การศึกษาเปรียบเทียบความเร็วและคุณภาพในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยไส้เดือนดินที่เป็นสายพันธุ์ทางการค้าและสายพันธุ์ท้องถิ่น

จีรวัฒน์ นวนพุดซา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ
ทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบความเร็วและคุณภาพในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยไส้เดือนดินที่เป็นสายพันธุ์ทางการค้าและสายพันธุ์ท้องถิ่น

โดย

จีรวัฒน์ นวนพุดซา

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช)

วันที่ 20 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551

กรรมการที่ปรึกษา .....

(รองศาสตราจารย์บรรพต ตันติเสรี)

วันที่ 21 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 51

กรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี)

วันที่ 21 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 51

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา)

วันที่ 21 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 51

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 9 เดือน เม.ย. พ.ศ. 2551

ชื่อเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบความเร็วและคุณภาพในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยไส้เดือนดินที่เป็นสายพันธุ์ทางการค้าและสายพันธุ์ท้องถิ่น

ชื่อผู้เขียน นายจีรวัฒน์ นวนพุดซา

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบความเร็วและคุณภาพในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยไส้เดือนดินที่เป็นสายพันธุ์ทางการค้าและสายพันธุ์ท้องถิ่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของขยะอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณและระยะเวลาในการกำจัดขยะอินทรีย์ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* งานวิจัยได้แบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ในอาหารที่แตกต่างกัน คือ มูลวัวนม เศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้ และไม่ใส่อาหาร โดยใช้เวลาในการทดลอง 13 สัปดาห์ พบว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* และ *Eisenia foetida* เมื่อย่อยขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวแล้วให้จำนวนถุงไข่สูงที่สุด ส่วนไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* เมื่อย่อยขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารแล้ว ให้จำนวนถุงไข่สูงที่สุด ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร และมูลวัวนม พบว่าเพิ่มจำนวนประชากรได้สูงที่สุด ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารส่งผลให้ไส้เดือนดินมีน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นที่สุด

การทดลองที่ 2 การศึกษาระยะเวลาและอัตราการออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ในขยะอินทรีย์ประเภท มูลวัวนม พบว่า ขนาดของถุงไข่ไส้เดือนดินทั้ง 4 สายพันธุ์มีขนาดใกล้เคียงกัน คือ กว้าง 0.20-0.26 เซนติเมตร และยาว 0.42-0.54 เซนติเมตร ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ใช้เวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่สั้นที่สุด ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีจำนวนตัวต่อถุงไข่สูงที่สุด แต่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีขนาดความยาวของลำตัวหลังออกจากถุงไข่ (30 วัน) มากที่สุด

การทดลองที่ 3 การศึกษาอัตราการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ 4 ชนิด คือ มูลวัวนม เศษอาหาร เศษผัก และเศษผลไม้ โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ซึ่งใช้เวลาทดลอง 98 วัน

พบว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับมูลวัวนม จะมีอัตราการย่อยสลายขยะอินทรีย์หมดเร็วที่สุด คือ 6.11 วัน ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับมูลวัวนมมีเปอร์เซ็นต์ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 97.22 เปอร์เซ็นต์

ด้านคุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับมูลวัวนมเหมาะสมที่สุดในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายสั้นที่สุด และมีปริมาณของ ค่านำไฟฟ้า ฟอสฟอรัสที่พืชใช้ประโยชน์ได้รวมทั้งแคลเซียม และแมกนีเซียม สูงที่สุด ส่วนมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณของค่าการนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุ ปริมาณทั้งหมดของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่พืชใช้ประโยชน์ได้ แคลเซียม และแมกนีเซียม ต่ำที่สุด

Title	Comparative study on speed and quality of vermicomposting from various soil organic wastes with commercial earthworm and local earthworm
Author	Mr. Jeeravat Nuanpudza
Degree of	Master of Science in Agricultural Resources and Environmental Management
Advisory Committee Chairperson	Associate Professor Dr. Arnat Tancho

ABSTRACT

The research on the comparison of speed and quality of vermicomposting from various organic wastes with commercial earthworm and local earthworm, was conducted in order to find out the type of organic wastes that are appropriate to increase the quantity and speed of vermicompost production using commercial earthworms (*Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* and *Lumbricus rubellus*) and local earthworm (*Pheretima peguana*) for comparison. The research was divided into 3 experiments as follow:

Experiment 1: Comparative study on the multiplication of 4 earthworm varieties fed with four types of organic wastes (cow dung, food residue, vegetable residue and fruit residue) for a period of 13 weeks. Results showed the highest increase in number of cocoons of *Pheretima peguana* and *Eisenia foetida* when fed with cow dung while maximum increase in number of cocoons of *Lumbricus rubellus* and *Eudrilus eugeniae* was found when fed with food residue. Maximum increase in population was found among eight earthworms fed with food residue and cow dung thus increasing their body weight to the highest.

Experiment 2: This comparative study was made on the number of days to birth and rate of earthworm production per cocoon between commercial earthworms (*Eisenia foetida, Lumbricus rubellus* and *Eudrilus eugeniae*) and local earthworm (*Pheretima peguana*) fed with cow dung. Results showed that size of cocoon among 4 earthworm varieties were similar in width (0.20-0.26 cm) and length of cocoon (0.42-0.54 cm). *Eudrilus eugeniae* showed the shortest birth

period while *Pheretima peguana* showed the highest number of newborn earthworms per cocoon However, *Eudrilus eugeniae* showed the highest length of newborn earthworms 30 days after birth.

Experiment 3: The comparative study on organic waste decomposition between commercial earthworms *(Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* and *Lumbricus rubellus)* and local earthworm (*Pheretima peguana*) using four types of organic wastes (cow dung, food residue, vegetable residue and fruit residue), was conducted on a 98-days period. Results showed that *Lumbricus rubellus* was able to decompose cow dung with in a shortest period (6.11 days) but *Eudrilus eugeniae* fed with cow dung was able to increase vermicomposting at the highest (97.22%).

The study on the quality of vermicompost showed that cow dung mixed with *Pheretima peguana* was found to be the most suitable for vermicompost production due to its ability to digest the organic waste for the shortest period and highest EC electrical value, available phosphorus and extractable calcium and magnesium. Meanwhile, *Eudrilus eugeniae* showed the lowest values for EC, OM content, total N, P, Ca and Mg.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณท่านรองศาสตราจานย์ ดร.อานัฐ ตันโช ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์บรรพต ตันติเสรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร. จิตติ ปิ่นทอง ประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้แนะนำข้อคิดที่ดีตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบรูณ์ได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ ทีมงานไส้เดือนดิน เกษตรธรรมชาติ และไฮโดรโพนิคส์ทุก ๆ ท่าน ทั้งที่ได้จบไปแล้วและยังอยู่ก็ดี ที่ให้คำแนะนำ และการช่วยเหลือในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง คณะผลิตกรรมการเกษตร ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ช่วยสนับสนุนทุนวิจัย และสถานที่ในการทำวิจัย

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ทั้งคุณพ่อ คุณแม่ ที่ส่งเสียเลี้ยงดูจนเติบใหญ่ และเฝ้าพร่ำสอนให้ข้าพเจ้าเป็นคนดี อีกทั้งส่งเสริมในด้านการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

จีรวัฒน์ นวนพุดซา

มีนาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตการวิจัย	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
ลักษณะทั่วไปของไส้เดือนดิน	3
ลักษณะภายนอกของไส้เดือน	3
ระบบย่อยอาหาร	4
ระบบหมุนเวียน	5
ระบบขับถ่าย	6
การหายใจ	6
ระบบสืบพันธุ์	6
อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้	7
อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศเมีย	8
ระบบประสาท	8
ศัตรูของไส้เดือนดิน	9
การกำจัดขยะสดในครัวเรือน	9
ไส้เดือนสายพันธุ์ที่เหมาะสมในการนำมาย่อยสลายขยะอินทรีย์	9
ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน	10
การแบ่งแยกพฤติกรรมในเชิงนิเวศของไส้เดือนดินแบบ: Epigeic Endogeic และ Anecic	11

หน้า

ประโยชน์ของไส้เดือนดิน 12

ไส้เดือนดินกับการทำปุ๋ยหมัก 20

การกำจัดขยะในชุมชนขนาดใหญ่และเทคนิคการเลี้ยงไส้เดือนดินในโรงเรือน 22

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 25

การทดลองที่ 1 25

การทดลองที่ 2 28

การทดลองที่ 3 30

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 33

การทดลองที่ 1 33

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1 75

การทดลองที่ 2 78

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 2 84

การทดลองที่ 3 86

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 3 104

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 107

บรรณานุกรม 111

ภาคผนวก 114

ภาคผนวก ก ภาพการวิจัย 115

ภาคผนวก ข ปริมาณถุงไข่ จำนวนตัว น้ำหนัก และน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 129

ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย 136

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	35
2	แสดงจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*	37
3	แสดงจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*	39
4	แสดงจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*	41
5	แสดงจำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	44
6	แสดงจำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*	47
7	แสดงจำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*	50
8	แสดงจำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*	53
9	แสดงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	56
10	แสดงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*	59
11	แสดงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*	61
12	แสดงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae*	64
13	แสดงน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	67
14	แสดงน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*	69
15	แสดงน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*	71
16	แสดงน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*	74
17	ขนาดของถุงไข่ไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์	78
18	ระยะเวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์	80
19	จำนวนตัวต่อถุงไข่และขนาดของไส้เดือนดินที่ฟักตัวออกจากถุงไข่เป็นเวลา 30 วัน	82
20	แสดงระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*	88
21	แสดงน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์)	91

ตาราง หน้า

22 แสดงปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* 94

23 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และอินทรียวัตถุ (OM) ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัว โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 97

24 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัว โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 101

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	35
2	จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*	37
3	จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*	40
4	จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*	42
5	จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	45
6	จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*	48
7	จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*	51
8	จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*	54
9	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	57
10	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*	60
11	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*	62
12	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae*	65
13	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	68
14	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*	70
15	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*	72
16	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*	74
17	ขนาดของถุงไข่ไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์	79
18	ระยะเวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์	80
19	จำนวนตัวของไส้เดือนดินต่อถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์	82
20	ขนาดของไส้เดือนดินที่ฟักตัวออกจากถุงไข่เป็นเวลา 30 วัน	83
21	แสดงระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*	89
22	แสดงน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*	92

ภาพ หน้า

23 แสดงปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* 95

24 แสดงปริมาณค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 98

25 แสดงปริมาณค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 98

26 แสดงปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 99

27 แสดงปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 100

28 ปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 102

29 ปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 102

30 ปริมาณแคลเซียมในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 103

31 ปริมาณแมกนีเซียมในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ 103

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	สายพันธุ์ไส้เดือนดินที่ใช้ในการทดลอง	116
2	ภาชนะและวิธีการเลี้ยงไส้เดือนดิน	117
3	การเก็บและเพาะฟักถุงไข่ไส้เดือนดิน	118
4	การฟักออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน	119
5	ถุงไข่ของไส้เดือนดิน	120
6	การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*	121
7	การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	122
8	การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	123
9	การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*	124
10	การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*	125
11	การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*	126
12	จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน	128
13	จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน	129
14	จำนวนตัวของไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น	130
15	จำนวนตัวของไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น	131
16	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน	132
17	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน	133
18	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดิน	134
19	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดิน	135

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันการเกษตรของประเทศไทย ได้สนับสนุนให้เกษตรกรหันกลับเข้ามาใส่ใจคุณภาพของผลผลิตและสุขภาพของผู้บริโภคมากขึ้น โดยปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตให้พึ่งพิงธรรมชาติมากขึ้นกว่าเดิม โดยการลดการใช้ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลง และยาปราบวัชพืชให้มีน้อยลง และส่งเสริมการใช้สารที่สกัดได้จากพืชพรรณธรรมชาติ เพื่อไล่แมลงศัตรูพืช ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักเศษพืชผักและใช้มูลโค เพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้กับดิน นอกจากนี้แล้วสิ่งมีชีวิตในดินและจุลินทรีย์ดินก็ยังมีส่วนสำคัญในการช่วยเพิ่มธาตุอาหาร และปรับปรุงคุณภาพและโครงสร้างของดินให้ดีขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรในการซื้อปุ๋ยเคมี ยากำจัดแมลงและวัชพืช และเป็นการเพิ่มศักยภาพในการผลิตให้ได้ผลผลิตมากขึ้น

เมื่อกล่าวถึงสิ่งมีชีวิตในดินที่สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพและโครงสร้างของดินได้ดีอีกชนิดหนึ่งก็คือ ไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่พบมากในดินที่มีความชุ่มชื้น และมีอินทรียวัตถุสูง ไส้เดือนเป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง อาศัยอยู่ในดินที่ไม่มีการปนเปื้อนสารเคมีและสารพิษ กินอาหารประเภทเศษซากพืชและซากสัตว์ที่ตายแล้ว และของเสียที่ขับถ่ายออกมา ก็จะมีปริมาณอินทรียวัตถุ และธาตุอาหารของพืชอยู่เป็นจำนวนมาก ไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่ได้ทำการศึกษาขณะนี้คือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* ซึ่งจะศึกษาเกี่ยวกับอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือน ที่เลี้ยงในอินทรียวัตถุต่างๆ ชนิดกันว่าอินทรียวัตถุชนิดใดที่ส่งผลให้อัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนเพิ่มขึ้น

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้ เป็นไส้เดือนแดงสายพันธุ์หนึ่งซึ่งนำมาใช้ใน ทางการค้ามากที่สุดเพราะให้ลูกดก และสามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้รวดเร็ว ทำให้ดินสามารถคืนความอุดมสมบูรณ์สู่ธรรมชาติ และเป็นการเพิ่มผลผลิตของเกษตรกรทางอ้อมได้อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของขยะอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนตัวและน้ำหนักของไส้เดือนดิน

2. เพื่อศึกษาระยะเวลาและอัตราการออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน

3. เพื่อศึกษาสายพันธุ์ของไส้เดือนดินที่สามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้รวดเร็ว และให้คุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ดีที่สุด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี และลดต้นทุนการผลิตพืช

2. เพื่อลดปัญหาขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่ายในครัวเรือน ชุมชน เทศบาล หน่วยงาน เช่น มหาวิทยาลัย

3. เพื่อช่วยตัดสินใจในการนำสายพันธุ์ไส้เดือนดินที่เหมาะสมมาใช้ประโยชน์

4. เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติดินอย่างยั่งยืน

ขอบเขตของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดของขยะอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อไส้เดือนดินแต่ละสายพันธุ์ ในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน

2. เพื่อศึกษาความรวดเร็วในการย่อยสลายขยะอินทรีย์และคุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ของไส้เดือนดินแต่ละสายพันธุ์

3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไปของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินจัดอยู่ในไฟลั่มแอนเนลิดา (Phylum Annelida) ชั้นโอลิโกซีตา (Class Oligochaeta) อันดับแฮปโพลแท็กซิดา (Order Haplotaxida) วงศ์แลมบริซิดี (Family Lambricidae) ไส้เดือนดินชนิดต่างๆ เท่าที่รู้จักกันมีประมาณ 1,800 ชนิด ไส้เดือนดินที่พบมากในแถบยุโรปและอเมริกาเป็นไส้เดือนดินชนิด *Lumbricus terrestris* ส่วนไส้เดือนดินที่พบมากในประเทศไทยและแถบเอเชียอาคเนย์ ได้แก่ *Pheretima peguana* และ *Pheretima posthuma* (อานัฐ, 2548ก)

ลักษณะภายนอกของไส้เดือนดิน

ลักษณะภายนอกของไส้เดือนดินจะเป็นปล้องตั้งแต่หัวจนถึงส่วนท้ายของร่างกาย มีรูปร่างทรงกระบอกยาว หัวท้ายเรียวแหลมยาวประมาณ 10-20 เซนติเมตร เมื่อโตเต็มที่จะมี 120 ปล้อง มีช่องระหว่างปล้องคั่นแต่ละปล้องไว้ แต่ละปล้องมีเดือยเล็กๆ เรียงอยู่ประมาณ 56 อัน ไม่มีส่วนหัวที่ชัดเจน ไม่มีตา ไม่มีหนวดเหมือนในตัวแม่เพรียง แต่มีไคลเตลลัม เมื่อถึงระยะสืบพันธุ์ไคลเตลลัมจะเห็นได้ชัดเจนอยู่ตรงปล้องที่ 14-16 บนร่างกายมีส่วนต่างๆ ดังนี้

1. โพรสโตเมียม (Prostomium) มีลักษณะเป็นเนื้อยืดหดได้อยู่บริเวณหน้าสุดของไส้เดือนดิน ยังไม่ถือเป็นปล้อง ทำหน้าที่คล้ายริมฝีปากเท่านั้น

2. เพอริสโตเมียม (Peristomium) ส่วนนี้นับเป็นปล้องแรกของไส้เดือนดิน อยู่ถัดจากโพรสโตเมียม มีลักษณะเป็นแผ่นเนื้ออยู่ล้อมรอบปากและยืดหดได้

3. ปากอยู่ใต้โพรสโตเมียมเป็นช่องทางผ่านเข้าของอาหารเข้าสู่ร่างกาย

4. เดือย (Setae) มีลักษณะเป็นแท่งแข็งคล้ายขนสั้นๆ ช่วยในการเคลื่อนที่และขุดรู

5. รูกลางหลัง (Dorsal pores) อยู่ตรงร่องระหว่างปล้องที่ 12/13 เมื่อถูกรบกวนของเหลวในช่องตัวจะถูกปล่อยออกมาทำให้ชุ่มชื้น

6. รูขับถ่าย (Excretory pores หรือ Nephridio-pores) รูขับถ่ายในแต่ละปล้องจะมี 1 คู่ ยกเว้นสามปล้องแรกจะไม่มีซึ่งทำหน้าที่เป็นทางออกของเสียจากร่างกาย

7. รูตัวผู้ (Male pores) เป็นรูสำหรับปล่อยสเปิร์ม มีอยู่ 1 คู่ อยู่ตรงด้านท้องของปล้องที่ 18 ซึ่งมีลักษณะเป็นตุ่มเล็กๆสำหรับยึดติดกันระหว่างผสมพันธุ์

8. รูตัวเมีย (Female pores) เป็นรูออกไข่มีอยู่เพียงรูเดียวอยู่กลางลำตัวด้านท้องปล้องที่ 14

9. รูสเปิร์มมาติกา (Spermathecal pores) เป็นรูรับสเปิร์มจากไส้เดือนดินอีกตัวหนึ่ง ขณะมีการผสมพันธุ์แลกเปลี่ยนสเปิร์มซึ่งกันและกันมีอยู่ 3 คู่ ตรงร่องระหว่างปล้องที่ 6/7, 7/8 และ 8/9

10. ทวารหนัก (Anus) เป็นรูค่อนข้างแคบ เปิดออกในปล้องสุดท้าย (อานัฐ, 2550)

ระบบย่อยอาหาร

ทางเดินอาหารมีลักษณะเป็นท่อตรง เริ่มตั้งแต่ปากจนถึงทวารหนัก ทางเดินอาหารแบ่งเป็นส่วนๆ และแบ่งหน้าที่กันโดยเฉพาะดังนี้

1. ปาก อยู่ใต้ริมฝีปากบน (Prostomium) นำไปสู่ช่องปาก (Buccal cavity) จนถึงปล้องที่ 3

2. คอหอย (Pharynx) เป็นกล้ามเนื้อใหญ่แข็งแรง ช่วยในการดูดอาหารเข้าปาก อยู่ระหว่างปล้องที่ 3 ถึงปล้องที่ 6 บริเวณนี้มีต่อมน้ำลายสร้างน้ำลายซึ่งช่วยหล่อลื่นอาหารด้วย

3. หลอดอาหาร (Esophagus) อยู่ระหว่างปล้องที่ 6 ถึงปล้องที่ 14 ตอนต้นๆ ของหลอดอาหารจะพองโตออกเป็นที่พักอาหาร (Crop) และกึ๋น (Gizzard) กึ๋นเป็นกล้ามเนื้อแข็งแรง ทำหน้าที่บดอาหารให้ละเอียด หลอดอาหารส่วนท้ายจะเป็นท่อขนาดเล็ก

4. ลำไส้ (Intestine) ตั้งต้นจากปล้องที่14 ไปจนถึงทวารหนักในปล้องสุดท้าย ลำไส้ตรงปล้องที่ 25 มีงวงลำไส้ (Intestinal caeca) หรือไส้ติ่งยื่นออกมาทั้งสองข้างของลำไส้ยื่นขึ้นไปทางด้านหน้าจนถึงปล้องที่ 22 ภายในงวงลำไส้มีน้ำย่อย สามารถย่อยและดูดซึมอาหารได้ด้วย

ผนังลำไส้ของไส้เดือนดินค่อนข้างบาง และผนังลำไส้ด้านบนจะยื่นเข้าไปข้างในช่องทางเดินอาหาร เรียกว่า ไทโฟลโซล (Typhlosole) ทำให้มีพื้นที่ในการย่อย และดูดซึมอาหารได้มากขึ้น ผนังลำไส้ประกอบด้วยชั้นต่างๆ คล้ายผนังลำตัวคือเยื่อบุช่องท้องวิสเซอรอล (Visceral peritoneum) อยู่ชั้นนอกสุดของลำไส้ติดกับช่องตัว เซลล์บางเซลล์บนเยื่อนี้จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์พิเศษเรียกว่า เซลโคลราโกเจน (Chloragogen cells) ทำหน้าที่คล้ายตับ คือสร้างไขมัน และเก็บสารไกลโคเจน (Glycogen) และยังทำหน้าที่รวบรวมของเสียจากเลือด และของเหลวในช่องตัว แล้วขับถ่ายออกนอกร่างกายทางรูด้านหลัง หรือเนฟริเดียถัดจากเยื่อบุช่องท้องวิสเซอรอลของลำไส้เข้าไปเป็นชั้นของกล้ามเนื้อชั้นในสุดของลำไส้เป็นเยื่อบุลำไส้ ซึ่งประกอบด้วย เซลล์รูปแท่งทรงกระบอก เยื่อชั้นนี้มีเซลล์ต่อม (Gland cells) ทำหน้าที่ผลิตน้ำย่อยชนิดต่างๆ เพื่อย่อยอาหารจากโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน

อาหารของไส้เดือนดินเป็นเศษใบไม้และหญ้า เมื่อกินเข้าไปแล้วจะเก็บไว้ที่ถุงพักอาหารชั่วคราว แล้วส่งให้กึ๋นทำหน้าที่บดอาหารให้ละเอียด ภายในกึ๋นมีเม็ดทรายช่วยทำให้อาหาร

ละเอียดยิ่งขึ้น อาหารจะถูกย่อยและดูดซึมภายในบริเวณลำไส้ ส่วนกากอาหารจะถูกขับออกทางทวารหนัก (จำนง, 2527)

ส่วนมากไส้เดือนดินกินพวกพืช เศษหญ้า เศษผัก เป็นอาหาร ทั้งนี้สังเกตได้ว่าหลังจากที่ไส้เดือนดินขึ้นมาบนพื้นดินเพื่อหาอาหารกินแล้ว จะมีเศษหญ้าเศษพืชต่างๆ ปกคลุมอยู่ตามรูที่มันอาศัยอยู่ นอกจากกินเศษพืชต่างๆ เป็นอาหารแล้ว ไส้เดือนดินยังกินสัตว์เล็กๆ เช่น แมลงและตัวอ่อนของแมลงเป็นอาหารอีกด้วย ดังนั้นจึงจัดไส้เดือนดินอยู่ในสัตว์จำพวกกินทั้งพืช และสัตว์ (Omnivorous) ในช่วงฤดูแล้งไส้เดือนดินออกหากินลำบาก เพราะผิวดินแห้งแข็งไส้เดือนดินไม่สามารถที่จะโผล่ขึ้นมาหากินบนพื้นดินได้ในช่วงเวลานี้ ไส้เดือนดินจะต้องแยกอาหารที่มีปะปนอยู่ในดินภายในลำตัวของมันเอง โดยแยกกากอาหารหรือดินที่ย่อยไม่ได้ออกทางทวารหนัก จะสังเกตได้ว่ากองดินที่อยู่เหนือรูที่ไส้เดือนดินอาศัยอยู่นั้นจะสูง ทั้งนี้เพราะมีกากอาหารถ่ายออกมามาก อีกประการหนึ่งจะสังเกตได้ว่าในเวลาอาหารสมบูรณ์ เช่น ในฤดูฝน ไส้เดือนดินมักจะขุดรูอยู่ตามผิวดินตื้นๆ เพื่อสะดวกต่อการหาอาหาร แต่เมื่อถึงฤดูหนาวหรือฤดูร้อนไส้เดือนดินจะยิ่งอยู่ลึกลงไปทุกที ทั้งนี้ก็เพราะว่ามันแยกอาหารจากดินลึกลงไป เมื่ออาหารที่บริเวณตื้นๆ ไม่พอมันก็จำเป็นต้องขุดลึกลงไปอีก (อาจ, 2505)

ระบบหมุนเวียน

ระบบหมุนเวียนเลือดของไส้เดือนเป็นระบบปิด ประกอบด้วย

1. เลือดประกอบด้วยน้ำเลือดสีแดงที่มีฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ละลายอยู่ ฮีโมโกลบินจะรวมตัวกับออกซิเจนเป็นออกซิฮีโมโกลบิน (Oxyhemoglobin) ส่วนเม็ดเลือดไม่มีสีและมีนิวเคลียส

2. เส้นเลือด เส้นเลือดของ Lumbricus มีดังนี้คือ

2.1 Dorsal blood vessel เป็นเส้นเลือดใหญ่ฝังอยู่ในกลุ่มเซลล์โคลราโกเจนเหนือไทโฟลโซ

2.2 Ventral blood vessel เป็นเส้นเลือดขนาดเล็กทางด้านท้องใต้ลำไส้มีเยื่อยึดติดกับลำไส้

2.3 Subneural blood vessel เป็นเส้นเลือดใต้เส้นประสาทท้อง

2.4 Lateral neural blood vessel เป็นเส้นเลือดอยู่สองข้างของเส้นประสาทท้อง

2.5 Aortic arches (Pseudoheart) เป็นแขนงเชื่อมระหว่าง dorsal blood vessel และ Ventral blood vessel มี 5 เส้นบริเวณปล้องที่ 7 ถึง 11

2.6 Lateral esophageal vessels เป็นเส้นเลือดทางตอนหน้าของลำตัวสองข้างของหลอดอาหาร

2.7 Segmental vessel เป็นเส้นเลือดจาก Ventral blood vessel ไปอวัยวะขับถ่าย ผนังลำตัวและลำไส้

2.8 Commissural vessel เป็นเส้นเลือดเชื่อมระหว่าง Dorsal blood vessel กับ Subneural blood vessel ที่บริเวณลำไส้

สำหรับ Pheretima ไม่มี Lateral neural blood vessel หัวใจอยู่ที่ปล้องที่ 7 9 12 และ 13 (บพิธ และนันทพร, 2540)

ระบบขับถ่าย

อวัยวะขับถ่ายของไส้เดือนดินคือ ไตหรือเนฟรีเดีย (Nephridia) มีประจำอยู่ทุกปล้อง ปล้องละ 1 คู่ ยกเว้น 3 ปล้องแรก และปล้องสุดท้ายจะไม่มีเนฟริเดีย แต่ละอันประกอบด้วยส่วนต่างๆ เนโฟรสโตม (Nephrostome) เป็นรูเปิดอยู่ภายในช่องตัว บริเวณนี้มีซีเลียสำหรับโบกพัดของเสียจากช่องตัวเข้าไปในรูเปิดนี้ต่อจากเนโฟรสโตมเป็นท่อยาวเคบเรียกว่าท่อไตหรือท่อขับถ่าย (Nephriduct) ขดไปมาปลายท่อขับถ่ายเป็นกระเปาะโตขึ้นทำหน้าที่กระเพาะปัสสาวะ (Bladder) และเปิดออกภายนอกตัวที่รูขับถ่าย (Nephridiopore) ตรงบริเวณด้านท้องค่อนมาทางด้านข้างทั้งสองข้าง เนฟริเดียตรงส่วนของเนโฟรสโตมจะเกาะติดกับเยื่อกั้น (Septum) และทะลุไปทางด้านหน้าส่วนท่อขับถ่าย และรูขับถ่ายจะอยู่ในปล้องหลังถัดมาเนฟริเดีย นอกจากจะรับของเสียที่เป็นของเหลว จากช่องตัวแล้วยังรับของเสียจากเส้นเลือดฝอยที่มาพันรอบๆ ท่อขับถ่ายโดยวิธีซึมแพร่ด้วย (อานัฐ, 2550)

การหายใจ

ไส้เดือนดิน ยังไม่มีอวัยวะสำหรับหายใจ โดยเฉพาะการหายใจเกิดขึ้นที่ผิวหนังโดยกระแสเลือดในเส้นเลือดฝอยบริเวณคิวติเคิลของผนังลำตัว จะทำหน้าที่รับก๊าซออกซิเจนพร้อมกับปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทางผิวของผนังร่างกายเช่นกัน ก๊าซออกซิเจนจะรวมตัวกับฮีโมโกลบินในน้ำเลือดและถูกนำไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ทั่วร่างกาย (อานัฐ, 2548ข)

ระบบสืบพันธุ์

ไส้เดือนดินมีเพศรวมแต่ปฏิสนธิข้ามตัวและเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เจริญเต็มที่ก่อนไข่ ไส้เดือนมีอวัยวะสืบพันธุ์ทั้ง 2 เพศอยู่ใกล้ๆ กับไคลเตลลัมที่คล้ายๆ ปลอกหนาบริเวณใกล้หัวไส้เดือน ซึ่งบริเวณหัวนี้จะมีช่องเปิดสำหรับรับอสุจิจากภายนอกมาเก็บไว้รอจนกว่าไข่จะสุกพร้อม

ผสม จากนั้นไส้เดือนจะสร้างโคคูนที่ไคลเตลลัมและบีบไข่ที่สุกแล้วไปไว้ในโคคูน มันก็จะขยับแบบถอยหลังส่วนของโคคูนที่มีไข่จะอยู่กับที่ ตัวของไส้เดือนค่อยๆ ถอยจากโคคูนในลักษณะคล้ายๆ การถอดเสื้อออกทางหัว เมื่อส่วนหัวของไส้เดือนตรงที่เป็นช่องเปิดของอสุจิตรงกับโคคูนจะมีการบีบอสุจิออกมาผสม แล้วไส้เดือนก็ถอยต่อไปจนหลุดจากโคคูนทิ้งให้ตัวอ่อนโตต่อไปในโคคูน (ถ้าจะผสมพันธุ์ไส้เดือนดินจะขึ้นมาบนดินผสมพันธุ์แบบ External cross fertilization ผสมนอกตัวและข้ามตัว) (อานัฐ, 2550)

อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

ประกอบไปด้วย

1. อัณฑะ (Testis) มี 2 คู่อยู่ที่ปล้องที่ 10 และ 11 อัณฑะของ *Lumbricus* sp.มีลักษณะคล้ายถุง (Saclike testis) และมีถุงหุ้ม (Testis sac) ส่วนอัณฑะของ Pheretima เป็นแขนงคล้ายนิ้วมือและมีถุงหุ้ม (Testis sac) ขนาดใหญ่

2. วาส เดเฟอเรน (Vas deferenes) เป็นท่อรับสเปิร์มจากปากแตรไปยังรูตัวผู้ (Male pore) ทำหน้าที่สร้างน้ำเลี้ยงสเปิร์ม (อานัฐ, 2547ข) ใน *Lumbricus* sp. มี วาส เดเฟอเรน 2 คู่ ไม่ได้ติดต่อกับอัณฑะ แต่มีส่วนปลายเป็นกรวยอยู่ใต้อัณฑะสำหรับรับสเปิร์มเข้าสู่ท่อ ท่อทั้งสองนี้จะรวมกันเป็นท่อเดียวอยู่สองข้างตัวคือ วาส เดเฟอเรน ซึ่งจะเปิดออกภายนอกที่ช่องเพศผู้ใน Pheretima มี วาส เดเฟอเรนเป็นท่อกรวยมารับใต้อัณฑะ ท่อไม่ได้รวมตัวกันแต่จะแนบติดกันไปจนเปิดออกภายนอก

3. ซีมินัล เวสซิเคิล (seminal vesicle) มีซิมีนัล เวสซิเคิล 3 คู่ อยู่ที่ปล้องที่ 9, 11 และ 12 คู่แรกอยู่ด้านหน้าของผนังระหว่างปล้องที่ 9-10 คู่ที่ 2 อยู่ด้านท้ายของผนังระหว่างปล้องที่ 10-11 และคู่สุดท้ายอยู่ที่ด้านท้ายของผนังระหว่างปล้องที่ 11-12 เวลาดูจากการผ่าตัดจะเห็นก้อนสีขาวขุ่นอยู่สองข้างของหลอดอาหาร สำหรับ *Pheretima* sp. อัณฑะมีถุงหุ้มขนาดใหญ่ ถุงหุ้มอัณฑะคู่แรกจะหุ้มอัณฑะและวาส เดเฟอเรนคู่แรกไว้ และมีแขนงจากถุงหุ้มนี้เข้าไปในซีมินัล เวสซิเคิลคู่แรกที่อยู่ในปล้องที่ 11 ถุงหุ้มอัณฑะคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่หุ้มอัณฑะ วาส เดเฟอเรน คู่ที่ 2 ที่อยู่ในปล้องที่ 12 ซึ่งอยู่นอกถุงหุ้ม อัณฑะปล่อยสเปอร์มาโตโกเนีย (spermtogonia) เข้าสู่ถุงหุ้มไปยังซีมินัล เวสซิเคิล เจริญเป็นสเปอร์มาโตซัว (spermatozoa) กลับออกที่ถุงหุ้มใหม่

4. ต่อมพรอสเตท (Prostate gland) เป็นต่อมอยู่ตอนปลายของวาส เดเฟอเรน ใน *Pheretima* sp. ต่อมนี้อยู่ที่ปล้องที่ 16 หรือ 17 ถึงปล้องที่ 20 หรือ 21 ท่อจากต่อมพรอสเตท (Prostatic duct) จะแนบไปกับวาส เดเฟอเรน และไปเปิดออกช่องเพศผู้ที่ปล้องที่ 18 แต่ *Lumbricus* sp. ไม่มีต่อมพรอสเตท (บพิธ และนันทพร, 2540)

อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศเมีย

ประกอบไปด้วย

1. รังไข่ 1 คู่ ติดอยู่ที่ผนังระหว่างปล้องที่ 12-13 สองข้างของเส้นประสาท รังไข่ของ Pheretima มีลักษณะเป็นแขนงคล้ายนิ้วมือหลายแขนง แต่ละแขนงสร้างไข่เรียงเป็นแถว ส่วนของ Lumbricus มีลักษณะเป็นก้อนในตำแหน่งเดียวกัน

2. ท่อนำไข่ (Oviduct) ใต้รังไข่เป็นกรวยของท่อนำไข่ (Ovarian funnel) ถัดจากกรวยนี้เข้าไปเป็นท่อนำไข่สั้นๆ ท่อนำไข่สองข้างของ Pheretima จะรวมตัวกันใต้เส้นประสาทแล้วเปิดออกกลางปล้องที่ 14 ส่วนใน Lumbricus มีท่อนำไข่ที่มีลักษณะเป็นถุงคือจากกรวยรับไข่จะเป็นถุงไข่ (Gee sac) จากถุงไข่จะมีท่อสั้นคือไดเวอติคูลัม (Diverticulum) ไปออกสองข้างของปล้องที่ 14

3. ถุงเก็บอสุจิ (Seminal receptacle, Spermatheca) Pheretima มีถุงเก็บอสุจิ 4 คู่ ที่ผนังระหว่างปล้องที่ 5-6 6-7 7-8 และ 8-9 ถุงเก็บอสุจิประกอบด้วยส่วนของตัวถุงคือ แอมพูลา (Ampulla) ซึ่งทีท่อสั้นๆ ไปเปิดออกภายนอกที่ร่องระหว่างปล้อง 5-6 6-7 7-8 และ 8-9 ที่โคนของท่อมีแขนงยื่นออกไปคือ ไดเวอติคูลัม สเปอร์มาโตซัวที่รับมาจะเก็บอยู่ในแอมพูลา และไดเวอติคูลัม Lumbricus มีถุงรับอสุจิเป็นถุงกลม 2 คู่ อยู่ที่ปล้องที่ 10 และ 11 (บพิธ และนันทพร, 2540)

ระบบประสาท

ระบบประสาทของไส้เดือนดิน ซึ่งประกอบด้วยปมประสาทสมอง (Suprapharyngeal ganglia) 1 คู่ อยู่เหนือคอหอยปล้องที่ 3 จากสมองมีเส้นประสาทรอบคอหอย (Circumpharyngeal connectives) 2 เส้น อ้อมรอบคอหอยข้างละเส้น เส้นประสาททั้งสองเส้นนี้ลงมาเชื่อมกันกลายเป็นปมประสาทใต้คอหอย (Subpharyngeal ganglion) ซึ่งมีสองปมอยู่ตรงปล้องที่ 4 ทั้งหมดนี้จึงมีลักษณะเป็นประสาทวงแหวนรอบคอหอย จากปมประสาทใต้คอหอยติดต่อกับเส้นประสาทใหญ่ด้านท้อง (Ventral nervecord) ทอดไปตามความยาวของลำตัวด้านท้องจนถึงปล้องสุดท้าย เส้นประสาทใหญ่ด้านท้องนี้จะมีปมประสาทที่ปล้อง (Segmental ganglion) ประจำอยู่ทุกปล้อง ปล้องละ 1 ปม และแต่ละปมมีแขนงประสาท (Lateral nerves) แยกออกไป 3 คู่ แขนงประสาทที่ประจำอยู่แต่ละปล้องจะยื่นเข้าไปในชั้นของกล้ามเนื้อของผนังลำตัวติดต่อกับใยประสาทรับความรู้สึก (Sensory fiber) นำกระแสความรู้สึกจากผิวของร่างกายเข้าสู่เส้นประสาทและติดต่อกับใยประสาทส่งความรู้สึก (Motor fiber) เพื่อนำกระแสความรู้สึกจากเส้นประสาทไปยังกล้ามเนื้อและผิวหนังแขนงประสาทจากปมประสาทที่ปล้องยังควบคุมการทำงานของเนฟริเดีย และอวัยวะภายในอื่นๆ ด้วย

อวัยวะรับความรู้สึกของไส้เดือนดินปรากฏว่า ยังไม่มีอวัยวะรับความรู้สึกใดๆ มีเพียงเซลล์รับความรู้สึก (Sensory cells) ที่อยู่กระจายตามผิวหนัง ริมฝีปากบนและในช่องปาก เซลล์รับความรู้สึกเหล่านี้ติดต่อกัน ระบบประสาท นอกจากเซลล์รับความรู้สึกแล้วยังมีเซลล์รับแสงสว่าง (Photoreceptor cells) ในชั้นของเอปิเดอร์มิส มีมากอยู่ที่ริมฝีปากบนปล้องที่อยู่ทางด้านหน้าและปล้องท้ายๆ ของร่างกาย เซลล์รับแสงแต่ละเซลล์ประกอบด้วยออร์กาเนลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเลนส์รวมแสงไปยังใยประสาท (Neuro fibrils) ซึ่งทำหน้าที่เป็นเรตินา (Retina) และส่งความรู้สึกเกี่ยวกับแสงสว่างไปยังระบบประสาท ถ้ามีแสงสว่างมากเกินไปมันจะเคลื่อนที่หนีเข้าไปอยู่ในที่มืดหรือขุดรูหลบหนีไป (อานัฐ, 2547ค)

ศัตรูของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินเป็นสิ่งมีชีวิตที่ถูกล่าโดยศัตรูหลายชนิด ซึ่งรวมถึงมนุษย์ด้วยเช่นกัน ในบางประเทศจะนำไส้เดือนดินมาเป็นอาหารมีโปรตีนสูง มีสารบำรุงที่เหมาะสมสำหรับคนเป็นโรคหัวใจ อีกทั้งยังมีสรรพคุณในการเป็นยาบำรุงเพศในตำราจีน รวมถึงสรรพคุณในการแก้ช้ำในที่นักโทษในเรือนจำหลายแห่งในประเทศไทยรู้จักสรรพคุณกันดี

ไส้เดือนดินจะถูกล่าโดยสัตว์ปีก โดยจะเป็นอาหารของเป็ด ไก่ นก สุกร พังพอน และสัตว์อีกหลายชนิด ดังนั้นในการสร้างโรงเรือนจึงจำเป็นที่จะต้องมีตาข่ายมิดชิดในการป้องกันไม่ให้สัตว์เหล่านั้นเข้ามาในโรงเรือนและทำให้ปริมาณไส้เดือนลดลง (อานัฐ, 2548ก)

การกำจัดขยะสดในครัวเรือน

การกำจัดเศษอาหารในครัวเรือนรวมถึงจากวัสดุที่สลายตัวได้เป็นสิ่งที่นิยมทำกันในหลายประเทศที่พัฒนาแล้ว เนื่องจากความใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม และมาตรการลดภาษีสิ่งแวดล้อมกับครัวเรือนในชุมชนที่มีรูปแบบการกำจัดขยะสดด้วยตนเอง เป็นแรงผลักดันโดยรูปแบบการจัดการจะสามารถทำได้โดยใช้ชุดเลี้ยงไส้เดือนดินที่เป็นการค้า และออกแบบดัดแปลงเองจากวัสดุหาง่ายที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น ตู้ลิ้นชักพลาสติก ท่อคอนกรีต บ่อดิน และกระถาง เป็นต้น

ไส้เดือนสายพันธุ์ที่เหมาะสมในการนำมาย่อยสลายขยะอินทรีย์

1. ฟีเรทธิมา เพกัวนา (*Pheretima peguana*) พบโดยทั่วไปในทวีปอเมริกามีความยาว 2-5 นิ้ว มีการปรับตัวดีมากในสภาพแวดล้อมที่อาศัยจัดเป็นสายพันธุ์ที่มีความตื่นตัวสูง เมื่อถูกจับจะต่อสู้ดิ้นรนอย่างรุนแรง ลักษณะคล้ายงู มีพลังมาก โดยสายพันธุ์ดังกล่าวไม่ใช้สายพันธุ์ของทวีปอเมริกา ถิ่นฐานดั้งเดิมของสายพันธุ์นี้มีอยู่ในอินเดีย และเอเชียตะวันตก มักใช้เป็นเหยื่อตกปลา

โดยไส้เดือนสายพันธุ์ของไทยทั่วไปก็พบว่าอยู่ในกลุ่มนี้เช่นกัน โดยมีความยาว 4-8 นิ้ว ได้แก่ *Pheretima peguana* และ *Pheretima posthuma*

2. อายซิเนีย ฟูธิดา *(Eisenia foetida)* ไส้เดือนแดงมีขนาดยาว 2-5 นิ้ว ขนาดลำตัวที่เล็กกว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์อื่นชอบของเน่าเสียจากสารอินทรีย์ กองขยะ กองปุ๋ยคอกที่มีสารอินทรีย์สูงๆ มีลูกดก พบน้อยในดิน ในสวน พบริมแม่น้ำเนื่องจากมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายกว่า มีกลิ่นเหม็นรุนแรง มีลักษณะเป็นวงแหวนรอบๆ ตลอดลำตัว เนื่องจากมีกลิ่นเฉพาะตัวที่เหม็นรุนแรง จึงนำมาใช้ในการค้าได้น้อย

3. ลัมบริคัส รูเบลลัส *(Lumbricus rubellus)* เป็นไส้เดือนแดงอีกสายพันธุ์หนึ่งที่อยู่ในกลุ่มแลมบริซิด เป็นสายพันธุ์ที่ถูกนำมาเป็นการค้ามากที่สุดเนื่องจากมีลูกดก ลำตัวมีสีแดงและไม่มีกลิ่นเหม็น ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่หนาวจัดได้ดี มีสีสม่ำเสมอตลอดทั้งตัวมีความยาว 2-5 นิ้ว นิยมใช้เป็นเหยื่อตกปลา ชอบแกว่งหางในน้ำ สายพันธุ์นี้สามารถย่อยขยะอินทรีย์ได้รวดเร็ว กินอาหารเก่ง ชอบอยู่ในที่มีสารอินทรีย์สูงๆ เมื่อนำมาใส่ในกองปุ๋ยหมัก มูลสัตว์จะทำการช่วยย่อยสลายให้กลายเป็นปุ๋ยหมักอย่างรวดเร็ว (อานัฐ, 2550)

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน

การที่ไส้เดือนจะเพิ่มขีดความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน ภายใต้การจัดการดูแลที่เหมาะสมนั้นจะมากน้อยอย่างไร ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่ควบคุมการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ของไส้เดือน ซึ่งได้แก่

1. อุณหภูมิ (Temperature) ไส้เดือนสามารถเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้ที่อุณหภูมิ 29.5-30 องศาเซลเซียส (85-90 องศาฟาเรนไฮน์) แต่มีบางชนิดที่อยู่ได้ในที่ชื้นและมีร่มเงาซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 37 องศาเซลเซียส (100 องศาฟาเรนไฮน์) ไส้เดือนดินจะตายที่จุดเยือกแข็ง

2. ความชื้น (Moisture) ไส้เดือนต้องการความชื้นเล็กน้อยในการเจริญเติบโต และต้องไม่กระทบกับแสงแดดที่ร้อนแรงโดยตรง การศึกษาระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนสายพันธุ์ *Pheretima peguana* พบว่า ไส้เดือนสามารถเจริญเติบโตได้ทุกระดับความชื้นตลอดการทดลอง 90 วัน แต่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านน้ำหนักตัวที่ระดับความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์

3. การระบายอากาศ (Aeration) ไส้เดือนสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในที่มีก๊าซออกซิเจน (Oxygen) ค่อนข้างต่ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) สูง และสามารถอยู่ได้ในบริเวณน้ำท่วมซึ่งมีก๊าซออกซิเจนละลายอยู่ อย่างไรก็ตามถ้าขาดออกซิเจนเลยทีเดียวก็อาจจะทำให้ไส้เดือนตายได้

4. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ช่วง pH 5-8 แต่จะดีที่สุดเมื่อประมาณ 7.0 หรือที่ระดับความเป็นกลาง ไส้เดือนดินสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในดินกรดที่ไม่เป็นกรดจัดมากนักแต่ก็ชอบดินที่มีความเป็นกลางจนถึงด่างอ่อนๆ ได้มีรายงานการพบไส้เดือนดินสายพันธุ์*Lumbricus terrestris* ในดินที่มี pH 5.4 รวมถึงสายพันธุ์ *Allolobophora caliginosa* ในดินที่มีพีเอช 5.2-5.4 ในขณะที่พบไส้เดือนสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ในดินที่มี pH 7.0-8.0 เช่นเดียวกับสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ที่ใช้เป็นสายพันธุ์ทางการค้าเช่นกัน pH มีอิทธิพลต่อไส้เดือนโดยทางอ้อม เนื่องจากความเป็นกรดมีผลต่อปริมาณแคลเซียมในดินที่เป็นธาตุสำคัญในการช่วยให้ไส้เดือนย่อยอาหารได้ดี ความเป็นกรดจะลดปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อไส้เดือนดิน ดังจะเห็นได้จากการแนะนำให้พ่นแคลเซียมลงในถังเลี้ยงไส้เดือนดิน เพื่อกำจัดขยะอินทรีย์ และเศษอาหารจากบ้านเรือนนานๆ ครั้งเพื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้กับไส้เดือนดินในสภาพที่มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (อานัฐ, 2543)

อาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน เศษซากอินทรียสารที่อยู่บนดินเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญตามธรรมชาติของไส้เดือน การใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยอินทรีย์ จะเป็นการเพิ่มแหล่งอาหารให้กับไส้เดือนได้เป็นอย่างดี พบว่าอาหารที่เป็นกรดและรสเผ็ดจัดไม่เหมาะสมกับไส้เดือนดิน แต่ถ้านำมาหมักทิ้งไว้ 1 คืน ก็สามารถนำไปใช้ได้ (อานัฐ, 2548ข)

การแบ่งแยกพฤติกรรมในเชิงนิเวศของไส้เดือนดินแบบ: Epigeic Endogeic และ Anecic

1. ไส้เดือนดินกลุ่ม Epigeic ไส้เดือนดินในกลุ่มย่อยนี้อาศัยอยู่ในชั้นดินพื้นผิวและกินอาหารจากซากพืชที่เน่าเปื่อยแล้ว ไส้เดือนกลุ่มนี้จึงมีขนาดเล็กและขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว

2. ไส้เดือนดินกลุ่ม Endogeic ไส้เดือนดินในกลุ่มนี้อาศัยอยู่ใต้ชั้นผิวดิน โดยอยู่ในอุโมงค์ดิน (Burrow) แนวราบซึ่งมีแขนงแตกไปทั่ว ไส้เดือนดินกลุ่มนี้กินดินเป็นจำนวนมากและชอบดินที่มีอินทรียวัตถุสูง ส่วน Endogeic นี้ จึงส่งผลโดยตรงต่อการย่อยสลายซากพืชที่ตายแล้วแต่ไม่สำคัญในการกำจัดซากพืชที่มีอยู่บนผิวดิน

3. ไส้เดือนดินกลุ่ม Anecic ไส้เดือนในกลุ่มนี้สร้างอุโมงค์ในแนวดิ่งลึกลงไปในดิน และกลับขึ้นมาผิวดินอีกครั้งหนึ่งเพื่อกิน มูลสัตว์ ใบไม้และวัตถุธาตุอื่นๆ ไส้เดือนดินในกลุ่มนี้ เช่น Nightcrawler (*Lumbricus terrestris*) และ *Aporrectodea longa* เป็นไส้เดือนดินที่ส่งผลต่อการย่อยสลายอินทรียวัตถุและการสร้างดิน (Formation of soil)

การเขตกรรมที่ลึกมักเป็นอันตรายต่อไส้เดือนดิน โดยสามารถทำให้ไส้เดือนตายได้ทันทีทำให้อุโมงค์แตกแยก ลดความชื้นในดินและทำให้เศษซากพืชผิวดินมีน้อยลง เมื่อเทียบกับ

การเขตกรรมที่ตื้นกว่าหรือการยกสันดิน (Ridge tillage) และการจัดการซากพืชจะเห็นว่าวิธีการในกลุ่มหลังทำให้กิจกรรมของไส้เดือนดินเกิดเพิ่มขึ้น ไส้เดือนดินชอบซากใบไม้ที่มีอัตราส่วน C/N ต่ำ และชอบซากพืชตระกูลถั่ว หรือโคลเวอร์มากกว่าซากของหญ้า ดั้งนั้นซากพืชที่เหลือไว้คลุมดิน (Mulch) จึงมีประโยชน์มากในการเพิ่มความหนาแน่น (Density) ของไส้เดือนดิน

สารเคมีปราบศัตรูพืชบางชนิดเป็นอันตรายต่อประชากรของไส้เดือนดินมาก สารเคมีเหล่า นี้ได้แก่ อัลดิคาร์บ (Aldicarb) คาร์บาริล (Carbaryl) คาร์โบฟูราน (Carbofuran) เบนโนมิล (Benomyl) และสารเคมีที่ใช้สำหรับรมดินเกือบทุกชนิดสารเคมีกำจัดวัชพืชที่ใช้ในอัตราปกติไม่ก่อให้เกิดอันตรายโดยตรงต่อไส้เดือนดินนัก แต่ปุ๋ยเคมีบางชนิดสามารถก่อให้เกิดปัญหากับจำนวนประชากรของไส้เดือนดินมาก โดยเฉพาะแอมโมเนียมซัลเฟต ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณสมบัติความเป็นกรดของสารเคมีนั่นเอง

งานวิจัยเกี่ยวกับไส้เดือนดินที่มีผลต่อระบบนิเวศเกษตรนั้นมีปรากฏอยู่มากในภูมิภาคเขตเย็นชื้น (Humid cool-temperature climates) มีงานวิจัยเพียงจำนวนเล็กน้อยทำในเขตภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์เรเนียนสำหรับไส้เดือนดินสายพันธุ์จากคาลิฟอร์เนีย ยังมีเอกสารบันทึกไว้น้อยมากทำให้มีความเข้าใจเรื่องนี้น้อยทีเดียว ทั้งนี้ไส้เดือนดินที่มีการเก็บรวบรวมไว้ดีที่สุดในคาลิ-ฟอร์เนียก็ถูกทำลายไปในช่วงแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ของซานฟรานซิสโกในปี ค.ศ.1906 แล้วก็ยังไม่สามารถรวบ รวมใหม่ได้อีกเลย

ประโยชน์ของไส้เดือนดิน

ด้านการศึกษา เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ใช้ประโยชน์ในการสอน วิชาชีววิทยา

ด้านนิเวศวิทยา ช่วยทำให้พืชเจริญเติบโตจากมูลไส้เดือนดิน ซึ่งมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและจากการชอนไชไปในดินเพื่อหาอาหารของไส้เดือนดิน ทำให้ดินเป็นรูพรุน ช่วยให้น้ำและอากาศถ่ายเทได้สะดวกเหมาะแก่การเจริญเติบโตของรากพืช (อานัฐ, 2547ก)

ด้านการเกษตร ไส้เดือนดินมีประโยชน์อย่างมหาศาลต่อการเกษตรในกรณีต่อไปนี้ ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์โดยธรรมชาติ ไส้เดือนดินเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน จากการถ่ายมูลที่เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืชที่ใดก็ตามที่มีไส้เดือนดินอาศัยอยู่มากๆ แสดงว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ในระบบเกษตรยั่งยืนไส้เดือนดินช่วยลดการพังทลายของดินและเพิ่มความชื้นให้กับดิน

ไส้เดือนช่วยพลิกกลับดิน โดยการกินดินทำให้แร่ธาตุในดินผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ช่วยทำลายชั้นดิน

ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่รวมถึงซากพืชซากสัตว์ และอินทรียวัตถุต่างๆ ในดิน ส่งเสริมการละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ไปอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้

ช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างของดิน การไชชอนของไส้เดือนทำให้ดินร่วนซุย ไส้เดือนดินสามารถช่วยในการไถพรวน ทำให้ดินร่วนซุยและสามารถขุดลึกลงไปในดินได้มากกว่า 2 เมตร ซึ่งต่างกับการใช้เครื่องจักรที่ทำให้ดินแตกเป็นอนุภาคเล็กๆ เมื่อน้ำชะลงด้านล่างทำให้แน่นทึบเกิดชั้นดาน (อานัฐ, 2547ก)

ช่วยปรับปรุงดินเสื่อมโทรม ได้มีการใช้ไส้เดือนดินเป็นตัวการสำคัญในการปรับปรุงดินหลายแห่ง แต่ทั้งนี้ต้องอาศัยอินทรียวัตถุที่เป็นของเหลือทิ้ง เช่น กากอาหาร ของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น เพราะไส้เดือนดินอาศัยสิ่งเหล่านี้เป็นอาหารแล้วถ่ายมูลเป็นปุ๋ยแก่พืช พร้อมทั้งทำให้ดินมีรูพรุน และมีอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น

ช่วยผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณค่าต่อพืช โดยที่มูลของไส้เดือนดินมีธาตุอาหารที่พืชต้องการ เช่น ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K) ครบบริบูรณ์และอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ดี จึงเป็นประโยชน์ทันทีไม่เป็นอันตรายต่อพืช

เป็นอาหารสัตว์อย่างดี ไส้เดือนดินเหมาะเป็นอาหารของปลา กุ้ง กบ ไก่ เป็ด หมู และอื่นๆ แม้แต่มนุษย์เราบางคนเริ่มสนใจทำอาหารจากไส้เดือนดิน (อานัฐ, 2550)

ด้านการกำจัดขยะและสิ่งปฏิกูลต่างๆ ปัจจุบันได้มีการใช้ไส้เดือนดินช่วยกำจัดขยะและสิ่งปฏิกูลต่างๆ ซึ่งได้แก่ ของทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม อุจจาระและสิ่งขับถ่ายทั้งของมนุษย์และสัตว์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากไส้เดือนดินช่วยกัดกินขยะและสิ่งปฏิกูลเหล่านี้อย่างรวดเร็ว (ศรี, 2538) และจากการนำไส้เดือนดินมาใช้ในการกำจัดขยะอินทรีย์ที่สลายตัวได้ง่าย และไม่เป็นพิษเพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักอย่างรวดเร็ว ซึ่งไส้เดือนดินจะไม่กินสิ่งมีชีวิต ดังนั้นจึงไม่เข้าทำลายรากต้นไม้ในขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ ไส้เดือนดินก็จะเริ่มเข้าย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เริ่มเน่าเปื่อยจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะสารอินทรีย์ที่มีปริมาณของไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่สูง (ทวีศักดิ์, 2548) มีรายงานว่า ไส้เดือนดินมีประโยชน์โดยตรง คือใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์ต่างๆ ได้แก่ ปลา นก เป็ด ไก่ แต่ในสภาพปัจจุบันที่สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงไปนั้น ส่งผลให้ปริมาณของไส้เดือนดินลดลง ขณะนี้ได้ดำเนินการเพาะพันธุ์ไส้เดือนเพื่อให้ได้พันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณภาพดีที่สุด สามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้ในระยะเวลาที่รวดเร็ว ซึ่งพันธุ์ขี้ตาแร่ (*Pheretima peguana*) เป็นพันธุ์ที่ดีในขณะนี้ (ภิญญาณี, 2547)

ไส้เดือนดินเป็นสิ่งมีชีวิตที่มักพบเสมอๆ ในที่ดินที่มีความชุ่มชื้นและมีอินทรียวัตถุมาก ไส้เดือนดินจัดเป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง จะอยู่ในดินที่ไม่ปนเปื้อนสารพิษจำพวก

สารเคมีกำจัดศัตรูพืชหรือธาตุโลหะหนักชนิดต่างๆ จากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจัดเป็นบทบาทใหม่ของไส้เดือนดินในปัจจุบันในการเป็นดัชนีที่มีชีวิต (bio-index) ในการบ่งชี้การปนเปื้อนสารพิษต่างๆ ในดิน เนื่องจากไส้เดือนมีไขมันมากที่สามารถดูดซับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบางกลุ่มที่จะนำมาวิเคราะห์ได้ภายหลัง ประกอบกับจำนวนที่ลดลงในดินที่ศึกษาก็จะเป็นข้อบ่งชี้ถึงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี ซึ่งในที่นี้รวมถึงดินทราย ดินเหนียวจัดที่ระบายน้ำไม่ดี แปลงปลูกที่มีสัตว์เข้าเหยียบย่ำจนเกิดเลน หรือมีรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่เข้าทำการเตรียมพื้นที่บ่อยๆ หรือดินที่มีการพ่นสารเคมีกำจัดแมลงและวัชพืชมากๆ อีกด้วย (อานัฐ, 2543)

งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยในต่างประเทศ เช่น Campbell *et al.* (2000) ได้ศึกษาเกี่ยวกับไส้เดือนดินมีผลต่อวงจรของไนโตรเจน จากการกินและสะสมของไนโตรเจนในสารอินทรีย์ รวมทั้งการหมุนเวียนของสารอินทรีย์ไนโตรเจนจากสิ่งขับถ่าย ทั้งนี้แม้ว่าไส้เดือนจะเปลี่ยนสภาพอินทรียวัตถุจำนวนมหาศาล และบริโภคสารอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นจำนวนมากก็ตาม จำนวนการบริโภคและเปลี่ยนสภาพนี้ก็ยังไม่เคยรวบรวมเป็นตัวเลขมาให้เห็นในเชิงปริมาณการกินและประสิทธิภาพของ N-assimilation จากไส้เดือนดิน จึงพิจารณาจากการใช้สารกัมมันต์ ^{15}N เพื่อระบุปริมาณส่วนผสมจากซากพืช สัตว์ และดิน อัตราการบริโภคสารอินทรีย์ของไส้เดือนมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของลักษณะประกอบที่จัดไว้ ซึ่งอยู่ในช่วง 8.5-13.2 mg g^{-1} d^{-1} สำหรับสายพันธุ์ *Aporrectodea tuberculata* (Eisen) และช่วง1.4-2.7 mg g^{-1} d^{-1} สำหรับ *Lumbricus terrestris* อัตราการบริโภคส่วนผสมของถั่วเหลืองและดิน (^{15}N-Soy) มีมากกว่าอัตราการบริโภคส่วนผสมของหญ้าไรน์และดิน (^{15}N-Rye) เมื่อเพิ่มน้ำตาลลงในส่วนผสมของถั่วเหลืองและดิน (^{15}N-Soy+G) เพื่อกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ก็ไม่เปลี่ยนแปลงอัตราการบริโภคของ *A. tuberculata* หรือ *L. terrestris* เมื่อเปรียบเทียบส่วนผสมของถั่วเหลืองและดินที่ไม่ใส่น้ำตาลกลูโคส แต่เมื่อเพิ่มน้ำตาลกลูโคสลงไปในส่วนผสมของหญ้าไรน์และดินก็ทำให้อัตราการบริโภคของ *A. tuberculata* เพิ่มขึ้นถึง 365 เมื่อเทียบกับหญ้าไรน์และดินเท่านั้น ประสิทธิภาพของ N-assimilation ของ *A. tuberculata* อยู่ในช่วง 10-25.8 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ประสิทธิภาพของ *L. terrestris* เป็น 25.4-30.1 เปอร์เซ็นต์ ไส้เดือน *A. tuberculata* มีค่าประสิทธิภาพของ N-assimilation ต่ำที่สุดในส่วนผสมของหญ้าไรน์และดินเมื่อเทียบกับส่วนผสมอื่นๆ ทั้งหมด ทั้งนี้โดยไม่พบความแตกต่างของประสิทธิภาพของ N-assimilation ในการบริโภคส่วนผสมอินทรียวัตถุและดินในไส้เดือนดิน *L. terrestris*

เมื่อใช้ค่าประสิทธิภาพการเกิด N-assimilation และประมาณค่า N-flux จากประชากรของไส้เดือน *A. tuberculata* และ *L. terrestris* ในระบบนิเวศที่เพิ่มปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีสำหรับแปลงข้าวโพด เพื่อประมาณค่าการบริโภคสารอินทรีย์ของไส้เดือนดินทั้งระบบ พบว่า

ไส้เดือนดินบริโภคสารอินทรีย์ 11.8-17.1 mg ha^{-1} y^{-1} ซึ่งมีค่าเป็น 19-24 เปอร์เซ็นต์ ของอินทรียวัตถุในซาก พืชและผิวดินบน (15 เซนติเมตร จากผิวดิน) ทุกปี (เทียบจากอาหารตามสมมุติฐาน)

จากการวิจัยเรื่องไส้เดือนดินในทุ่งหญ้าทิ้งร้างในเขตร้อนชุ่มชื้น พบว่าลำดับการเกิดของพืชในชุมชน (Succession) เปลี่ยนแปลงปริมาณและสภาพทางเคมีของสารอินทรีย์ในดิน ความแตกต่างของสารอินทรีย์ที่เพิ่มลงไปในดินนี้ ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและกิจกรรมของสัตว์ (Fauna) ต่างๆ ในดิน เมื่อพิจารณาถึงความหนาแน่นของไส้เดือนดิน และโครงสร้างสังคม ในลำดับการการเกิดของสังคมพืชในทุ่งหญ้าทิ้งร้างในเขตร้อนชื้นของโปตัวริโก้ (Puerto Rico) พบว่า ลำดับการเกิดของชุมชนพืชคือ หญ้า ไม้เถา เฟิร์น ไม้พุ่มไม้เล็ก และป่าไม้ ปริมาณความหนาแน่นของไส้เดือนดินพบมากที่สุดในทุ่งหญ้า (81ตัว/ตารางเมตร ในดินบน 0.25 เมตร) และลดลงในลำดับการเกิด (Succession) ที่สอง และปริมาณไส้เดือนดินน้อยสุดในป่า (32 ตัว/ตารางเมตร) ทั้งนี้โดยพบสายพันธุ์ที่กินดินเพียงอย่างเดียว (*Pontoscolex corethrurus*) ในชุมชนพืชที่เป็นทุ่งหญ้า ไม้เถา และป่า ปริมาณสารอินทรีย์บนดินสัมพันธ์ในเชิงลบกับความหนาแน่นของไส้เดือนดิน น้ำในดินมีปริมาณแตกต่างกันไปบ้างในลำดับการเกิดสังคมพืชต่างกัน แต่ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างในปริมาณความหนาแน่นของไส้เดือนดินในพื้นที่ทุ่งหญ้าทิ้งร้าง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ไม่แตกต่างกันมากในลำดับการเกิดชุมชนพืชผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าการลดลงของความหนาแน่นไส้เดือนดิน และมีความหลากหลายของไส้เดือนดินมากขึ้นในลำดับการเกิดชุมชนพืชที่ 2 อาจเกิดจากคุณสมบัติของดิน และมีความหลากหลาย และคุณสมบัติทางเคมีของอินทรียวัตถุที่มีมากกว่าเกิดจากคุณสมบัติของดิน จึงสรุปว่าลำดับการเกิดสังคมพืชจากทุ่งหญ้าที่มีหญ้าเป็นหลักไปสู่ป่าไม้ที่มีต้นเป็นหลักนั้น ลดความหนาแน่นของไส้เดือนดิน และเพิ่มความหลากหลายของโครงสร้างสังคมของไส้เดือนดินในเขตร้อนชื้น

จากการวิจัยเรื่องการย่อยสลายซากพืชที่มีคุณสมบัติทางเคมีต่างกัน ในสภาพร้อนชื้น โดยไส้เดือนดินและกิ้งกือ ผลการวิจัย พบว่า ผลของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* และกิ้งกือ (Spirostreptidae) ต่อการย่อยสลายซากพืช (*Acior barteri, Gliricidia sepium* และ *Leucaena leucocephala*) ที่ตัดแต่งไว้ ต้นข้าวโพด และฟางข้าง ซึ่งคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างกัน ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น พบว่า การเพิ่มปริมาณของไส้เดือนดินช่วยย่อยสลายข้าวโพดได้เร็วขึ้นขณะที่กิ้งกือช่วยการย่อยสลายของต้นข้าวและฟางข้าว เมื่อเพิ่มปริมาณทั้งไส้เดือนดินและกิ้งกือก็เพิ่มปริมาณการย่อยสลายมากขึ้น ในระยะเวลา 10 สัปดาห์ ไส้เดือนดินและกิ้งกือช่วยย่อยสลายซากพืชคุณภาพต่ำ (ค่า C/N Ratio สูงและมีส่วนประกอบของลิกนินและโพลิฟีนอลสูง) มากกว่าการย่อยสลายของซากพืชคุณภาพสูง สรุปได้ว่าการย่อยศลายพืชโดยใช้สัตว์ในดิน (Faunae) ช่วยนั้นมีผลแตกต่างกันไปต่อธาตุอาหารในดินทั้งนี้โดยขึ้นอยู่กับคุณภาพของซากพืชเหล่านั้น

มีการศึกษาถึงการผลิต *Lumbricus terrestris* เพื่อการปรับปรุงดิน พบว่าประโยชน์ของการใช้ไส้เดือนดินเพื่อการปรับปรุงสภาพดินนั้นเป็นที่รู้กันทั่วไป แต่มีปัญหาคือจะหาสายพันธุ์ที่เหมาะสมให้เพียงพอโดยใช้ต้นทุนไม่มากจะทำอย่างไร ขณะนี้วิธีการที่ทำได้คือรวบรวมไส้เดือนดินเหล่านี้จากพื้นที่ธรรมชาติซึ่งสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและใช้เวลานาน และได้มีการวิจัยที่พยายามหาวิธีผลิต *L. terrestris* พบว่า การปรับอุณหภูมิและอาหารที่เหมาะสมจะทำให้ไส้เดือนดินที่สายพันธุ์ *L. terrestris* สามารถเจริญจากถุงไข่เข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยได้ โดยใช้เวลาเพียงครึ่งเดียวของเวลาที่ใช้ตามธรรมชาติ และสามารถผสมพันธุ์ได้เร็วกว่า งานวิจัยอื่นถึง 2 เท่า แม้ว่าจะมีความหนาแน่นมากกว่าที่พบในธรรมชาติก็ตาม จึงสรุปได้ว่า สามารถผลิตไส้เดือนดินสายพันธุ์ *L. terrestris* ได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้สำหรับพัฒนาคุณภาพดิน

การวิจัยเรื่องจำนวนไส้เดือนดิน และการย่อยสลายอินทรียวัตถุในป่าไม้ ใน Flanders ประเทศเบลเยียม และการนำไปใช้ในการจัดการป่าไม้ จากการสำรวจกิจกรรมของไส้เดือนดินในป่าไม้ 25 แห่ง เพื่อการศึกษาปริมาณการย่อยสลายอินทรียวัตถุ และสถานภาพทางธาตุอาหาร (Nutrient status) พบว่า ต้นไม้ที่เป็นไม้เด่นในป่าไม้นั้นเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าโครงสร้างเนื้อดิน และสภาพภูมิอากาศที่จะบอกให้ทราบถึงความอุดมสมบูรณ์ทางชีววิทยา และทางเคมีของป่า ทั้งนี้การเปลี่ยนพันธุ์หรือการใส่ปูนขาวเพิ่มก็ไม่ทำให้ดินที่เสื่อมโทรมฟื้นคืนสภาพมาได้ จำเป็นต้องอาศัยวิธีการเปลี่ยนพันธุ์พืช หรือการใส่ปูนขาวเพิ่มก็ไม่ทำให้ดินที่เสื่อมโทรมฟื้นคืนสภาพมาได้ จำเป็นต้องอาศัยวิธีการผสมผสานโดยเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม ปรับแก้ปัญหาธาตุอาหาร (โดยใส่ปูนขาว หรือใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มเติม) และใช้ไส้เดือนดินเข้ามาร่วมด้วยในการปรับสภาพดินร่วนปนทรายที่เสื่อมสภาพแล้วสำหรับในสภาพดินทรายการสะสมซากสัตว์จะสามารถช่วยการอนุรักษ์ได้ดี

รายงานการประเมินธาตุอาหาร ที่ปลดปล่อยมาจากดินทุ่งหญ้าที่ได้รับเศษหญ้าหรือพืชคลุมดินที่มีไส้เดือนดิน *Lumbricus rubellus* หรือ *Eisenia foetida* ผลการวิจัย พบว่า การทดลองประเมินธาตุอาหารที่ปลดปล่อยจากซากพืช (หญ้าไรน์หรือโคลเวอร์) ในระบบชีววิทยาที่มีหรือไม่มีสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ (Macroorganism) โดยพิจารณาค่าไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากซากพืช พบว่าเมตาโบลิซึมของดิน และไนโตรเจนที่มีประโยชน์ในดินมีค่ามากกว่าเมื่อดินนั้นมีไส้เดือนดินไม่ว่าจะเป็นซากพืชชนิดใด หรืออุณหภูมิเท่าไร (15 องศาเซลเซียส หรือ 22.5 องศาเซลเซียส) การใช้ออกซิเจน และการหมุนเวียนของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มเป็น 39 เปอร์เซ็นต์ และ 26 เปอร์เซ็นต์ ในที่มีไส้เดือนดินอยู่ยังพบว่าจุลินทรีย์มีน้อย แสดงว่าไส้เดือนดินนั้นเป็นตัวเริ่มในกระบวนการหมุนเวียนอากาศในระบบที่มีประชากรพืชสัตว์ต่างๆ ผสมกันถึง 50 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ ที่หมุนเวียนอยู่ในระหว่างการบ่ม (Incubation) นั้นมีความสัมพันธ์สูงกับไนโตรเจนในดินที่มีอยู่ภายหลังสิ้น กระบวนการบ่ม ($r = 0.84$) ทั้งนี้ เมื่อศึกษาต่อในฤดูปลูกถัดมา

โดยใช้ดินที่บ่มแล้วเป็นวัสดุปลูกหญ้าไรน์ก็จะเห็นประโยชน์ของไส้เดือนอย่างชัดเจนเช่นเดียวกัน โดยพบว่าดินมีไส้เดือนดินอาศัยอยู่พืชจะมีการเจริญเติบโตและมีการดูดใช้ไนโตรเจน (N uptake) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้คาร์บอนไดออกไซด์ ที่หมุนเวียนในการบ่มช่วงแรก (Initial) มีค่าสหสัมพันธ์สูง (r = 0.85) กับการดูดไนโตรเจนของพืชสูง เราทราบดีว่าความเชื่อมโยงระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนที่มีสะสมอยู่ เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดความเสถียรของอินทรีย์ไนโตรเจนในดิน ในการออกแบบการทดลองครั้งนี้ได้กำจัดอิทธิพลอื่นๆ ของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (Macro-organism) เช่น อิทธิพลต่อการผสมหรือโครงสร้าง ไปแล้วจึงสรุปได้ว่า คาร์บอนออกซิเดชัน (Carbon oxidation) ที่กระตุ้น (Enhanced) จากไส้เดือน เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้มีไนโตรเจนปลดปล่อยจากสารอาหารอินทรีย์มากขึ้น ผลที่ได้เหล่านี้ ทำให้ได้ภาพรวมใหม่ของสมดุลระหว่างการใช้แร่ธาตุ (Mineralization) และการตรึงแร่ธาตุ (Immobolization) ในระบบของดินและพืช และการหมุนเวียนของ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ที่ตั้งอยู่ในอินทรียสาร ความเข้าใจที่ดีขึ้นของความสัมพันธ์เหล่านี้อาจช่วยทำให้เราสามารถจัดการเคลื่อนไหวของอินทรียสารในดินในระบบนิเวศในเขตหนาวของทุ่งหญ้า

จากการวิจัยเรื่องความชื้นที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Dendrobaena veneta* (Oligochaeta) ต้องการ พบว่า *Dendrobaena veneta* ซึ่งเป็นไส้เดือนดินสายพันธุ์ยุโรป มีศักยภาพที่จะกำจัดของเสียจากอินทรียสารและสร้างโปรตีนขึ้นมาใหม่ได้ โดยศึกษาความชื้นระดับต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตจนเป็นตัวเต็มวัย (Maturation) และการผลิตถุงไข่ (Cocoon production) ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Dendrobaena veneta* (*clitellete*) โดยเลี้ยงในภาชนะทรงกระบอกซึ่งปรับความชื้นแล้วร่วมกับมูลวัวบดละเอียดอนุภาคขนาด 500-100 ไมครอน โดยปรับค่าความชื้นระดับต่างกัน (Moisture gradient) หลังจากเลี้ยงไส้เดือนดินที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และความชื้น 47.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไส้เดือนดินที่ยังเป็นตัวอ่อน (Juvenile) ก็ปรับระดับความชื้นให้แตกต่างกันในภาชนะแก้วที่มีมูลวัวและเลี้ยงที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถสร้าง Clitellum ได้ดีที่สุดเมื่อความชื้น 77.9-78.7 เปอร์เซ็นต์ (ความชื้นที่เหมาะสม 67.4-84.3 เปอร์เซ็นต์) จำนวนถุงไข่ (Cocoon) มากสุด เมื่อความชื้น 73.1-79.9 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับไส้เดือนดินตัวอ่อนคือ 15 องศาเซลเซียส จากการทดลอง พบว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ สามารถกำจัดของเสียที่เป็นอินทรียสารซึ่งมีความชื้นสูงได้ แต่เมื่อเทียบเคียงกับสายพันธุ์อื่นที่ช่วยย่อยสลาย (Vermicomposting) โดยดูจากความสามารถในการขยายพันธุ์ และระยะเวลาในการโตเต็มวัยแล้ว สายพันธุ์ *D. veneta* ให้ผลด้อยกว่าสายพันธุ์อื่น

Orozco *et al.* (1996) ได้ทำการวิจัยเรื่องการย่อยสลายปุ๋ยหมักของไส้เดือนดิน (Vermicomposting) ในส่วนที่เป็นเนื้อกาแฟโดยใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *E. foetida* ที่มีผลต่อ

ส่วนประกอบของคาร์บอน (C) ไนโตรเจน (N) และการใช้ธาตุอาหารจากส่วนที่เป็นเนื้อของกาแฟในประเทศโคลัมเบียซึ่งมีมากถึง 1 ล้านตัน เมื่อนำเอาส่วนที่เป็นเนื้อ (Pulp) เหล่านี้มาทำเป็นปุ๋ยหมัก โดยใช้ไส้เดือนดิน (Vermicomposting) มีการประเมินความสามารถของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *E. foetida* ในการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เป็นเนื้อ (pulp) เป็นปุ๋ยหมัก ทั้งนี้โดยศึกษาถึงอิทธิพลของความลึกและเวลาที่ใช้ต่อสัดส่วนของคาร์บอน (C) ไนโตรเจน (N) และธาตุอาหารที่ใช้ประโยชน์ได้ ผลการศึกษาพบว่าคาร์บอน (C) ไนโตรเจน (N) ไม่ได้รับผลจากความลึกของแปลงหมักปุ๋ย แต่ได้รับอิทธิพลจากเวลาที่ใช้หมักในขณะเกิดขบวนการ Vermicomposting ค่าสัดส่วน Fractionation (ซึ่งคำนวณจากคาร์บอนในปริมาณที่เล็กกว่า 100 ไมครอน เป็นค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอน (%C) ในตัวอย่างทั้งหมด) และค่าของสารที่มีคุณสมบัติคล้ายฮิวมัส ผลการศึกษาหลังการย่อยสลายเนื้อเยื่อ (Pulp) โดยไส้เดือนดินพบว่า มีค่าฟอสฟอรัส (P) แคลเซียม (C) และแมกนีเซียม (Mg) สูงขึ้น แต่ค่าโพแทสเซียม (K) ลดน้อยลง

งานวิจัยใหม่ๆ ทำให้เรารู้ว่าไส้เดือนดินช่วยลดการอัดตัวแน่น (Compaction) ของดิน ช่วยในการหมุนเวียนของอากาศ และทำให้ดินดูดซับความชื้นได้ดีขึ้น ไส้เดือนดินทำเช่นนี้ได้จากกิจกรรมการชอนไช (Burrowing) ของมัน และกินดินเข้าไปพร้อมกับซากพืชแล้วจึงขับถ่ายออกมาเมื่อสิ่งขับถ่ายเหล่านี้แห้งลงก็กลายเป็นก้อนอนุภาคของดินที่มีสารประกอบอินทรีย์ยึดกันไว้ ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน ลดอันตรายจากกษัยการและช่วยให้ยังมีธาตุอาหารคงอยู่ในดินแทนที่จะถูกชะล้างไป

ไส้เดือนดินเป็นเพียงส่วนเดียวของสิ่งมีชีวิตที่รู้จักกันว่าเป็นผู้ย่อยสลาย (Decomposer) ในระบบนิเวศเกษตร ผู้ช่วยย่อยสลายอื่นๆ ได้แก่ แมลงหางดีด (Springtarl: Collembola) ไส้เดือนฝอย แบคทีเรีย โปรโตซัว และเชื้อราต่างๆ มีการใช้ไส้เดือนในการทำปุ๋ยหมักช่วยลดของเสียจากบ้านเรือน ระบบเกษตร และอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจมากขึ้น ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา ของเสียดังกล่าว ได้แก่ สิ่งโสโครกต่างๆ เช่น ขยะจากอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์และกระดาษ ขยะจากซูเปอร์มาร์เก็ตและขยะจากร้านอาหาร มูลของ เป็ด ไก่ วัว ควาย ม้า เศษวัสดุจากอุตสาหกรรม เศษเหลือจากพืชสวนและเห็ด (Edwards, 1997) ซึ่งถ้าหากขยะเหล่านี้ไม่มีการกำจัดอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพแล้วจะทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น การปนเปื้อนในน้ำ และการระบาดของโรคได้

การใช้ไส้เดือนดินในขบวนการทำปุ๋ยหมักบางครั้งเรียกว่า Vermicomposting และไส้เดือนที่เลี้ยงบนซากพืชซากสัตว์เรียกว่า Vermiculture ไพฑูรย์และบุญศรี (2535) พบว่ามีไส้เดือนดินปะปนกับสัตว์ไร้กระดูกสันหลังอีกหลายชนิดในกองปุ๋ยหมัก Lee (1985) กล่าวว่ามีไส้เดือนดิน

เพียง 2-3 ชนิดเท่านั้น สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในสภาพที่มีอินทรียวัตถุสูงและสามารถขยายพันธุ์ได้เร็ว โดยทั่วไปแล้วไส้เดือนดินที่มีขนาดใหญ่ และขุดโพรงลึกไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ เนื่องจากมีอัตราการขยายพันธุ์ต่ำไม่สามารถจะผลิตอินทรียวัตถุในปริมาณมากได้ และเป็นผู้ใช้มากกว่าที่จะเป็นผู้ผลิตอินทรียวัตถุ การนำไส้เดือนดินใส่กองปุ๋ยหมักจะช่วยให้การย่อยสลายของปุ๋ยได้ดี แต่ไส้เดือนดินมักจะตายในเวลาช่วงกลางๆ ของการหมักปุ๋ย ซึ่งความร้อนจะเพิ่มสูงขึ้น

Edwards *et al.* (1995) กล่าวว่าในการย่อยอินทรียวัตถุที่เป็นของเสีย ไส้เดือนดินที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจะกินจุลินทรีย์ซึ่งเจริญเติบโตบนของเสียเป็นอาหาร และในขณะเดียวกันมันก็ช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ มีรายงานว่าแยกจุลินทรีย์ได้ 343 ชนิด จากไส้เดือนสายพันธุ์ *Phiretima* sp. ที่พบในท้องถิ่น ซึ่งช่วยในการลดกลิ่นและเชื้อโรคจากกองขยะที่ย่อยสลายได้ ดังนั้นมูลของไส้เดือนดินจึงร่วนไม่เกาะตัวและมีจุลินทรีย์มาก ขบวนการย่อยอาหารของไส้เดือนดินจึงเป็นพื้นฐานของขบวนการทำปุ๋ยหมักดังกล่าว

ไส้เดือนดินสามารถย่อยเศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้ แม้กระทั้งกระดาษชำระและหนังสือพิมพ์โดยใช้ไส้เดือนดิน 1 กิโลกรัม (ประมาณ 1,200 ตัว) กำจัดขยะ 1 กิโลกรัม ภายในเวลา 4 วัน ขยะจะถูกย่อยสลายโดยการดูดกินของไส้เดือนดิน หลังจากนั้นจะปล่อยสารละลายออกมาเป็นปุ๋ยหมัก (อานัฐ, 2548ก) ส่วนไส้เดือนดินสายพันธุ์อเมริกันและลาวกินเก่งมาก คือ ขยะ 1 กิโลกรัม กินหมดภายใน 1 วัน (ชีวินตัย, 2547)

จากการวิจัยไส้เดือนดินพันธุ์ขี้ตาแล่พบว่ากินอาหารเก่ง แต่ยังมีปริมาณน้อยเพียงครึ่งหนึ่งของไส้เดือนดินสายพันธุ์ของต่างประเทศ (*Lumbricus rubellus*) ที่เคยทดลอง ซึ่งแก้ปัญหาโดยเพิ่มจำนวนไส้เดือนดินให้มากขึ้นเป็น 2 เท่า ปรากฏว่าได้ผลดีมาก ผลจากการย่อยสลายของไส้เดือนดินทำให้ธาตุอาหารถูกปลดปล่อยออกมาใช้ประโยชน์ เช่น ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), กำมะถัน (S), แคลเซียม (Ca) และธาตุอาหารอื่น โดยน้ำย่อยของไส้เดือนดินในมูลไส้เดือนดิน จะช่วยส่งเสริมให้การละลายธาตุอาหารของพืชที่อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ ไปอยู่ในสภาพที่ประโยชน์ได้ และมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเพิ่มขึ้น (นภาพร, 2547)

ในประเทศไทยมีงานวิจัยของอัมพร (2545) รายงานเกี่ยวกับการผลิตปุ๋ยชีวภาพโดยใช้ไส้เดือนดินเปรียบเทียบส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์ คือ *Pheretima peguana* และ *Lumbricus rubellus* ให้อาหารขยะอินทรีย์ 2 ประเภท คือ เศษผัก และเศษมันฝรั่ง พบว่า ไส้เดือนสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ที่ให้เศษผักเป็นอาหารมีความเหมาะสมในการนำมาผลิตปุ๋ยหมักมากกว่า

สามารถ (2546) ศึกษาระดับไนโตรเจนที่มีผลต่อการผลิตปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลไส้เดือนดินโดยใช้เศษฟางข้าวผสมมูลไก่แห้งและเศษฟางข้าวผสมปุ๋ยยูเรีย ที่ปรับระดับไนโตรเจนให้แตกต่างกัน พบว่าฟางข้าวที่หมักร่วมกับมูลไก่แห้งที่ระดับไนโตรเจน 0.25 เปอร์เซ็นต์โดย

น้ำหนัก มีอัตราการเพิ่มจำนวนมากที่สุด และรองลงมาที่ระดับ 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ส่วนอัตราการเจริญเติบโต พบว่าไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวที่หมักร่วมกับมูลไก่ที่ระดับไนโตรเจน 0.50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักต่อน้ำหนักทั้งหมดมากที่สุด รองลงมาคือฟางข้าวที่ผสมร่วมกับมูลไก่แห้งที่ปรับไนโตรเจนในระดับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวที่หมักร่วมกับมูลไก่แห้ง ที่ระดับไนโตรเจน 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมากที่สุด รองลงมาคือฟางข้าวที่หมักร่วมกับยูเรียที่ปรับระดับไนโตรเจนที่ระดับ 0.25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

นิรันดร์ (2547) ทำวิจัยเรื่องศักยภาพจากไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ที่เกิดจากอาคาร บ้านเรือน ชุมชน ฟาร์มสัตว์เลี้ยงและการผลิตปุ๋ยหมักในสภาพเลียนแบบธรรมชาติ ร่วมกับศึกษาถึงระดับ pH ความชื้นที่เหมาะสม พบว่า ระดับพีเอชที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 7.0-8.0 และความชื้นอยู่ช่วง 20-30 เปอร์เซ็นต์

ไส้เดือนดินกับการทำปุ๋ยหมัก

การถ่ายเทของเสียจากบ้านเรือน พื้นที่เกษตรกรรม และโรงงานอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจมากขึ้นทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนาของเสียดังกล่าว ได้แก่ สิ่งโสโครกต่างๆ เช่น ขยะจากอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์และกระดาษ ขยะจากซุปเปอร์มาเก็ตและจากร้านอาหาร มูลของเป็ด ไก่ วัว ควาย ม้า เศษวัสดุจากอุตสาหกรรมด้านพืชสวนและเห็ด (Edwards, 1997) ซึ่งถ้าหากขยะเหล่านี้ไม่มีการกำจัดอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพแล้วก็จะทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น การปนเปื้อนของน้ำ และการระบาดของโรคได้

Edwards (1995) กล่าวว่า ในการย่อยอินทรียวัตถุที่เป็นของเสีย ไส้เดือนดินที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจะกินจุลินทรีย์ ซึ่งเจริญเติบโตบนของเสียเป็นอาหาร และในขณะเดียวกันก็ช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ Khambata and Bhatt (1957) รายงานว่า แยกจุลินทรีย์ได้ 343 ชนิด จากไส้เดือนดินสายพันธุ์ Pheretima ที่พบในท้องถิ่น ดังนั้น มูลของไส้เดือนดินจึงร่วนไม่เกาะตัว และมีจุลินทรีย์มาก ขบวนการย่อยอาหารของไส้เดือนดินจึงเป็นพื้นฐานของขบวนการทำปุ๋ยหมักดังกล่าว

ไส้เดือนดินที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักชีวภาพ

มีการดำเนินโครงการวิจัยต่างๆ เพื่อทดสอบความสามารถของไส้เดือนดินหลายชนิด ในการหมักปุ๋ยแบบอุตสาหกรรม และหาสายพันธุ์ของไส้เดือนดินที่มีความเหมาะสมในสภาพต่างๆ โดยทั่วไปแล้วชนิดของไส้เดือนดินที่นำมาใช้ได้ และประสบความสำเร็จคือ *Eisenia foetida*

(the tiger warm) อยู่ในวงศ์ Lumbricidae นอกจากนี้ก็มี *Eisennia andrei* (red tiger warm) *Eudrilus eugeniae* (Affarican night crawler) และ *Lumbricus rubellus* เป็นต้น (Edwards, 1997)

Edwards (1997) รายงานว่า *Eisenia foetida* มีอัตราการขยายพันธุ์สูงสุดต่อสัปดาห์ 10.4 ซึ่งคำนวณได้จากการผลิต Cocoons (3.8 ต่อสัปดาห์) เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ (83.2 เปอร์เซ็นต์) และจำนวนการฟักไข่ต่อ Cocoons (3.3) ช่วงวงจรชีวิตของไส้เดือนดินมีความสำคัญต่อการกำหนดการสร้างผลผลิตในแต่ละสายพันธุ์เช่น *Eisenia foetida* ใช้เวลา 85-104 วัน จากที่เป็นถุงไข่จนเป็นตัวเต็มวัยพร้อมที่จะสืบพันธุ์ ในขณะที่ *Perionyx excavatus* ใช้เวลาเพียง 44-71 วัน (Edwards, 1997) ชนิดของไส้เดือนดินที่นำมาใช้ในการทำปุ๋ยหมักนั้น ต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อสารเคมีและสภาพแวดล้อมในเศษซากอินทรียวัตถุ แต่ไส้เดือนดินก็มีขีดจำกัด ดังนั้น สภาพที่เหมาะสมเท่านั้นจึงจะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

Edwards (1997) กล่าวว่า การทำให้ได้ผลผลิตสูงสุดต้องเป็นสภาพที่มีออกซิเจนอย่างเพียงพอ มีระดับความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม ต้องหลีกเลี่ยงสภาพที่มีแอมโมเนียและเกลือมากเกินไป ถ้ามีปริมาณของแอมโมเนียมากกว่า 0.5 มิลลิกรัม และเกลืออนินทรีย์มากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ ก็จะเป็นพิษได้ ไส้เดือนดินชอบสภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 5 วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจะเปลี่ยนมาอยู่ในรูปที่ไม่มีออกซิเจนได้ถ้ามีสภาพไม่เหมาะสม เช่น มีอากาศไม่เพียงพอ สภาพเช่นนี้พบได้เสมอเมื่อมีความชื้นมากเกินไป

มีข้อเสนอแนะหลายประการ เกี่ยวกับความชื้นที่เหมาะสมของสารอินทรีย์ Edwards (1997) รายงานว่า ความชื้นที่เหมาะสมสำหรับ Eisenia คือ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Puradayastha and Bhatnager (1997) บอกว่า 50-60 เปอร์เซ็นต์ Jambhekar (1995) บอกว่า 40-50 เปอร์เซ็นต์สำหรับไส้เดือนดินชนิดเดียวกัน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำปุ๋ยหมักขึ้นอยู่กับชนิดของไส้เดือนดินที่นำมาใช้ แม้ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับไส้เดือนดินส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 15-25 องศาเซลเซียส (Edwards, 1997) ไส้เดือนดินเขตร้อนเช่น *Perionyx excavatus* และ *Polypheretima elongata* จะได้รับ ผลกระทบในช่วงฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำได้ ถ้าสภาพแวดล้อมของวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักไม่เหมาะสม ไส้เดือนดินก็จะย้ายไปยังสภาพที่มีความเหมาะสมกว่า หรืออาจจะย่อยสลายปุ๋ยหมักได้อย่างช้าๆ หรือตายไป Edwards (1995) ยืนยันว่าไส้เดือนดินไม่มีศัตรูธรรมชาติ โรคและแมลงตัวห้ำเลย แม้ว่า Clemente (1981) จะรายงานไว้ว่า กบและทากเล็กเป็นปัญหาต่อการทำปุ๋ยหมักในประเทศฟิลิปปินส์

ปริมาณความชื้นของเศษอินทรียวัตถุเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อกิจกรรมของไส้เดือนดิน และการย่อยสลายปุ๋ยหมัก การใส่ฟางข้าวลงบนกองวัสดุเป็นชั้นบางๆ จะสามารถเก็บความชื้นได้ช่วยให้ไส้เดือนดินสามารถย่อยสลายเศษวัสดุที่ใส่ลงไปในแต่ละครั้ง การรดน้ำมากเกินไปหรือ

ฝนตกโดยไม่มีที่กำบัง ทำให้เศษวัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักอยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งเป็นพิษต่อไส้เดือนดิน (Edwards, 1997)

มูลวัวและฟางข้าวเป็นวัสดุที่หาง่ายสำหรับการทำปุ๋ยหมัก โดยใช้ไส้เดือนดินในการย่อยสลาย ซึ่งไส้เดือนดินสามารถย่อยสลายได้ง่าย เมื่อใส่เป็นชั้นบางๆ ในชั้นบนสุด (Edwards, 1995) ฟางข้าวสดสามารถนำมาให้ไส้เดือนดินกินได้ ถ้าแช่น้ำให้มีความอ่อนนุ่ม ฟางข้าวยังช่วยเพิ่มช่องอากาศภายในกองปุ๋ยหมัก ต้นข้าวโพดอ่อนทั้งสดและแห้งสามารถนำมาผสมมูลวัวแล้วเก็บไว้ 1 สัปดาห์ ก่อนที่จะนำมาให้ไส้เดือนดินกิน (ทัศนีย์ และคณะ, 2542)

ปัญหาของเกษตรเคมี

เกษตรกรรมเคมีนั้นมุ่งแต่ผลกำไรทางเศรษฐกิจ โดยไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยทางนิเวศวิทยาและสังคม ในทัศนะทางนิเวศวิทยาแล้ว มันเป็นการทำลายและต่อต้านธรรมชาติ โดยสิ้นเชิงเทคโนโลยีทางการเกษตรเช่นนี้ก่อให้เกิดปัญหาเป็นผลพวงตามมาหลายประการ เช่น ดินเสื่อมโทรมต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ปัญหาศัตรูพืช ปัญหาสุขภาพ มลพิษในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกิดจากพิษของสารเคมี คุณภาพอาหารที่ด้อยลง ในปัจจุบันเกษตรกรและผู้คนจำนวนมากเริ่มจะตระหนักถึงความร้ายแรงของปัญหานี้แล้ว (ซิมเป, 2542)

สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกับความเป็นพิษต่อไส้เดือนดิน

สารเคมีกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมีความเป็นพิษต่อไส้เดือนดิน ตั้งแต่ปานกลางจนถึงเป็นพิษอย่างรุนแรง โดยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ถูกกล่าวหาว่าเป็นตัวการที่ทำให้จำนวนไส้เดือนดินในพื้นที่การเกษตรของประเทศไทยลดลงเป็นอย่างมาก โดยตัวอย่างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเหล่านั้นได้แก่ อัลดิคาร์บ เบนโนมิล บีเอสซี คาร์บาริล คาร์โบฟูราน คลอร์เดน เอนดริน เฮบตาคลอร์ มาลาไธออน และ พาราไธอออน เป็นต้น (อานัฐ, 2550)

Lanno *et al.* (1997) ศึกษาความรุนแรงของสารเคมี diazinon และ Pentachlo rophenol ในการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus terrestris* โดยใช้ดิน 3 ชนิด ได้แก่ ดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย ความรุนแรงของสารเคมีที่มีผลต่อไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus terrestris* จะแตกต่างกัน คือในดินเหนียวจะมีผลของสารเคมีต่อไส้เดือนดินน้อยที่สุด รองลงมาคือดินร่วนและดินทราย ตามลำดับ

การกำจัดขยะในชุมชนขนาดใหญ่และเทคนิคการเลี้ยงไส้เดือนดินในโรงเรือน

1. การเตรียมโรงเรือนผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน โรงเรือนผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินต้องมีการพรางแสง เนื่องจากไส้เดือนดินไม่ชอบแสงสว่างมากนัก ในบริเวณบ่อเลี้ยง

ต้องมีตาข่ายปิดด้านบนเพื่อป้องกันศัตรูของไส้เดือนดิน เช่น หนู นก และมด ด้านล่างของบ่อมีท่อเพื่อระบายน้ำหมักที่ได้จากการย่อยสลายของไส้เดือนดิน ในส่วนของบ่อเก็บขยะควรอยู่ในบริเวณเดียว กันกับบ่อเลี้ยงไส้เดือน เพื่อความสะดวกในการให้อาหาร

1.1 ขนาดของกระบะ ตามปกติไส้เดือนดินเป็นสัตว์รักสงบ ชอบอยู่ในธรรมชาติการที่จะนำไส้เดือนมาเลี้ยงเพื่อกำจัดขยะอินทรีย์รวมถึงกำจัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจึงเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ ถ้ารู้จักดัดแปลงสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญของไส้เดือนสายพันธุ์ต่างๆ ภาชนะที่นำมาเลี้ยงไส้เดือนได้จะมีทั้งเป็น บ่อดิน กระถาง กล่อง ถุง หรือ ถังขยะ ร่องน้ำ กระบะ หรือวัสดุอีกหลายๆ ชนิด กล่าวโดยรวมภาชนะที่มีขนาดตั้งแต่ 100 เซนติเมตร ยาว 180 เซนติเมตร และมีความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร จะเป็นถังหมักที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมักจากวัสดุอินทรีย์ได้ดี

โรงเรือนที่ควรจะเตรียมการสำหรับการกำจัดขยะสดจากชุมชนที่มีอัตรา 5 ตันต่อวัน จึงต้องเตรียมพื้นที่บ่อหมักให้มีพื้นที่ประมาณ 100 ตารางเมตร โดยคิดค่าความหนาแน่นของขยะสดเท่ากับ 0.5 ตันต่อลูกบาศก์เมตร ความสูงของกระบะควรสูงตั้งแต่ 0.8-1.0 เมตร เพื่อให้ปฏิบัติงานได้ง่าย โดยมีความกว้างประมาณ 1 เมตรและความยาวที่ไม่จำกัด

1.2 การสร้างบ่อรวบรวมน้ำหมักจากมูลไส้เดือนดิน โดยทั่วไปขยะสดจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบไม่น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในขณะที่ทำการหมัก และการขยายขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดิน จะมีของเหลวหรือน้ำหมักจากมูลไส้เดือนดินไหลออก มาจากกองขยะจำนวนมาก การสร้างบ่อรวบรวมน้ำหมักจากมูลไส้เดือนดินจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก จะทำให้น้ำหมักไม่แช่ขังอยู่ในโรงผลิตปุ๋ยหมัก ซึ่งทำให้ไส้เดือนหนีขึ้นมาอยู่เหนือน้ำเนื่องจากหายใจไม่ออก แล้วน้ำหมักเหล่านี้ยังมีแร่ธาตุอาหารและปริมาณจุลินทรีย์อยู่จำนวนมาก โดยทั่วไปการหมักที่สมบรูณ์จะให้น้ำหมักที่ได้ไม่มีกลิ่นเหม็นและสามารถนำไปใช้ในการผลิตพืชได้อย่างสมบรูณ์

2. การเตรียมวัสดุพื้นเพื่อเป็นที่อาศัยของไส้เดือนดิน โดยทั่วไปมักจะใช้วัสดุอินทรีย์สดๆ เป็นวัสดุรองพื้นหนาประมาณ 6 นิ้ว โดยเน้นส่วนที่เป็นผักสีเขียว วัชพืช ขยะสด โดยจะใช้ปุ๋ยคอกโรยบนหน้าหนาประมาณ 2 นิ้ว โรยปูนขาวให้ทั่วบริเวณแล้วจึงให้ความชื้นเล็กน้อยประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักขยะสดหรือให้เปียกชุ่มแต่ไม่ให้มีน้ำแช่ขังทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน จะพบว่าเกิดขบวนการหมัก สังเกตได้โดยมีความร้อนสูงขึ้น

3. การเริ่มต้นเลี้ยงไส้เดือนดิน ปริมาณเริ่มต้นเลี้ยงไส้เดือนดินที่ควรใช้เพื่อเชื่อมขบวนการกำจัดขยะอินทรีย์ โดยไส้เดือนดินควรเป็นเท่าไร เป็นคำถามยอดฮิตที่ผู้สนใจเทคนิควิธีการกำจัดขยะด้วยวิธีนี้จะถามเป็นคำถามแรกตามปกติการกำจัดขยะอินทรีย์จะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อไส้เดือนดินมีน้ำหนัก 2 กิโลกรัมต่อจำนวนขยะอินทรีย์ที่เริ่มบูดแล้วปริมาณ 1 กิโลกรัม

แต่อย่างไรก็ตามการเริ่มต้นด้วยปริมาณไส้เดือนในอัตรานี้จะเป็นวิธีการที่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้นในระยะการเตรียมการจึงควรมีปริมาณไส้เดือนอย่างน้อย 1 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 4-6 สัปดาห์ ก็จะทำให้ปริมาณไส้เดือนเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วและทวีจำนวนมากขึ้น

4. การเริ่มกำจัดขยะที่สลายตัวได้ในถังหมักไส้เดือนดิน ปริมาณขยะสดที่ควรเตรียมให้ไส้เดือนดินควรจะมีการเตรียมหมักให้เริ่มบูดเสียก่อนก่อนที่จะนำมาใส่ในกระบะเลี้ยงไส้เดือนดิน เนื่องจากไส้เดือนไม่กินของสด ไส้เดือนกินอาหารด้วยการดูด (Suck) เข้าไปในร่างกายจึงกินได้เฉพาะของเริ่มบูดเน่าและกำลังสลายตัวเป็นของเหลว ดังนั้นการเตรียมปริมาณขยะสดที่เริ่มบูดเน่าในปริมาณที่พอดีกับจำนวนไส้เดือนดิน หรือมากกว่าเล็กน้อยจึงเป็นสิ่งที่ควรจะนำมาปฏิบัติเนื่อง จากจะเป็นวิธีการเพิ่มจำนวนถุงไข่ทุกๆ 14 วันในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ความหนาของปริมาณอาหารที่ควรใส่ไว้บนผิวหน้าในกระบะเลี้ยงไส้เดือน ควรมีความหนาไม่เกิน 10 เซนติเมตร เนื่องจากถ้าหนามากกว่านี้จะทำให้ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นไม่สามารถถูกระบายออกไปได้ จึงทำให้ไส้เดือนหนีลงไปในดินที่ลึกลงไปที่มีอุณหภูมิเย็นกว่า ทำให้อัตราการกินอาหารลดลง ซึ่งจะมีผลต่ออัตราการเกิดตัวอ่อนในรุ่นต่อไปด้วย อีกทั้งอาหารขยะสดที่มากเกินไปจะส่งผลทำให้เกิดกลิ่นในบริเวณโรงเรือนที่อาจจะชักนำแมลงวัน แมลงสาบ หนู และสัตว์อื่นมาสู่โรงเรือน ซึ่งการกำจัดกลิ่นจะสามารถทำได้โดยใช้น้ำหมักที่ได้จากกระบะผลิตปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดินมารดให้ทั่ว หรืออาจใช้กากน้ำตาลมาผสมกับน้ำแล้วพ่นให้ทั่วแปลงก็จะเป็นวิธีการกำจัดกลิ่นที่ดีวิธีหนึ่ง (อานัฐ, 2550)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบความเร็วและคุณภาพในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยใช้ไส้เดือนดินที่เป็นสายพันธุ์ทางการค้าและสายพันธุ์ท้องถิ่น โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana* *Eisenia* foetida, *Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* ในอาหารที่แตกต่างกัน คือ มูลวัวนม เศษผัก เศษผลไม้ และเศษอาหาร

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*
2. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*
3. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*
4. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*
5. ดินร่วน
6. มูลวัวนมแห้ง
7. กระป๋องพลาสติกทึบแสงสีขาวขนาด 1 ลิตร มีฝาปิด
8. ตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มิลลิเมตร
9. กระบอกฉีดน้ำ
10. เศษผัก
11. เศษผลไม้
12. เศษอาหาร
13. มูลวัวนมสด
14. ตู้อบแห้งตัวอย่างดินและพืช
15. เครื่องชั่ง
16. น้ำยาล้างจาน

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 5x5 Factorial Experiment in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ โดย กำหนดให้ A = จำนวนตัวของไส้เดือนดิน 0 1 2 4 และ 8 เป็น A_1 A_2 A_3 A_4 และA_5 ตามลำดับ และ B = อาหาร โดยเริ่มจาก ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ใส่มูลวัวนม เศษอาหาร เศษผัก และเศษผลไม้ เป็น B_1 B_2 B_3 B_4 และ B_5 ตามลำดับ โดยใช้ไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*

ตำรับทดลองที่ 1 = ไม่ใส่ไส้เดือนดิน + ไม่ใส่เศษขยะอินทรีย์
ตำรับทดลองที่ 2 = ไม่ใส่ไส้เดือนดิน + มูลวัวนม
ตำรับทดลองที่ 3 = ไม่ใส่ไส้เดือนดิน + เศษอาหาร
ตำรับทดลองที่ 4 = ไม่ใส่ไส้เดือนดิน + เศษผัก
ตำรับทดลองที่ 5 = ไม่ใส่ไส้เดือนดิน + เศษผลไม้
ตำรับทดลองที่ 6 = ไส้เดือนดิน 1 ตัว + ไม่ใส่เศษขยะอินทรีย์
ตำรับทดลองที่ 7 = ไส้เดือนดิน 1 ตัว + มูลวัวนม
ตำรับทดลองที่ 8 = ไส้เดือนดิน 1 ตัว + เศษอาหาร
ตำรับทดลองที่ 9 = ไส้เดือนดิน 1 ตัว + เศษผัก
ตำรับทดลองที่ 10 = ไส้เดือนดิน 1 ตัว + เศษผลไม้
ตำรับทดลองที่ 11 = ไส้เดือนดิน 2 ตัว + ไม่ใส่เศษขยะอินทรีย์
ตำรับทดลองที่ 12 = ไส้เดือนดิน 2 ตัว + มูลวัวนม
ตำรับทดลองที่ 13 = ไส้เดือนดิน 2 ตัว + เศษอาหาร
ตำรับทดลองที่ 14 = ไส้เดือนดิน 2 ตัว + เศษผัก
ตำรับทดลองที่ 15 = ไส้เดือนดิน 2 ตัว + เศษผลไม้
ตำรับทดลองที่ 16 = ไส้เดือนดิน 4 ตัว + ไม่ใส่เศษขยะอินทรีย์
ตำรับทดลองที่ 17 = ไส้เดือนดิน 4 ตัว + มูลวัวนม
ตำรับทดลองที่ 18 = ไส้เดือนดิน 4 ตัว + เศษอาหาร
ตำรับทดลองที่ 19 = ไส้เดือนดิน 4 ตัว + เศษผัก
ตำรับทดลองที่ 20 = ไส้เดือนดิน 4 ตัว + เศษผลไม้
ตำรับทดลองที่ 21 = ไส้เดือนดิน 8 ตัว + ไม่ใส่เศษขยะอินทรีย์
ตำรับทดลองที่ 22 = ไส้เดือนดิน 8 ตัว + มูลวัวนม
ตำรับทดลองที่ 23 = ไส้เดือนดิน 8 ตัว + เศษอาหาร
ตำรับทดลองที่ 24 = ไส้เดือนดิน 8 ตัว + เศษผัก

ตำรับทดลองที่ 25 = ไส้เดือนดิน 8 ตัว + เศษผลไม้

วิธีการทดลอง

1. นำดินร่วนและมูลวัวแห้งร่อนผ่านตะเกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดไส้เดือนดินและถุงไข่ (cocoon) ของไส้เดือนดินและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

2. นำดินและมูลวัวแห้งมาผสมในอัตราส่วน 2: 1 และปรับความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ หมักทิ้งไว้นาน 2 สัปดาห์

3. บรรจุดินที่ผสมใส่กระป๋องพลาสติกสีขาวทึบแสง ขนาด 1 ลิตร กระป๋องละ 250 กรัม

4. ปล่อยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ กระป๋องละ 0 1 2 4 และ 8 ตัว ตามลำดับ ทำการทดลอง 13 สัปดาห์

การดูแลรักษา

ในการทดลองที่ 1 ปล่อยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ กระป๋องละ 0 1 2 4 และ 8 ตัว ตามลำดับ ทำการทดลอง 13 สัปดาห์ ในระหว่างการทดลองให้อาหารไส้เดือนดินโดยใช้อาหารที่แตกต่างกัน คือ เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหาร และมูลวัวนมสด ครั้งละ 50 กรัม ทุกสัปดาห์พร้อมกับปรับความชื้น

การบันทึกข้อมูล

หลังจากปล่อยไส้เดือนดินลงในกระป๋องพลาสติกสีขาวทึบแสงแล้ว ทำการศึกษาอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ในอาหารที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. อัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของไส้เดือนดิน
2. อัตราการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวไส้เดือนดิน
3. ปริมาณถุงไข่ของไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะเวลาและอัตราการออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*
2. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*
3. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*
4. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*
5. ดินร่วน
6. มูลวัวนมแห้ง
7. มูลวัวนมสด
8. ถังพลาสติกสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร
9. ถังพลาสติกสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร
10. เพลท
11. ตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มิลลิเมตร
12. กระบอกฉีดน้ำ
13. ตู้อบแรงดันสูง
14. เครื่องวัดอุณหภูมิ
15. น้ำยาล้างจาน

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 4 ตำรับทดลอง 10 ซ้ำ ดังนี้

ตำรับทดลองที่ 1 ถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*
ตำรับทดลองที่ 2 ถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*
ตำรับทดลองที่ 3 ถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*
ตำรับทดลองที่ 4 ถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

วิธีการทดลอง

1. นำดินร่วนและมูลวัวแห้งร่อนผ่านตะเกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดไส้เดือนดินและถุงไข่ (cocoon) ของไส้เดือนดินและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

2. นำดินและมูลวัวแห้งมาผสมในอัตราส่วน 2: 1 และปรับความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ หมักทิ้งไว้นาน 2 สัปดาห์

3. นำดินที่ผสมแล้วมาใส่ถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยถังพลาสติก 2 ใบ ขนาดต่างกัน โดยนำมาวางซ้อนกัน ด้านบนมีขนาดใหญ่กว่าด้านล่างคือเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตรเจาะรู ด้านล่างของถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร ใส่ดินชุดละ 5 กิโลกรัม ปล่อยไส้เดือนดินสายพันธุ์ละ 200 กรัม ต่อถัง 1 ชุด ปิดฝาด้วยฟิวเจอร์บอร์ดสีดำเจาะรู

4. เก็บถุงไข่ไส้เดือนดินทุกวัน มาทดสอบการฟักออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดินแต่ละสายพันธุ์ โดยใส่ถุงไข่ไส้เดือนดินในเพลทที่มีดินอบและปรับความชื้นที่ 70-80 เปอร์เซ็นต์ 1 ถุงไข่ต่อ 1 เพลท

การดูแลรักษา

ในการทดลองที่ 2 ปล่อยไส้เดือนดินสายพันธุ์ละ 200 กรัม ต่อถัง 1 ชุด ปิดฝาด้วยฟิวเจอร์บอร์ดสีดำเจาะรู ให้มูลวัวนมสด 400 กรัม ทุกๆ 5 วัน เป็นอาหารสำหรับไส้เดือนดิน และถุงไข่ของไส้เดือนดินที่เก็บมาทุกวัน เพื่อทดสอบการฟักออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดินแต่ละสายพันธุ์ โดยใส่ถุงไข่ไส้เดือนดินในเพลทที่มีดินอบและปรับความชื้นที่ 70-80 เปอร์เซ็นต์ 1 ถุงไข่ต่อ 1 เพลท ทำการปรับความชื้นทุกวัน

การบันทึกข้อมูล

หลังจากไส้เดือนดินฟักตัวออกจากถุงไข่แล้ว มีการให้มูลวัวสดปริมาณ 4 กรัมต่อเพลท และนับจำนวนประชากรของไส้เดือนดินที่มีชีวิตรอดหลังจากออกจากถุงไข่ภายในเวลา 30 วัน

การทดลองที่ 3 ศึกษาความเร็วในการย่อยสลายขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*
2. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*
3. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*
4. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*
5. ดินร่วน
6. มูลวัวนมแห้ง
7. ตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มิลลิเมตร
8. กระบอกฉีดน้ำ
9. เศษผัก
10. เศษผลไม้
11. เศษอาหาร
12. มูลวัวนมสด
13. ตู้อบแห้งตัวอย่างดินและพืช
14. ตู้อบแรงดันสูง
15. เครื่องชั่ง
16. เครื่องวัดอุณหภูมิ
17. น้ำยาล้างจาน

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 5x4 Factorial Experiment in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ โดย กำหนดให้ A = สายพันธุ์ของไส้เดือนดิน โดยเริ่มจาก ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricu rubellus* เป็น A_1 A_2 A_3 A_4 และA_5 ตามลำดับ และ B = อาหาร โดยเริ่มจาก ใส่มูลวัวนม เศษอาหาร เศษผัก และเศษผลไม้ เป็น B_1 B_2 B_3 และB_4 ตามลำดับ

ตำรับทดลองที่ 1	ไม่ใส่ไส้เดือน + มูลวัวนม
ตำรับทดลองที่ 2	ไม่ใส่ไส้เดือน + เศษผัก
ตำรับทดลองที่ 3	ไม่ใส่ไส้เดือน + เศษผลไม้
ตำรับทดลองที่ 4	ไม่ใส่ไส้เดือน + เศษอาหาร
ตำรับทดลองที่ 5	ไส้เดือนพันธุ์ *Pheretima peguana* + มูลวัวนม
ตำรับทดลองที่ 6	ไส้เดือนพันธุ์ *Pheretima peguana* + เศษผัก
ตำรับทดลองที่ 7	ไส้เดือนพันธุ์ *Pheretima peguana* + เศษผลไม้
ตำรับทดลองที่ 8	ไส้เดือนพันธุ์ *Pheretima peguana* + เศษอาหาร
ตำรับทดลองที่ 9	ไส้เดือนพันธุ์ *Eisenia foetida* + มูลวัวนม
ตำรับทดลองที่ 10	ไส้เดือนพันธุ์ *Eisenia foetida* + เศษผัก
ตำรับทดลองที่ 11	ไส้เดือนพันธุ์ *Eisenia foetida* + เศษผลไม้
ตำรับทดลองที่ 12	ไส้เดือนพันธุ์ *Eisenia foetida* + เศษอาหาร
ตำรับทดลองที่ 13	ไส้เดือนพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* + มูลวัวนม
ตำรับทดลองที่ 14	ไส้เดือนพันธุ์ *Eudrilus eugemiae* + เศษผัก
ตำรับทดลองที่ 15	ไส้เดือนพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* + เศษผลไม้
ตำรับทดลองที่ 16	ไส้เดือนพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* + เศษอาหาร
ตำรับทดลองที่ 17	ไส้เดือนพันธุ์ *Lumbricus rubellus* + มูลวัวนม
ตำรับทดลองที่ 18	ไส้เดือนพันธุ์ *Lumbricus rubellus* + เศษผัก
ตำรับทดลองที่ 19	ไส้เดือนพันธุ์ *Lumbricus rubellus* + เศษผลไม้
ตำรับทดลองที่ 20	ไส้เดือนพันธุ์ *Lumbricus rubellus* + เศษอาหาร

วิธีการทดลอง

1. นำดินร่วนและมูลวัวแห้งร่อนผ่านตะเกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดไส้เดือนดินและถุงไข่ (cocoon) ของไส้เดือนดินและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

2. นำดินและมูลวัวแห้งมาผสมในอัตราส่วน 2: 1 และปรับความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ หมักทิ้งไว้นาน 2 สัปดาห์

3. นำดินที่ผสมแล้วมาใส่ถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยถังพลาสติก 2 ใบ ขนาดต่างกัน โดยนำมาวางซ้อนกัน ด้านบนมีขนาดใหญ่กว่าด้านล่างคือเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตรเจาะรู

ด้านล่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร ใส่ดินชุดละ 1,500 กรัม ปล่อยไส้เดือนดินสายพันธุ์ละ 80 กรัม ต่อถัง 1 ชุด ปิดฝาด้วยกระดาษลูกฟูกเจาะรู

4. ให้อาหารชนิดต่างๆ คือ เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหาร และมูลวัวนมสด อย่างละ 160 กรัม โดยให้จนกว่าไส้เดือนดินจะย่อยสลายขยะอินทรีย์เหล่านั้นหมดจึงเพิ่มขยะอินทรีย์ ใช้ระยะเวลาในการทดลองทั้งสิ้น 98 วัน

การบันทึกข้อมูล

ในการบันทึกข้อมูลจะทำการบันทึกข้อมูลในการศึกษา ดังต่อไปนี้ วันเริ่มทำการเลี้ยงไส้เดือนดิน น้ำหนักดินร่วนก่อนทำการเลี้ยงไส้เดือนดิน น้ำหนักของไส้เดือนดินก่อนที่จะทำการเลี้ยงไส้เดือนดิน ปริมาณขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่ใส่ในแต่ละครั้ง ระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ น้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียก ปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์ความชื้นของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน วันสิ้นสุดการเลี้ยงไส้เดือนดิน ถ่ายภาพการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ และการวัดอุณหภูมิ

เวลาและสถานที่การทดลอง

เวลา

เริ่มดำเนินการทดลอง	พฤศจิกายน 2548
สิ้นสุดการทดลอง	กุมภาพันธ์ 2551

สถานที่

ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

การวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบความเร็วและคุณภาพในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยไส้เดือนดินที่เป็นสายพันธุ์ทางการค้าและสายพันธุ์ท้องถิ่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของขยะอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณและระยะเวลาในการกำจัดขยะอินทรีย์ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* งานวิจัยได้แบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1ศึกษาอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* ในอาหารที่แตกต่างกัน คือ มูลวัวนม เศษผัก เศษผลไม้ และเศษอาหาร

การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะเวลาและอัตราการออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae*และ *Lumbricus rubellus*

การทดลองที่ 3 ศึกษาความเร็วในการย่อยสลายขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*

ผลการทดลองที่ 1
ศึกษาจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน เมื่อใช้จำนวนตัวและขยะอินทรีย์ที่แตกต่างกัน

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน พบว่า ไส้เดือนดินจำนวนต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว มีจำนวนถุงไข่เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 3.13 ถุงไข่ รองลงมาได้แก่ ไส้เดือนดิน จำนวน 4 ตัว มีจำนวนถุงไข่เฉลี่ยเท่ากับ 2.87 ถุงไข่ ส่วนไม่ใส่ไส้เดือนดินและไม่ใส่ขยะอินทรีย์มีจำนวนถุงไข่น้อยที่สุด คือ 0 ตัว ไส้เดือนดิน 8 ตัว และ 1 ตัว มีจำนวนถุงไข่เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 2.00 และ 1.40 ถุงไข่ ไส้เดือนดิน 8 ตัวและ 4 ตัว มีจำนวนถุงไข่เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ไส้เดือนดิน 4 ตัวและ 1 ตัว มีจำนวนถุงไข่เฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 1)

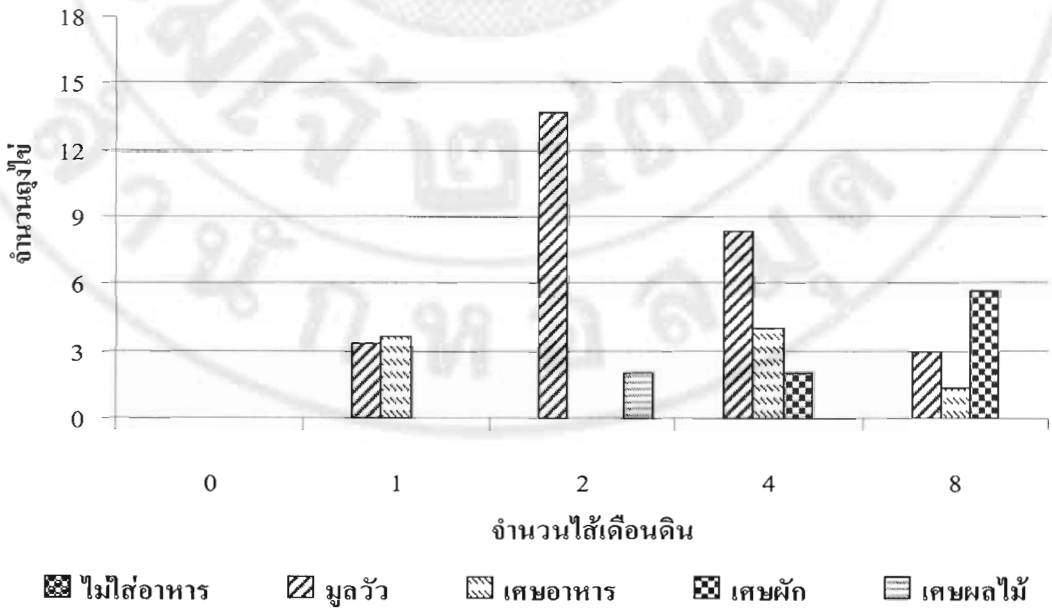
สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่าไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดทำการทดลองที่เลี้ยงด้วยขยะอินทรีย์ประเภทต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภท มูลวัวนม มีจำนวนถุงไข่เฉลี่ยสูงสุดคือ 5.67 ถุงไข่ รองลงมาคือขยะอินทรีย์ประเภท เศษ

อาหาร เศษผัก และ เศษผลไม้ มีจำนวนถุงไข่เฉลี่ยคือ 1.80 1.53 และ 0.40 ถุงไข่ ตามลำดับ ส่วนที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์มีจำนวนถุงไข่เฉลี่ยต่ำสุด คือ 0 ถุงไข่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 1)

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ไส้เดือนดิน จำนวน 2 ตัวร่วมกับ มูลวัวนม มีจำนวนถุงไข่สูงสุดคือ 13.67 ถุงไข่ รองลงมาได้แก่ ไส้เดือนดิน จำนวน 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 8.33 ถุงไข่ ไส้เดือนดิน จำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก เท่ากับ 5.67 ถุงไข่ ไส้เดือนดิน จำนวน 1 ตัวร่วมกับ เศษอาหารและมูลวัวนม มีจำนวนถุงไข่ เท่ากับ 3.67 และ 3.33 ถุงไข่ ไส้เดือนดิน จำนวน 8 ตัวร่วมกับมูลวัวนม มีจำนวนถุงไข่ 3.00 ถุงไข่ ไส้เดือนดิน จำนวน 4 ตัวร่วมกับเศษผัก ไส้เดือนดิน จำนวน 2 ตัวร่วมกับเศษผลไม้ ไส้เดือนดิน จำนวน 8 ตัวร่วมกับเศษอาหารมีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 2.00 2.00 และ 1.33 ถุงไข่ ตามลำดับ ส่วนไส้เดือนดิน จำนวน 8 ตัวร่วมกับเศษผลไม้ และเศษผัก ไส้เดือนดิน จำนวน 4 ตัวร่วมกับเศษผลไม้ และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไส้เดือนดิน จำนวน 2 ตัวร่วมกับเศษผัก เศษอาหาร และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไส้เดือนดิน จำนวน 1 ตัวร่วมกับเศษผลไม้ เศษผัก และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับเศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์จะมีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 ถุงไข่ ตามลำดับ (ตาราง 1 และภาพ 1)

ตาราง 1 แสดงจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

จำนวนตัว	จำนวนถุงไข่					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ตัว	0.00	3.33	3.67	0.00	0.00	1.40
2 ตัว	0.00	13.67	0.00	0.00	2.00	3.13
4 ตัว	0.00	8.33	4.00	2.00	0.00	2.87
8 ตัว	0.00	3.00	1.33	5.67	0.00	2.00
ค่าเฉลี่ย	0.00	5.67	1.80	1.53	0.40	1.88
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ					
C.V. (%)	286.64					



ภาพ 1 จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

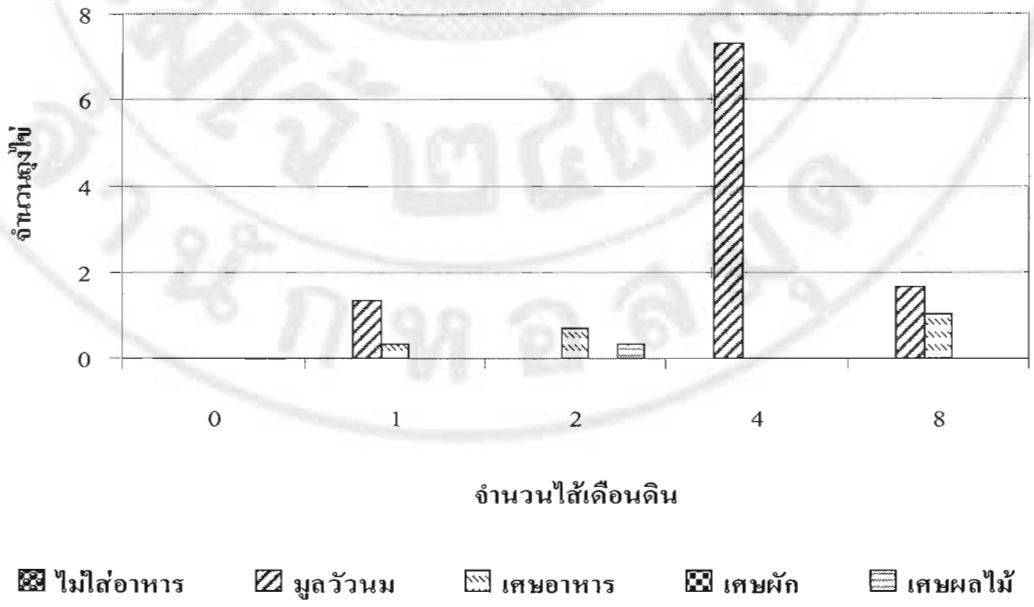
จากผลการทดลอง ดังแสดงในตาราง 2 และ ภาพ 2 จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินหลังการทดลองที่ระดับจำนวนตัวไส้เดือนดินแตกต่างกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง โดยที่ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ให้จำนวนถุงไข่สูงสุด คือ 1.47 ถุงไข่ ส่วนไส้เดือนดินจำนวน 8 1 และ 2 ตัว ให้จำนวนถุงไข่ 0.53 0.33 และ 0.20 ถุงไข่ ตามลำดับ และไส้เดือนดินจำนวน 0 ตัวให้จำนวนถุงไข่น้อยที่สุด คือ 0.00 ถุงไข่

สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่ามีผลต่อจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน โดยที่มูลวัวนมให้จำนวนถุงไข่สูงสุด คือ 2.07 ถุงไข่ ส่วนเศษอาหาร เศษผลไม้ เศษผัก และ ไม่ใส่อาหารให้จำนวนถุงไข่ เท่ากับ 0.40 0.07 0.00 และ 0.00 ถุงไข่ ตามลำดับ

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยที่ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับมูลวัวนม มีจำนวนถุงไข่สูงสุด คือ 7.33 ถุงไข่ รองลงมาได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 8 และ 1 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ให้จำนวนถุงไข่ 1.67 และ 1.33 ถุงไข่ ไส้เดือนดินจำนวน 8 2 และ 1 ตัว ร่วมกับเศษอาหาร ให้จำนวนถุงไข่เท่ากับ 1.00 0.67 และ 0.33 ถุงไข่ ตามลำดับ และไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับเศษผลไม้ ให้จำนวนถุงไข่เท่ากับ 0.33 ถุงไข่ ส่วนตำรับทดลองที่มีจำนวนถุงไข่น้อยที่สุดคือ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับเศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 ถุงไข่ ตามลำดับ

ตาราง 2 แสดงจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

จำนวนตัว	จำนวนถุงไข่					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ตัว	0.00	1.33	0.33	0.00	0.00	0.33
2 ตัว	0.00	0.00	0.67	0.00	0.33	0.20
4 ตัว	0.00	7.33	0.00	0.00	0.00	1.47
8 ตัว	0.00	1.67	1.00	0.00	0.00	0.53
ค่าเฉลี่ย	0.00	2.07	0.40	0.00	0.07	0.51
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ					
C.V. (%)	357.45					



ภาพ 2 จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

จากตาราง 3 และ ภาพ 3 พบว่า จำนวนตัวที่แตกต่างกันมีผลต่อการออกถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 8 ตัว จะให้ถุงไข่สูงสุด คือ 2.93 ถุงไข่ รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติคือ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 2 ตัว คือ 2.46 ถุงไข่ และตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 4 ตัว มีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 2.00 ถุงไข่ ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 1 ตัว และไม่ใส่ไส้เดือนดินมีจำวนถุงไข่เท่ากับ 0.00 ถุงไข่

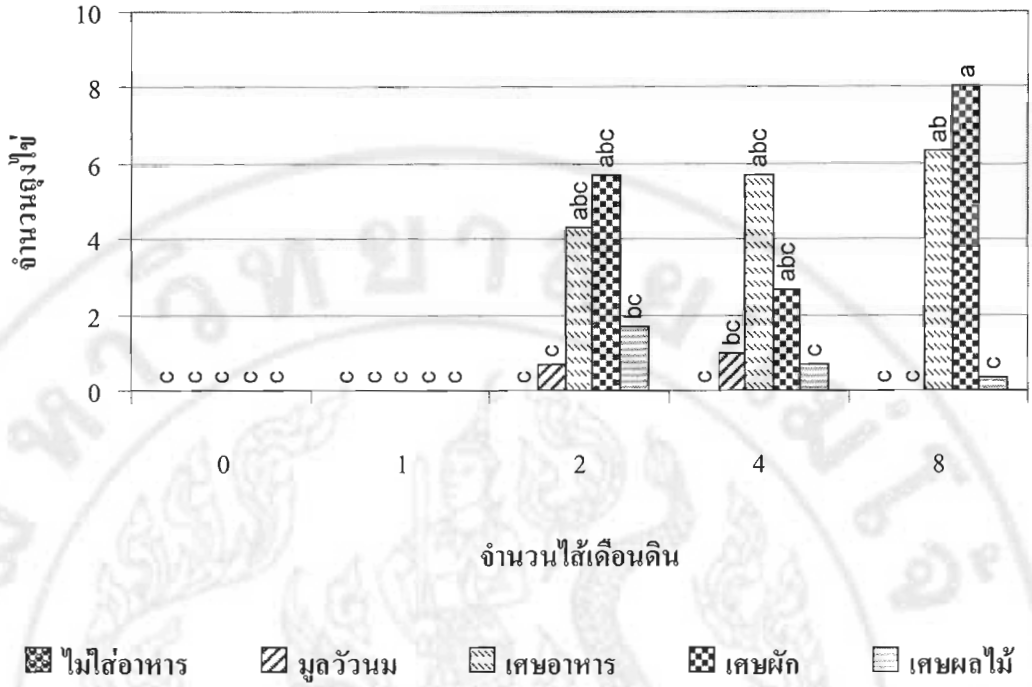
โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ชนิดของอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อการออกถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารจะให้จำนวนถุงไข่สูงที่สุด คือ 3.26 ถุงไข่ รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติคือ ตำรับทดลองที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผักให้จำนวนถุงไข่เท่ากับ 3.26 ถุงไข่ ตำรับทดลองที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ และมูลวัวนม มีจำนวนถุงไข่ไส้เดือนดินเท่ากับ 0.53 และ 0.33 ถุงไข่ ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์จะมีถุงไข่น้อยที่สุด คือ 0.00 ถุงไข่

จำนวนตัวของไส้เดือนดินและชนิดอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก จะมีจำนวนถุงไข่สูงที่สุด คือ 8.00 ถุงไข่ รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติคือ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 6.33 ถุงไข่ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 4 และ 2 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 4 ตัว ร่วมกับ เศษผัก จะมีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 5.67 5.67 4.33 และ 2.67 ถุงไข่ ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ และตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 1.67 และ 1.00 ถุงไข่ ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 4 และ 8 ตัว ร่วมกับ ผลไม้ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 8 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 8 4 และ 2 ตัว ร่วมกับ ไม่ใส่อาหาร ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่อาหาร ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูล

วัวนม และไม่ใส่อาหาร มีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 0.67 0.67 0.33 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 ถุงไข่ ตามลำดับ

ตาราง 3 แสดงจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

จำนวนตัว	จำนวนถุงไข่					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00
1 ตัว	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00
2 ตัว	0.00^{c}	0.67^{c}	4.33^{abc}	5.67^{abc}	1.67^{bc}	2.47
4 ตัว	0.00^{c}	1.00^{bc}	5.67^{abc}	2.67^{abc}	0.67^{c}	2.00
8 ตัว	0.00^{c}	0.00^{c}	6.33^{ab}	8.00^{a}	0.33^{c}	2.93
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.33	3.27	3.27	0.53	1.48
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	150.48					



ภาพ 3 จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

จำนวนตัวที่แตกต่างกันมีผลต่อการออกถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* โดยที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ให้จำนวนถุงไข่สูงที่สุด คือ 6.93 ถุงไข่ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 1 4 และ 2 ตัว ให้จำนวนถุงไข่เท่ากับ 0.87 0.60 และ 0.60 ถุงไข่ ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินจะมีจำนวนถุงไข่น้อยที่สุด คือ 0.00 ถุงไข่

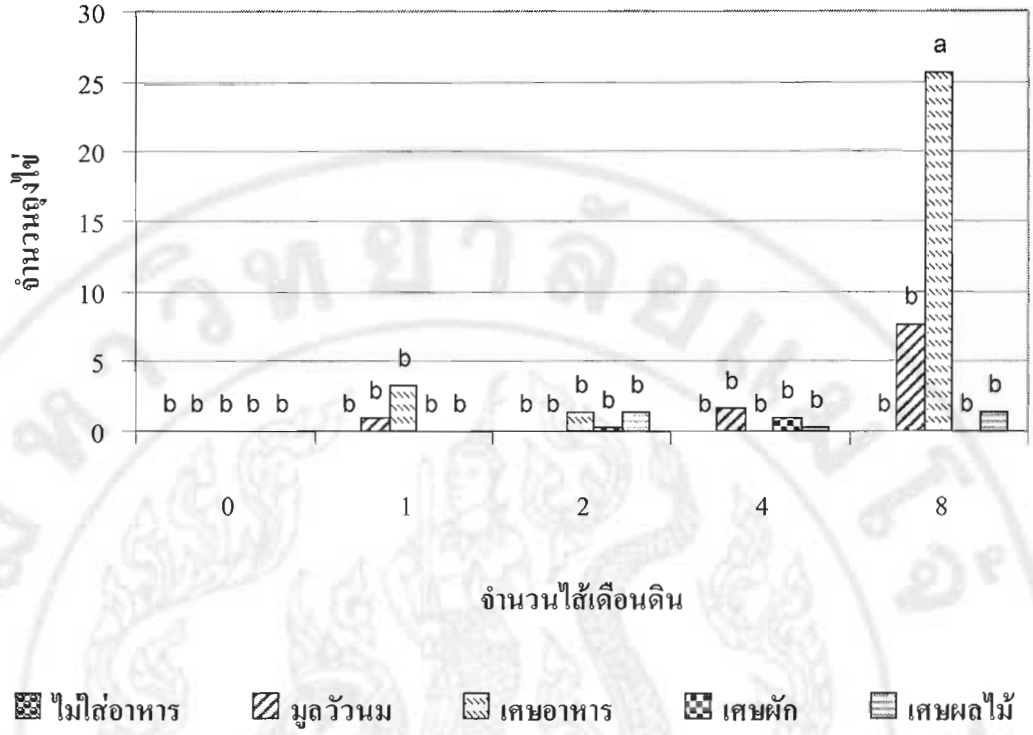
โดยตำรับทดลองที่ใส่ชนิดของอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อการออกถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารจะให้จำนวนถุงไข่สูงที่สุด คือ 6.07 ถุงไข่ รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติคือ ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนม เศษผลไม้ และเศษผัก จะมีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 2.07 0.60 และ 0.27 ถุงไข่ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์จะมีจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินน้อยที่สุด คือ 0.00 ถุงไข่

จำนวนตัวของไส้เดือนดินและชนิดอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus*

eugeniae 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหารจะมีจำนวนถุงไข่สูงที่สุด คือ 25.67 ถุงไข่ รองลงมาและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ร่วมกับมูลวัวนม จะมีจำนวนถุงไข่เท่ากับ 7.67 ถุงไข่ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 1 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ และ เศษอาหาร ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 1 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 4 ตัว ร่วมกับ เศษผัก และผลไม้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก จะมีจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินเท่ากับ 3.33 1.67 1.33 1.33 1.33 1.00 1.00 0.33 และ 0.33 ถุงไข่ ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก และไม่ใส่ไส้เดือนดิน ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหร และไม่ใส่ไส้เดือนดิน ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม และไม่ใส่ไส้เดือนดิน ไม่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ไส้เดือนดิน จะมีจำนวนถุงไข่ที่น้อยที่สุด เท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 ถุงไข่ (ตาราง 4 และภาพ 4)

ตาราง 4 แสดงจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

จำนวนตัว	จำนวนถุงไข่					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00
1 ตัว	0.00^{b}	1.00^{b}	3.33^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.87
2 ตัว	0.00^{b}	0.00^{b}	1.33^{b}	0.33^{b}	1.33^{b}	0.60
4 ตัว	0.00^{b}	1.67^{b}	0.00^{b}	1.00^{b}	0.33^{b}	0.60
8 ตัว	0.00^{b}	7.67^{b}	25.67^{a}	0.00^{b}	1.33^{b}	6.93
ค่าเฉลี่ย	0.00	2.07	6.07	0.27	0.60	1.80
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	318.95					



ภาพ 4 จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

ศึกษาจำนวนตัวของไส้เดือนดิน เมื่อใช้จำนวนตัวและขยะอินทรีย์ที่แตกต่างกัน

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

จำนวนตัวของไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ไส้เดือนดินจำนวนแตกต่างกัน มีผลต่อจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว มีจำนวนประชากรเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 70.47 ตัว รองลงมาได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว มีจำนวนประชากรเฉลี่ยเท่ากับ 38.2 ตัว ส่วนไม่ใส่ไส้เดือนดินมีจำนวนประชากรต่ำที่สุด คือ 0.00 ตัว ไส้เดือนดิน 2 ตัว และ 1 ตัว มีจำนวนประชากรเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 27.2 และ 16.54 ตัว สำหรับไส้เดือนดิน 4 และ 2 ตัว มีจำนวนประชากรเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ไส้เดือนดิน 4 ตัวและ 1 ตัว มีจำนวนประชากรเมื่อสิ้นสุดการทดลองแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตาราง 5)

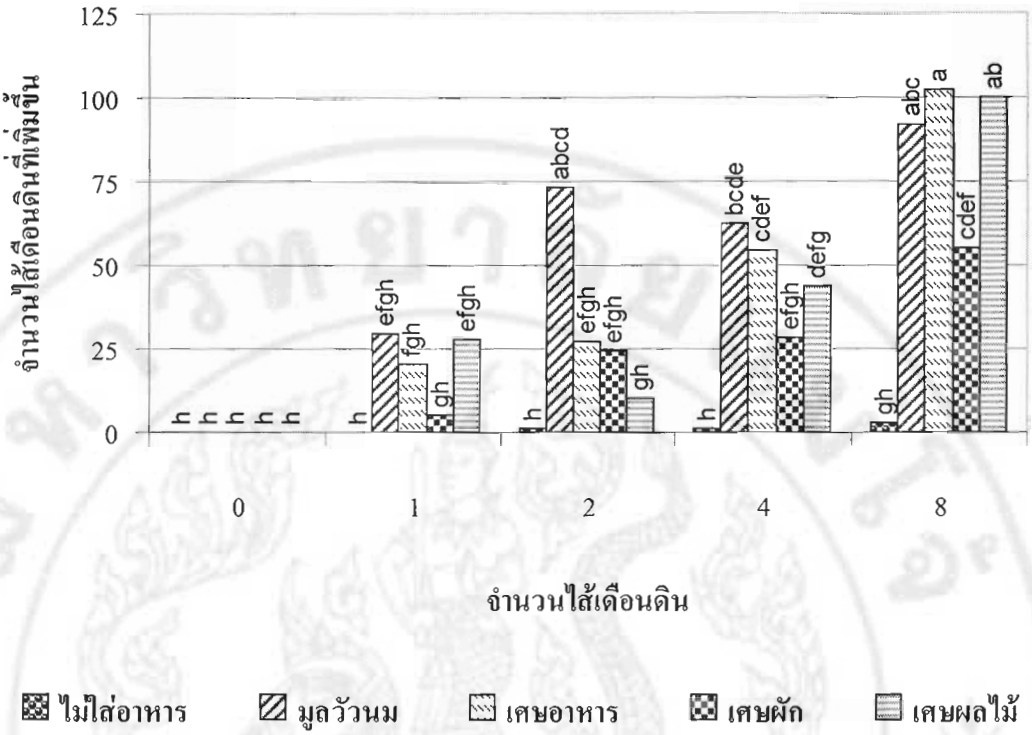
สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ตำรับทดลองที่เลี้ยงไส้เดือนดินด้วย มูลวัว และเศษอาหาร มีจำนวนประชากรเฉลี่ยสูงสุดคือ 51.47 และ 40.87 ตัว แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการไม่ใส่ขยะอินทรีย์มีผลให้มีจำนวนตัวต่ำที่สุด คือ 0.93 ตัว ส่วนขยะ

อินทรีย์ประเภทเศษผลไม้มีผลให้จำนวนประชากรของไส้เดือนดินเท่ากับ 36.40 ตัวซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับขยะอินทรีย์ประเภท มูลวัวนม และเศษอาหาร สำหรับขยะอินทรีย์ประเภท เศษผัก มีผลทำให้จำนวนประชากรของไส้เดือนดินเท่ากับ 22.73 ตัว ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ (ตาราง 5)

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อจำนวนไส้เดือนดิน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีจำนวนประชากรสูงสุด คือ 102.33 ตัว รองลงมาไม่แตกต่างทางสถิติ ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ และมูลวัวนม คือ 100.00 และ 92.00 ตัว ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีจำนวนประชากรเท่ากับ 73.33 ตัว สำหรับไส้เดือนดิน 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีจำนวนประชากรเท่ากับ 62.67 ตัว สำหรับไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัว มีจำนวนประชากรเท่ากับ 62.67 ตัว ไม่แตกต่างทางสถิติกับไส้เดือนดินจำนวน 8 ร่วมกับ เศษผัก มีจำนวนประชากรเท่ากับ 55.33 ตัว ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร และ เศษผลไม้ มีจำนวนประชากรเท่ากับ 54.67 และ 44.00 ตัว ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร และ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีจำนวนประชากรเท่ากับ 29.33 28.67 27.67 27.00 และ 24.33 ตัว ตามลำดับ ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีจำนวนประชากรเท่ากับ 20.33 ตัว ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผัก และไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีจำนวนไส้เดือนดินเท่ากับ 10.33 5.33 และ 2.67 ตัว ตามลำดับ ไส้เดือนดินจำนวน 4 และ 2 ตัว ร่วมกับ ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีจำนวนไส้เดือนดินเท่ากับ 1.00 และ 1.00 ตัว ส่วนตำรับทดลองที่มีจำนวนประชากรไส้เดือนดินน้อยที่สุดคือ ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และ ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีจำนวนไส้เดือนดินเท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 ตัว ตามลำดับ (ตาราง 5 และภาพ 5)

ตาราง 5 แสดงจำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

จำนวนตัว	จำนวนตัว					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{h}	0.00^{h}	0.00^{h}	0.00^{h}	0.00^{h}	0.00
1 ตัว	0.00^{h}	29.33^{efgh}	20.33^{fgh}	5.33^{gh}	27.67^{efgh}	0.00
2 ตัว	1.00^{h}	73.33^{abcd}	27.00^{efgh}	24.33^{efgh}	10.33^{gh}	1.00
4 ตัว	1.00^{h}	62.67^{bcde}	54.67^{cdef}	28.67^{efgh}	44.00^{defg}	1.00
8 ตัว	2.67^{gh}	92.00^{abc}	102.33^{a}	55.33^{cdef}	100.00^{ab}	2.67
ค่าเฉลี่ย	0.93	51.47	40.87	22.73	36.40	0.93
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	53.63					



ภาพ 5 จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

จำนวนประชากรของไส้เดือนดินหลังการทดลองที่ระดับจำนวนตัวแตกต่างกัน พบว่า ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นสูงสุด คือ 93.53 ตัว รองลงมาและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นเท่ากับ 71.93 ตัว ไส้เดือนดินจำนวน 2 และ 1 ตัว ให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นเท่ากับ 37.53 และ 28.33 ตัว ส่วนไม่ใส่ไส้เดือนดินจำนวนประชากรน้อยที่สุด คือ 0.00 ตัว

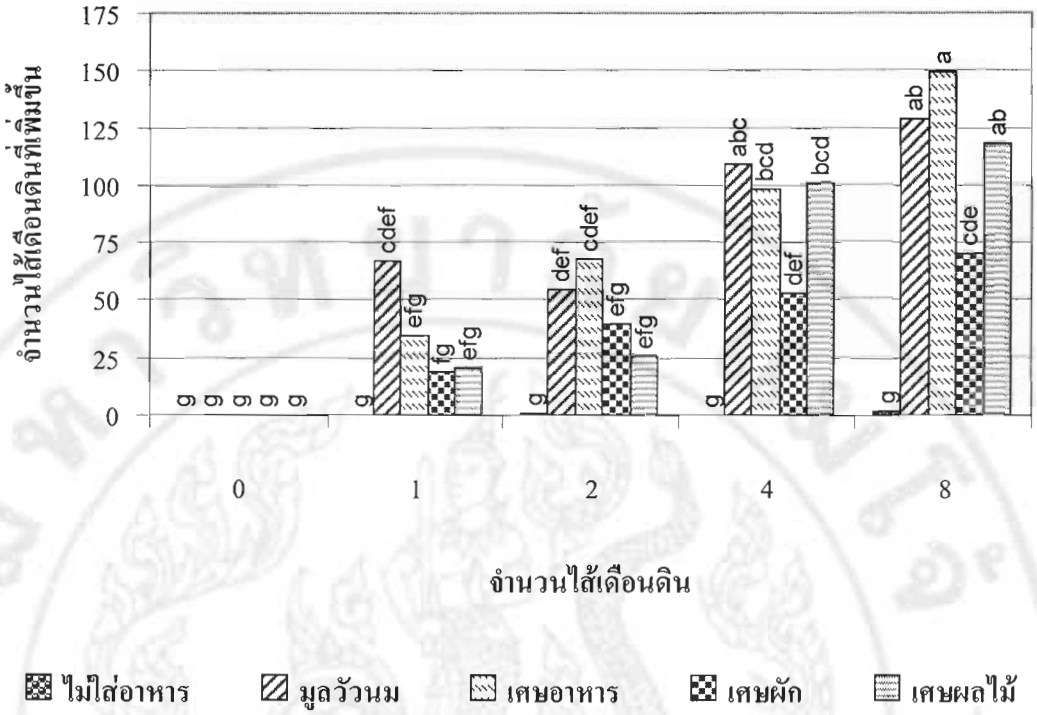
สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่า มีผลต่อจำนวนประชากรของไส้เดือนดิน โดยที่มูลวัวนมให้จำนวนประชากรของไส้เดือนดินสูงสุด คือ 71.88 ตัว รองลงมาคือ เศษอาหารและเศษผลไม้ ให้จำนวนประชากรไส้เดือนดินเท่ากับ 69.87 และ 52.93 ตัว และเศษผัก ให้จำนวนประชากรไส้เดือนดินเท่ากับ 36.33 ตัว ส่วนไม่ใส่อาหารให้จำนวนประชากรไส้เดือนดินน้อยที่สุด คือ 0.40 ตัว

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนประชากรของไส้เดือนดิน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับเศษอาหาร ให้

จำนวนประชากรสูงสุด คือ 149.33 ตัว รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ คือ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับมูลวัวนม และเศษผลไม้ ให้จำนวนประชากรเท่ากับ 129.00 และ 118.00 ตัว ส่วนไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับมูลวัวนม ให้จำนวนประชากรเท่ากับ 108.67 ตัว ส่วนไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับเศษผลไม้ และเศษอาหาร มีจำนวนประชากรไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นเท่ากับ 100.33 และ 98.00 ตัว ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ส่วนไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัวร่วมกับเศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับเศษอาหาร และไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับมูลวัวนม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ 70.00 67.33 และ 67.00 ตัว ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับเศษผลไม้ และเศษอาหาร ส่วนไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับมูลวัวนม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับเศษผัก คือ 54.33 และ 52.67 ตัว ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับเศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับเศษอาหาร และไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับมูลวัวนม ส่วนไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับเศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับเศษอาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับเศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับเศษผลไม้ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ คือ 39.67 34.67 25.67 และ 20.67 ตัว ตามลำดับ ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับเศษผลไม้ มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นเท่ากับ 19.33 ตัว ส่วนไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับไม่ใส่อาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับไม่ใส่อาหาร ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับไม่ใส่อาหาร ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับมูลวัวนม เศษอาหาร เศษผัก และผลไม้ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ คือ 1.33 0.67 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 ตัว ตามลำดับ (ตาราง 6 และภาพ 6)

ตาราง 6 แสดงจำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

จำนวนตัว	จำนวนตัว					ค่าเฉลี่ย
	เศษ					
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	อาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{g}	0.00^{g}	0.00^{g}	0.00^{g}	0.00^{g}	0.00
1 ตัว	0.00^{g}	67.00^{cdef}	34.67^{efg}	19.33^{fg}	20.67^{efg}	28.33
2 ตัว	0.67^{g}	54.33^{def}	67.33^{cdef}	39.67^{efg}	25.67^{efg}	37.53
4 ตัว	0.00^{g}	108.67^{abc}	98.00^{bcd}	52.67^{def}	100.33^{bcd}	71.93
8 ตัว	1.33^{g}	129.00^{ab}	149.33^{a}	70.00^{cde}	118.00^{ab}	93.53
ค่าเฉลี่ย	0.40	71.80	69.87	36.33	52.93	46.27
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	42.54					



ภาพ 6 จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

จากการทดลอง ศึกษาอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ในอาหารที่แตกต่างกัน พบว่าจำนวนตัวที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนประชากรของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ที่เพิ่มขึ้น โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 8 ตัว มีจำนวนประชากรสูงที่สุด คือ 61.47 ตัว รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติคือ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 2 และ 4 ตัว มีจำนวนประชากรเท่ากับ 54.4 และ 52.6 ตัว ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 1 ตัว มีจำนวนประชากรเท่ากับ 0.73 ตัว ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* มีค่าน้อยที่สุด คือ 0.00 ตัว

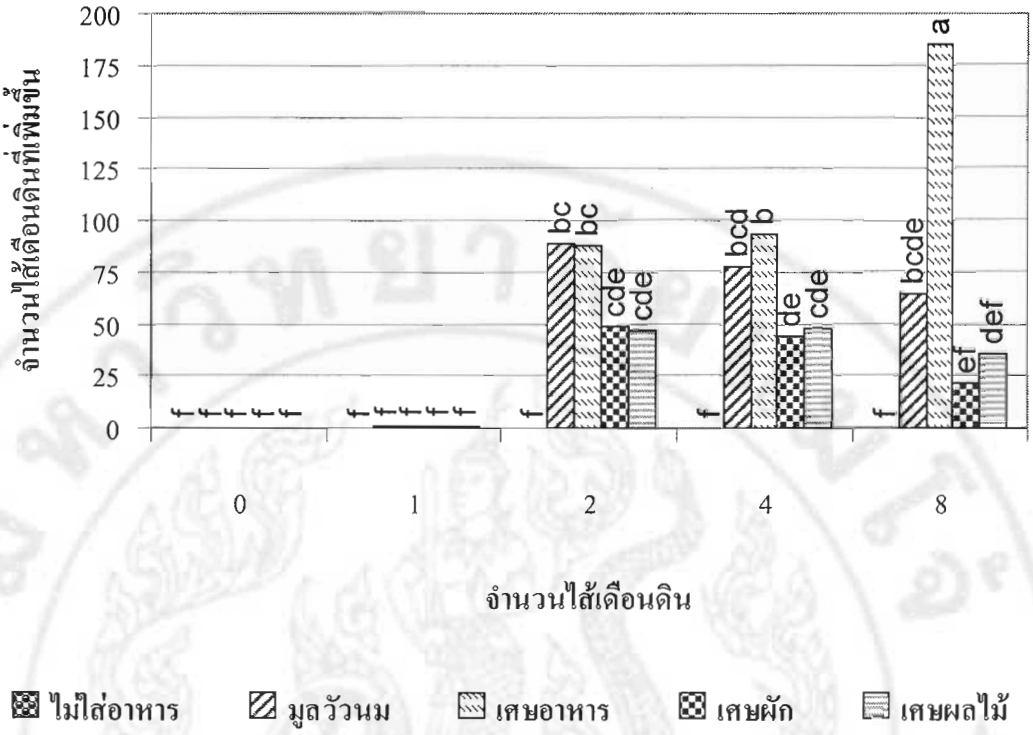
โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ชนิดของอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนประชากรของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารจะให้จำนวนประชากรสูงที่สุด คือ 73.40 ตัว รองลงมาคือ ตำรับทดลองที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนมมีจำนวนประชากรเท่ากับ 46.40 ตัว และตำรับทดลองที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภท เศษผลไม้ และ เศษผัก มีจำนวน

ประชากรเท่ากับ 26.27 และ 23.07 ตัว ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์จะมีจำนวนประชากรของไส้เดือนดินน้อยที่สุด คือ 6.67 ตัว

จำนวนตัวของไส้เดือนดินและชนิดอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rebullus* 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีจำนวนประชากรสูงสุด คือ 185.00 ตัว รองลงมาคือ ตำรับทดลองที่ใส่ 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีจำนวนไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ประชากรเท่ากับ 93.33 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม และเศษอาหาร มีจำนวนประชากรเท่ากับ 88.33 และ 88.00 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีจำนวนประชากรเท่ากับ 78.00 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 8 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีจำนวนประชากรเท่ากับ 64.67 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 4 และ 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีจำนวนประชากรเท่ากับ 49.00 48.00 และ 46.67 ตัว ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 4 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีจำนวนประชากรเท่ากับ 43.67 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีค่าเท่ากับ 35.67 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีจำนวนประชากรเท่ากับ 21.67 ตัว ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก มูลวัวนม และเศษอาหาร ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* 8 4 2 และ 1 ตัว ร่วมกับ ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีจำนวนประชากรเท่ากับ 1.00 1.00 1.00 0.67 0.33 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 ตัว (ตาราง 7 และภาพ 7)

ตาราง 7 แสดงจำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

จำนวนตัว	จำนวนตัว					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00^{f}	0.00
1 ตัว	0.00^{f}	1.00^{f}	0.67^{f}	1.00^{f}	1.00^{f}	0.73
2 ตัว	0.00^{f}	88.33^{bc}	88.00^{bc}	49.00^{cde}	46.67^{cde}	54.40
4 ตัว	0.00^{f}	78.00^{bcd}	93.33^{b}	43.67^{de}	48.00^{cde}	52.60
8 ตัว	0.33^{f}	64.67^{bcde}	185.00^{a}	21.67^{ef}	35.67^{def}	61.47
ค่าเฉลี่ย	0.07	46.40	73.40	23.07	26.27	33.84
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	51.36					



ภาพ 7 จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

จากการทดลอง ศึกษาอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ในอาหารที่แตกต่างกัน พบว่าจำนวนตัวที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนประชากรของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ที่เพิ่มขึ้น โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว มีจำนวนประชากรสูงที่สุด คือ 120.13 ตัว รองลงมาคือตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* จำนวน 4 และ 2 ตัว มีจำนวนประชากรเท่ากับ 86.40 และ 65.67 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* จำนวน 1 ตัว มีจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 26.73 ตัว ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินมีจำนวนประชากรเท่ากับ 0 ตัว

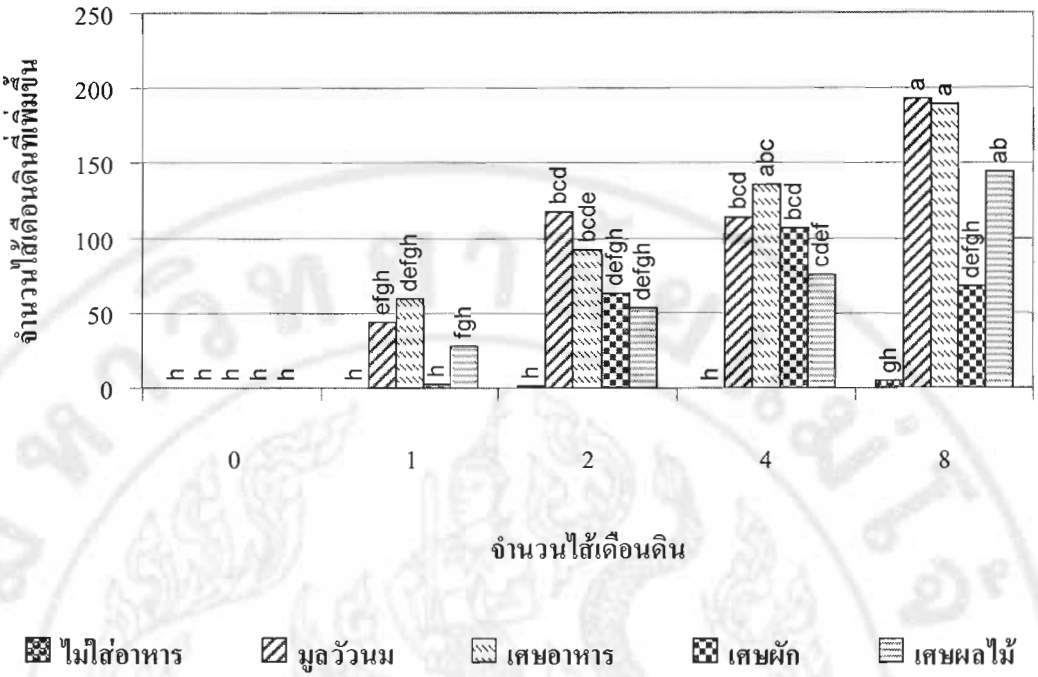
โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ชนิดของอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนประชากรของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารจะให้จำนวนประชากรสูงที่สุด คือ 95.40 ตัว รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติคือ ตำรับทดลองที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนม มีจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 93.60 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้

และเศษผัก มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นเท่ากับ 60.47 และ 48.07 ตัว ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์จะมีจำนวนประชากรน้อยที่สุด คือ 1.40 ตัว

จำนวนตัวของไส้เดือนดินและชนิดอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีจำนวนประชากรสูงสุด คือ 193.33 ตัว รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ คือ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีจำนวนประชากรเท่ากับ 189.67 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีจำนวนประชากรเท่ากับ 144.67 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีจำนวนประชากรเท่ากับ 135.33 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม และเศษผัก มีจำนวนประชากรเท่ากับ 117.33 114.00 และ 106.67 ตัว ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 2 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีจำนวนประชากรเท่ากับ 92.00 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 4 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีจำนวนประชากรเท่ากับ 75.67 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีจำนวนประชากรเท่ากับ 67.67 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 1 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร และตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีจำนวนประชากรเท่ากับ 63.67 60.00 และ 54.00 ตัว ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 1 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีจำนวนประชากรเท่ากับ 43.33 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีจำนวนประชากรเท่ากับ 28.00 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ร่วมกับไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีจำนวนประชากรเท่ากับ 5.33 ตัว ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 1 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 2 และ 4 ตัว ร่วมกับ ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีจำนวนประชากรเท่ากับ 2.33 1.33 และ 0.33 ตัว ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 1 ตัว ร่วมกับไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus Eugeniae.* ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีจำนวนประชากรเท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 ตัว ตามลำดับ (ตาราง 8 และภาพ 8)

ตาราง 8 แสดงจำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

จำนวนตัว	จำนวนตัว					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{h}	0.00^{h}	0.00^{h}	0.00^{h}	0.00^{h}	0.00
1 ตัว	0.00^{h}	43.33^{efgh}	60.00^{defgh}	2.33^{h}	28.00^{fgh}	26.73
2 ตัว	1.33^{h}	117.33^{bcd}	92.00^{bcde}	63.67^{defgh}	54.00^{defgh}	65.67
4 ตัว	0.33^{h}	114.00^{bcd}	135.33^{abc}	106.67^{bcd}	75.67^{cdef}	84.40
8 ตัว	5.33^{gh}	193.33^{a}	189.67^{a}	67.67^{defg}	144.67^{ab}	120.13
ค่าเฉลี่ย	1.40	93.60	95.40	48.07	60.47	59.79
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	42.08					



ภาพ 8 จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

ศึกษาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน เมื่อใช้จำนวนตัวและขยะอินทรีย์ที่แตกต่างกัน

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

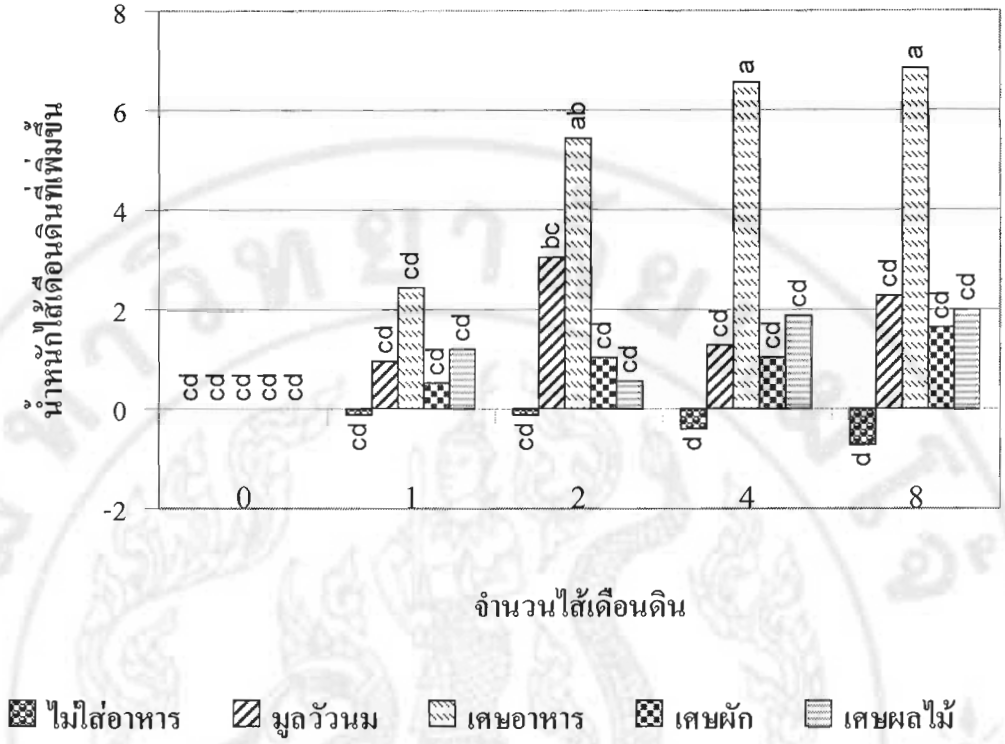
จำนวนประชากรของไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ไส้เดือนดินจำนวนแตกต่างกัน มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 2.42 กรัม รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 4 และ 2 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.08 และ 1.99 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 1.00 กรัม ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักของไส้เดือนดินน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดิน มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 กรัม

สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่า ไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองตำรับทดลองที่ใช้ขยะอินทรีย์ประเภท เศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.26 กรัม รองลงมาและแตกต่างทางสถิติคือ ตำรับทดลองที่ใช้ขยะอินทรีย์ประเภท มูลวัวนม และเศษผลไม้ มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.52 และ 1.13 กรัม ตำรับทดลองที่ใช้ขยะอินทรีย์ประเภท เศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.86 กรัม ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักของไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ -0.27 กรัม

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ไส้เดือนดินจำนวน 8 และ 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงที่สุด คือ 6.84 และ 6.58 กรัม รองลงมาไม่แตกต่างทางสถิติ ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 5.44 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 3.03 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม และเศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 4 และ 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ และไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.45 2.30 2.02 1.86 1.65 1.30 1.19 1.06 1.05 0.96 0.56 และ 0.52 กรัม ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ไม่มีน้ำหนักเปลี่ยนแปลงได้แก่ ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 กรัม ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักลดลงคือ ไส้เดือนดินจำนวน 1 2 4 และ 8 ตัว ร่วมกับ ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเท่ากับ -0.11 -0.13 -0.41 และ -0.71 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 9 และภาพ 9)

ตาราง 9 แสดงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

จำนวนตัว	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{cd}	0.00^{cd}	0.00^{cd}	0.00^{cd}	0.00^{cd}	0.00
1 ตัว	-0.11^{cd}	0.96^{cd}	2.45^{cd}	0.52^{cd}	1.19^{cd}	1.00
2 ตัว	-0.13^{cd}	3.03^{bc}	5.44^{ab}	1.05^{cd}	0.56^{cd}	1.99
4 ตัว	-0.41^{d}	1.30^{cd}	6.58^{a}	1.06^{cd}	1.86^{cd}	2.08
8 ตัว	-0.71^{d}	2.30^{cd}	6.84^{a}	1.65^{cd}	2.02^{cd}	2.42
ค่าเฉลี่ย	-0.27	1.52	4.26	0.86	1.13	1.50
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	85.48					



ภาพ 9 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

จำนวนประชากรของไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ไส้เดือนดินจำนวนแตกต่างกัน มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 3.10 กรัม รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติได้แก่ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.87 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.55 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.94 กรัม ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักของไส้เดือนดินน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดิน มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 กรัม

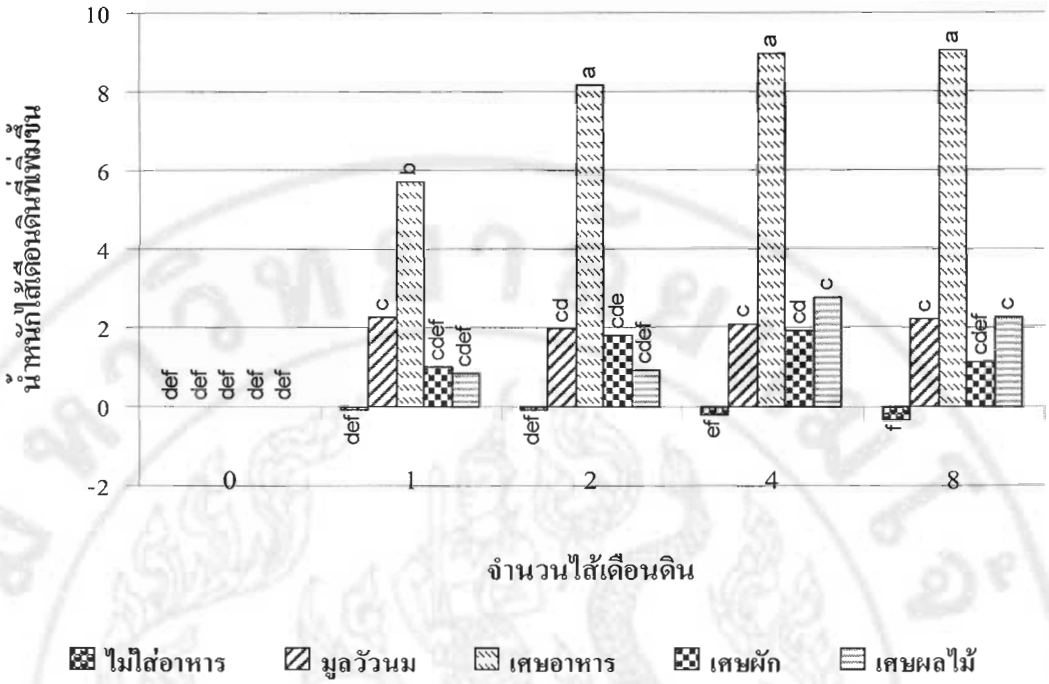
สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่า ไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองตำรับทดลองที่ใช้ขยะอินทรีย์ประเภท เศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดคือ 6.36 กรัม รองลงมาและแตกต่างทางสถิติคือ ตำรับทดลองที่ใช้ขยะอินทรีย์ประเภท มูลวัวนม เศษผลไม้ และเศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 1.35 และ 1.17 กรัม ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักของไส้เดือนดินที่

เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ -0.13 กรัม

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงที่สุด คือ 9.04 กรัม รองลงมาไม่แตกต่างทางสถิติ ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 4 และ 2 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 8.94 และ 8.14 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 5.69 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 4 และ 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 1, 8 และ 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 2.75 2.28 2.26 2.21 และ 2.08 กรัม ตามลำดับ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1.96 และ 1.91 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1.82 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 8 และ 1 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 2 และ 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1.14 1.00 0.91 และ 0.83 กรัม ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ไม่มีน้ำหนักเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 กรัม ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักลดลงคือ ไส้เดือนดินจำนวน 1 2 4 และ 8 ตัว ร่วมกับ ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเท่ากับ -6.00 -7.67 -0.19 และ -0.31 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 10 และภาพ 10)

ตาราง 10 แสดงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

จำนวนตัว	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{def}	0.00^{def}	0.00^{def}	0.00^{def}	0.00^{def}	0.00
1 ตัว	-0.06^{def}	2.26^{c}	5.69^{b}	1.00^{cdef}	0.83^{cdef}	1.94
2 ตัว	-0.08^{def}	1.96^{cd}	8.14^{a}	1.82^{cde}	0.91^{cdef}	2.55
4 ตัว	-0.19^{ef}	2.08^{c}	8.94^{a}	1.91^{cd}	2.75^{c}	3.10
8 ตัว	-0.31^{f}	2.21^{c}	9.04^{a}	1.14^{cdef}	2.28^{c}	2.87
ค่าเฉลี่ย	-0.13	1.70	6.36	1.17	1.35	2.09
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	37.68					



ภาพ 10 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

จำนวนประชากรของไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ไส้เดือนดินจำนวนแตกต่างกัน มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 3.39 กรัม รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติได้แก่ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 2 และ 8 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.90 และ 2.89 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.61 กรัม ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักของไส้เดือนดินน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดิน มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 กรัม

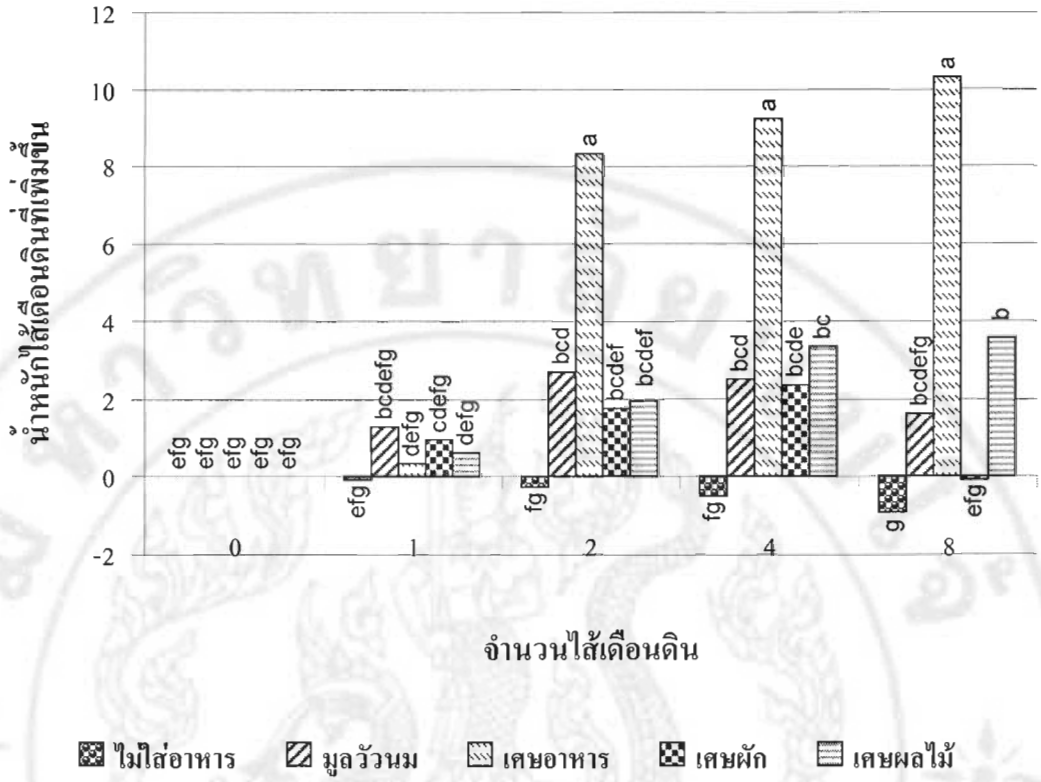
สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่า ไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองตำรับทดลองที่ใช้ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.64 กรัม รองลงมาและแตกต่างทางสถิติคือ ตำรับทดลองที่ใช้ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ มูลวัวนม และเศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.89 1.62 และ 0.99 กรัม ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักของไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ -0.35 กรัม

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูง

ที่สุด คือ 10.30 กรัม รองลงมาไม่แตกต่างทางสถิติ ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 4 และ 2 ตัว ร่วมกับเศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 9.25 และ 8.36 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 3.55 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 3.34 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 2 และ 4 ตัว ร่วมกับ เศษมูลวัวนม มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 2.70 และ 2.51 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ และเศษผัก มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 2.34 1.93 และ 1.76 กรัม ตามลำดับ ไส้เดือนดินจำนวน 8 และ 1 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1.60 และ 1.29 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผัก เศษผลไม้ และเศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.93 0.64 และ 0.32 กรัม ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ไม่มีน้ำหนักเปลี่ยนแปลงได้แก่ ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และ ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 กรัม ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักลดลงคือ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 1 2 4 และ 8 ตัว ร่วมกับ ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเท่ากับ -9.00 -0.10 -0.25 -0.50 และ -0.91 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 11 และภาพ 11)

ตาราง 11 แสดงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

จำนวนตัว	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{efg}	0.00^{efg}	0.00^{efg}	0.00^{efg}	0.00^{efg}	0.00
1 ตัว	-0.10^{efg}	1.29^{bcdefg}	0.32^{defg}	0.93^{cdefg}	0.64^{defg}	0.61
2 ตัว	-0.25^{fg}	2.70^{bcd}	8.36^{a}	1.76^{bcdef}	1.93^{bcdef}	2.90
4 ตัว	-0.50^{fg}	2.51^{bcd}	9.25^{a}	2.34^{bcde}	3.34^{bc}	3.39
8 ตัว	-0.91^{g}	1.60^{bcdefg}	10.30^{a}	-0.09^{efg}	3.55^{b}	2.89
ค่าเฉลี่ย	-0.35	1.62	5.64	0.99	1.89	1.96
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	49.90					



ภาพ 11 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

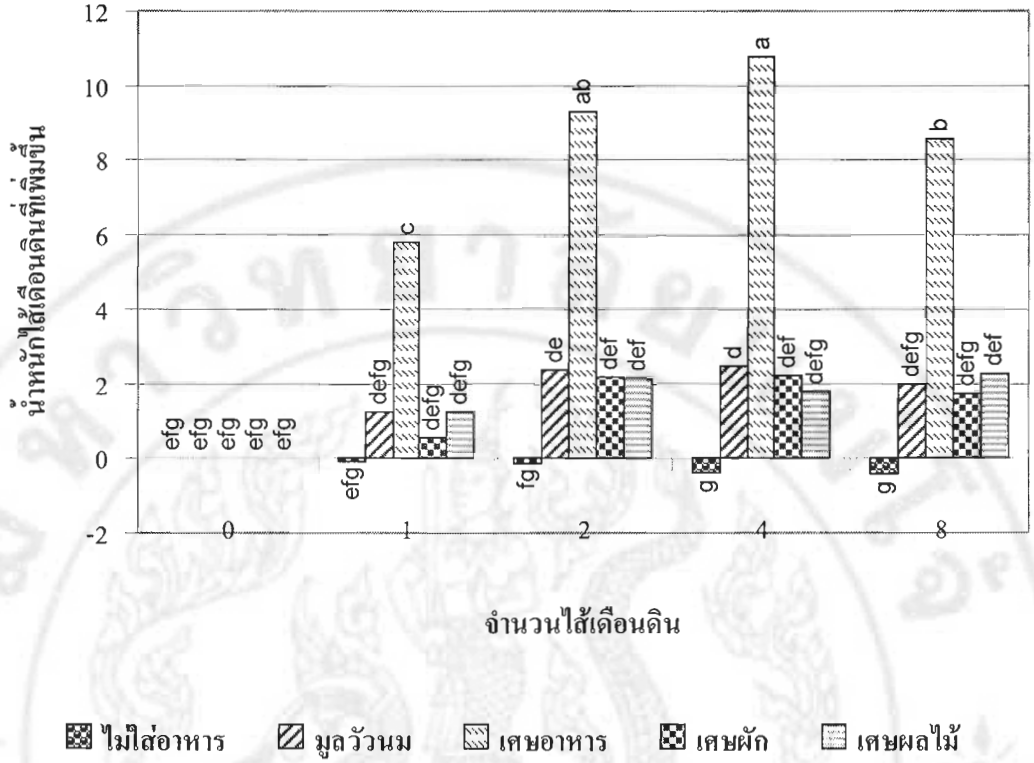
จำนวนประชากรของไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ไส้เดือนดินจำนวนแตกต่างกัน มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 3.37 กรัม รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติได้แก่ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 2 และ 8 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.17 และ 2.82 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.76 กรัม ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักของไส้เดือนดินน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดิน มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 กรัม

สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่า ไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองตำรับทดลองที่ใช้ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดคือ 6.88 กรัม รองลงมาและแตกต่างทางสถิติคือ ตำรับทดลองที่ใช้ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนม เศษผลไม้ และเศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.62 1.49 และ 1.34 กรัม ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักของไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ -0.20 กรัม

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงที่สุด คือ 10.75 กรัม รองลงมาไม่แตกต่างทางสถิติ ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 9.29 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 8.54 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 5.82 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 4 และ 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 2.49 และ 2.39 กรัม ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก และเศษผลไม้ มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 2.25 2.22 2.17 และ 2.14 กรัม ตามลำดับ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก และไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มูลวัวนม และเศษผัก มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 2.00 1.79 1.75 1.25 1.23 และ 0.56 กรัม ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ไม่มีน้ำหนักเปลี่ยนแปลงได้แก่ ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 กรัม ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักลดลงคือ ไส้เดือนดินจำนวน 1 2 4 และ 8 ตัว ร่วมกับ ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเท่ากับ -0.07 -0.12 -0.38 และ -0.43 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 12 และภาพ 12)

ตาราง 12 แสดงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae*

จำนวนตัว	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{efg}	0.00^{efg}	0.00^{efg}	0.00^{efg}	0.00^{efg}	0.00
1 ตัว	-0.07^{efg}	1.23^{defg}	5.82^{c}	0.56^{defg}	1.25^{defg}	1.76
2 ตัว	-0.12^{fg}	2.39^{de}	9.29^{ab}	2.17^{def}	2.14^{def}	3.17
4 ตัว	-0.38^{g}	2.49^{d}	10.75^{a}	2.22^{def}	1.79^{defg}	3.37
8 ตัว	-0.43^{g}	2.00^{defg}	8.54^{b}	1.75^{defg}	2.25^{def}	2.82
ค่าเฉลี่ย	-0.20	1.62	6.88	1.34	1.49	2.23
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	42.22					



ภาพ 12 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae*

ศึกษาน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินเมื่อใช้จำนวนตัวและขยะอินทรีย์ที่แตกต่างกัน

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ไส้เดือนดินจำนวนที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 0.40 กรัมต่อตัว รองลงมาได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.13 กรัมต่อตัว ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.10 กรัมต่อตัว ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.06 กรัมต่อตัว ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.00 กรัมต่อตัว

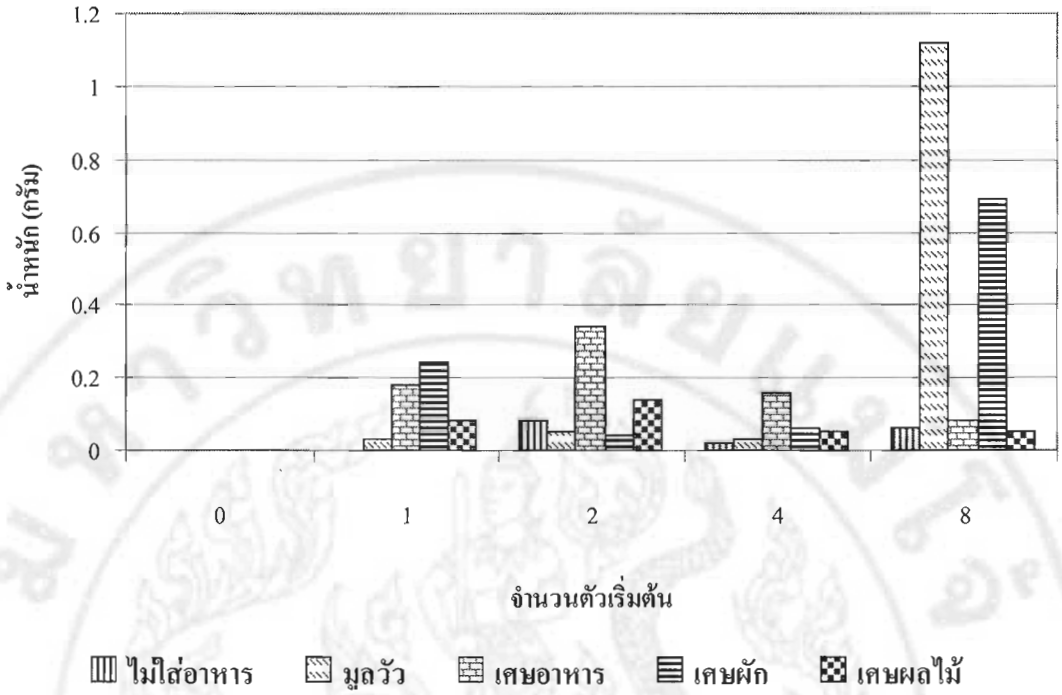
สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อสิ้นสุดการทดลองขยะอินทรีย์ประเภท มูลวัวนม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 0.25 กรัมต่อตัว ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.21 กรัมต่อตัว ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.15 กรัมต่อตัว ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ มี

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.06 กรัมต่อตัว ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.03 กรัมต่อตัว

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดิน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันกันทางสถิต ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงสุด คือ 1.12 กรัมต่อตัว รองลงมา ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.69 กรัมต่อตัว ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร และเศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.34 0.24 0.18 0.16 และ 0.14 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัวไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม และไม่ใส่ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.08 0.08 0.08 0.06 0.06 0.05 0.05 0.05 0.04 0.03 0.03 และ 0.02 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไม่ใส่ไส้เดือนดินร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 กรัมต่อตัว ตามลำดับ (ตาราง 13 และภาพ 13)

ตาราง 13 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

จำนวนตัว	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ตัว	0.00	0.03	0.18	0.24	0.08	0.10
2 ตัว	0.08	0.05	0.34	0.04	0.14	0.13
4 ตัว	0.02	0.03	0.16	0.06	0.05	0.06
8 ตัว	0.06	1.12	0.08	0.69	0.05	0.14
ค่าเฉลี่ย	0.03	0.25	0.15	0.21	0.06	0.14
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ					
C.V. (%)	320.66					



ภาพ 13 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

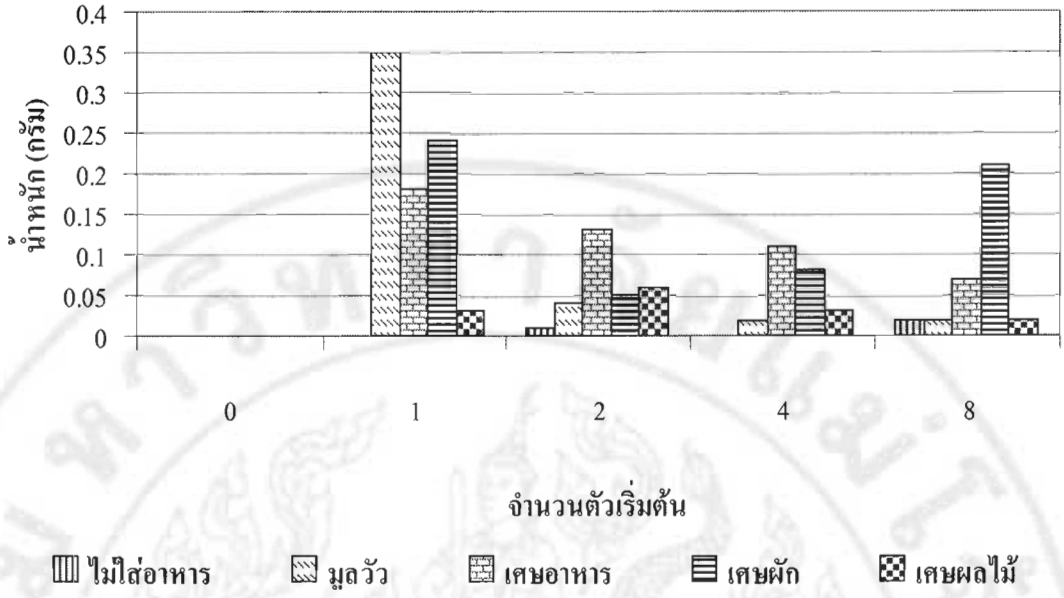
น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ไส้เดือนดินจำนวนที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติ ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 0.16 กรัมต่อตัว รองลงมาได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 8 และ 2 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.07 และ 0.06 กรัมต่อตัว ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.05 กรัมต่อตัว ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.00 กรัมต่อตัว

สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อสิ้นสุดการทดลองขยะอินทรีย์ประเภทเศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 0.12 กรัมต่อตัว ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.10 กรัมต่อตัว ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.09 กรัมต่อตัว ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.03 กรัมต่อตัว ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.01 กรัมต่อตัว

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดิน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันกันทางสถิต ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงสุด คือ 0.35 กรัมต่อตัว รองลงมา ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 1 และ 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.24 และ 0.21 กรัมต่อตัว ไส้เดือนดินจำนวน 1 2 และ 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.18 0.13 และ 0.11 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก และมูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 4 และ 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.08 0.07 0.06 0.05 0.04 0.03 และ 0.03 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 8 และ 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 8 และ 2 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.02 0.02 0.02 0.02 และ 0.01 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวน้อยที่สุดคือ ไส้เดือนดินจำนวน 4 และ 21 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 กรัมต่อตัว ตามลำดับ (ตาราง 14 และภาพ 14)

ตาราง 14 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

จำนวนตัว	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ตัว	0.00	0.35	0.18	0.24	0.03	0.16
2 ตัว	0.01	0.04	0.13	0.05	0.06	0.06
4 ตัว	0.00	0.02	0.11	0.08	0.03	0.05
8 ตัว	0.02	0.02	0.07	0.21	0.02	0.07
ค่าเฉลี่ย	0.01	0.09	0.10	0.12	0.03	0.07
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ					
C.V. (%)	200.06					



ภาพ 14 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ไส้เดือนดินจำนวนที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติ ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 0.71 กรัมต่อตัว รองลงมาได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 8, 4 และ 2 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.05 0.05 และ 0.04 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.00 กรัมต่อตัว

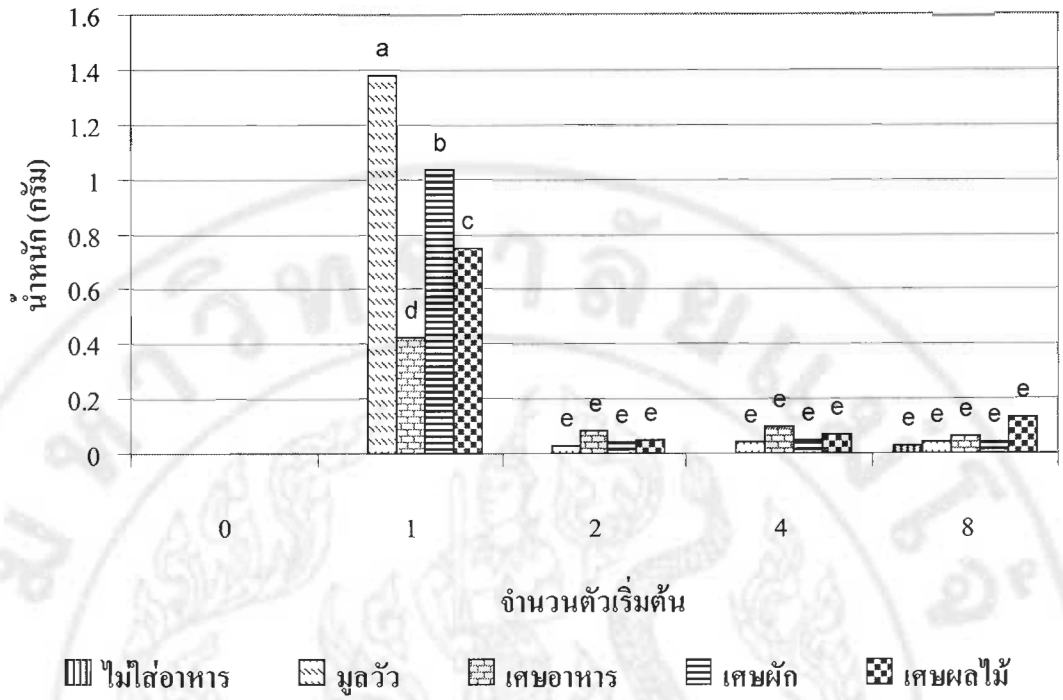
สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อสิ้นสุดการทดลองขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 0.30 กรัมต่อตัว ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผัก และเศษผลไม้ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.23 และ 0.20 กรัมต่อตัว ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.13 กรัมต่อตัว ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.00 กรัมต่อตัว

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดิน พบว่า มีความแตกต่างกันกันทางสถิต ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว

สูงสุด คือ 1.38 กรัมต่อตัว รองลงมา ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว 1.03 กรัมต่อตัว ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.75 กรัมต่อตัว ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.75 กรัมต่อตัว ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม และไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.13 0.10 0.08 0.07 0.06 0.05 0.05 0.04 0.04 0.04 0.04 0.03 และ 0.03 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ส่วนไส้เดือนดินจำนวน 4 และ 2 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 กรัมต่อตัว ตามลำดับ

ตาราง 15 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

จำนวนตัว	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00^{e}	0.00^{e}	0.00^{e}	0.00^{e}	0.00^{e}	0.00
1 ตัว	0.00^{e}	1.38^{a}	0.42^{d}	1.03^{b}	0.75^{c}	0.71
2 ตัว	0.00^{e}	0.03^{e}	0.08^{e}	0.04^{e}	0.05^{e}	0.04
4 ตัว	0.00^{e}	0.04^{e}	0.10^{e}	0.05^{e}	0.07^{e}	0.05
8 ตัว	0.03^{e}	0.04^{e}	0.06^{e}	0.04^{e}	0.13^{e}	0.05
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.30	0.13	0.23	0.20	0.17
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %					
C.V. (%)	67.04					



ภาพ 15 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

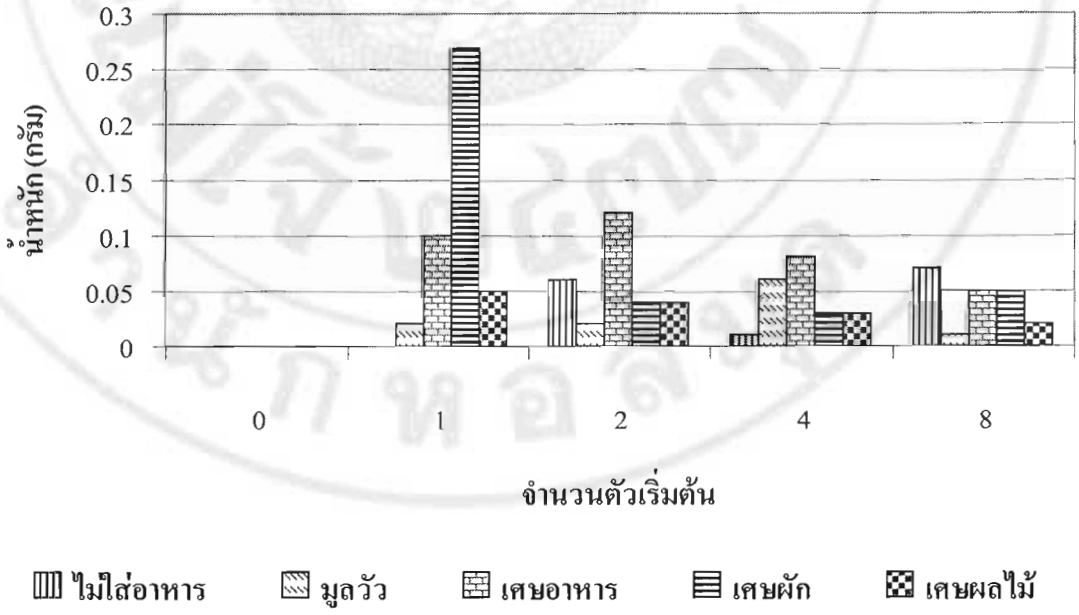
น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ไส้เดือนดินจำนวนที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติ ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 0.09 กรัมต่อตัว รองลงมาได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 2 4 และ 8 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.06 0.04 และ 0.04 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 0.00 กรัมต่อตัว

สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อสิ้นสุดการทดลองขยะอินทรีย์ประเภทเศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด คือ 0.08 กรัมต่อตัว ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.07 กรัมต่อตัว ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.03 และ 0.03 กรัมต่อตัว ส่วนตำรับทดลองที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวน้อยที่สุดคือ ตำรับทดลองที่ใช้ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.02 กรัมต่อตัว

จำนวนตัวกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดิน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันกันทางสถิต ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงสุด คือ 0.27 กรัมต่อตัว รองลงมา ได้แก่ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว 0.12 กรัมต่อตัว ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.10 กรัมต่อตัว ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร และไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.08 0.07 0.06 0.06 0.05 0.05 และ 0.05 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ และเศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ และเศษผัก ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษผลไม้ ไส้เดือนดินจำนวน 2 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม ไส้เดือนดินจำนวน 4 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.04 0.04 0.03 0.03 0.02 0.02 0.02 0.01 และ 0.01 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ส่วนไส้เดือนดินจำนวน 1 ตัว ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ร่วมกับ เศษผลไม้ เศษผัก เศษอาหาร มูลวัวนม และไม่ใส่ขยะอินทรีย์ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 และ 0.00 กรัมต่อตัว ตามลำดับ

ตาราง 16 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

จำนวนตัว	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว					ค่าเฉลี่ย
	ไม่ใส่อาหาร	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
0 ตัว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ตัว	0.00	0.02	0.10	0.27	0.05	0.09
2 ตัว	0.06	0.02	0.12	0.04	0.04	0.06
4 ตัว	0.01	0.06	0.08	0.03	0.03	0.04
8 ตัว	0.07	0.01	0.05	0.05	0.02	0.04
ค่าเฉลี่ย	0.03	0.02	0.07	0.08	0.03	0.05
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ					
C.V. (%)	146.31					



ภาพ 16 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1

จากการศึกษาอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ในอาหารที่แตกต่างกันซึ่งวางแผนการทดลองแบบ Factorial Experiments in Completely Randomized Design มี 25 ตำรับทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ โดยการเลี้ยงไส้เดือนดินในขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ คือ มูลวัวนม เศษอาหาร เศษผัก และเศษผลไม้ ส่วนที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์เป็นตำรับการทดลองควบคุม ใช้จำนวนตัวไส้เดือนดินต่างกัน 5 ระดับ คือ 0 1 2 4 และ 8 ตัว โดยเลี้ยงในกล่องพลาสติกสีขาวทึบแสงจำนวน 300 ใบ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการทดลอง 13 สัปดาห์

อัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* โดยใช้ขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ จำนวนตัวของไส้เดือนดินและขยะอินทรีย์ มีผลต่อถุงไข่ของไส้เดือนดินที่จะเพิ่มขึ้น โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่มูลวัวนมจะให้จำนวนถุงไข่สูงที่สุด เนื่องจากปริมาณไส้เดือนดินเริ่มแรกสูงจะส่งผลให้เกิดการจับคู่ผสมพันธุ์และออกถุงไข่ได้มากกว่า ตำรับทดลองที่มีจำนวนไส้เดือนดินที่น้อยกว่า และอาหารยังเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยในการผสมพันธุ์และออกถุงไข่ เพราะไส้เดือนดินสามารถกินอาหารได้เกือบทุกชนิดแต่จะเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ดี ถ้าหากมีโปรตีน เซลลูโลส และแป้ง ที่เหมาะสม โดยปรมาณเซลลูโลสและคาร์โบไฮเดรตควรมากกว่าโปรตีน อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมอยู่ที่ 20:1 (พันธิตร์ และผุสดี, 2546) และไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* 1 ตัว ร่วมกับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่ามีจำนวนถุงไข่และจำนวนตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่เป็นกระเทยคือ สามารถออกลูกแบบมีคู่สืบพันธุ์ และมีบางชนิด ซึ่งเป็นส่วนน้อยที่สามารถสืบพันธุ์ด้วยตัวของมันเอง ซึ่งไม่ต้องมีคู่ผสมพันธุ์เพราะไส้เดือนชนิดนี้ในตัวมันจะมีสองเพศ เรียกพวกนี้ว่า ยูนิเซ็กช่วล (Unisexual) บางชนิดสามารถสืบพันธุ์ด้วยตัวของมันเอง ซึ่งไม่ต้องมีคู่ผสมพันธุ์ หรืออาจจะสืบพันธุ์โดยที่ต้องมีคู่สืบพันธุ์ร่วมด้วยก็ได้ พวกนี้เรียกว่า ไบเซ็กช่วล (Bisexual) ซึ่งเป็นสาเหตุให้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* 1 ตัว สามารถมีจำนวนถุงไข่ที่เพิ่มขึ้นได้ (พันธิตร์ และผุสดี, 2546)

จำนวนตัวของไส้เดือนดินมีผลต่อจำนวนประชากรเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน เพราะว่าจำนวนของไส้เดือนดินที่มากกว่าในช่วงแรก มีผลต่อการผสมพันธุ์และออกถุงไข่ ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้รวดเร็วกว่าตำรับทดลองที่มีจำนวนไส้เดือนดินเริ่มแรกในปริมาณน้อย

ขยะอินทรีย์มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือนดิน โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภท มูลวัวนม และเศษอาหาร ทำให้ไส้เดือนดินมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงสุด เนื่องจากมูลวัวที่นำมาใช้ในการทดลองนี้เป็นมูลวัวนม ในมูลวัวนมมีโปรตีนตกค้างอยู่ค่อนข้างสูง เนื่องจากวัวนมได้รับอาหารข้นค่อนข้างสูง เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำนมที่มีปริมาณ และคุณภาพสูง เศษอาหารที่

นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเศษอาหารจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยจะมีอาหารหลากหลายชนิดรวมกระทั้ง ข้าว เนื้อ ผัก และผลไม้ด้วย ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่มีธาตุอาหารครบถ้วน จึงส่งผลให้ไส้เดือนดินมีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว สุมา (2549) ได้กล่าวว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ที่เลี้ยงโดยขยะอินทรีย์ประเภท เศษอาหาร และมูลวัวนม มีจำนวนตัวเพิ่มขึ้นสูงสุด

อัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* โดยใช้ขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ขยะอินทรีย์มีผลต่อจำนวนถุงไข่ โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภท มูลวัวนม มีจำนวนถุงไข่สูงสุด ปริมาณของถุงไข่ไส้เดือนจะเพิ่มขึ้นมากตามปริมาณอาหารที่มีโปรตีนสูง เช่น จากมูลสัตว์จะมีอัตราการเพิ่มถุงไข่ดีกว่าการให้ตอซังข้าวเป็นอาหารกับไส้เดือน และในอาหารที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง ไส้เดือนจะโตเร็ว และสืบพันธุ์ออกลูกได้เป็นจำนวนมากรุ่นกว่าการเลี้ยงในอาหารที่มีปริมาณไนโตรเจน แต่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* จำนวน 1 ตัว ร่วมกับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่ามีจำนวนถุงไข่ และจำนวนตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่เป็นกระเทยคือ มีทั้งรังไข่และอัณฑะอยู่ในตัวเดียวกัน แต่ไม่ผสมในตัวเอง เนื่องจากตำแหน่งอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งสองเพศไม่สัมพันธ์กันและมีการสร้างเซลล์สืบพันธ์ไม่พร้อมกัน ไส้เดือนดินทั้งสองตัวจึงต้องมีการแลกเปลี่ยนเสปิร์มซึ่งกันและกัน และเกิดการปฏิสนธิแบบข้ามตัว (Cross fertilization) (อานัฐ, 2548) แต่ไส้เดือนดินบางสายพันธุ์สามารถที่จะสืบพันธ์แบบไม่ต้องเกิดการผสมกันระหว่างไข่กับเสปิร์มได้ ซึ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบพาร์ธีโนเจนเนอติค (Parthenogenetically) จะพบลักษณะการสืบพันธุ์เช่นนี้ได้ในไส้เดือนดินสกุล Dendrobaena และไส้เดือนดินสาพันธ์ *Octolasian* sp., *Eisenilla* sp., *Aporrectodea rosea, Dendrobaena rubida* และ *f. tenuis* ซึ่งพบว่ามักจะมีการสืบพันธ์แบบไม่อาศัยการผสมพันธุ์ โดยมีไส้เดือนดินเพียงตัวเดียวก็สามารถออกถุงไข่ที่สามารถพัฒนาเป็นตัวอ่อนและเจริญเติบโตได้ นอกจากการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแล้วยังมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเซลล์สืบพันธุ์อีกด้วย เช่น กระบวนการแบ่งเป็นชิ้นเล็ก (Fragmentation) และกระบวนการงอกใหม่ (Regeneration) (อานัฐ, 2549)

จำนวนตัวไส้เดือนดินและขยะอินทรีย์มีผลต่อการเพิ่มจำนวนประชากรของไส้เดือนดิน โดยที่ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนมจะมีจำนวนประชากรของไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นสูงสุด แต่ขยะอินทรีย์ประเภท เศษอาหาร ให้น้ำหนักของไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นสูงสุด เนื่องมากจากมูลวัวนมมีผลเร่งอัตราการการออกถุงไข่สูง แต่ไส้เดือนดินมีลำตัวขนาดเล็กต่างจาก เศษอาหารที่มีจำนวนประชากรต่ำกว่าแต่ไส้เดือนดินมีลำตัวขนาดใหญ่ ส่งผลให้มีน้ำหนักสูงกว่า

อัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* โดยใช้ขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ขยะอินทรีย์มีผลต่อจำนวนถุงไข่ โดยที่ตำรับทดลองที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร ให้จำนวนถุงไข่สูงที่สุด

จำนวนตัวไส้เดือนดินและขยะอินทรีย์มีผลต่อการเพิ่มจำนวนประชากรของไส้เดือนดิน โดยที่ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร และมูลวัวนม จะมีประชากรของไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นสูงสุด ส่วนน้ำหนักของไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นสูงสุด เนื่องจากขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูงส่งผลให้ไส้เดือนดินนำไปใช้ในการพัฒนาการทางด้านร่างกาย ทำให้มีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น เพราะร่างกายของไส้เดือนดินประกอบไปด้วยน้ำ และโปรตีนเป็นหลัก การเพิ่มน้ำและโปรตีนจะเป็นการเร่งให้ไส้เดือนดดินมีขนาดใหญ่ขึ้น (พันธิตร์ และผุสดี, 2546)

อัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* โดยใช้ขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ขยะอินทรีย์มีผลต่อจำนวนถุงไข่ โดยตำรับทดลองที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภท เศษอาหาร และ มูลวัวนม มีจำนวนถุงไข่สูงสุด

จำนวนตัวไส้เดือนดินและขยะอินทรีย์มีผลต่อการเพิ่มจำนวนประชากรของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม และเศษอาหาร จะมีประชากรของไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นสูงสุด ส่วนน้ำหนักของไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นสูงสุด เนื่องจากขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงที่สุด เพราะว่าอาจจะเกิด ภาวะแข่งขัน (Competition) สิ่งมีชีวิตที่ต้องการปัจจัยอย่างหนึ่งร่วมกัน และปัจจัยนั้นมีจำกัดหรือต่างแข่งขันเพื่อแสวงหาสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ โดยต่างฝ่ายต่างเสียประโยชน์ด้วยกันทั้งคู่ เช่น การแข่งขันระหว่างสัตว์เพื่อแย่งชิงบริเวณที่อยู่อาศัย หรืออาหาร (ปรีชา และนงลักษณ์, 2542) ด้วยเหตุนี้อาจจะทำให้ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 8 ตัว ร่วมกับ มูลวัวนม และเศษอาหาร มีจำนวนประชากรสูงถึง 193.33 และ 189.67 ตัว แต่กลับมีน้ำหนักต่ำกว่าตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* 4 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร ซึ่งมีจำนวนประชากรเพียง 135.33 ตัว

ผลการทดลองที่ 2

ศึกษาขนาดของถุงไข่ไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

จากการศึกษาระยะเวลาและอัตราการออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่*Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* ผลปรากฏว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* มีขนาดถุงไข่กว้างที่สุด คือ 0.26 เซนติเมตร รองลงมาและแตกต่างทางสถิติ คือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae*, *Eisenia foetida* และ *Pheretima peguana* มีความกว้างของถุงไข่เท่ากับ 0.20 0.20 และ 0.20 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความยาวของถุงไข่ไส้เดือนดินนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae* และ *Pheretima peguana* มีขนาดของถุงไข่ยาวที่สุด คือ 0.54 และ 0.54 เซนติเมตร รองลงมาคือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* มีความยาวของถุงไข่เท่ากับ 0.44 เซนติเมตร ส่วนตำรับทดลองที่มีความยาวของถุงไข่น้อยที่สุด คือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีความยาวของถุงไข่เท่ากับ 0.42 เซนติเมตร (ตาราง 13 และภาพ 13)

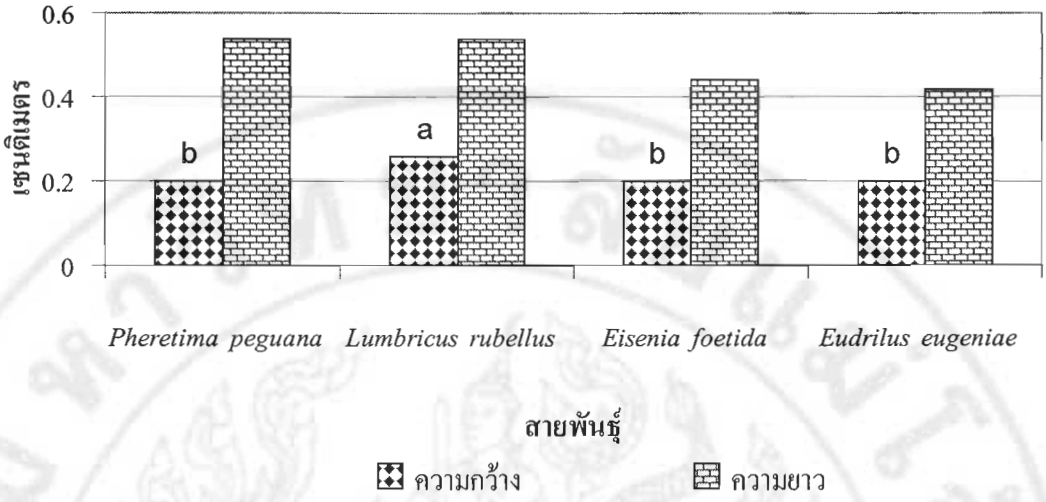
ตาราง 17 ขนาดของถุงไข่ไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์ไส้เดือนดิน	ความกว้าง (เซนติเมตร)	ความยาว (เซนติเมตร)
Pheretima peguana	0.26	0.54
Lumbricus rubellus	0.20	0.54
Eiseni foetida	0.20	0.44
Eudrilus eugineae	0.20	0.42
C.V. (%)	12.74	16.62
F-test	**	ns

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % วิเคราะห์โดยวิธี Dumcan's Multiple Range Test (DMRT)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ



ภาพ 17 ขนาดของถุงไข่ไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

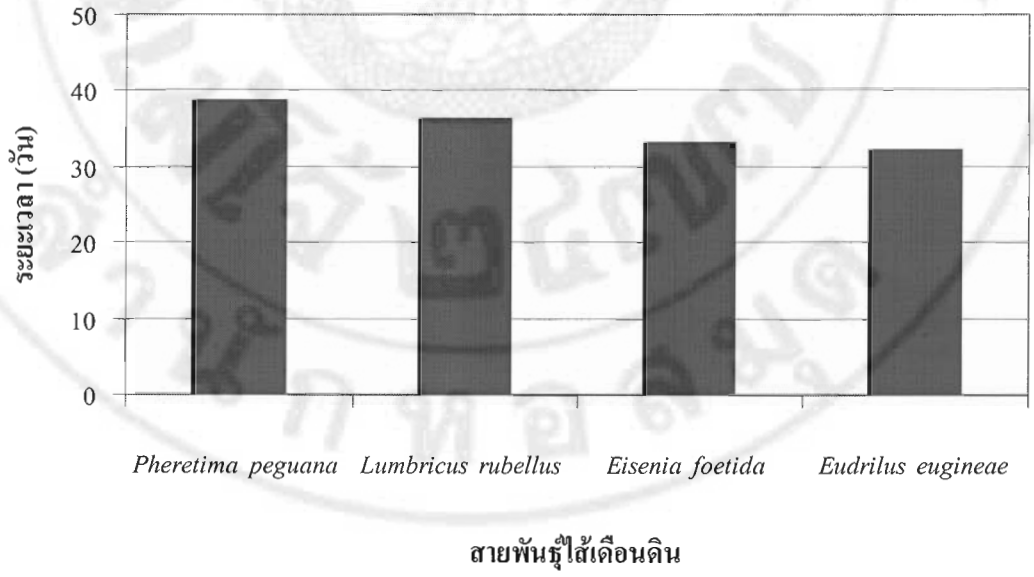
ศึกษาระยะเวลาในการฟักตัวเพื่อออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

ระยะเวลาในการฟักตัวเพื่อออกจากถุงไข่นั้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae* ใช้เวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่น้อยที่สุด คือ 32.13 วัน รองลงมาคือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ใช้เวลาในการฟักถุงไข่ 32.98 วัน ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ใช้เวลาในการฟักถุงไข่ 36.20 วัน ส่วนตำรับทดลองที่ใช้เวลาในการฟักถุงไข่นานที่สุด คือ ตำรับทดลองที่ใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ใช้เวลาในการฟักถุงไข่ 38.73 วัน (ตาราง 14 และภาพ 14)

ตาราง 18 ระยะเวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

สายพันธุ์ไส้เดือนดิน	ระยะเวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่ (วัน)
Pheretima peguana	38.73
Lumbricus rubellus	36.20
Eisenia foetida	32.98
Eudrilus eugineae	32.13
C.V. (%)	18.7
F-test	ns

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % วิเคราะห์โดยวิธี Dumcan's Multiple Range Test (DMRT)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพ 18 ระยะเวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

ศึกษาจำนวนตัวต่อถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

จำนวนตัวของไส้เดือนดินต่อถุงไข่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีจำนวนตัวต่อถุงไข่สูงที่สุด คือ 1.76 ตัว รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ คือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* มีจำนวนตัวต่อถุงไข่เท่ากับ 1.20 ตัว ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีจำนวนตัวต่อถุงไข่เท่ากับ 1.00 ตัว ส่วนตำรับทดลองที่มีจำนวนตัวของไส้เดือนดินต่อถุงไข่น้อยที่สุด คือ ตำรับทดลองที่ใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae* มีจำนวนตัวต่อถุงไข่เท่ากับ 0.92 ตัว (ตาราง 15 และภาพ 15)

ศึกษาขนาดของไส้เดือนดินที่ฟักตัวออกจากถุงไข่

ขนาดของไส้เดือนดินที่ฟักตัวออกจากถุงไข่เป็นเวลา 30 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae* มีความยาวมากที่สุด คือ 2.88 เซนติเมตร รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ คือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีความยาวเท่ากับ 2.48 เซนติเมตร ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* มีความยาวเท่ากับ 2.14 เซนติเมตร ส่วนตำรับทดลองที่มีขนาดของไส้เดือนดินน้อยที่สุด คือ ตำรับทดลองที่ใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีความยาวเท่ากับ 1.97 เซนติเมตร (ตาราง 15 และภาพ 16)

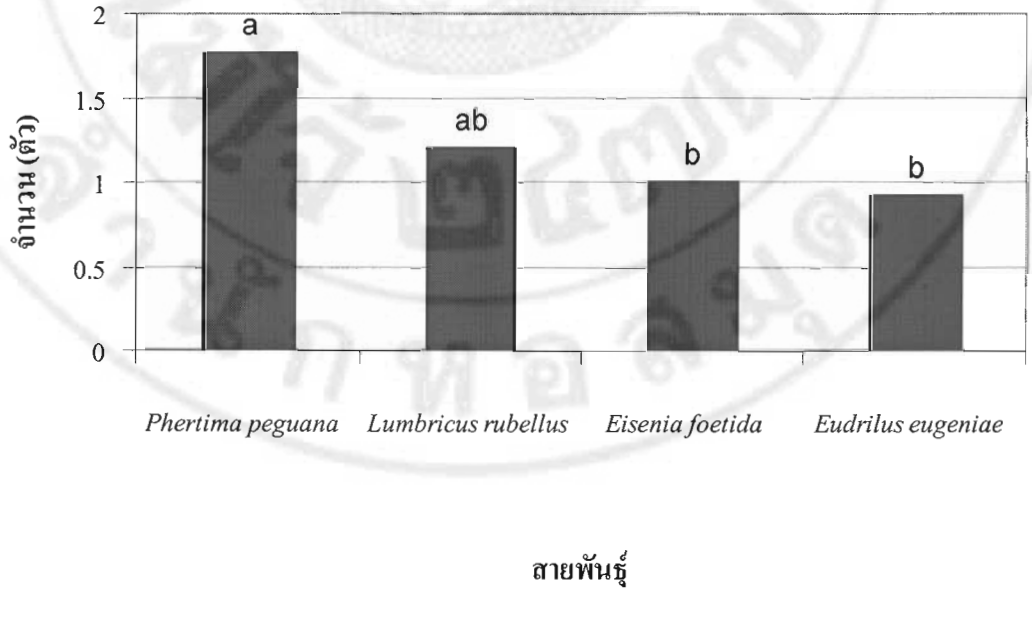
ตาราง 19 จำนวนตัวต่อถุงไข่และขนาดของไส้เดือนดินที่ฟักตัวออกจากถุงไข่เป็นเวลา 30 วัน

ไส้เดือนดินสายพันธุ์	จำนวนตัวต่อถุงไข่	ขนาดความยาว (เซนติเมตร)
Pheretima peguana.	1.76^{a}	1.97^{b}
Lumbricus rubellus.	1.20^{ab}	2.14^{b}
Eisenia foetida.	1.00^{b}	2.48^{ab}
Eudrilus eugineae.	0.92^{b}	2.88^{a}
C.V. (%)	27.19	17.74
F-test	**	*

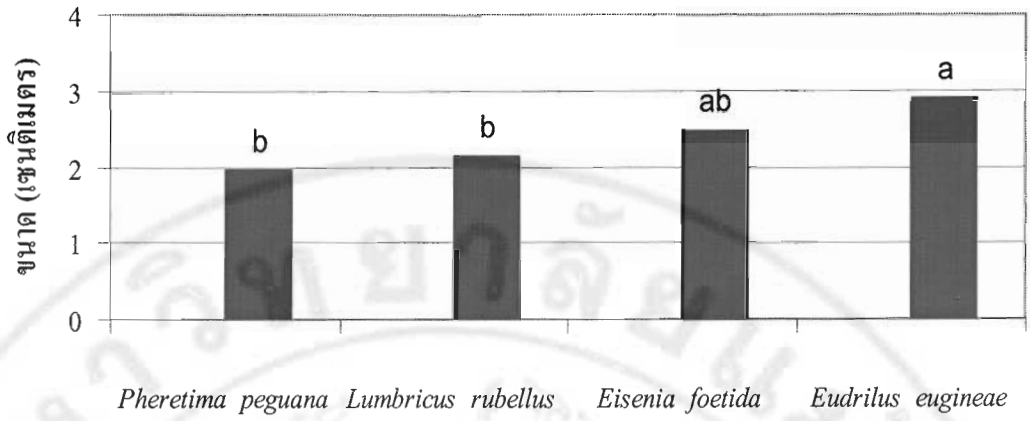
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % วิเคราะห์โดยวิธี Dumcan's Multiple Range Test (DMRT)

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ



ภาพ 19 จำนวนตัวของไส้เดือนดินต่อถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์



ภาพ 20 ขนาดของไส้เดือนดินที่ฟักตัวออกจากถุงไข่เป็นเวลา 30 วัน

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 2

ไส้เดือนดินทั้ง 4 สายพันธุ์ มีขนาดของถุงไข่ไม่แตกต่างกัน คือ มีความกว้าง 0.20-0.26 เซนติเมตร และมีความยาว 0.42-0.54 เซนติเมตร ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ให้จำนวนต่อถุงไข่สูงที่สุด แต่ใช้เวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่นานที่สุด และมีขนาดเล็กที่สุด อาจจะเป็นเพราะไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* เป็นไส้เดือนดินเพียงสายพันธุ์เดียวในการทดลองนี้ที่เป็นไส้เดือนดินสายพันธุ์ท้องถิ่น ส่วนไส้เดือนดินอีก 3 สายพันธุ์ คือ *Lumbricus rubellus*, *Eisenia foetida* และ *Eudrilus eugineae* เป็นไส้เดือนดินสายพันธุ์ทางการค้า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* จึงใช้เวลาในการฟักตัวเพื่อออกจากถุงไข่นาน และยังมีขนาดที่เล็กที่สุดด้วย แต่ในทางตรงกันข้ามกลับมีจำนวนประชากรที่มีชีวิตรอดภายหลัง 30 วัน มากที่สุด แต่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ที่อาศัยอยู่ใต้กองปุ๋ยหมักหรือในมูลสัตว์สร้างถุงไข่ได้ประมาณ 42-106 ถุง/ตัว/ปี ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae* ที่นำมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์สร้างถุงไข่ได้ประมาณ 188 ถุง/ตัว/ปี ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* สามารถสร้างถุงไข่ได้ 198 ถุง/ตัว/ปี (Edwards and Niederer, 1988) นอกจากจำนวนถุงไข่ที่สร้างแตกต่างกันแล้ว ไส้เดือนดินแต่ละสายพันธุ์จะใช้เวลาที่ถุงไข่ฟักเป็นตัวแตกต่างกันอีกด้วย ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ฟักออกจากถุงไข่ใช้เวลาประมาณ 30-45 วัน (อานัฐ, 2550) ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ใช้เวลาในการฟัก 32-73 วัน ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae* ใช้เวลา 13-27 วัน (Edwards and Niederer, 1988) ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาการฟักเป็นตัวของไส้เดือนดินนั้น พบว่าอุณหภูมิและความชื้นจะมีผลต่อระยะเวลาในการพัฒนาของถุงไข่ก่อนจะฟักเป็นตัว เช่น ถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Allolobophore chlorotica* จะใช้เวลา 36 วัน ในการฟักเป็นตัวที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 50 วัน ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และจะใช้เวลา 112 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ความชื้นก็มีอิทธิพลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการฟักเป็นตัวด้วยเช่นกัน เช่น ถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima* sp. ที่อาศัยอยู่ในดินที่แห้งแล้งจะวางถุงไข่ในดินชั้นลึกในฤดูร้อนหรือฤดูหนาวที่แห้งแล้ง และจะฟักเป็นตัวในฤดูฝนที่มีความชื้นเพิ่มขึ้น (อานัฐ, 2550) ถุงไข่ของไส้เดือนดินทั่วไปมักพบตัวอ่อนที่ฟักออกมามีชีวิตรอดแค่ 1 หรือ 2 ตัว แต่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* เป็นไส้เดือนดินเพียงชนิดเดียวที่พบว่าถุงไข่สามารถฟักตัวอ่อนได้มากกว่า 1 ตัว ใน 1 ถุงไข่ โดยเฉลี่ยจะฟักได้ประมาณ 3.3 ตัว/ถุงไข่ แต่การทดลองในครั้งนี้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* เฉลี่ยจะฟักได้ประมาณ 1.00 ตัว/ถุงไข่ ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินมีน้อย ซึ่งจะต่างจาก Edwards and Niederer (1988) ที่ใช้ถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* จำนวน 250 ถุงไข่ ในการทดลอง ซึ่งมี 21.5เปอร์เซ็นต์ ไม่ฟักเป็นตัว 14.7 เปอร์เซ็นต์ ฟักได้ 1 ตัว 25.0 เปอร์เซ็นต์ ฟักได้ 2 ตัว 21.5 เปอร์เซ็นต์ ฟักได้ 3 ตัว 14.1 เปอร์เซ็นต์

ฟักได้ 4 ตัว 2 เปอร์เซ็นต์ ฟักได้ 5 ตัว และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ฟักได้ 6 ตัว ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae* จะฟักเป็นตัวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.3 ตัวต่อถุงไข่

ผลการทดลองที่ 3

จากการศึกษาอัตราการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus.* เริ่มทำการการทดลองระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 รวมระยะเวลาในการทดลองทั้งสิ้น 98 วัน โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ 5x4 Factorial Experiment in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ โดยใส่ไส้เดือนดินกระถางละ 80 กรัม และใส่ขยะอินทรีย์ คือ มูลวัวนม เศษผัก เศษผลไม้ และเศษอาหาร ในปริมาณกระถางละ 160 กรัม เลี้ยงในกระถางพลาสติกสีดำทึบแสงเจาะรูและฝาปิด ทำการถ่ายภาพการย่อยสลายขยะอินทรีย์ของไส้เดือนดินทุกวัน เพื่อสังเกตว่าตำรับทดลองใดสามารถที่จะย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้เร็วที่สุด

ศึกษาระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

ศึกษาระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์น้อยที่สุด 10.45 วัน รองลงมา คือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* และไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ 11.78 และ 11.08 วัน ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ 12.68 วัน ส่วนการที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์นานที่สุด คือ 43.17 วัน

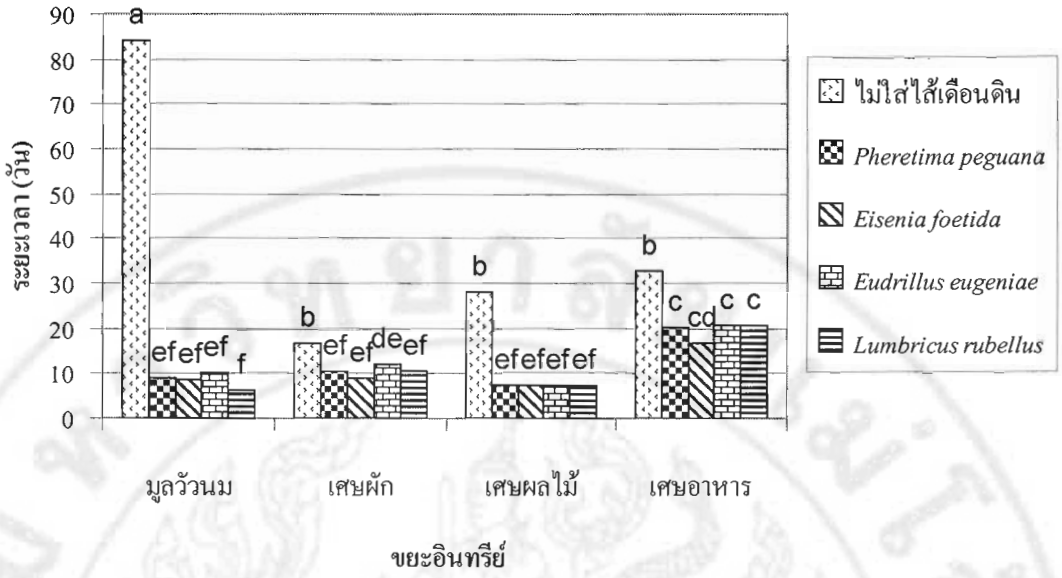
สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่าไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดทำการทดลองที่เลี้ยงด้วยขยะอินทรีย์ประเภทต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ ใช้เวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์น้อยที่สุด คือ 11.58 วัน รองลงมาคือขยะอินทรีย์ประเภทเศษผัก ใช้เวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ 13.97 วัน ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร ใช้เวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ 22.21 วัน ส่วนขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนม ใช้เวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์นานที่สุด คือ 23.56 วัน

สายพันธุ์ไส้เดือนดินกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อระยะเวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* สามารถย่อยสลายมูลวัวนมได้เร็วที่สุด คือ 6.11 วัน รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ คือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับเศษผลไม้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับเศษผลไม้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ร่วมกับเศษผลไม้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับเศษผลไม้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ร่วมกับมูลวัวนม ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับมูลวัว

นม ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ร่วมกับเศษผัก ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับมูลวัวนม ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับเศษผัก และไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับเศษผัก มีค่าเท่ากับ 7.33 7.44 7.56 7.56 8.59 8.82 8.90 10.30 10.42 และ 10.48 วัน ตามลำดับ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับเศษผัก ใช้ระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ 12.07 วัน ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ร่วมกับเศษอาหารและตำรับควบคุมร่วมกับเศษผัก ใช้ระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ เท่ากับ 16.75 และ 16.81 วัน ตามลำดับ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*, *Lumbricus rubellus* และ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับเศษอาหาร ใช้ระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ เท่ากับ 20.36 20.47 และ 20.78 วัน ตามลำดับ ตำรับควบคุมที่ร่วมกับเศษผลไม้ และ เศษอาหาร ใช้ระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ เท่ากับ 28.00 และ 32.67 วัน ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุมร่วมกับมูลวัวนม ใช้ระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์นานที่สุด คือ 84.00 วัน (ตาราง 20 และ 21)

ตาราง 20 แสดงระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*

จำนวนตัว	ระยะเวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์				ค่าเฉลี่ย
	มูลวัว	เศษอาหาร	เศษผัก	เศษผลไม้	
ไม่ใส่ไส้เดือนดิน	84.00^{a}	28.00^{b}	28.00^{b}	32.67^{b}	43.17
Pheretima peguana	8.82^{ef}	10.48^{ef}	7.44^{ef}	20.36^{c}	11.78
Eisenia foetida	8.59^{ef}	8.90^{ef}	7.56^{ef}	16.75^{cd}	10.45
Eudrilus eugeniae	10.30^{ef}	12.07^{de}	7.56^{ef}	20.78^{c}	12.68
Lumbricus rubellus	6.11^{f}	10.42^{ef}	7.33^{ef}	20.47^{c}	11.08
ค่าเฉลี่ย	23.56	13.97	11.58	22.21	17.83
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %				
C.V. (%)	12.67				



ภาพ 21 แสดงระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*

ศึกษาน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียก โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ด้วยขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ

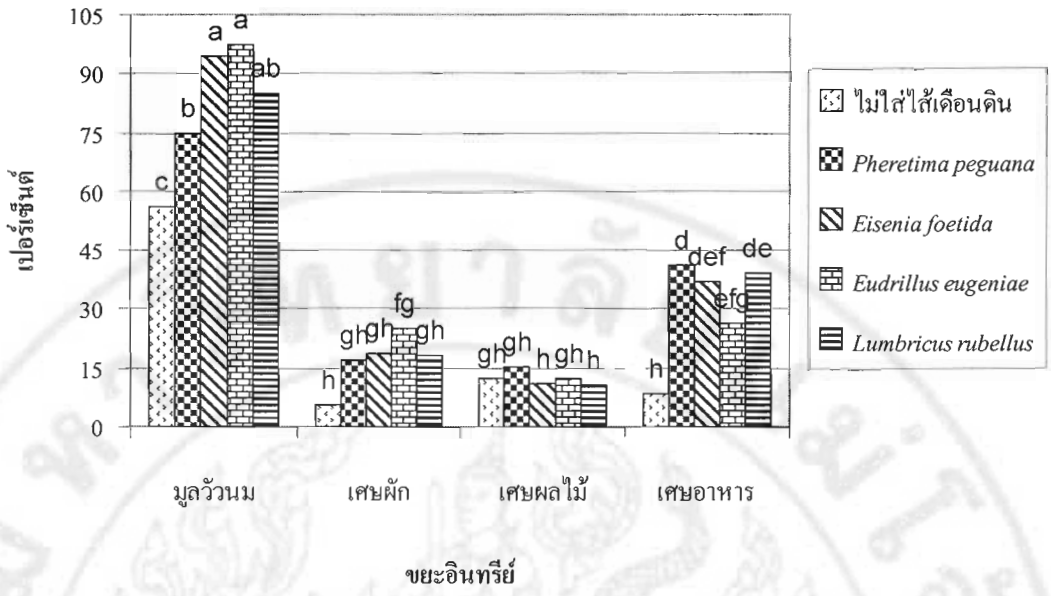
จากการศึกษาปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกสูงที่สุด คือ 40.26 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียก 40.21 เปอร์เซ็นต์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* และไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียก 38.24 และ 37.11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการไม่ใส่ไส้เดือนดินจะมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกต่ำที่สุด คือ 20.63 เปอร์เซ็นต์

สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่าไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดทำการทดลองที่เลี้ยงด้วยขยะอินทรีย์ที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกสูงที่สุด คือ 81.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียก 30.38 เปอร์เซ็นต์ ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผักมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียก 16.95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไส้เดือนดินที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกต่ำที่สุด คือ 12.27 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียก เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ด้วยขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่าน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งจากข้อมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* และ *Eisenia foetida* ร่วมกับมูลวัวนมมีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกสูงสุดเท่ากับ 97.22 และ 94.45 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับมูลวัวนมมีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกเท่ากับ 85.17 เปอร์เซ็นต์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับมูลวัวนม มีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกเท่ากับ 74.66 เปอร์เซ็นต์ ตำรับควบคุมร่วมกับมูลวัวนม มีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกเท่ากับ 56.25 เปอร์เซ็นต์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับเศษอาหาร มีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกเท่ากับ 41.32 เปอร์เซ็นต์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับเศษอาหารจะมีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกเท่ากับ 39.06 เปอร์เซ็นต์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ร่วมกับเศษอาหารมีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกเท่ากับ 36.98 เปอร์เซ็นต์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับเศษอาหาร มีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกเท่ากับ 26.22 เปอร์เซ็นต์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับเศษผัก จะมีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกเท่ากับ 25.14 เปอร์เซ็นต์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellas* และ *Pheretima peguana* ร่วมกับเศษผัก ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ตำรับควบคุม และ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับเศษผลไม้ มีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกเท่ากับ 18.71 18.31 17.16 15.28 12.50 และ 12.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus* ร่วมกับเศษผลไม้ และตำรับควบคุมร่วมกับเศษอาหาร มีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกต่ำสุดเท่ากับ 10.88 10.42 และ 8.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุมร่วมกับเศษผัก จะมีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกต่ำสุดเท่ากับ 5.42 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง17 และภาพ 18)

ตาราง 21 แสดงน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ โดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์)

จำนวนตัว	ปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น				ค่าเฉลี่ย
	มูลวัว	เศษผัก	เศษผลไม้	เศษอาหาร	
ไม่ใส่ไส้เดือนดิน	56.25^{c}	5.42^{h}	12.50^{gh}	8.33^{h}	20.63
Pheretima peguana	74.66^{b}	17.16^{gh}	15.28^{gh}	41.32^{d}	37.11
Eisenia foetida	94.45^{a}	18.71^{gh}	10.88^{h}	36.98^{def}	40.26
Eudrilus eugeniae	97.22^{a}	25.14^{fg}	12.27^{gh}	26.22^{efg}	40.21
Lumbricus rubellus	85.17^{ab}	18.31^{gh}	10.42^{h}	39.06^{de}	38.24
ค่าเฉลี่ย	81.55	16.95	12.27	30.38	35.29
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %				
C.V. (%)	16.08				



ภาพ 22 แสดงน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*

ศึกษาปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์)

จากการศึกษาปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) สูงที่สุด คือ 19.63 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น 19.59 เปอร์เซ็นต์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* และไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น 17.62 และ 16.48 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการไม่ใส่ไส้เดือนดินจะมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) ต่ำที่สุด คือ 0.00 เปอร์เซ็นต์

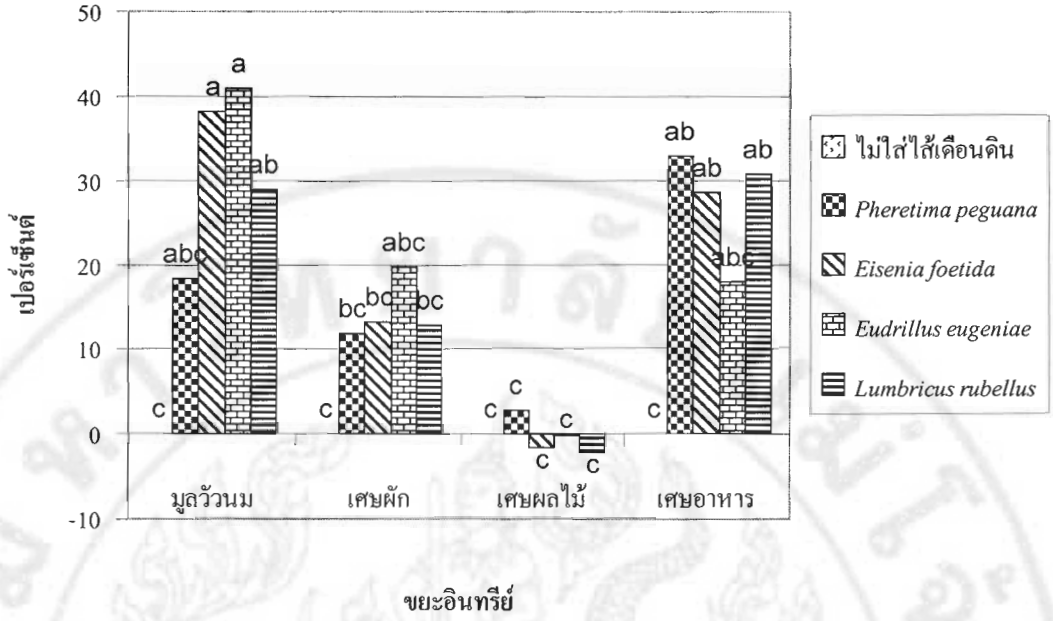
สำหรับขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่าไส้เดือนดินเมื่อสิ้นสุดทำการทดลองที่เลี้ยงด้วยขยะอินทรีย์ที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไส้เดือนดินที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) สูงที่สุด คือ 25.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น 22.05 เปอร์เซ็นต์ ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผักมีปริมาณปุ๋ยหมักมูล

ไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น 11.53 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไส้เดือนดินที่ใส่ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) ต่ำที่สุด คือ -0.23 เปอร์เซ็นต์

สายพันธุ์ไส้เดือนดินกับขยะอินทรีย์ที่มีผลต่อปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) เมื่อสิ้นสุดการทดลองผลปรากฏว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* และไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ร่วมกับมูลวัวนมมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 40.97 และ 38.20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับเศษอาหาร ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับเศษอาหาร ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับมูลวัวนม ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ร่วมกับเศษอาหาร จะมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 32.98 30.72 28.92 และ 28.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับเศษผัก ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับมูลวัวนม และไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับเศษอาหาร มีปริมาณเปอร์เซ็นต์ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 19.72 18.41 และ 17.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus* และ *Pheretima peguana* ร่วมกับเศษผักมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นเท่ากับ 13.29 12.89 และ 11.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับเศษผลไม้ ไม่ใส่ไส้เดือนดินร่วมกับมูลวัวนม เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหาร ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia foetida* และ *Lumbricus rubellus* มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.78 0.00 0.00 0.00 0.00 -0.23 -1.62 และ -2.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 18 และภาพ 19)

ตาราง 22 แสดงปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*

จำนวนตัว	ปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น				ค่าเฉลี่ย
	มูลวัว	เศษผัก	เศษผลไม้	เศษอาหาร	
ไม่ใส่ไส้เดือนดิน	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00
Pheretima peguana	38.20^{a}	11.74^{bc}	2.78^{c}	32.98^{ab}	16.48
Eisenia foetida	38.20^{a}	13.29^{bc}	-1.62^{c}	28.64^{ab}	19.63
Eudrilus eugeniae	40.97^{a}	19.72^{abc}	-0.23^{c}	17.88^{abc}	19.59
Lumbricus rubellus	28.92^{ab}	12.89^{bc}	-2.08^{c}	30.72^{ab}	17.62
ค่าเฉลี่ย	25.30	11.53	-0.23	22.05	14.66
นัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์	มีนัยสำคัญยิ่งที่ความเชื่อมั่น 99 %				
C.V. (%)	62.63				



ภาพ 23 แสดงปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus*

ศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนม

จากการทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellas* ในอาหารที่แตกต่างกัน คือ มูลวัวนม เศษผัก เศษผลไม้ และเศษอาหาร ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวมีผลต่อการเพิ่มจำนวนประชากรและถุงไข่ของไส้เดือนดินสูงสุด และการทดลองที่ 3 ศึกษาความเร็วในการย่อยสลายขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนมมีอัตราการย่อยสลายและเปอร์เซ็นต์ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินดีที่สุด ดังนั้นจึงเลือกปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม ใช้ในการพิจารณาสายพันธุ์ของไส้เดือนดินที่จะนำมาผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

คุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผลปรากฏว่า มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมสำหรับพืชมากที่สุด คือ 7.62 รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติคือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* และ มูล

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ 7.77 และ 7.81 ส่วนตำรับทดลองที่มีระดับความเป็น กรด-ด่าง (pH) เหมาะสมกับพืชน้อยที่สุด คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีระดับความเป็น กรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.99

มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงที่สุด คือ 4.68 dS/m รองลงมา คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* และ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 3.42 และ 3.34 dS/m ส่วนตำรับทดลองที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ต่ำที่สุด คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 2.60 dS/m

มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* มีระดับอินทรียวัตถุสูงที่สุด คือ 17.74 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีระดับอินทรียวัตถุ เท่ากับ 15.90 เปอร์เซ็นต์ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีระดับอินทรียวัตถุ เท่ากับ 13.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับทดลองที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุด คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีระดับอินทรียวัตถุ เท่ากับ 10.57 เปอร์เซ็นต์

มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด คือ 0.52 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* และ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.44 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับทดลองที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำที่สุด คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.41 เปอร์เซ็นต์

มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือ 3,621 ส่วนในล้านส่วน รองลงมา คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 3,067 ส่วนในล้านส่วน มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* มีปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 2,658 ส่วนในล้านส่วน ส่วนตำรับทดลองที่มีปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 2,486 ส่วนในล้านส่วน

มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด คือ 6,593 ส่วนในล้านส่วน รองลงมา คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* และ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 5,525 และ 4,902 ส่วนในล้านส่วน ส่วนตำรับทดลองที่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับ 3,685 ส่วนในล้านส่วน

มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด คือ 8,004 ส่วนในล้านส่วน รองลงมา คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 7,153 ส่วนในล้านส่วน มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 5,984 ส่วนในล้านส่วน ส่วนตำรับทดลองที่มีปริมาณแคลเซียมต่ำที่สุด คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 5,181 ส่วนในล้านส่วน

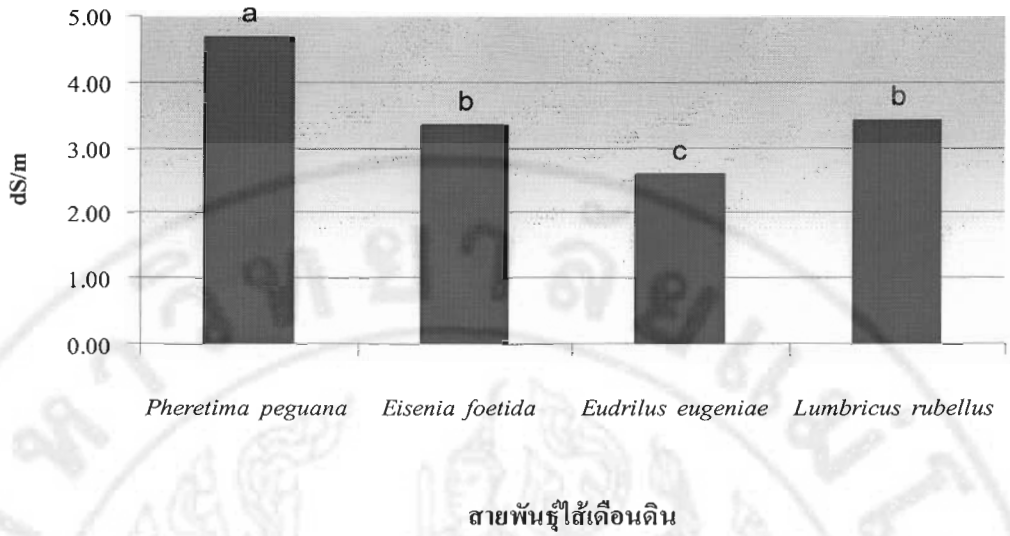
มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีปริมาณแมกนีเซียมสูงที่สุด คือ 2,536 ส่วนในล้านส่วน รองลงมา คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* และ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* มีปริมาณแมกนีเซียมเท่ากับ 2,026 และ 1,759 ส่วนในล้านส่วน ตำรับทดลองที่มีปริมาณแมกนีเซียมสูงที่สุด คือ มูลไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณแมกนีเซียมเท่ากับ 1,530 ส่วนในล้านส่วน

ตาราง 23 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และอินทรียวัตถุ (OM) ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัว โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

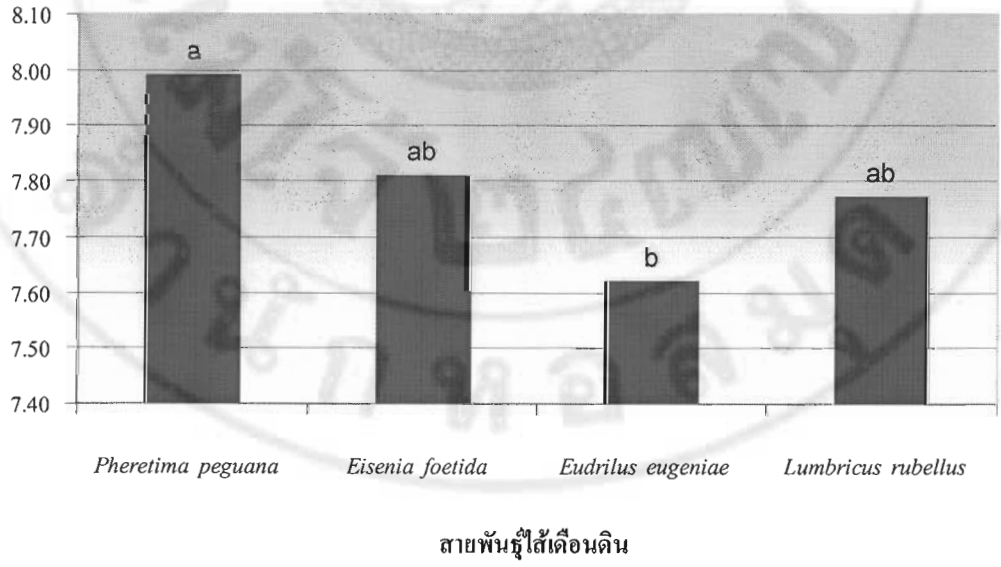
ไส้เดือนดินสายพันธุ์	pH	EC dS/m	% OM.
Pheretima peguana	7.99[a]	4.68[a]	13.45[c]
Eisenia foetida	7.81[ab]	3.34[b]	15.90[b]
Eudrilus eugeniae	7.62[b]	2.60[c]	10.57[d]
Lumbricus rubellus	7.77[ab]	3.42[b]	17.74[a]
C.V. (%)	1.21	1.47	1.71
F-test	**	**	**

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % วิเคราะห์โดยวิธี Dumcan's Multiple - Range Test (DMRT)

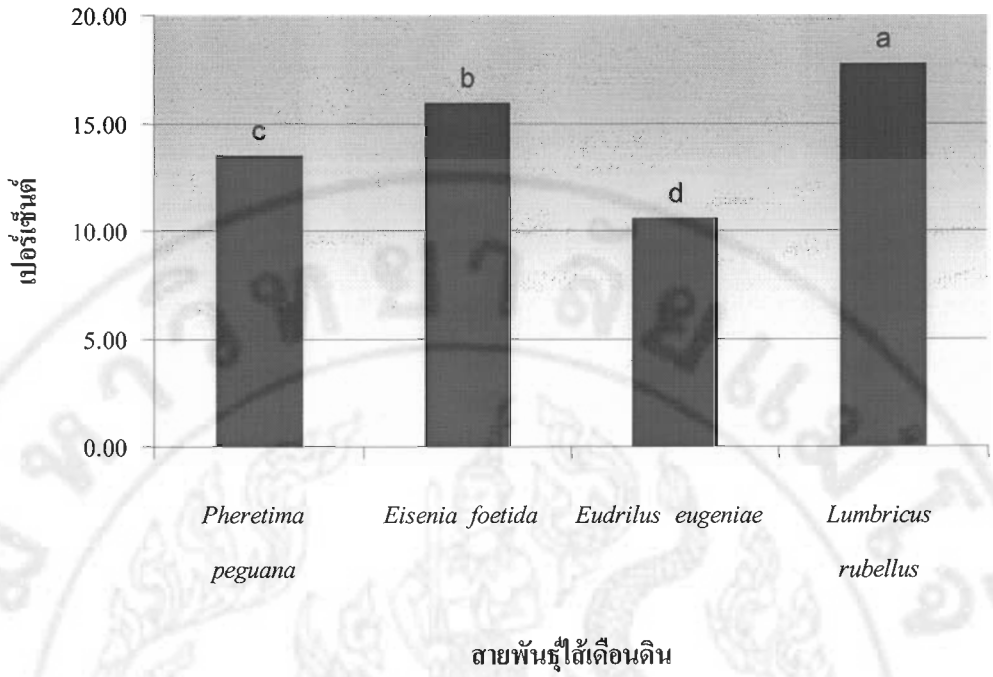
** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ



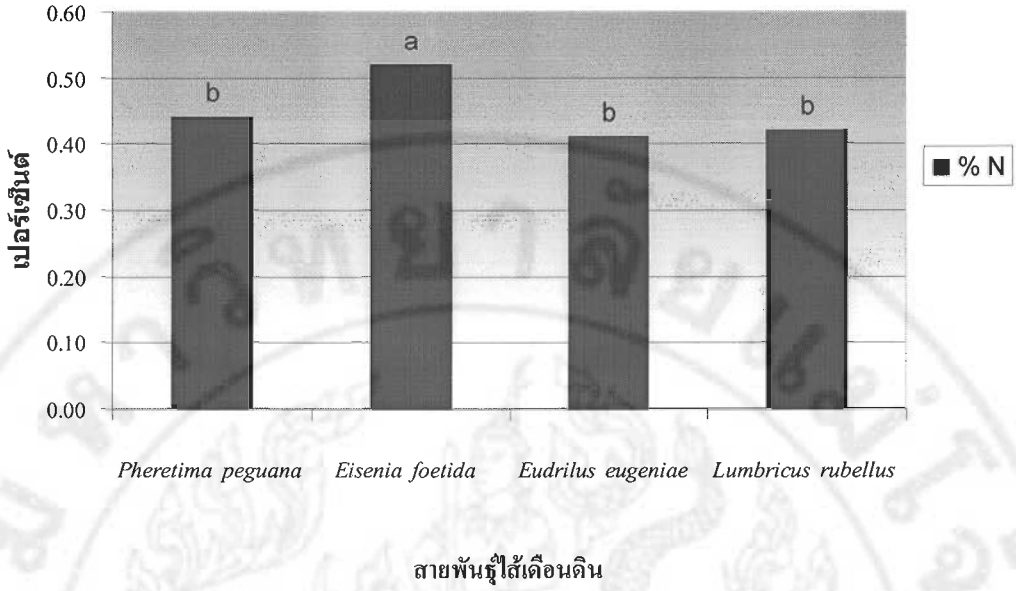
ภาพ 24 แสดงปริมาณค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์



ภาพ 25 แสดงปริมาณค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์



ภาพ 26 แสดงปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์



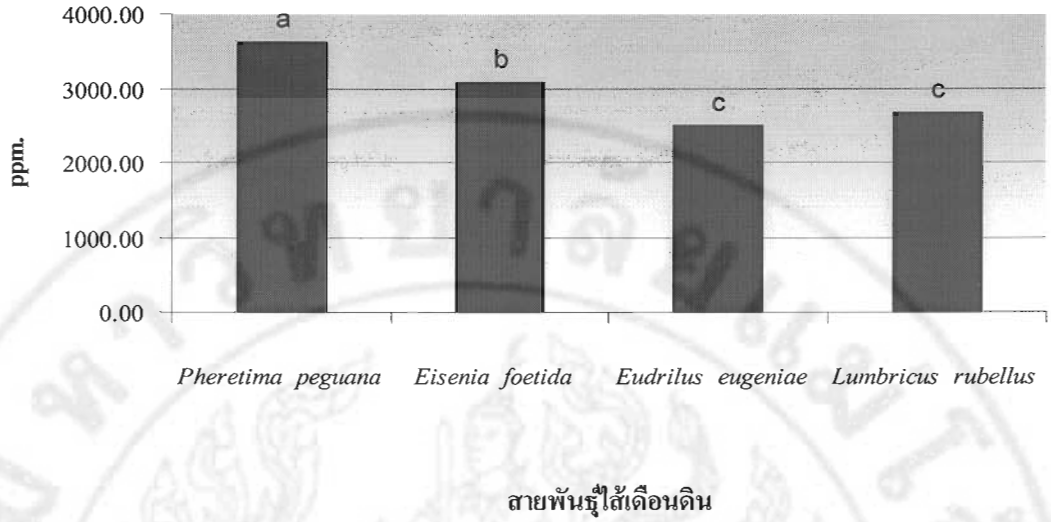
ภาพ 27 แสดงปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

ตาราง 24 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัว โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

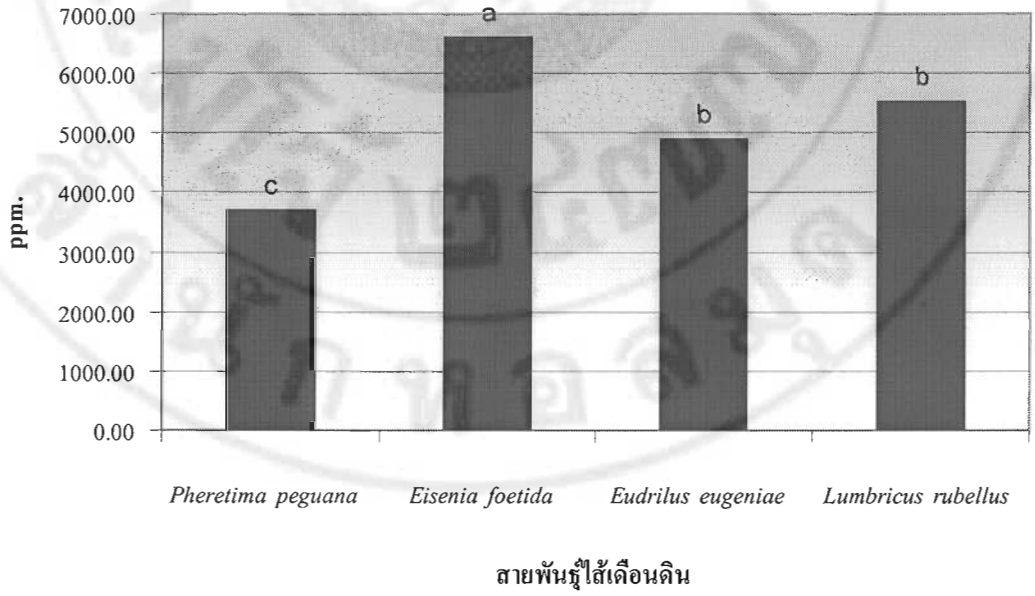
ไส้เดือนดินสายพันธุ์	%	Available P	Extractable form (ppm.)		
	N	(ppm.)	K	Ca	Mg
Pheretima peguana	0.44[b]	3,621.00[a]	3,685.00[c]	8,004.00[a]	2,536.00[a]
Eisenia foetida	0.52[a]	3,067.00[b]	6,593.00[a]	7,153.00[b]	2,026.00[b]
Eudrilus eugeniae	0.41[b]	2,486.00[c]	4,902.00[b]	5,181.00[d]	1,530.00[b]
Lumbricus rubellus	0.42[b]	2,658.00[c]	5,525.00[b]	5,984.00[c]	1,759.00[b]
C.V. (%)	6.32	2.50	4.64	3.13	8.88
F-test	**	**	**	**	**

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % วิเคราะห์โดยวิธี Dumcan's Multiple - Range Test (DMRT)

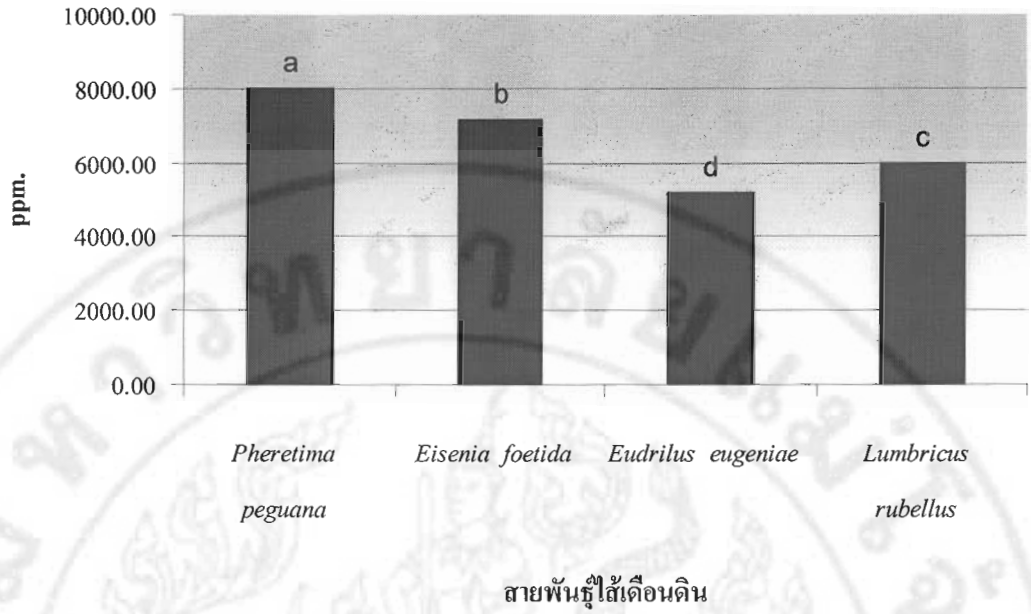
** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ



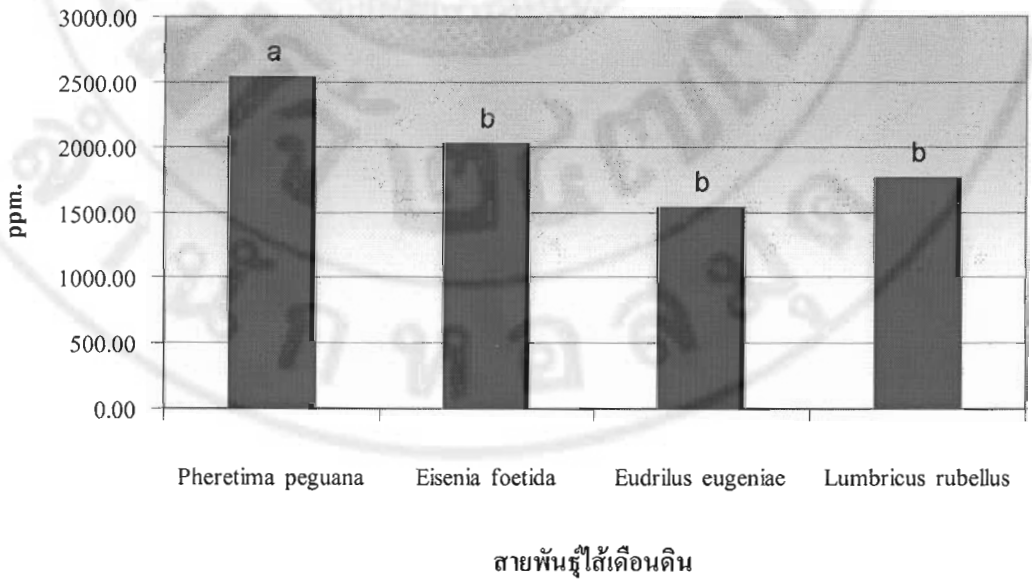
ภาพ 28 ปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์



ภาพ 29 ปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์



ภาพ 30 ปริมาณแคลเซียมในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์



ภาพ 31 ปริมาณแมกนีเซียมในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายมูลวัวนม โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 3

จากการศึกษาระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* โดยใช้ขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ มูลวัวนม เศษผัก เศษผลไม้ และเศษอาหาร ทำการเก็บข้อมูลด้านต่างๆ ดังนี้ ความเร็วในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ต่างๆ น้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียก และปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น

จากข้อมูลด้านระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ ตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินสามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้เร็วกว่าตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดิน ผลจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดินดูดกินเข้าไปภายในลำไส้ทำให้เกิดการดูดซับขึ้น ด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้และน้ำย่อยของไส้เดือนดินจะช่วยธาตุอาหารหลายๆ ชนิดที่อยู่ในอินทรียวัตถุเหล่านั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งตรงกับรายงานก่อนหน้านี้ของ อานัฐ (2550) และ Edwards *et al.* (1995) ที่กล่าวว่าในการย่อยอินทรียวัตถุที่เป็นของเสีย ไส้เดือนดินที่ใช้ปุ๋ยหมักจะกินจุลินทรีย์ซึ่งเจริญเติบโตบนของเสียเป็นอาหาร และในขณะเดียวกันมันก็จะช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ มีรายงานว่าแยกจุลินทรีย์ได้ 343 ชนิด จากไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima* sp.

เมื่อเปรียบเทียบการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในการเลี้ยงไส้เดือนดินทั้ง 4 สายพันธุ์จะพบว่า มูลวัวจะใช้เวลาในการย่อยสลายได้เร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขยะอินทรีย์ชนิดอื่นๆ เนื่องจากไส้เดือนเป็นสัตว์ปากดูด ไม่มีฟัน มูลวัวสดมีลักษณะเป็นของเหลวไส้เดือนดินสามารถดูดกินได้ทันที ต่างจากขยะอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่ต้องรอเวลาในการเน่าสลายไส้เดือนดินจึงสามารถดูดกินได้

ส่วนระยะเวลาการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดใส่เศษอาหาร จะเห็นได้ว่า มีอัตราของการย่อยสลายต่ำ เมื่อพิจารณาถึงส่วนประกอบที่มีอยู่ในเศษอาหารนั้นมีหลายอย่าง สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการย่อยสลายช้าของไส้เดือนดินที่ใส่เศษอาหารนั่นคือพวกเชื้อรา เนื่องจากเชื้อราส่วนใหญ่มีชีวิตได้ตั้งแต่ 0 องศาเซลเซียสจนถึง 35 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ (optimum temperature) คือ 20 - 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการทดลองอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธุ์ ซึ่งเป็นฤดูหนาวอุณหภูมิในการทดลองอยู่ระหว่าง 21-27 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียส ไส้เดือนดินจะมีกิจกรรมในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ลดลง

น้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียก จะเห็นได้ว่าการใส่ขยะอินทรีย์ชนิดมูลวัวนมจะมีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินสูงที่สุด เนื่องจากว่าในมูลวัวนมจะประกอบไปด้วยพวกกากใย

หรือเส้นใยเป็นจำนวนมาก ทำให้น้ำหนักของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีปริมาณมากกว่าการใส่ขยะอินทรีย์ชนิดอื่นๆ สาเหตุที่น้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกชนิดที่ใส่ผักและผลไม้ มีน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีความไม่แตกต่างกันมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าผลผลิตทางพืชสวนเป็นส่วนที่มีลักษณะเฉพาะ คือ มีน้ำเป็นองค์ประกอบถึง 70-95 เปอร์เซ็นต์ (ปราโมทย์, 2541) จึงส่งผลทำให้น้ำที่อยู่ในผักและผลไม้ระเหยออกไปและไหลลงไปในกระถางพลาสติกที่รองด้านล่าง จึงทำให้ปริมาณน้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกที่ใส่ขยะอินทรีย์ชนิดมูลวัวนม มีค่าสูงกว่าการใส่ขยะอินทรีย์ชนิดเศษผักและเศษผลไม้ สำหรับตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินปัจจัยหนึ่งที่ทำให้น้ำหนักปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเปียกมีค่าน้อย เนื่องจากว่าดินขาดความชื้นและแห้งกว่าตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดิน จะเห็นได้ว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินส่งผลทำให้โครงสร้างดินดีขึ้น และยังช่วยทำให้ดินกักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุย (อานัฐ, 2549)

ปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) ผลปรากฏว่า ตำรับทดลองที่ใช้มูลวัวนมจะมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินสูงกว่าตำรับทดลองอื่นๆ เนื่องจากว่ามูลวัวนมมีพวกกากใยเป็นองค์ประกอบมาก ส่วนในการใส่ขยะอินทรีย์ชนิดเศษอาหาร พบว่า จะมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าการใส่ขยะอินทรีย์ชนิดเศษผักและผลไม้ ทั้งนี้เนื่องมาจากว่า ในขยะอินทรีย์ชนิดเศษผักและเศษผลไม้จะมีพวกกากใยน้อย น้ำหนักเบาและเนื่องมาจากว่าผลผลิตทางพืชสวนเป็นส่วนที่มีลักษณะเฉพาะ คือ มีน้ำเป็นองค์ประกอบถึง 70-95 เปอร์เซ็นต์ (ปราโมทย์, 2541) แต่ขยะอินทรีย์ชนิดเศษอาหารจะมีการสะสมอาหารของพวกเนื้อสัตว์และข้าว เป็นส่วนใหญ่ ทำให้มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นมีค่าสูงกว่า ส่วนตำรับทดลองที่ใส่ไส้เดือนดินร่วมกับเศษผลไม้มีค่าติดลบ เนื่องจากว่าขยะอินทรีย์ที่ใช้ไส้เดือนดินย่อยสลายนั้น ไส้เดือนดินจะนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต ทำให้มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินน้อยลง

จากการศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ได้ทำการคัดเลือกขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนม เนื่องจากเป็นขยะอินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายตัวโดยไส้เดือนดินรวดเร็วที่สุด โดยที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีปริมาณค่าการนำไฟฟ้า (EC) (เดลิซีเมนต์ต่อเมตร) ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ (ส่วนในล้านส่วน) แคลเซียม (ส่วนในล้านส่วน) และ แมกนีเซียม (ส่วนในล้านส่วน) สูงที่สุด ซึ่งตรงกับรายงานของ สุมา (2549) มูลวัวมีปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ (ส่วนในล้านส่วน) และแมกนีเซียม (ส่วนในล้านส่วน) สูงที่สุด ฟอสฟอรัสเป็นตัวประกอบในการสร้างโครงร่างของต้นไม้ ทำให้ต้นไม้แข็งแรง รากเจริญได้ดี ช่วยในการแตกหน่อ และช่วยให้ดอกออกเร็วทำให้ดอกสมบูรณ์ ทำให้การผสมเกสรดีขึ้น ช่วยในการติดฝักหรือผลอวบอ้วน มีเมล็ดแข็งแรงและงอกงามดี แคลเซียม เป็นธาตุที่ช่วยในการบำรุงระบบ

รากให้เจริญงอกงามและแข็งเรง นอกจากนี้ยังช่วยให้ใช้ประโยชน์จากธาตุไนโตรเจนได้มากขึ้น แมกนีเซียม ช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของต้นไม้ให้เป็นไปตามปกติโดยสม่ำเสมอได้สัดส่วนของต้นไม้ (ระพี, 2513) ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* มีปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) และโพแตสเซียม (ส่วนในล้านส่วน) สูงที่สุด ซึ่งโพแทสเซียม ช่วยในการเจริญเติบโตของหน่อและยอดอ่อน และช่วยในการลำเลียงน้ำและอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของลำต้นด้วย นอกจากนี้ยังช่วยในการสะสมแป้งไว้เพื่อใช้ในช่วงระยะเวลาที่พืชพักตัวอีกด้วย (ระพี, 2513) ส่วนไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณค่าการนำไฟฟ้า (เดลิซีเมนต์ต่อเมตร) อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ (ส่วนในล้านส่วน) แคลเซียม (ส่วนในล้านส่วน) และแมกนีเซียม (ส่วนในล้านส่วน) น้อยที่สุด

เนื่องจากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเป็นปุ๋ยอินทรีย์จึงมีส่วนช่วยในการปรับปรุงบำรุงดิน จะช่วยให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเปลี่ยนแปลงได้ยากขึ้น รวมทั้งช่วยดูดซับธาตุอาหารต่างๆ เอาไว้ไม่ให้สูญเสียไปจากดินได้โดยง่าย ส่งเสริมให้จุลินทรีย์กลุ่มเฮทเทอโรโทรพ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ในดิน มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น นอกจากจะมีธาตุอาหารพืชแล้ว ยังช่วยในการอุ้มน้ำ การถ่ายเทอากาศอีกด้วย (ธงชัย, 2546) ดินส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นดินที่เป็นกรด จึงทำให้ธาตุอาหารพืชมีความเป็นประโยชน์ลดลง เช่น ธาตุฟอสฟอรัสในดินจะอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ พืชไม่สามารถดูดมาใช้ได้ (ฟอสฟอรัสละลายน้ำได้ดีที่ความเป็นกรดเป็นด่าง 6-7) และธาตุอาหารบางอย่างอาจมีการละลายออกมามากเกินไป เช่น ธาตุเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และอลูมิเนียม เมื่อพืชดูดขึ้นไปใช้จะก่อให้เกิดความเป็นพิษหรือความไม่สมดุลของธาตุอาหารในต้นพืช (ทิพวรรณ, 2547) ซึ่งปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7-8 สามารถช่วยในการปรับระดับความเป็นกรดเป็นด่าง อีกทั้งมีฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างสูง เหมาะสมกับการปรับปรุงดินในประเทศไทย

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลองที่ 1

การศึกษาจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน เมื่อใช้จำนวนตัวและขยะอินทรีย์ที่แตกต่างกัน จำนวนตัวและขยะอินทรีย์ที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณถุงไข่ของไส้เดือนดิน โดยที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* และ *Eisenia foetida* เมื่อย่อยขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนมแล้ว ให้จำนวนถุงไข่สูงที่สุด ส่วนไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* เมื่อย่อยขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารแล้ว ให้จำนวนถุงไข่สูงที่สุด

จำนวนตัวและขยะอินทรีย์ที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณประชากรของไส้เดือนดิน โดยที่ไส้เดือนดินจำนวน 8 ตัว ร่วมกับ เศษอาหาร และมูลวัวนม จะมีจำนวนประชากรสูงที่สุด ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ส่งผลให้ไส้เดือนดินมีจำนวนลดลง

จำนวนตัวและขยะอินทรีย์ที่แตกต่างกันมีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน โดยที่ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร ส่งผลให้ไส้เดือนดินมีน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นที่สุด ส่วนตำรับทดลองที่ไม่ใส่ขยะอินทรีย์ส่งผลให้ไส้เดือนดินมีน้ำหนักลดลง

สรุปผลการทดลองที่ 2

การศึกษาระยะเวลาและอัตราการออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ขนาดของถุงไข่ไส้เดือนดินทั้ง 4 สายพันธุ์มีขนาดใกล้เคียงกัน คือ กว้าง 0.20-0.26 เซนติเมตร และยาว 0.42-0.54 เซนติเมตร

ระยะเวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ใช้เวลาสั้นที่สุด และไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ใช้เวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่นานที่สุด โดยไส้เดือนดินทั้ง 4 สายพันธุ์ ใช้ระยะเวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่ประมาณ 32.13-38.73 วัน

จำนวนตัวต่อถุงไข่ของไส้เดือนดิน โดยที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* มีจำนวนตัวต่อถุงไข่สูงที่สุด และไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีจำนวนตัวต่อถุงไข่น้อยสุด แต่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีขนาดความยาวของลำตัวหลังออกจากถุงไข่มากที่สุด ส่วนไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ขนาดความยาวของลำตัวหลังออกจากถุงไข่น้อยที่สุด

สรุปผลการทดลองที่ 3

การศึกษาอัตราการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ 4 ชนิด คือ มูลวัวนม เศษผัก เศษผลไม้ และเศษอาหาร โดยไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Pheretima peguana, Eisenia foetida, Eudrilus eugeniae* และ *Lumbricus rubellus* รวมระยะเวลาในการทดลองทั้งสิ้น 98 วัน

ผลการทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่ใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับมูลวัวนม จะมีอัตราการย่อยสลายขยะอินทรีย์หมดเร็วที่สุด คือ 6.11 วัน รองลงมาคือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ร่วมกับเศษผลไม้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับเศษผลไม้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ร่วมกับเศษผลไม้ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับเศษผลไม้มีค่าเท่ากับ 7.33 7.44 7.56 และ 7.56 วัน ตามลำดับ และตำรับทดลองที่ไม่ใส่ไส้เดือนดินร่วมกับมูลวัวนมมีอัตราการย่อยสลายขยะอินทรีย์หมดช้าที่สุด คือ 84 วัน

การศึกษาปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นภายหลังเสร็จสิ้นการทดลอง โดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ (เปอร์เซ็นต์) พบว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ร่วมกับมูลวัวนม มีเปอร์เซ็นต์ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 40.97 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* และ *Pheretima peguana* ร่วมกับมูลวัวนม มีเปอร์เซ็นต์ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นเท่ากับ 38.20 และ 32.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การศึกษาชนิดอาหารที่เหมาะสมต่อไส้เดือนดิน พบว่า ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวนมเหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถย่อยสลายได้รวดเร็ว ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* สามารถย่อยสลายมูลวัวนมได้เร็วที่สุด คือ 6.11 วัน

ด้านคุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ร่วมกับมูลวัวเหมาะสมที่สุดในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายสั้นที่สุดและมีปริมาณของค่าการนำไฟฟ้า (เดลิซีเมนต์ต่อเมตร) ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ (ส่วนในล้านส่วน) แคลเซียม (ส่วนในล้านส่วน) และแมกนีเซียม (ส่วนในล้านส่วน) สูงที่สุด ส่วนไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณของค่าการนำไฟฟ้า (เดลิซีเมนต์ต่อเมตร) อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ (ส่วนในล้านส่วน) แคลเซียม (ส่วนในล้านส่วน) และแมกนีเซียม (ส่วนในล้านส่วน) ต่ำที่สุด

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของถุงไข่สูงที่สุด ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารมีผลต่อน้ำหนักและจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ใช้เวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่นานที่สุด แต่มีจำนวนตัวของไส้เดือนดินต่อ

ถุงไข่สูงที่สุด สามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ได้รวดเร็วที่สุด ต่างจากขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารที่ใช้ระยะเวลาในการย่อยสลาย โดยไส้เดือนดินนานที่สุด แต่ได้ปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ต่างจากขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ที่มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นต่ำที่สุด

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของถุงไข่สูงที่สุด ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารมีผลต่อน้ำหนักและจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* สามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ได้รวดเร็วที่สุด ต่างจากขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารที่ใช้ระยะเวลาในการย่อยสลาย โดยไส้เดือนดินนานที่สุด ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ต่างจากขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ที่มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นต่ำที่สุด

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผักมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของถุงไข่สูงที่สุด ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารมีผลต่อน้ำหนักและจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* สามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวได้รวดเร็วที่สุด ต่างจากขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารที่ใช้ระยะเวลาในการย่อยสลาย โดยไส้เดือนดินนานที่สุด ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ต่างจากขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ที่มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นต่ำที่สุด

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของถุงไข่และน้ำหนักของไส้เดือนดินสูงที่สุด ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวมีผลต่อจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ใช้เวลาในการฟักตัวออกจากถุงไข่เร็วที่สุด แต่มีจำนวนตัวของไส้เดือนดินต่อถุงไข่ต่ำที่สุด สามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ได้รวดเร็วที่สุด ต่างจากขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารที่ใช้ระยะเวลาในการย่อยสลาย โดยไส้เดือนดินนานที่สุด ขยะอินทรีย์ประเภทมูลวัวมีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ต่างจากขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ที่มีปริมาณปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นต่ำที่สุด

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาเปรียบเทียบความเร็วและคุณภาพในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยใช้ไส้เดือนดินเป็นสายพันธุ์ทางการค้าและสายพันธุ์ท้องถิ่น สมควรมีข้อสังเกตในการศึกษาครั้งต่อๆ ไป ดังต่อไปนี้

1. การให้อาหารไส้เดือนดินไม่ควรให้มากจนเกินไป อาจจะเกิดปัญหาเรื่องอุณหภูมิที่สูงเกินไปจากขบวนการหมัก

2. ในช่วงที่อากาศมีความชื้นต่ำ ควรมีการเพิ่มความชื้นให้กับขยะอินทรีย์ที่นำมาใช้เลี้ยงไส้เดือนดินรวมทั้งพื้นเลี้ยงด้วย

3. การใช้ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหาร มีความเหมาะสมในการเพิ่มน้ำหนักและจำนวนตัวของไส้เดือนดิน แต่ต้องมีการป้องกันแมลงวันที่ดี

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการทดลองในทุกฤดูกาล เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้ในแต่ละฤดูกาล

2. ควรมีการใช้ขยะอินทรีย์จากโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

จำนง วิสุทธิแพทย์. 2527. **สัตววิทยา**. โอเดียนสโตร์. 320 น.

ซิมเป มูรากามิ. 2548. **สู่สำนึกธรรมชาติ คู่มือเกษตรกรรมในเขตร้อน**. กรุงเทพฯ: ศูนย์เกษตรธรรมชาติ สำนักมูลนิธิโกมลคีมทอง. 136 น.

ทัศนีย์ ศรีโสภา. 2544. **การทำปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดินช่วยย่อยสลาย**. เชียงใหม่: กองแผนงานและวิชาการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขต 1 กรมวิชาการเกษตร. 8 น.

ทัศนีย์ ศรีโสภา, บรรจง ภักดี และ Phillip Julian. 2542. **ศักยภาพของการใช้ไส้เดือนดินเพื่อการย่อยสลายอินทรียวัตถุฟาร์มขนาดเล็ก**. เชียงใหม่: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขต 1 กรมวิชาการเกษตร. 57 น.

ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. 2547. **ปุ๋ยหมัก ดินหมัก และปุ๋ยน้ำชีวภาพ**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 72 น.

ธงชัย มาลา. 2546. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ เทคนิคและการใช้ประโยชน์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 300 น.

นิรันดร์ หิรัญสุข. 2547. **ศักยภาพไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima Peguana* ในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ และการผลิตปุ๋ยหมักในสภาพเลียนแบบธรรมชาติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 214 น.

บพิธ จารุพันธ์ และ นันทพร จารุพันธ์. 2540. **ปฏิบัติการสัตววิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 211 น.

ปรีชา สุวรรณพินิจ และ นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2542. **ชีววิทยา 2**. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 1,276 น.

พันธิตร์ มะลิสุวรรณ และ ผุสดี สายชนะพันธ์. **การทำธุรกิจฟาร์มไส้เดือน**. กรุงเทพฯ. ศรีสยามพริ้นท์แอนแพคก์ จำกัด. 175 น.

ไพฑูรย์ เล็กสวัสดิ์ และ บุญศรี เขียวมั่ง. 2535. **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการหมักปุ๋ยสัตว์ขนาดเล็ก**. การประชุมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18. 27-29 ตุลาคม 2535.

ระพี สาคริก. 2513. **หลักในการใช้ปุ๋ย**. กรุงเทพฯ. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 100 น.

ศรี โป่งแก้ว. 2538. **สารกัดสารอินทรีย์จากปลวก (Pesuducanthotermes militaries) และไส้เดือนดิน (Lumbricus terrestris).** การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สามารถ ใจเตี้ย. 2546. **ระดับไนโตรเจนที่มีผลต่อการผลิตปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลไส้เดือนดิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 136 น.

สุมา หนูแก้ว. 2549. **การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพและปริมาณของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ของไส้เดือนดินกำจัดขยะที่เป็นการค้าในระบบผลิตพืช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 145 น.

อัมพร วัฒนชัยเสรีกุล. 2545. **การผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพโดยใช้ไส้เดือนดิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 129 น.

อาจ แจ่มเมฆ. 2505. **คำบรรยายสัตววิทยาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 249 น.

อานัฐ ตันโช. 2543. การทำปุ๋ยจากขยะโดยใช้ไส้เดือนดิน. **แม่โจ้ปริทัศน์** 1 (6): 98-102.

_____. 2547ก. **เกษตรธรรมชาติ แนวคิด หลักการและจุลินทรีย์ท้องถิ่น ฉบับการ์ตูน.** เชียงใหม่: สำนักพิมพ์ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง. 49 น.

_____. 2547ข. **การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะชุมชนที่สลายตัวได้.** เอกสารประกอบการสัมนาเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

_____. 2548ก. เทคนิคการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์. **วารสารโครงการหลวง** 9(2): 31-38

_____. 2548ข. มาทำความรู้จักไส้เดือนดิน. **เกษตรธรรมชาติ.** 8(1): 21-27.

_____. 2548ค. การเลี้ยงไส้เดือนดินในโรงเรือนเพื่อใช้กำจัดขยะชุมชน. **วารสารเกษตรธรรมชาติ** 8(1): 28-34.

_____. 2550. **ไส้เดือนดิน.** เชียงใหม่: สำนักพิมพ์ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง. 259 น.

Campbell, K.L.,I.W. McIntyre and R.A. MacArthur. 2000. Earthworm affect nitrogen cycling directly, through the consumption and assimilation of organic N and the turnover of N through excretion and mortality. **Journal of Experimental Biology** 203(2): 301-310.

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

Edwards, C.A 1995. **The commercial and Environmental Potential of Vermicomposting.** Unpublished.

_____. 1997. Earthworms in organic waste management. pp. 85-90. In **Proceedings of the Organic Wates Management conference, Adelaide, Australia**. Australian Worm Growers Association.

Edwards, C.A. and A. Niederer. 1988. **The Product and Processing of earthworm protein, in Earthworms in Waste and Environmental Management**. The Hague: SPB Acad. Publ.

Jambhekar, H. 1995. Vermiculture Thrives in India. **International AgSieve** 7(1): 3.

Kampata, S.R. and J.V. Bhatt. 1957. A contribution to the study of the intestinal microflora of Indian earthworms. **Archives Microbiology** 28: 69-80.

Lanno, R.P., G.L. Stephenson and C.D. Wren. 1997. Application of Toxicity Curver in Assessing the Toxicity of Diazinon and Pentachlorophenol to Lumbricus terrestris in Natural Soils. **Soil Biology and Biochem** 29: 689-692.

Lee, K E. 1985. **Eartworms: Their Ecology and Relationships with Soils and Land-use**. Sydney: Acadamic Press.

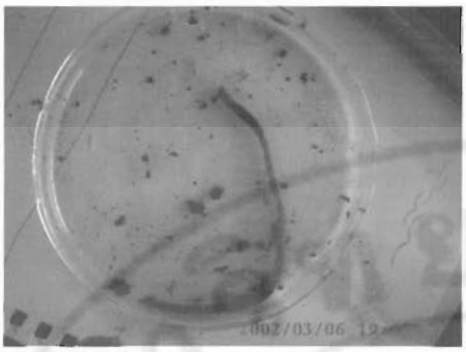
Orozoc, F., H.J.Cegarra, L.M. Trujillo and A. Roig. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia Foetida*: effect on C and N contents and the availability of nutrients. **Bio-Fertil-Soils** 22(1/2): 162-166

Purakayastha, T.J. and R.K. Bhatnager. 1997. Vermicompost: a promising source of plant nutrients. **India Farming** 10(5): 35-37.

ภาคผนวก

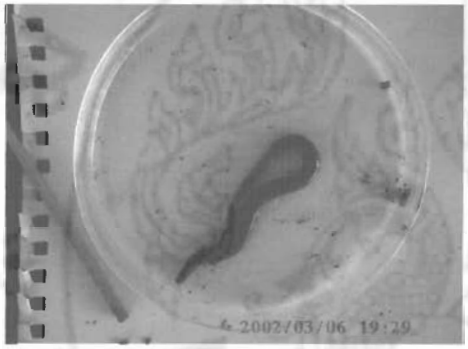
ภาคผนวก ก

ภาพแสดงการวิจัย

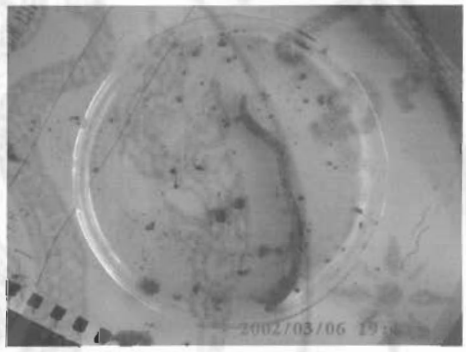


(ก)

(ข)



(ค)



(ง)

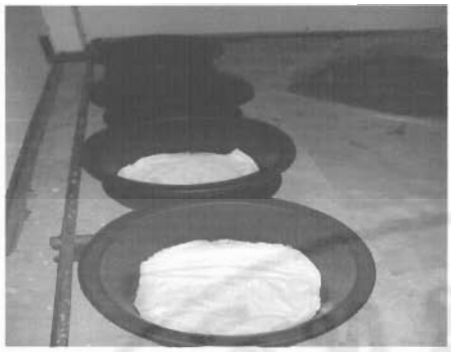
ภาพผนวก 1 สายพันธุ์ไส้เดือนดินที่ใช้ในการทดลอง

(ก) ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

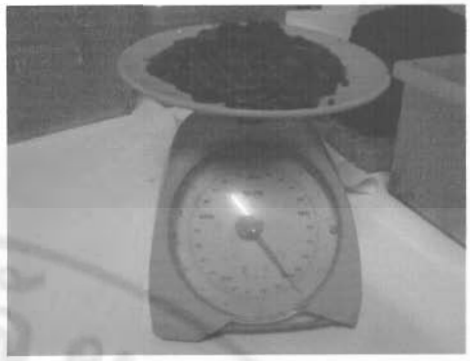
(ข) ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

(ค) ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

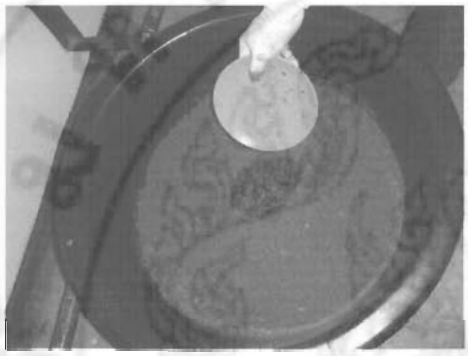
(ง) ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*



(ก)



(ข)



(ค)

(ง)

(จ)

ภาพผนวก 2 ภาชนะและวิธีการเลี้ยงไส้เดือนดิน

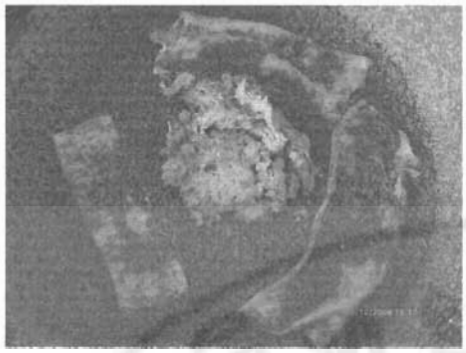
(ก) ภาชนะพลาสติกสีดำเจาะรูที่ใช้ผ้าขาวบางรองพื้น เพื่อป้องกันการหลบหนีของไส้เดือนดิน

(ข) สายพันธุ์ไส้เดือนดินน้ำหนัก 200 กรัม

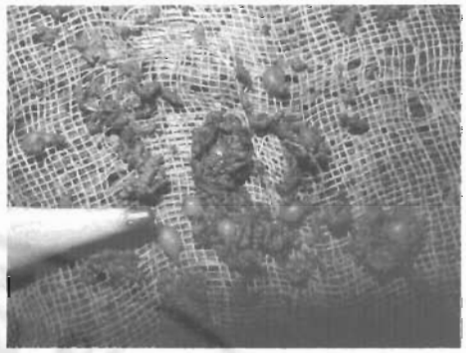
(ค) การปล่อยไส้เดือนดินในภาชนะเพาะเลี้ยง

(ง) การใช้สารเคมีป้ายขอบภาชนะเลี้ยง เพื่อป้องกันการหลบหนี

(จ) ชุดเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน



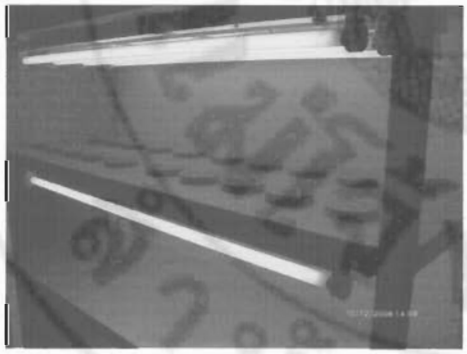
(ก)



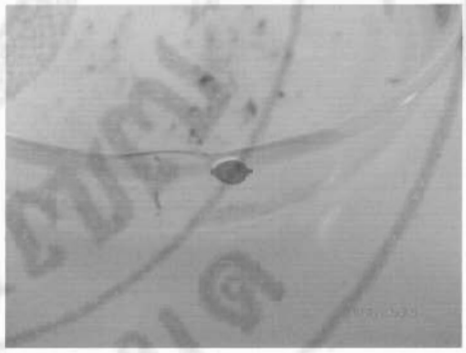
(ข)

(ค)

(ง)



(จ)



(ฉ)

ภาพผนวก 3 การเก็บและเพาะฟักถุงไข่ไส้เดือนดิน

(ก) การใช้ผ้าขาวบางล่อให้ไส้เดือนมาไข่

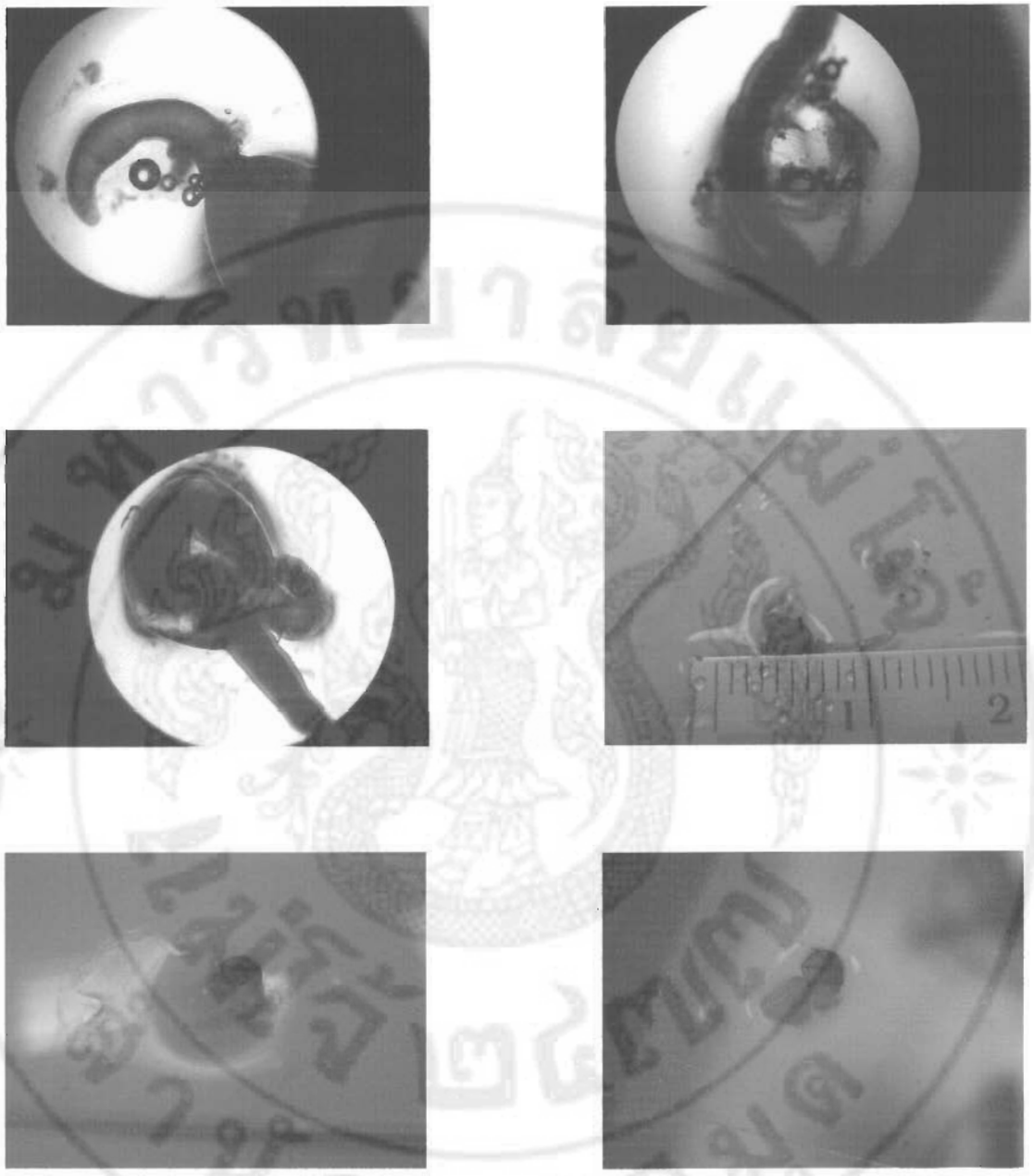
(ข) ถุงไข่ของไส้เดือนดินที่มาวางไข่ในผ้าขาวบาง

(ค) ภาชนะที่ใช้เพาะเลี้ยงถุงไข่ (cocoon) ของไส้เดือนดิน

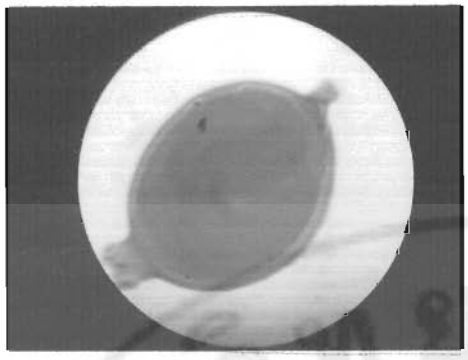
(ง) ลักษณะการเพาะถุงไข่ไส้เดือนดินบริเวณผิวดิน

(จ) สภาพพื้นที่ที่ใช้ฟักถุงไข่ไส้เดือนดิน

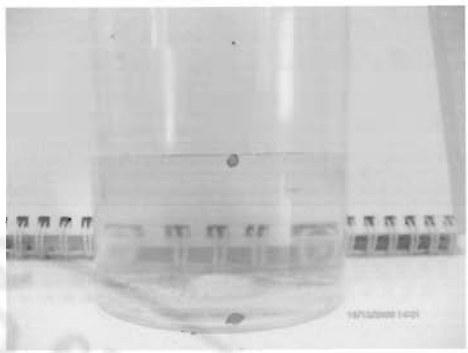
(ฉ) ตัวอ่อนของไส้เดือนดินที่อยู่ในถุงไข่



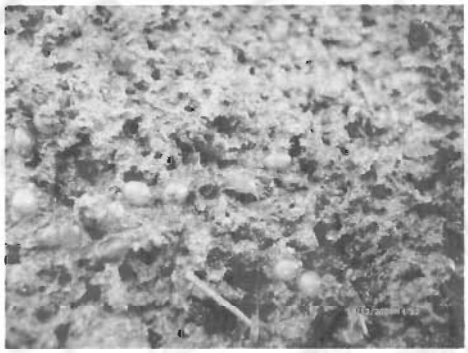
ภาพผนวก 4 การฟักออกจากถุงไข่ของไส้เดือนดิน



(ก)

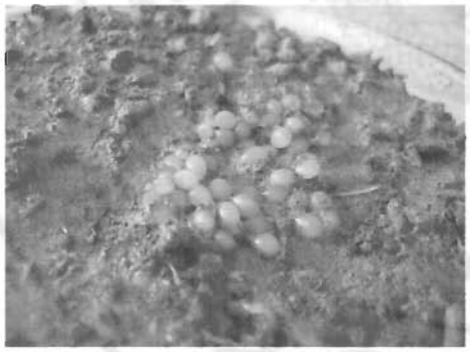


(ข)



(ค)

(ง)



(จ)

(ฉ)

ภาพผนวก 5 ถุงไข่ของไส้เดือนดิน

(ก) ตัวอ่อนของไส้เดือนดินในถุงไข่

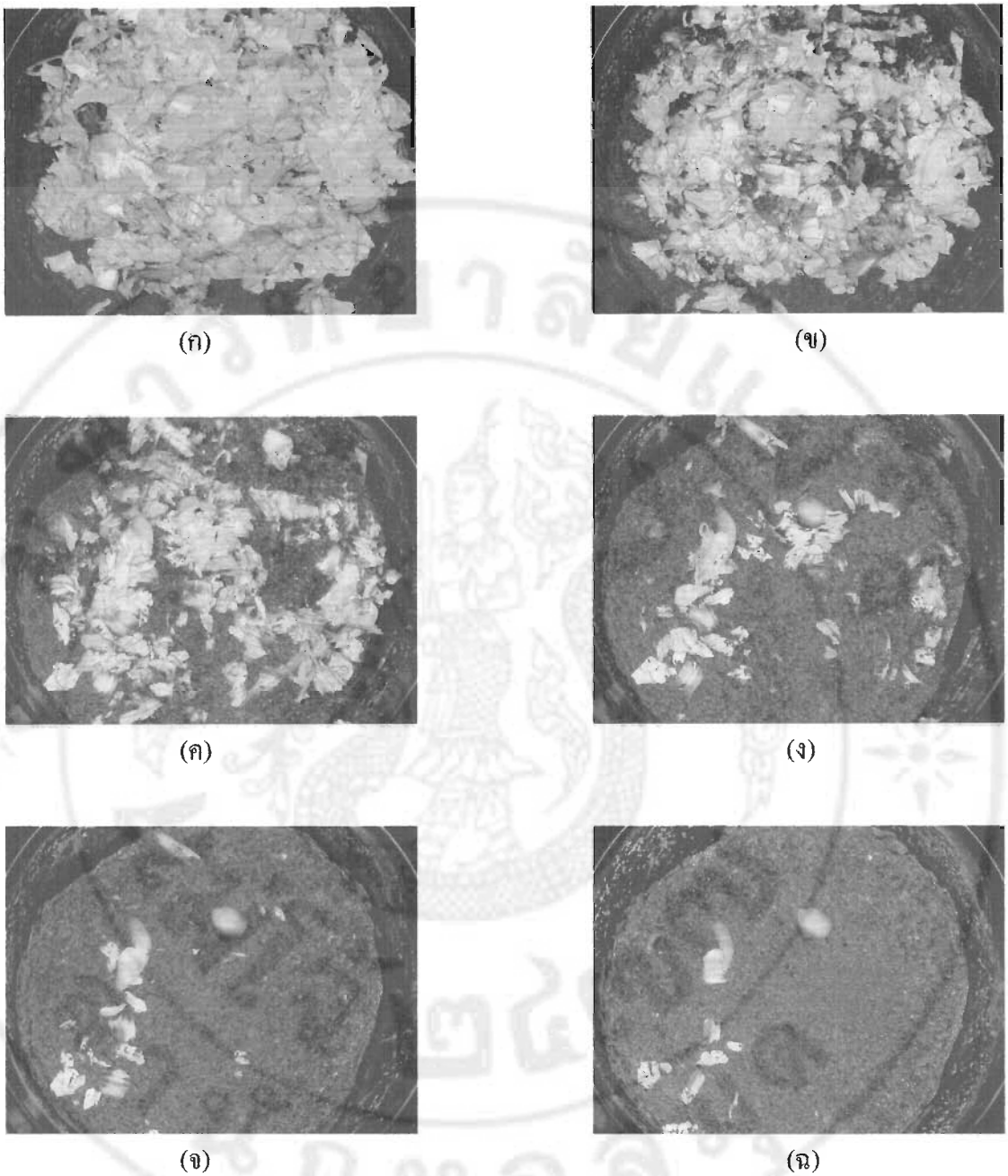
(ข) การตรวจสอบความมีชีวิตของถุงไข่

(ค) ลักษณะของถุงไข่ที่มีการพัฒนาตัวอ่อนเต็มที่แล้ว

(ง) ถุงไข่ของไส้เดือนดินที่ฟักเป็นตัวแล้ว

(จ) ลักษณะของถุงไข่ที่มีการพัฒนาตัวอ่อนเต็มที่แล้ว

(ฉ) ลักษณะของถุงไข่ที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต



(ก) (ข)

(ค) (ง)

(จ) (ฉ)

ภาพผนวก 6 การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*

(ก) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ในวันแรก

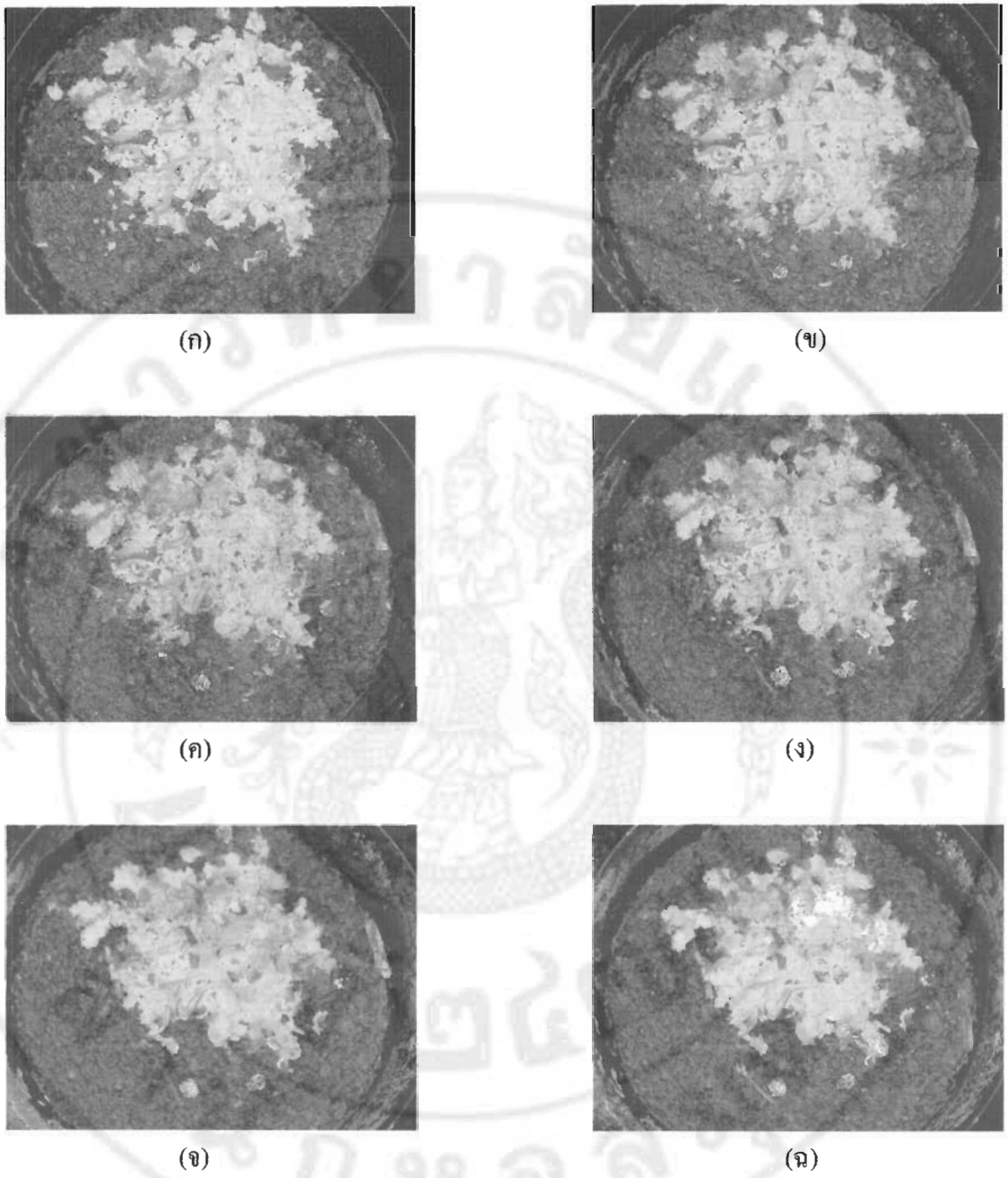
(ข) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ในวันที่ 2

(ค) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ในวันที่ 3

(ง) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ในวันที่ 4

(จ) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ในวันที่ 5

(ฉ) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* ในวันที่ 6



(ก) (ข)

(ค) (ง)

(จ) (ฉ)

ภาพผนวก 7 การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

(ก) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันแรก

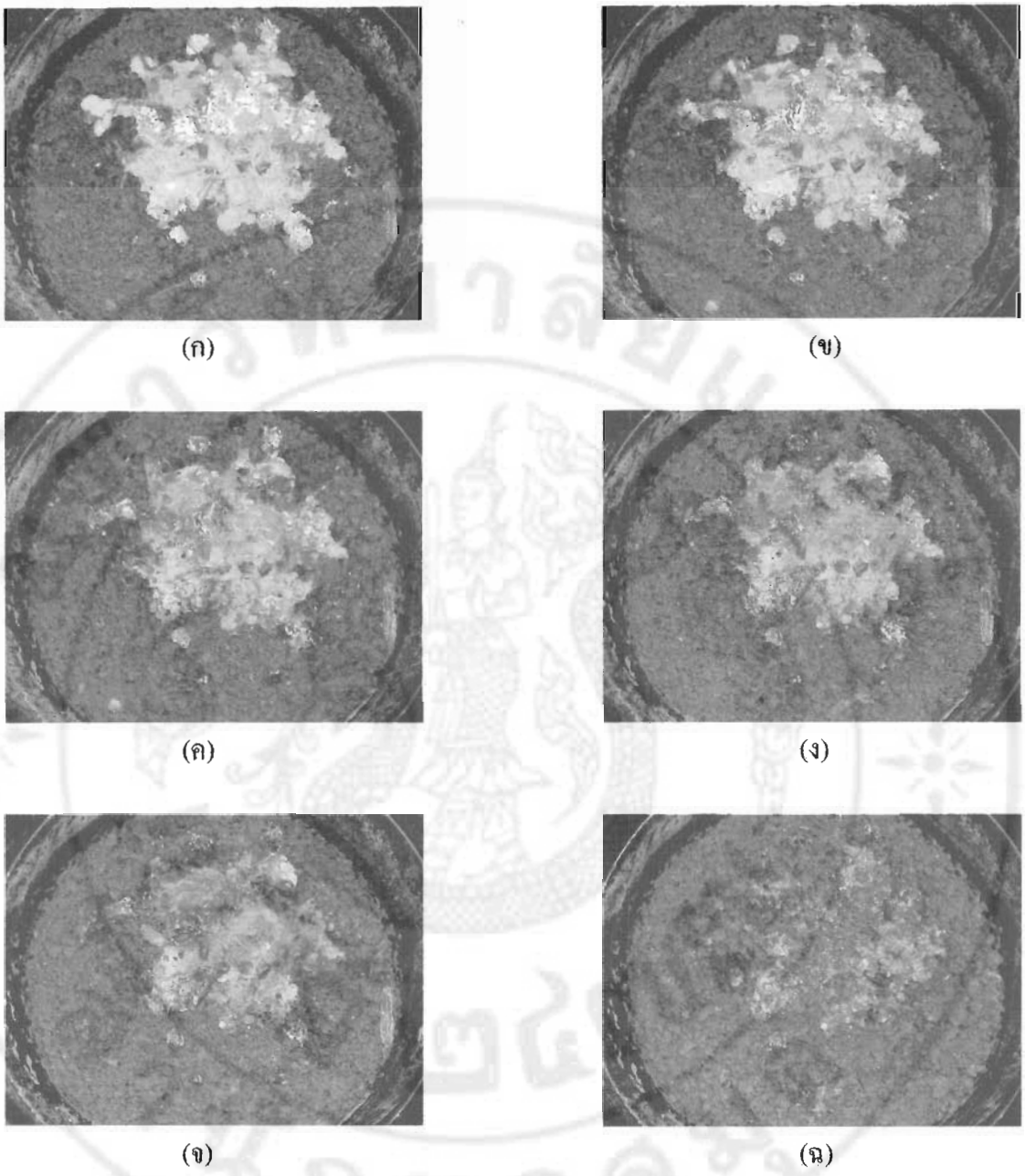
(ข) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 2

(ค) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 3

(ง) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 4

(จ) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 5

(ฉ) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 6



ภาพผนวก 8 การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

(ก) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 7

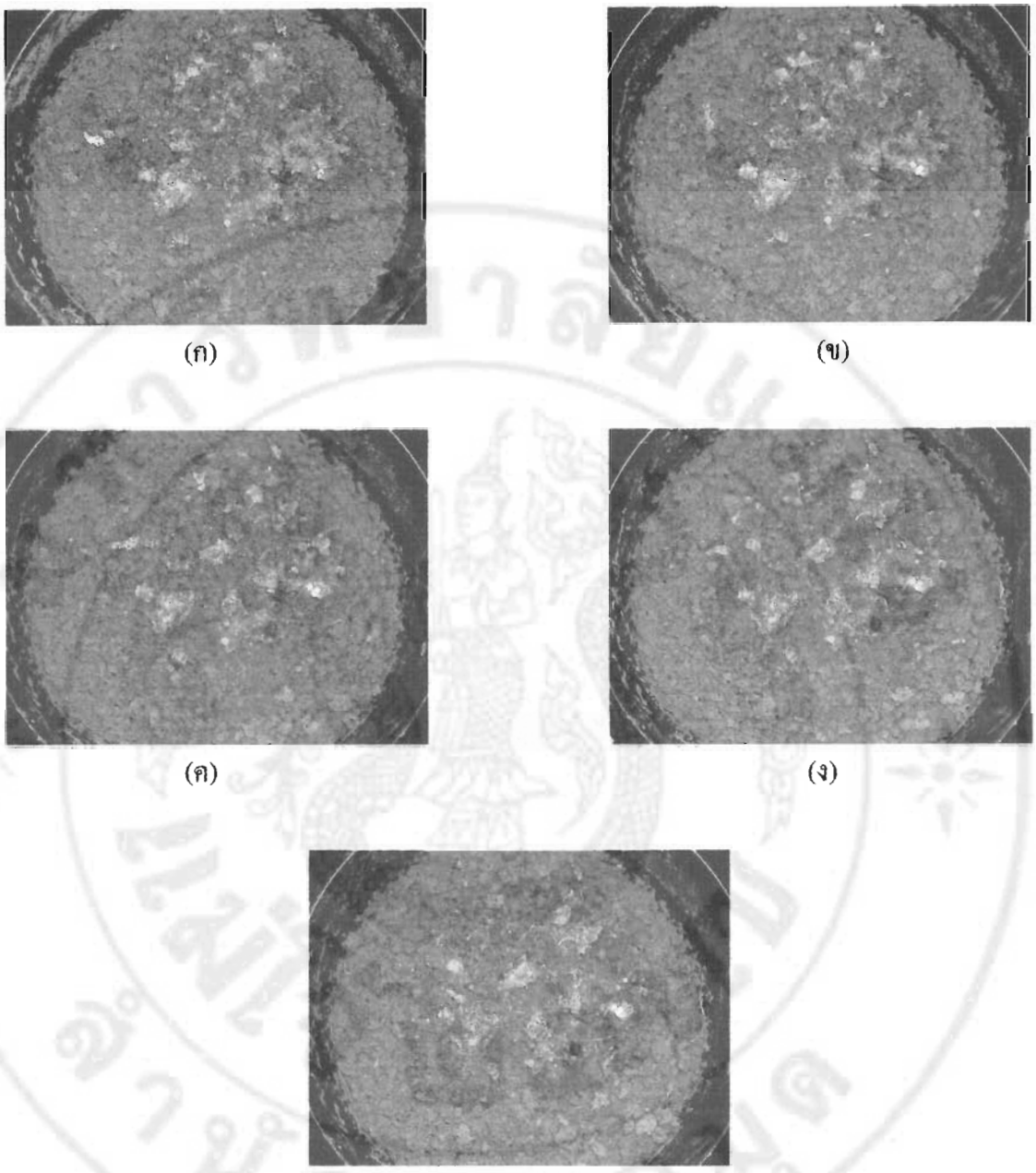
(ข) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 8

(ค) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 9

(ง) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 10

(จ) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 11

(ฉ) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 12



(ก) (ข) (ค) (ง) (จ)

ภาพผนวก 9 การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

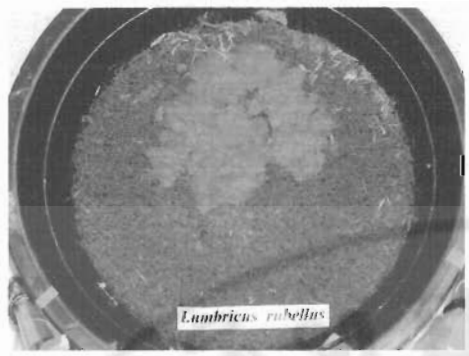
(ก) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 13

(ข) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 14

(ค) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 15

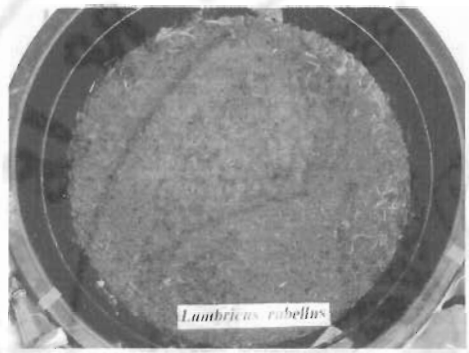
(ง) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 16

(จ) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* ในวันที่ 17

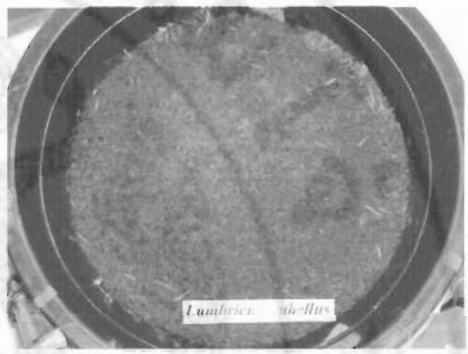


(ก)

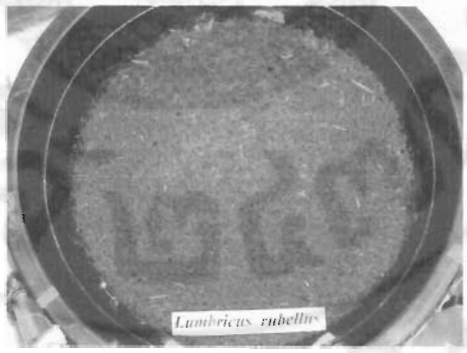
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพผนวก 10 การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

(ก) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ในวันแรก

(ข) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ในวันที่ 2

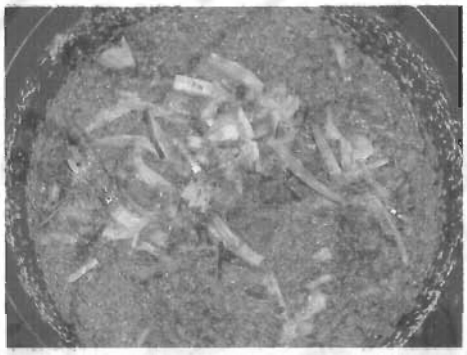
(ค) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ในวันที่ 3

(ง) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ในวันที่ 4

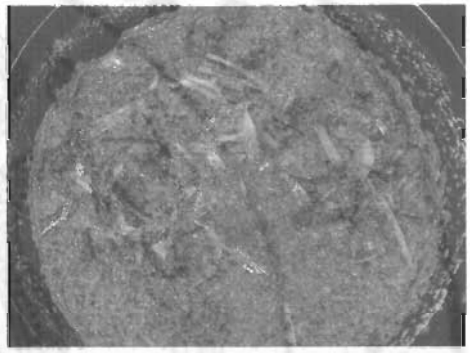
(จ) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* ในวันที่ 5

(ก)

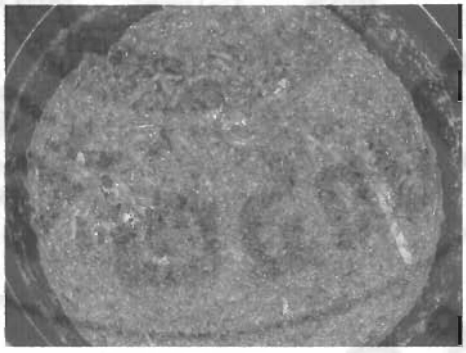
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพผนวก 11 การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

(ก) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ในวันแรก

(ข) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ในวันที่ 2

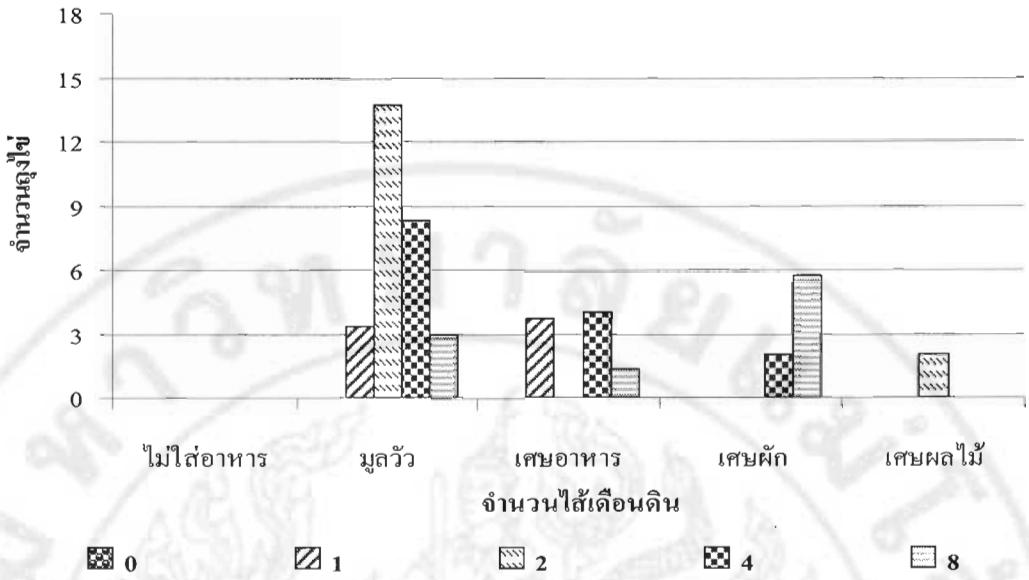
(ค) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ในวันที่ 3

(ง) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ในวันที่ 4

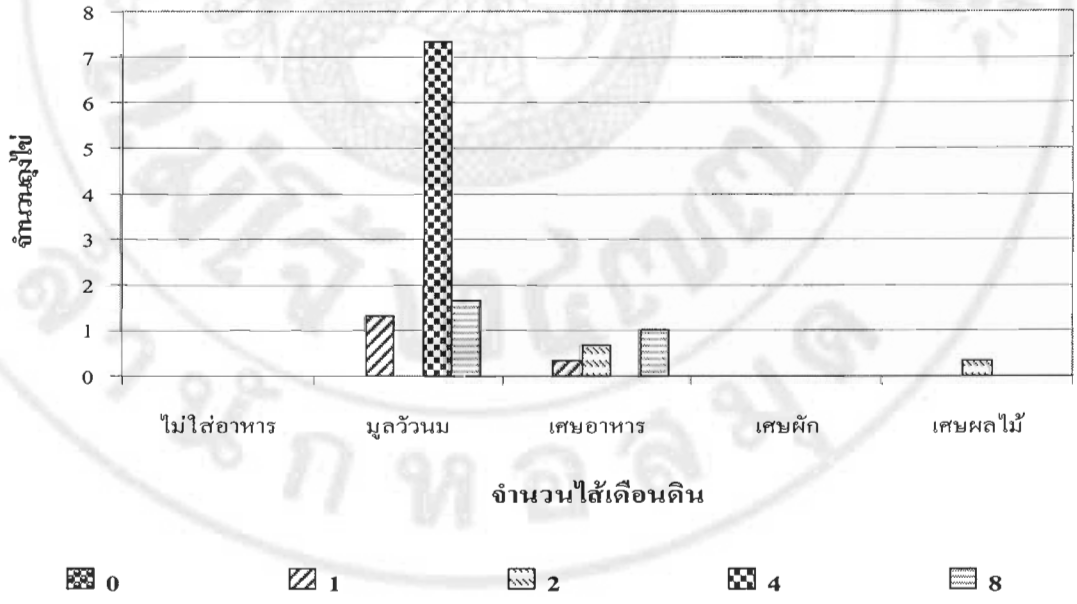
(จ) การกำจัดขยะอินทรีย์โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ในวันที่ 5

ภาคผนวก ข

ปริมาณถุงไข่ จำนวนตัว น้ำหนัก และน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว ของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์



(ก)

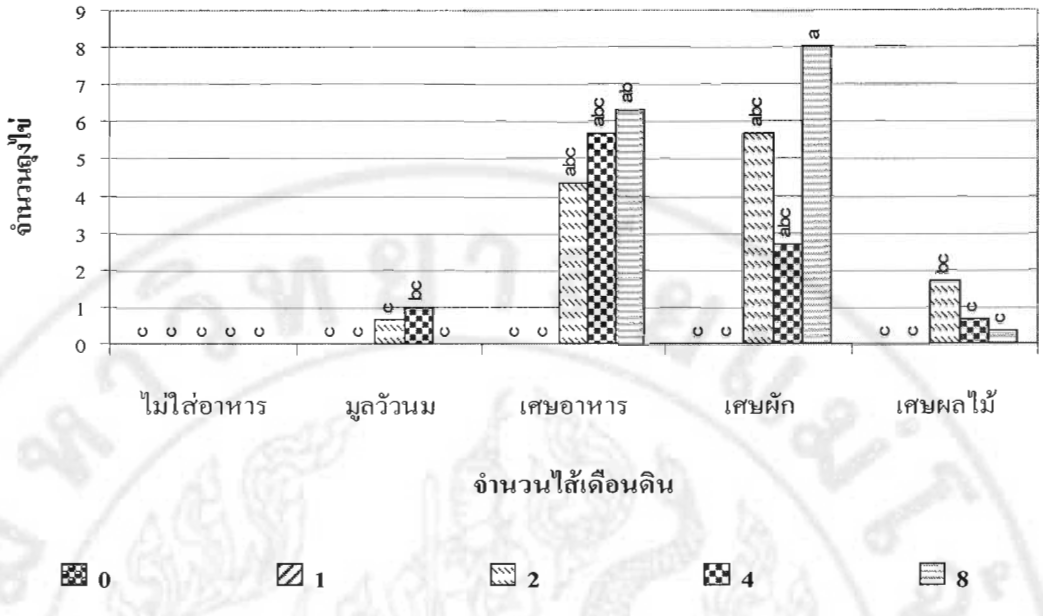


(ข)

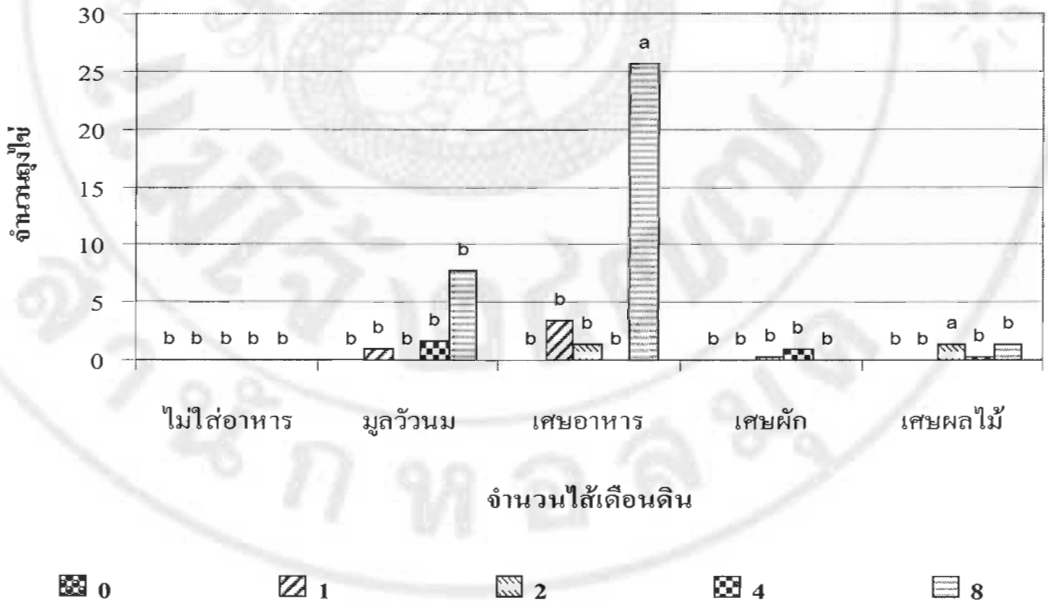
ภาพผนวก 12 จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน

(ก) จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

(ข) จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*



(ก)

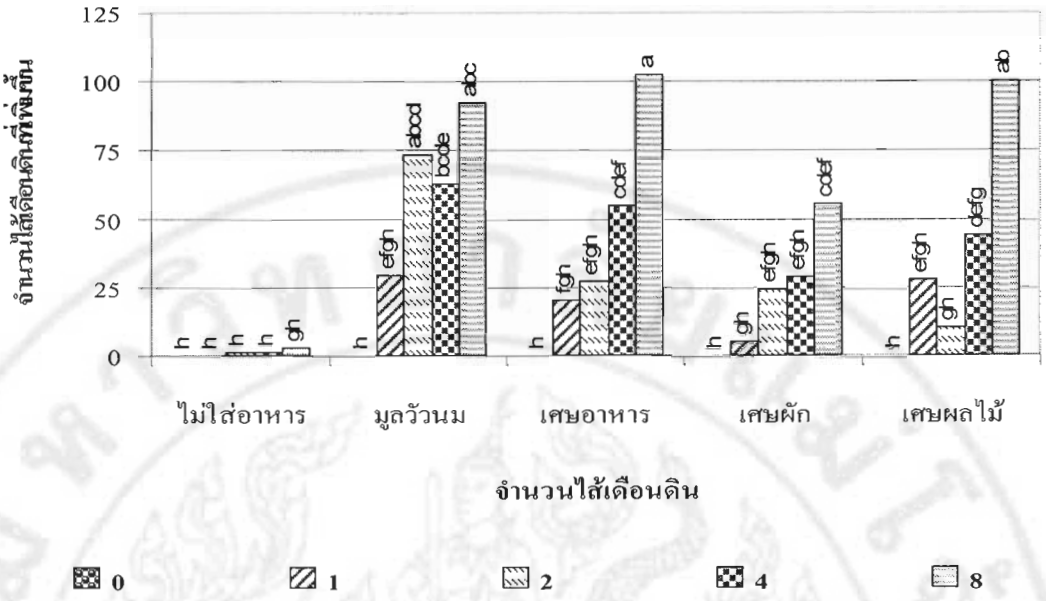


(ข)

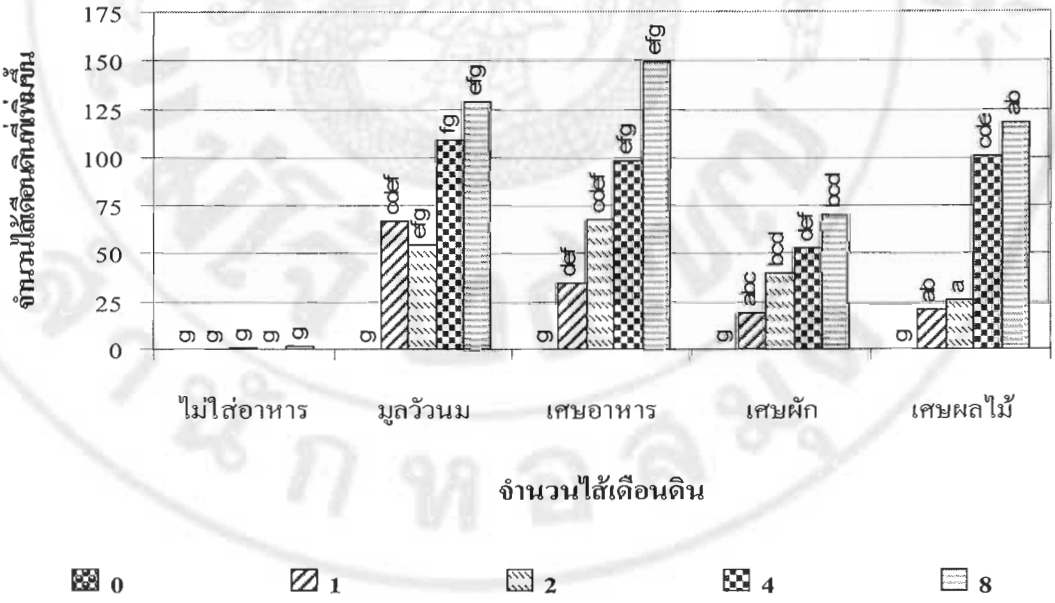
ภาพผนวก 13 จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน

(ก) จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

(ข) จำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*



(ก)

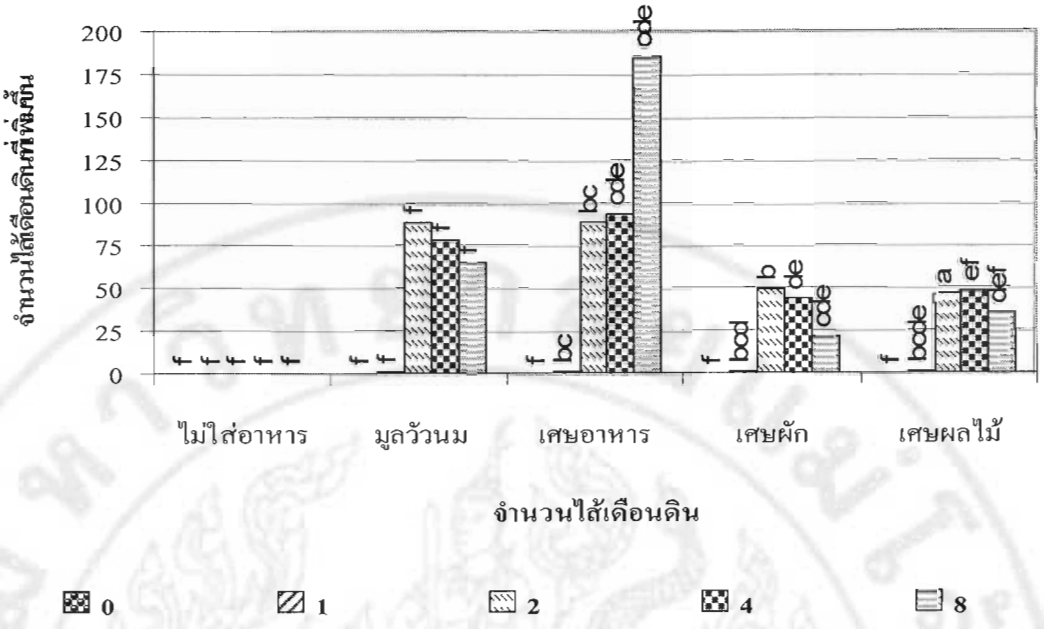


(ข)

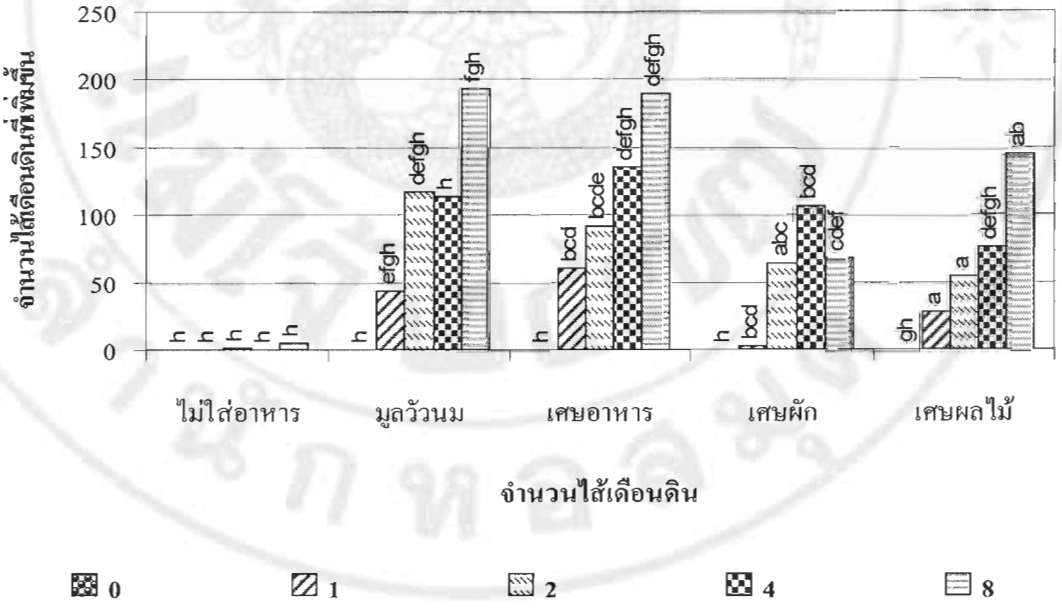
ภาพผนวก 14 จำนวนตัวของไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น

(ก) จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

(ข) จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*



(ก)

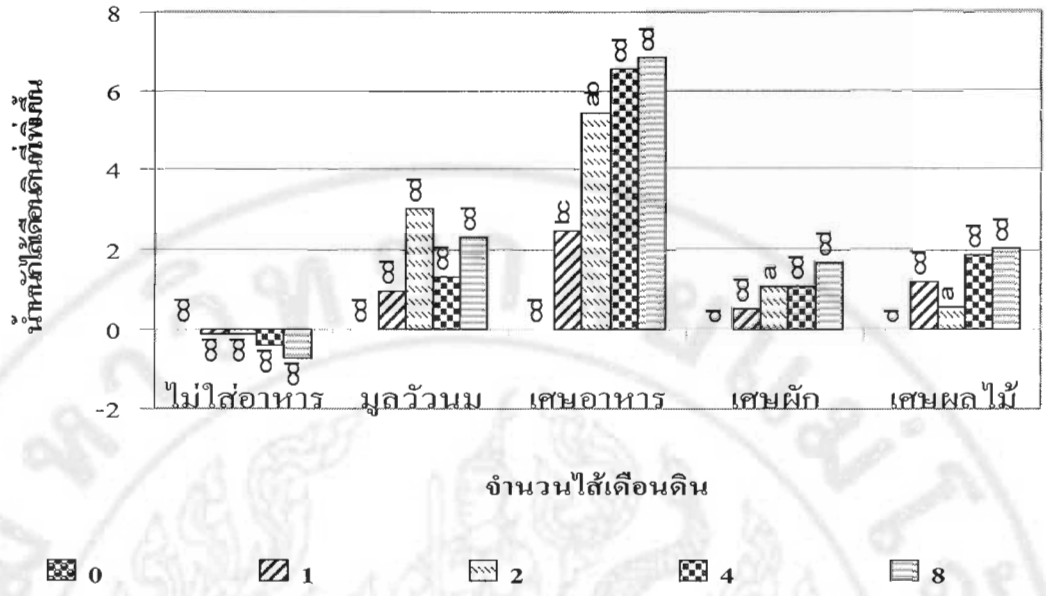


(ข)

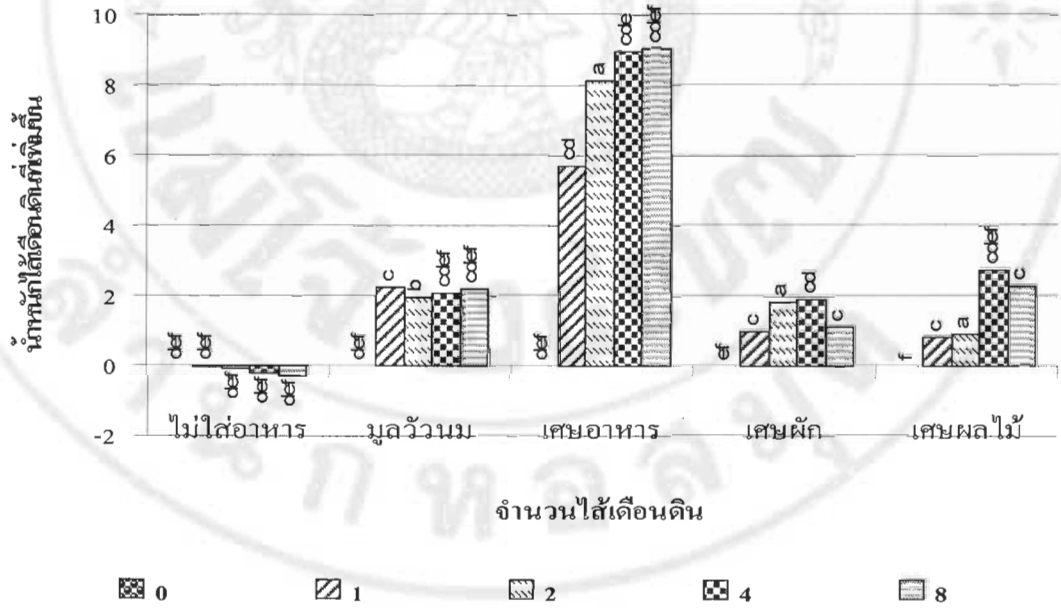
ภาพผนวก 15 จำนวนตัวของไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้น

(ก) จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

(ข) จำนวนตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*



(ก)

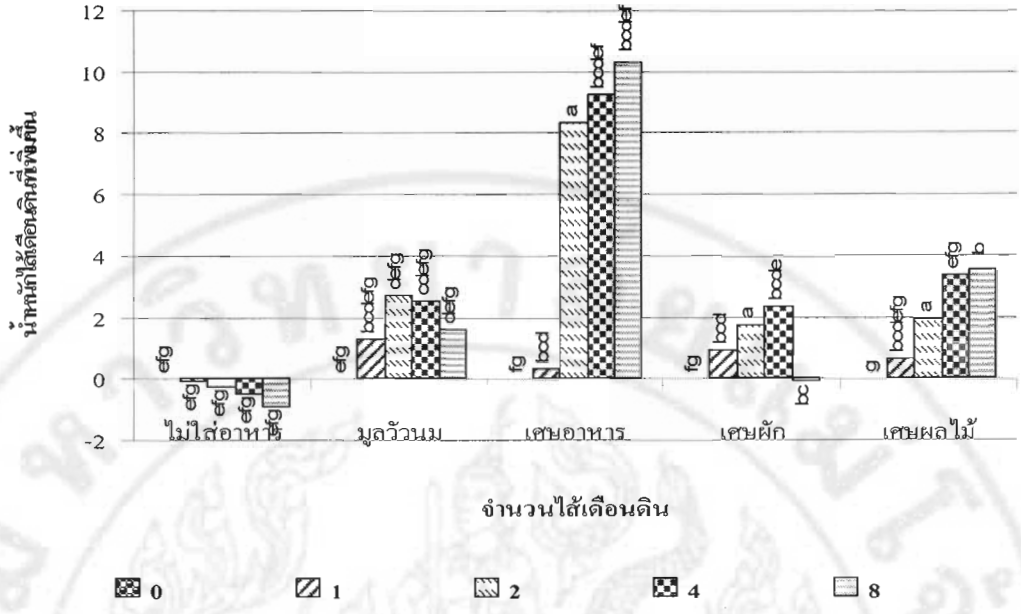


(ข)

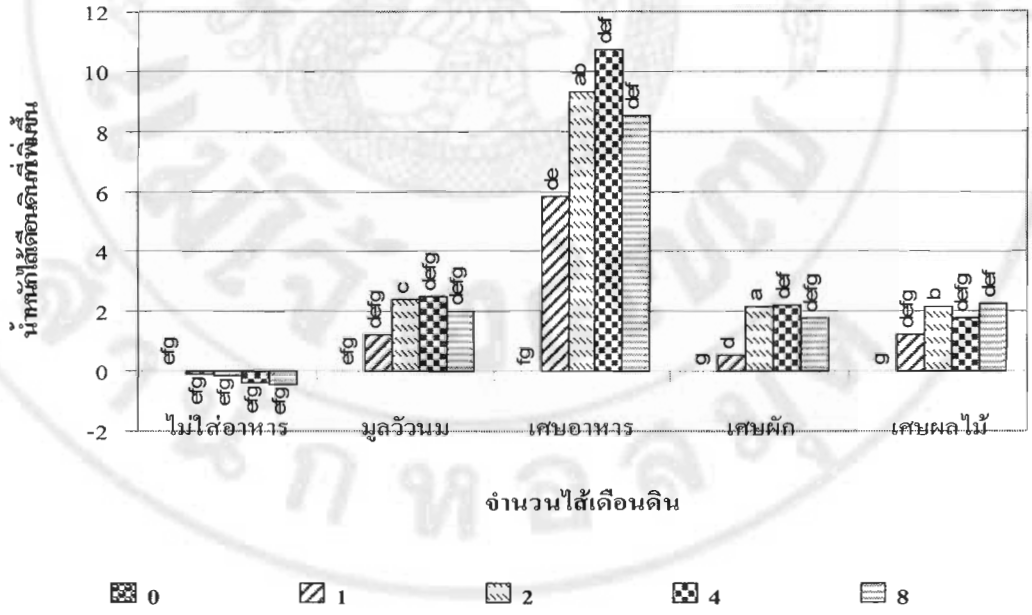
ภาพผนวก 16 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน

(ก) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

(ข) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*



(ก)

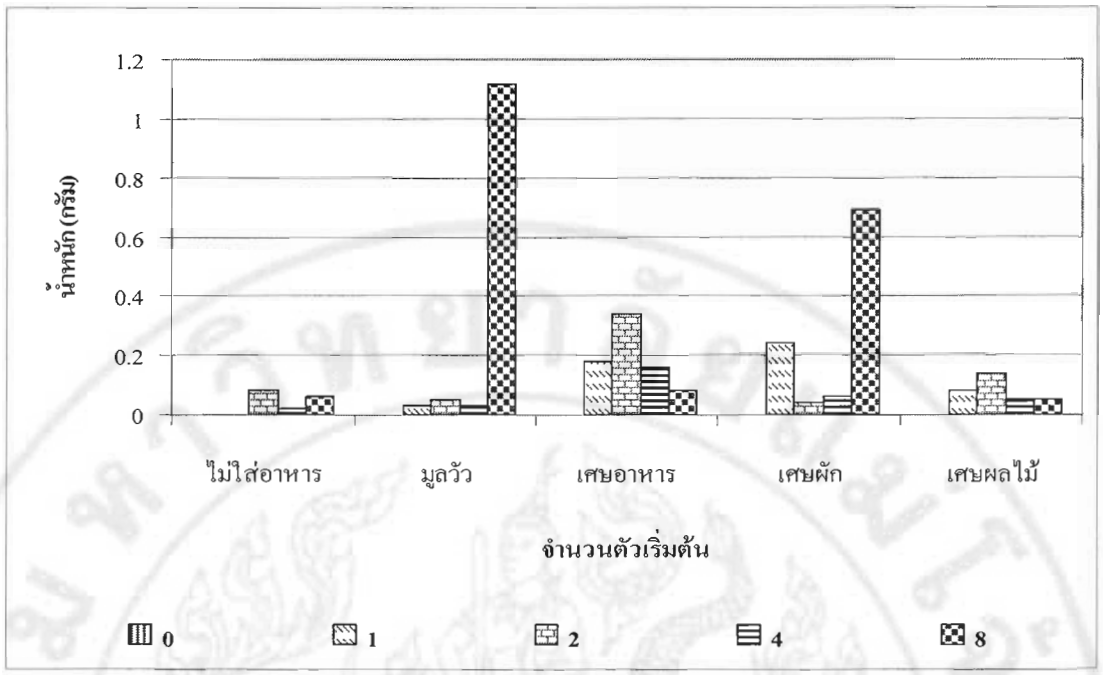


(ข)

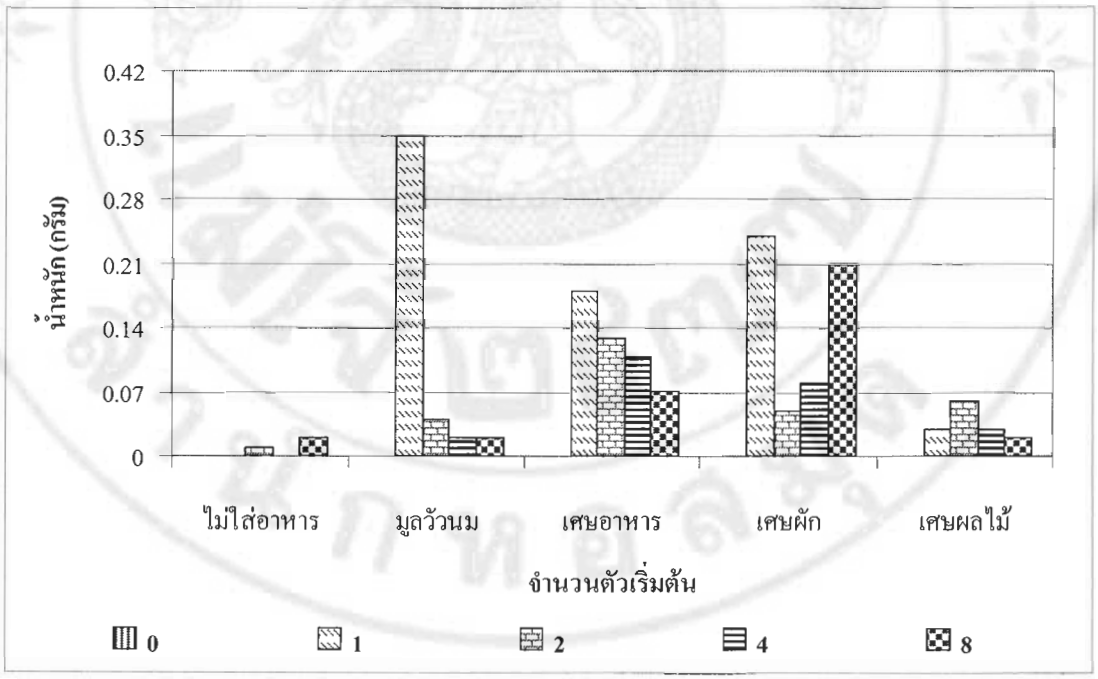
ภาพผนวก 17 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดิน

(ก) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

(ข) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugineae*



(ก)

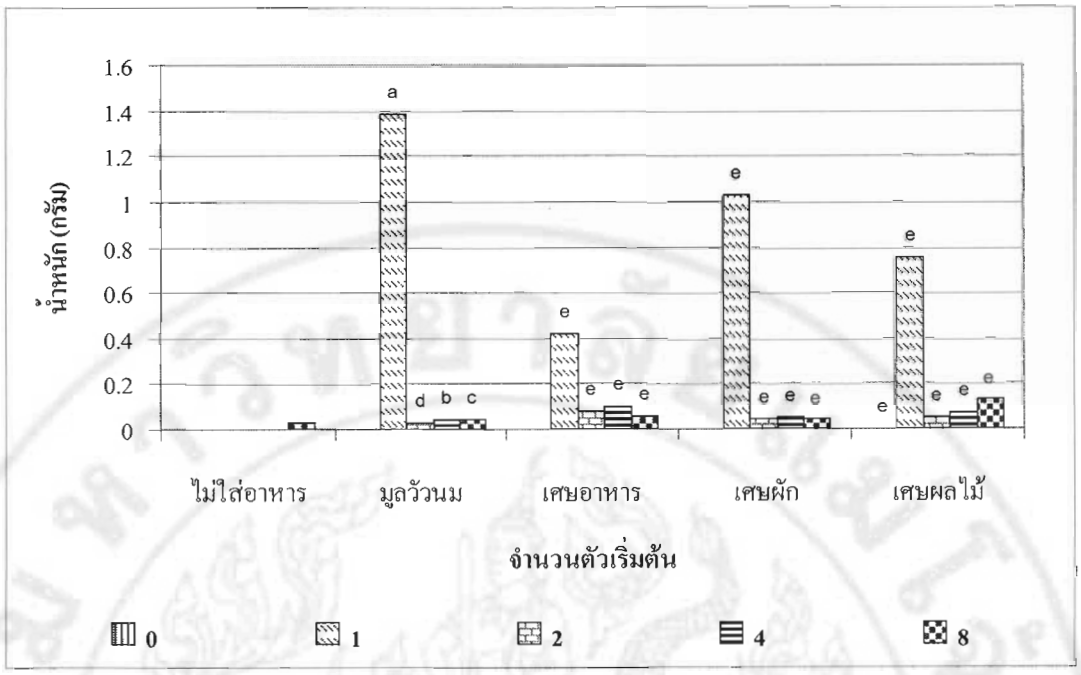


(ข)

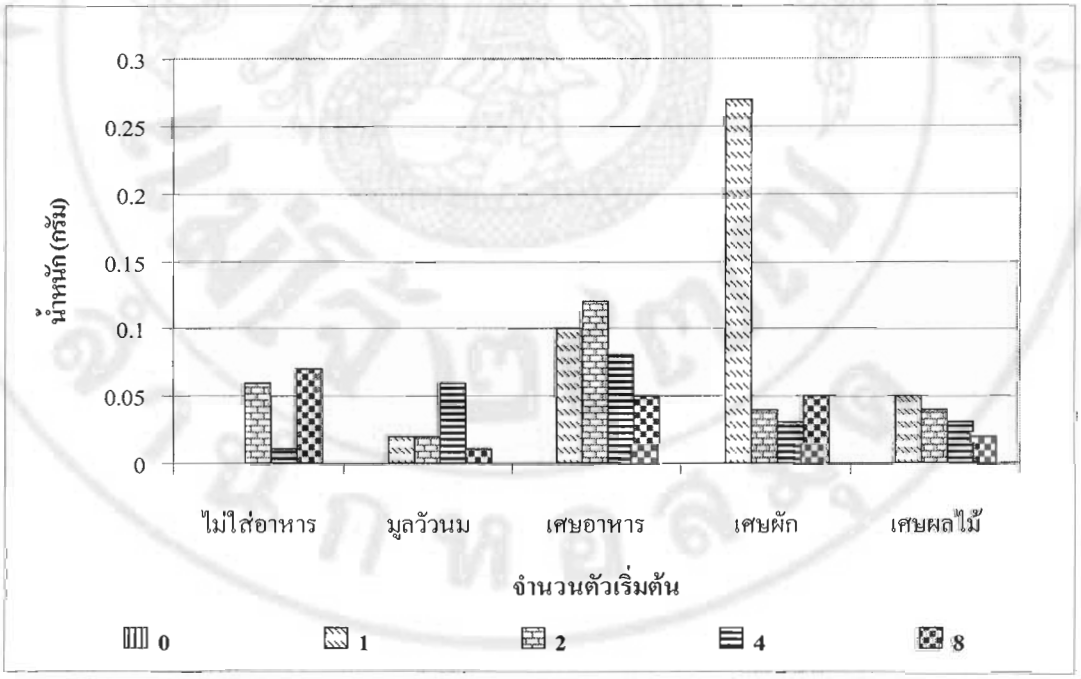
ภาพผนวก 18 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดิน

(ก) น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*

(ข) น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*



(ก)



(ข)

ภาพผนวก 19 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดิน

(ก) น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus*

(ข) น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae*

ภาคผนวก ค

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายจีรวัฒน์ นวนพุดซา

เกิดวันที่ 1 มีนาคม 2525

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2539 ประถมศึกษา จากโรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

พ.ศ. 2541 มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา

พ.ศ. 2544 มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา

พ.ศ. 2547 ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากคณะพืชศาสตร์-พืชสวน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก