมาณไนเตรตสูง การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสของทรีทเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 พบว่ามี

ปริมาณฟอสฟอรัสสูงมาก การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมของทรีทเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 พบว่ามีปริมาณโพแทสเซียมสูง ส่วนการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของทรีทเมนต์ที่ 1 พบว่ามีค่าเท่ากับ 6.5 ในทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 7.5 และในทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 8 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 7 ปริมาณธาตุอาหาร และความเป็นกรด-ด่างของมูลไส้เดือนจากการเลี้ยงด้วยวัสดุรองพื้น ทั้ง 3 ชนิด

ธาตุอาหาร	ทรีทเมนต์ที่ 1 มูลไก่+ขุยมะพร้าว	ทรีทเมนต์ที่ 2 มูลสุกร+ขุยมะพร้าว	ทรีทเมนต์ที่ 3 มูลโค+ขุยมะพร้าว
แอมโมเนียม	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง
ไนเตรต	สูง	สูง	สูง
ฟอสฟอรัส	สูงมาก	สูงมาก	สูงมาก
โพแทสเซียม	สูง	สูง	สูง
ค่ากรด-ด่าง	6.5 (กรดอ่อน)	7.5 (ด่างอ่อน)	8 (ด่างอ่อน)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารทางเคมีของวัสดุรองพื้น ในทรีทเมนต์ที่ 1 พบว่า ค่าแอมโมเนียม ไนเตรต ฟอสฟอรัส ก่อนและหลังการทดลองมีปริมาณคงที่ คือ ปานกลาง สูง และสูงมาก ตามลำดับ ส่วนปริมาณของโพแทสเซียมก่อนการทดลองมีปริมาณปานกลาง แต่ภายหลังการทดลองพบว่าโพแทสเซียมมีปริมาณสูง ในทรีทเมนต์ที่ 2 พบว่า ค่าแอมโมเนียมและฟอสฟอรัส ก่อนและหลังการทดลองมีปริมาณคงที่คือ ปานกลางและสูงมาก ส่วนปริมาณของไนเตรต ก่อนการทดลองมีปริมาณต่ำมาก แต่หลังการทดลองพบว่า ค่าไนเตรดมีปริมาณสูง และค่าของโพแทสเซียมก่อนการทดลองมีปริมาณปานกลาง แต่หลังการทดลองพบว่า ค่าของโพแทสเซียมมีปริมาณสูง และในทรีทเมนต์ที่ 3 พบว่าก่อนและหลังการทดลองค่าของฟอสฟอรัสมีปริมาณคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง คือ ปริมาณสูงมาก ส่วนค่าของแอมโมเนียมก่อนการทดลองพบว่ามีปริมาณปานกลาง แต่หลังการทดลองพบว่ามีปริมาณสูง ค่าของไนเตรดก่อนการทดลองพบว่าไม่มีไนเตรด แต่หลังการทดลองพบว่ามีปริมาณไนเตรดสูง และค่าของโพแทสเซียมก่อนการทดลองพบว่ามีปริมาณปานกลาง แต่หลังการทดลองพบว่ามีปริมาณสูง ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุรองพื้นที่ใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนก่อนและหลังการทดลอง พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงทั้ง 3 ทรีทเมนต์ และเป็นช่วงที่ไส้เดือนดินสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผลการจากการทดลอง วัสดุรองพื้นจากมูลไก่ (ทรีทเมนต์ที่ 1) พบว่าหลังการทดลองค่าโพแทสเซียมมีปริมาณสูงกว่าก่อนการทดลอง ในวัสดุรองพื้นจากมูลสุกร (ทรีทเมนต์ที่ 2) พบว่าหลังการทดลองค่าไนเตรตและค่าโพแทสเซียมมีปริมาณสูงกว่าก่อนการทดลอง และในวัสดุรองพื้นจากมูลโค (ทรีทเมนต์ที่ 3) พบว่าหลังการทดลองค่าแอมโมเนียม ค่าของไนเตรต และค่าของโพแทสเซียม มีปริมาณสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลังการทดลองปริมาณธาตุอาหารบางตัวมีปริมาณสูงขึ้น และไม่มีธาตุอาหารตัวใดที่มีปริมาณลดลง

จากการทดลอง ปริมาณของไนเตรต ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับงานทดลองของ นริสราและสาวิตรี (2555) ซึ่งได้ทดลองเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* ที่เลี้ยงโดยมีวัสดุที่อยู่ของไส้เดือน คือ มูลโค และมีเศษผักเป็นอาหาร พบว่าภายหลังจากการเลี้ยง ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสเฟตทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากการศึกษาของ Suthar (2007) พบว่า ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณไนโตรเจนมาก เนื่องจากไส้เดือนดินมีการขับเมือก ของเหลว เอนไซม์ และเนื้อเยื่อที่ตายแล้วออกมา

การทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่ามีค่าคงที่ทั้งก่อนและหลังการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเตรียมวัสดุรองพื้นที่ได้มีการหมักของวัสดุรองพื้นอย่างสมบูรณ์แล้ว จึงไม่มีการย่อยสลายของมูลสัตว์ตามธรรมชาติอีก จากรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2548) รายงานว่าค่า pH ของปุ๋ยอินทรีย์ตามข้อกำหนด คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 5.5-8.5 การทดลองนี้พบว่า ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีค่าเฉลี่ย pH อยู่ระหว่างค่าที่กำหนด และสอดคล้องกับการศึกษาของ บรรจงศักดิ์ (2541) :ซึ่งรายงานว่เศษวัสดุที่ผ่านการหมักโดยไส้เดือนดินมักมีค่าความเป็นด่างมากกว่าเป็นกลาง โดยจะเป็นด่างเล็กน้อยประมาณ 7.5 - 8.5 เนื่องจากโปรตีนถูกย่อยสลายและมีการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมา

ผลจากการทดลองทำให้ทราบว่ามูลของสัตว์ที่เหมาะสมจะนำมาเลี้ยงไส้เดือน เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้สูงขึ้น คือ มูลของโค เนื่องจากมูลโคนั้นมีปริมาณของแอมโมเนียม และโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลาง และพบว่าไม่มีปริมาณของไนเตรตเลย ซึ่งหลังการทดลองปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้ได้เพิ่มขึ้นสูง เป็นการแปรสภาพมูลโคให้เป็นมูลของไส้เดือน ซึ่งมีมูลค่าทางการค้าสูงขึ้น รองลงมาคือมูลสุกร เพราะภายหลังจากการทดลอง ไนเตรตและโพแทสเซียม มีปริมาณสูงขึ้น

ส่วนมูลไก่ จากการวิเคราะห์ก่อนการทดลอง พบว่ามีธาตุอาหารอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูงอยู่แล้ว ซึ่งไม่แตกต่างจากภายหลังการทดลองเท่าใดนัก แต่ก็มีปริมาณของโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง จึงสามารถนำมาใช้เลี้ยงไส้เดือนได้เช่นกัน ธิตินันท์ (2546) กล่าวว่า มูลไก่สามารถนำมาเลี้ยงไส้เดือนได้ แต่มีความเหมาะสมน้อย เนื่องจากมูลไก่ประกอบด้วยแอมโมเนียและเกลืออนินทรีย์ในปริมาณสูงสามารถทำให้ไส้เดือนตายได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Edward (1997) ที่กล่าวว่าถ้ามีปริมาณของแอมโมเนียมากกว่า 0.5 มิลลิกรัม และเกลืออนินทรีย์มากกว่าร้อยละ 0.5 ก็จะเป็นพิษกับไส้เดือนได้ ดังนั้น ในการเตรียมวัสดุรองพื้นที่มีส่วนประกอบของมูลสัตว์ทุกชนิด จึงต้องมีการจัดการให้วัสดุรองพื้นมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมที่จะนำไปเลี้ยงไส้เดือนด้วย

บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. การเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน. Available source:
http://www.doae.go.th/todaynew/news65_2545.html
- เกษม จันทรแก้ว. 2544. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ.
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 348 หน้า.
- เชาวน์ ชีโนรักษ์ และพรณี ชีโนรักษ์. 2541. ชีววิทยา เล่ม 2. บุรพาสาน, กรุงเทพฯ. 545 หน้า.
- ทฤษฎี ภัทรดิลก. (2538). ปุ๋ยอินทรีย์. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาดินน้ำและปุ๋ยหน่วยที่ 11.
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ธิดินันท์ ขวัญสด. 2546. การบำบัดและการทำปุ๋ยหมักมูลไก่โดยใช้ไส้เดือน *Lumbricus rubellus*
 และ *Eudrilus eugeniae*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นริสรา พานพ่วง และสาวิตรี จันทรานุกรักษ์. 2555. การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลัก
 ของพืชในปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ย
 หมักพด.1. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขา
 วิทยาศาสตร์, สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. น. 442 - 447.
- บพิศ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. 2544. สัตววิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
 458 หน้า.
- บรรจงศักดิ์ ภักดี. 2541. ศักยภาพของการใช้ไส้เดือนดินเพื่อย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในฟาร์มขนาดเล็ก.
 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, เชียงใหม่.
- บัญชา รัตน์ทุ. 2552. ปุ๋ยอินทรีย์ฟื้นฟูสภาพดิน. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.
 ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2552. น. 1-16.
- บัญญัติ สุขศรีงาม. 2526. ชีววิทยาเบื้องต้นของเซลล์. โอ เอส ตรีนดิง เฮ้าส์. กรุงเทพฯ.
 201 หน้า.

- ประเสริฐ สองเมือง และวิทยา ศรีทานนท์. 2531. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการสัมมนาเรื่องการปลูกพืชในดินเลวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 23-27 พฤศจิกายน 2531. น. 272-307. ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ขอนแก่น.
- ปุ๋ยมูลไส้เดือน ตราเดือนรุ่ง. Available source: <http://www.flyfishing-thailand.com/tip.htm>, jan 16, 2012.
- พงศ์เทพ สุวรรณวารี. 2555. ความหลากหลายของไส้เดือนดินในอุทยานแห่งชาติทับลาน. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ภัทรานิษฐ์ เปลี่ยนไธสง. 2555. มหัศจรรย์แห่งไส้เดือน. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. กรมควบคุมมลพิษ.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547 . ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.
- วิรัช ไล่ชะจินดา. 2528. ปักชีวิทยา เล่มที่ 2. โรงพิมพ์อมรการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 251 หน้า.
- เว็บไซต์กลุ่มผู้เลี้ยงไส้เดือนแห่งประเทศไทย: <http://www.thaiworm.com>.
- เว็บไซต์ศูนย์การเรียนรู้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงตามแนวพระราชดำริ ฯ และศูนย์สาธิตและส่งเสริมศิลปาชีพ ภาคเหนือ: <http://www.northernstudy.org/web56/?p=138>
- สมปอง หมิ่นแจ้ง; สุวพันธ์ รัตนะรัต; สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์; ภาวนา ลิกขนานนท์ และไพฑูริย์ พูลสวัสดิ์. 2550. คู่มือปุ๋ยอินทรีย์ (ฉบับนักวิชาการ). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ วงษ์ใน. 2541. การตรึงไนโตรเจน ไโรโซเนียม-พืชตระกูลถั่ว. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สืบศักดิ์ สนธิรัตน์. 2540. ชีววิทยาเบื้องต้น เล่มที่ 6. โรงพิมพ์สินคอร์น. 140 หน้า.
- สุนทรี ศรีปรัชญากุล. 2504. ภูมิอารันอนุรักษ์ เล่มที่ 17. สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงาน, กรุงเทพฯ. 38 หน้า.
- สุภาณ นคร. 2511. โลหิตวิทยา. โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์, กรุงเทพฯ. 115 หน้า.

อรอนงค์ อุทัยหงษ์ และโชคชัย รักษ์สังข์. 2553. ไล่เดือนดินกับการจัดการขยะอินทรีย์ (Vermicompost : Organic Waste Management). รายงานประจำปี 2553. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6 (นนทบุรี). สำนักงานปลัดกระทรวงกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

อานัฐ ตันโซ. 2552. คู่มือการผลิตปุ๋ยหมักมูลไล่เดือนดินจากขยะอินทรีย์ในชุมชนขนาดย่อม. Trio Advertising & Media Co., Ltd. เชียงใหม่.

เอิบ เขียวรีณมณ. 2542. การสำรวจดิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 733 หน้า.

All About Worm Castings and Their Use. Available source:

<http://mypeoplepc.com/members/arbra/trinity/id14.html>, jan 12, 2012.

Clemente, J. 1981. The Vermi – farms Venture. *Farming Today*, 7(8): 50 – 58.

Edward, C.A. and Lotty, J.A. 1972. *Biology of Earthworms*. Chapman and Hall. London. 283 p.

Edwards C.A. 1997. Earthworm in Organic Waste Management. In Proceedings of the Organic Waste Management Conference , Adelaide ,Australia. Australain Worm Growers Association. pp. 85-90

Pintukanok, Ampan. 1989. Production Disposal and Treatment of Organic Materials for Utilization of Organic Waste in Thailand. Ph.D. Thesis, University of Tokyo, Japan.

Suthar, S. 2007. Vermicomposting Potential of *Perionyx sansibaricus* (Perrier) in Different Waste Materials. *Bioresource Technology*. 98 (6): 1231 - 1237.

The Compost Heap. Available source:

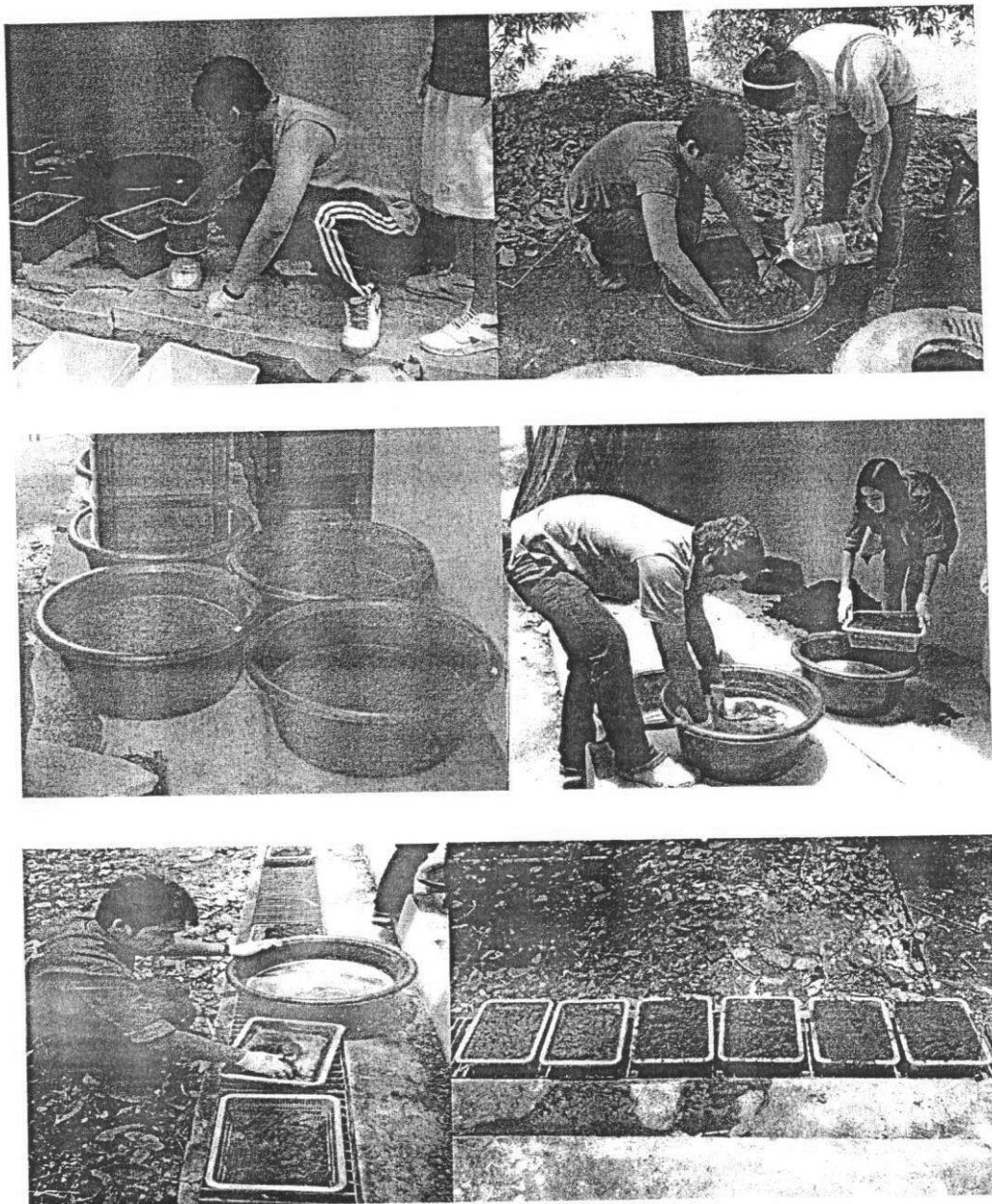
<http://www.urbancomposting.com/Can%20FAQ.htm>, jan 16, 2012.

Urban.Composting. Ltd. A Can-of-Worms Frequently Asked Questions. Available source: <http://www.urbancomposting.com/Can%20FAQ.htm>, jan 16, 2012

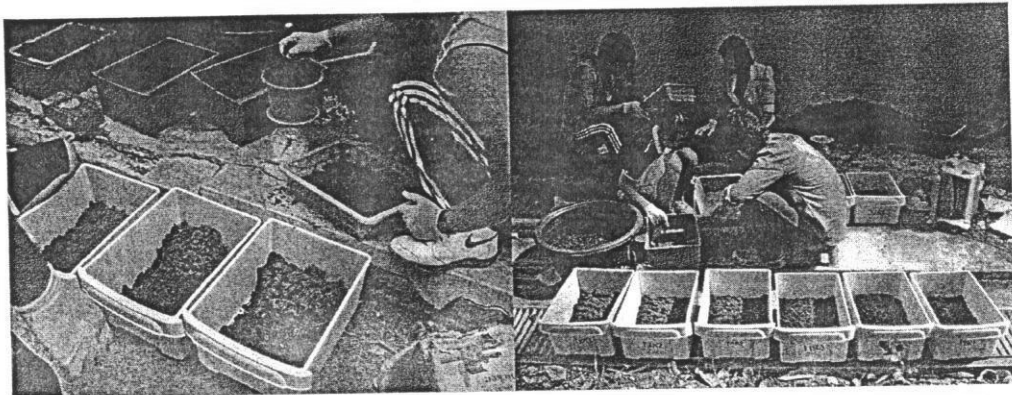
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

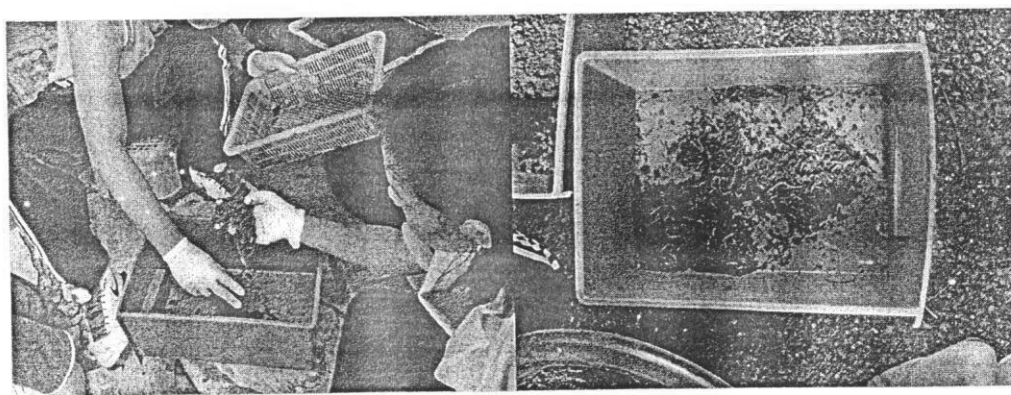
การเตรียมวัสดุรองพื้น และการเลี้ยงไส้เดือน



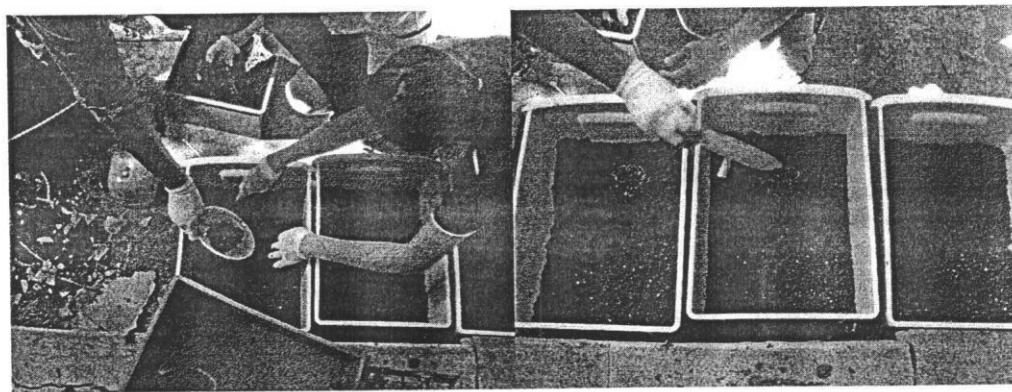
ภาพผนวก ก.1 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุรองพื้น



ภาพผนวก ก.2 การเตรียมวัสดุรองพื้นใส่ในกล่องลิ้นชักเพื่อเตรียมเลี้ยงไส้เดือน



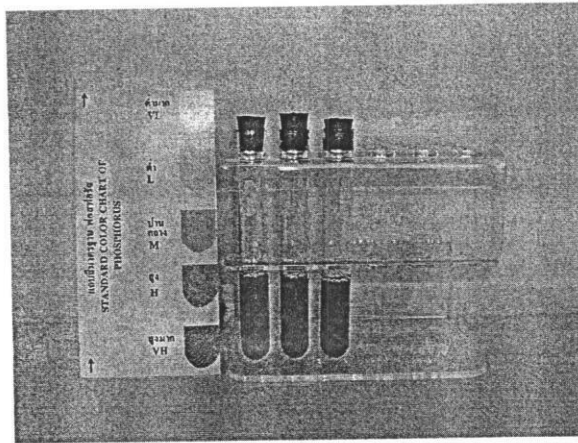
ภาพผนวก ก.3 การคัดแยกไส้เดือน



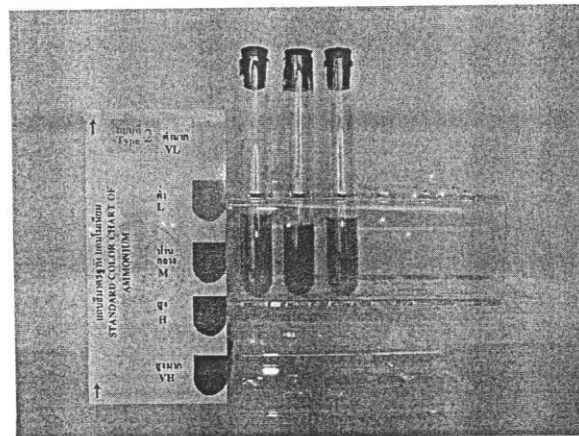
ภาพผนวก ก.4 การนำไส้เดือนลงไปเลี้ยงในวัสดุรองพื้นที่เตรียมไว้

ภาคผนวก ข

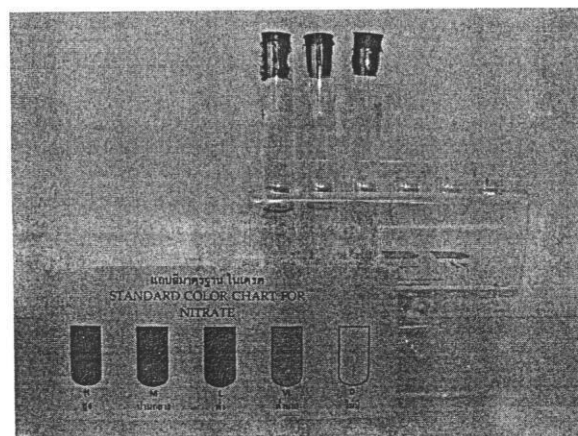
การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในมูลไส้เดือน



ภาพผนวก ข.1 ผลการทดสอบปริมาณฟอสฟอรัสในมูลโค



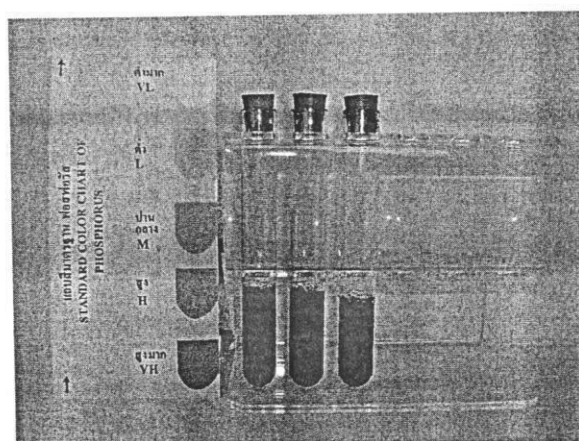
ภาพผนวก ข.2 ผลการทดสอบปริมาณแอมโมเนียมในมูลโค



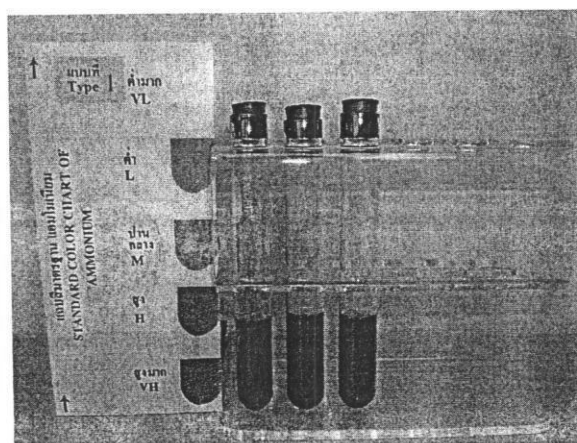
ภาพผนวก ข.3 ผลการทดสอบปริมาณไนเตรตในมูลโค



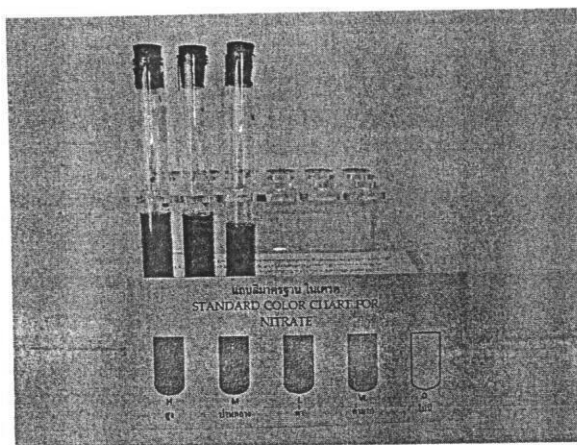
ภาพผนวก ข.4 ผลการทดสอบการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในมูลโค



ภาพผนวก ข.5 ผลการทดสอบปริมาณฟอสฟอรัสในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลโค



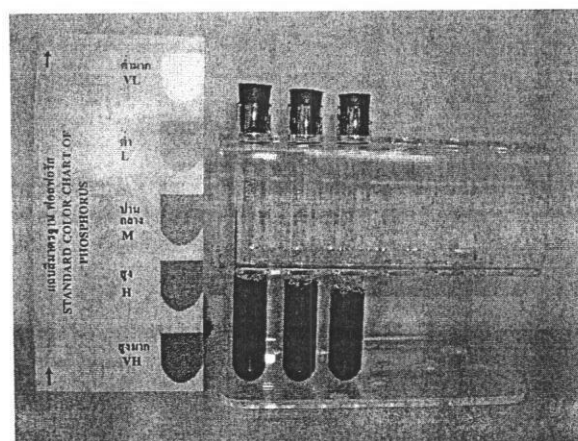
ภาพผนวก ข.6 ผลการทดสอบปริมาณแอมโมเนียมในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลโค



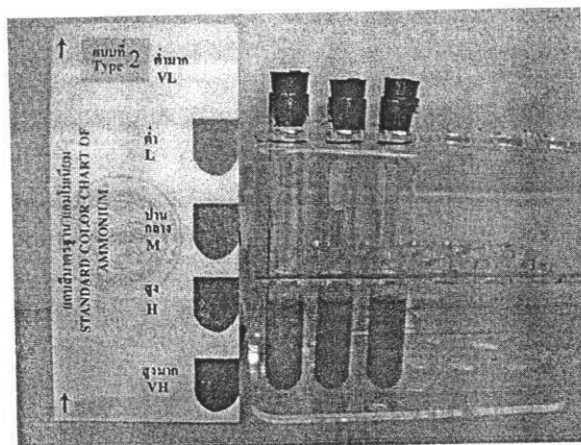
ภาพผนวก ข.7 ผลการทดสอบปริมาณไนเตรตในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลโค



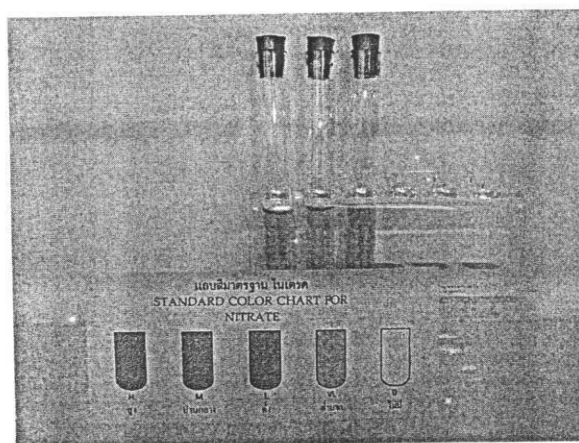
ภาพผนวก ข.8 ผลการทดสอบการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลโค



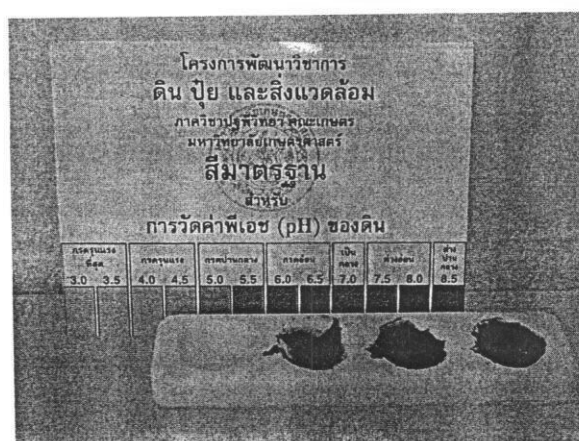
ภาพผนวก ข.9 ผลการทดสอบปริมาณฟอสฟอรัสในมูลสุกร



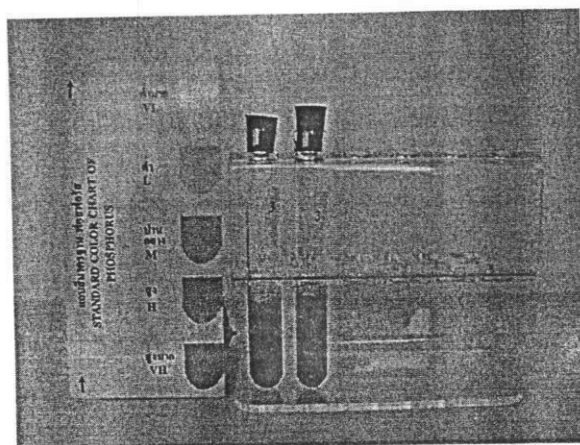
ภาพผนวก ข.10 ผลการทดสอบปริมาณแอมโมเนียมในมูลสุกร



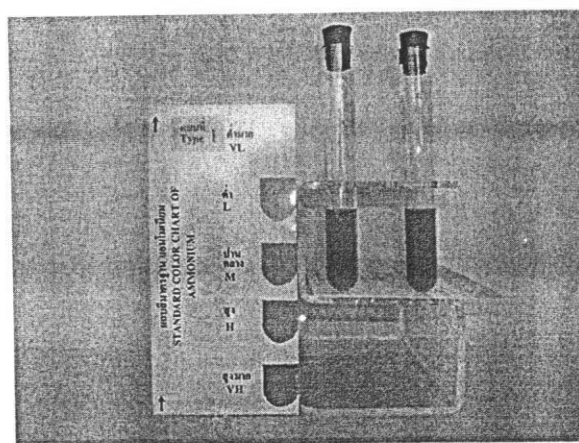
ภาพผนวก ข.11 ผลการทดสอบปริมาณไนเตรดในมูลสุกร



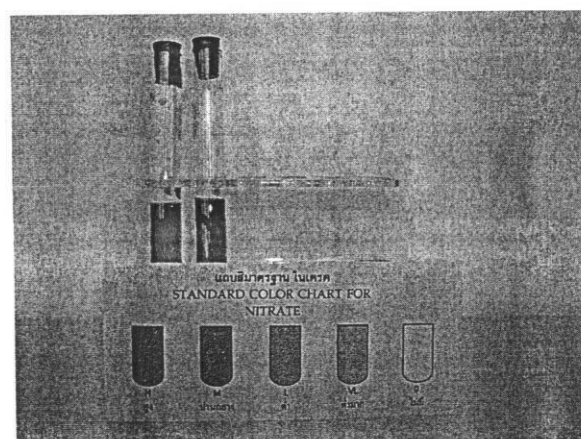
ภาพผนวก ข.12 ผลการทดสอบการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในมูลสุกร



ภาพผนวก ข.13 ผลการทดสอบปริมาณฟอสฟอรัสในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลสุกร

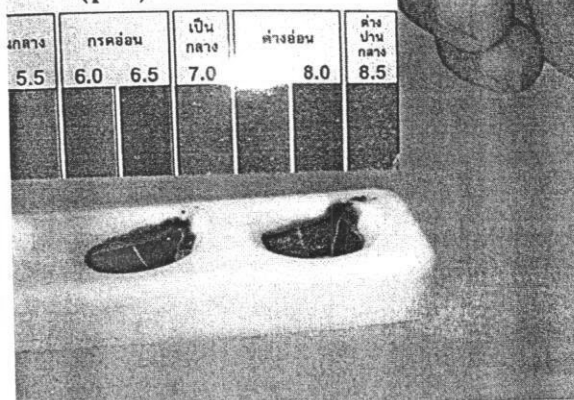


ภาพผนวก ข.14 ผลการทดสอบปริมาณแอมโมเนียมในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลสุกร

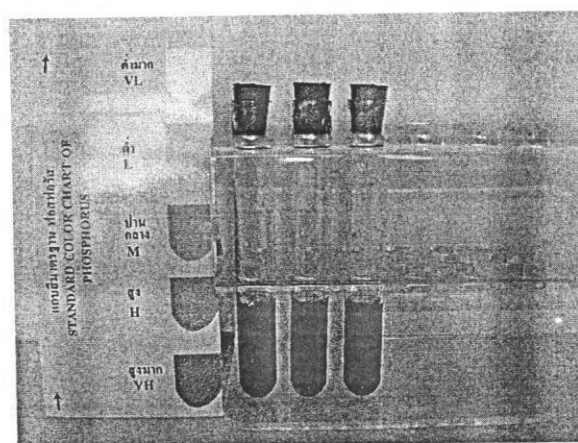


ภาพผนวก ข.15 ผลการทดสอบปริมาณไนเตรตในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลสุกร

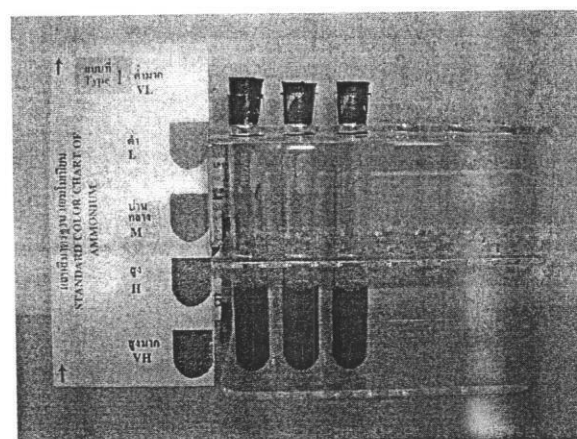
แอซ (pH) ของดิน



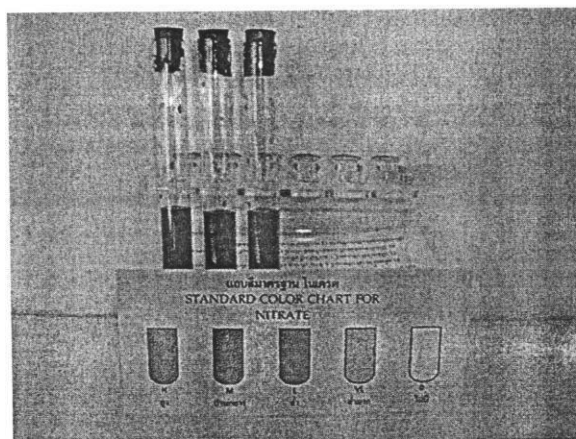
ภาพผนวก ข.16 ผลการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลสุกร



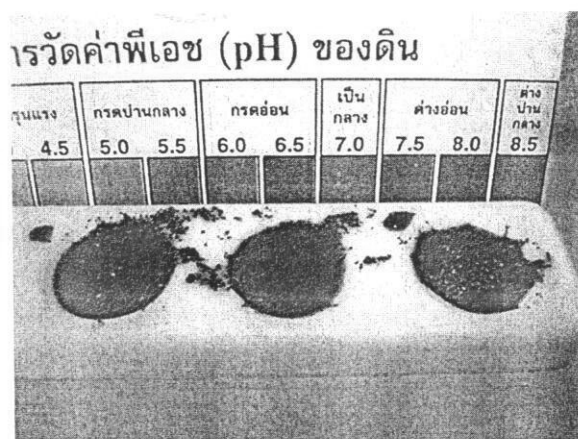
ภาพผนวก ข.17 ผลการทดสอบปริมาณฟอสฟอรัสในมูลไก่



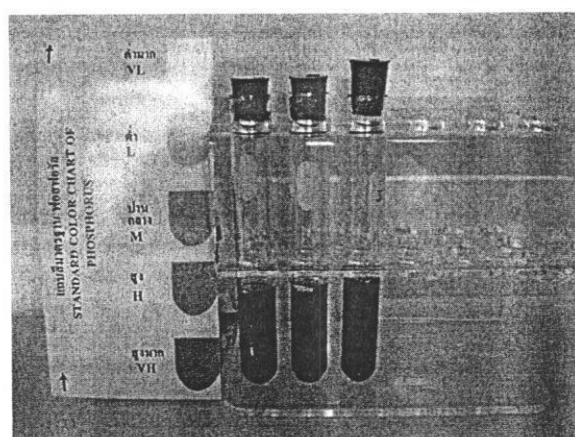
ภาพผนวก ข.18 ผลการทดสอบปริมาณแอมโมเนียมในมูลไก่



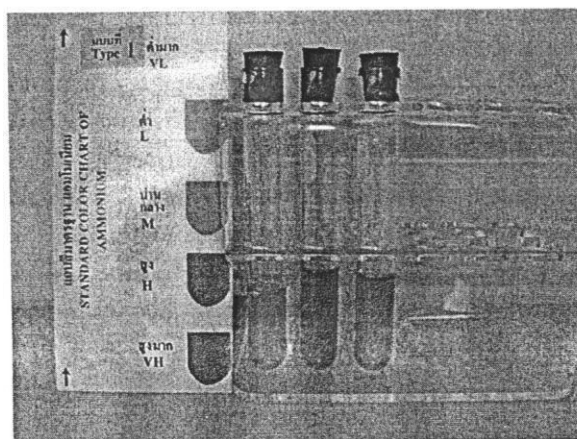
ภาพผนวก ข.19 ผลการทดสอบปริมาณไนเตรตในมูลไก่



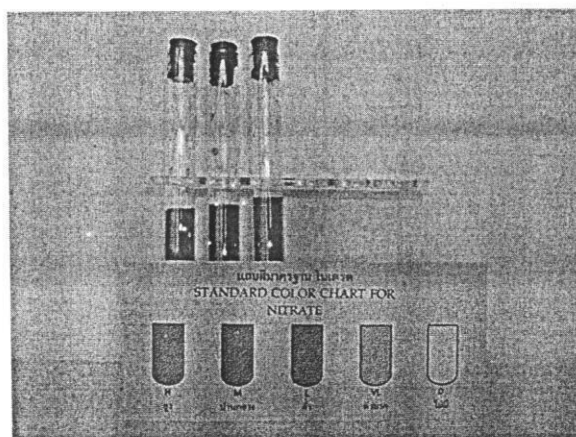
ภาพผนวก ข.20 ผลการทดสอบการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในมูลไก่



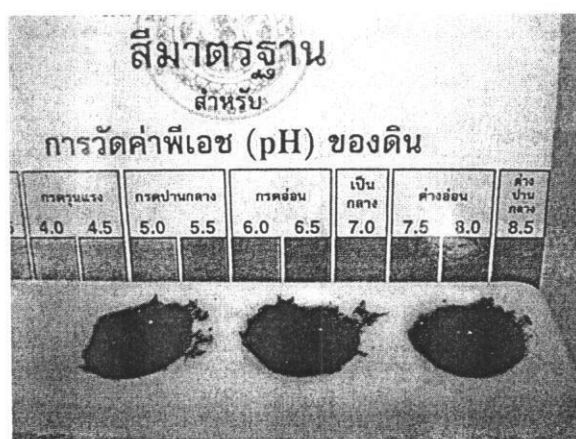
ภาพผนวก ข.21 ผลการทดสอบปริมาณฟอสฟอรัสในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลไก่



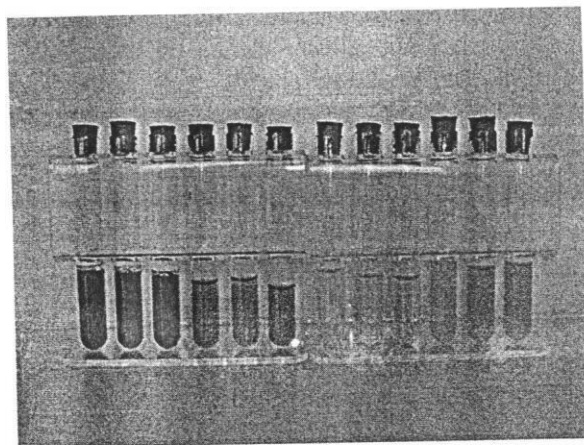
ภาพผนวก ข.22 ผลการทดสอบปริมาณแอมโมเนียมในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลไก่



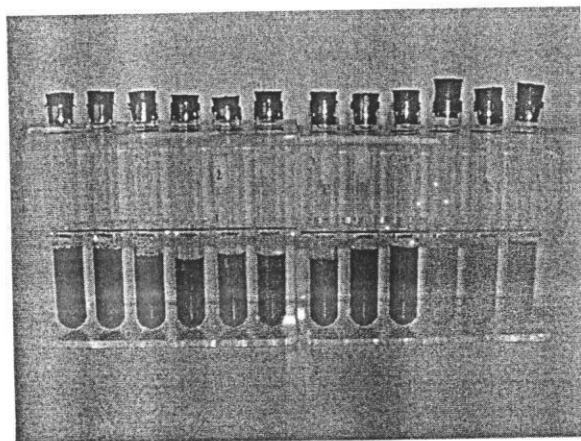
ภาพผนวก ข.23 ผลการทดสอบปริมาณไนเตรตในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลไก่



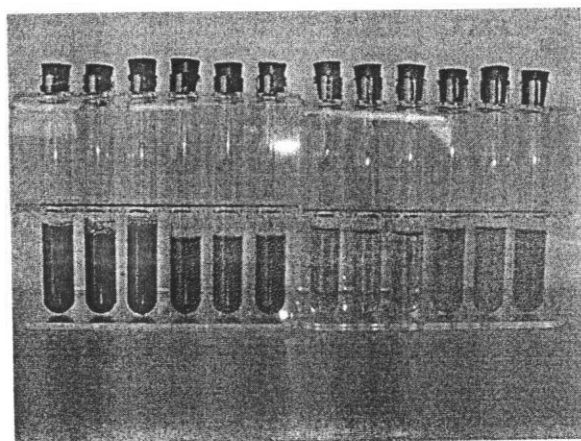
ภาพผนวก ข.24 ผลการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลไก่



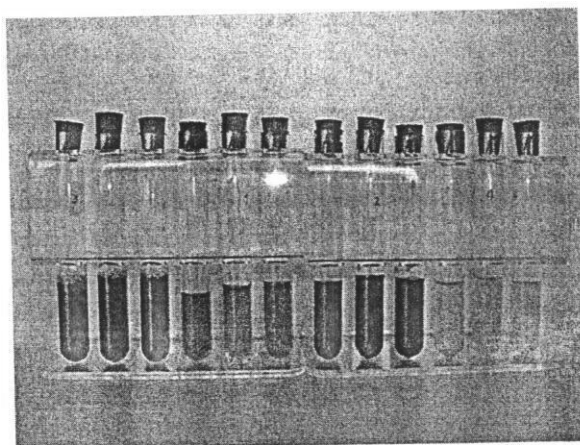
ภาพผนวก ข.25 ภาพรวมผลการทดสอบปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในมูลโค



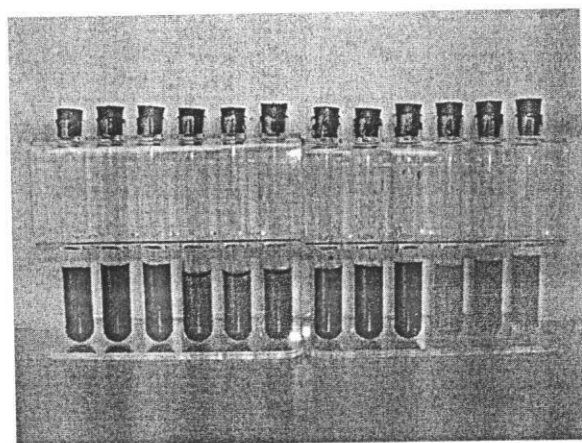
ภาพผนวก ข.26 ภาพรวมผลการทดสอบปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลโค



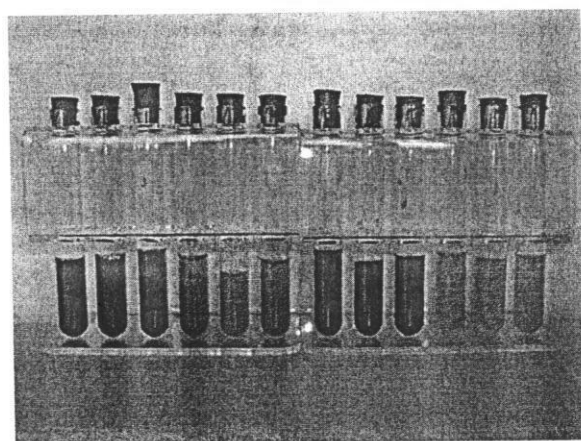
ภาพผนวก ข.27 ภาพรวมผลการทดสอบปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในมูลสุกร



ภาพผนวก ข.28 ภาพรวมผลการทดสอบปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลสุกร



ภาพผนวก ข.29 ภาพรวมผลการทดสอบปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในมูลไก่



ภาพผนวก ข.30 ภาพรวมผลการทดสอบปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ในมูลไส้เดือนจากการใช้มูลไก่

ประวัตินักวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวจันทร์จิรา โต๊ะขวัญแก้ว

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Janjira Tohwankaew

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 8608 00031 99 4

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ (อาจารย์)

เงินเดือน 24,600 บาท

เวลาที่ใช้ทำวิจัย 10 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์โทรสารและไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
67000 โทรศัพท์ 0-5671-7151 มือถือ 085-1650124 e-mail : plemarch21@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

5.1 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2553

5.2 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร) มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปี 2549

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษซึ่งอาจแตกต่างจากวุฒิการศึกษาก็ได้ (-)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศโดยระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่
ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนโดยใช้
วัสดุรองปรับสภาพการเลี้ยงที่แตกต่างกันในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัยปีที่พิมพ์การเผยแพร่สถานภาพในการทำ
การวิจัยและแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

1. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดหยาบจากตะไคร้
(*Cymbopogon citratus*) ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของมดลูกอักเสบ
และเยื่อผนังมดลูกอักเสบในโค

การเผยแพร่ : การประชุมเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ ๑๔

สถานภาพ : ผู้วิจัย