



วิทยานิพนธ์

การผลิตปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน *EUDRILUS EUGENIAE* และ
PERIONYX EXCAVATUS จากการผสมมูลโคนมและเศษหญ้า

VERMICOMPOSTING BY *EUDRILUS EUGENIAE* AND
PERIONYX EXCAVATUS FROM THE MIXTURE OF
COW DUNG AND GRASS CLIPPINGS

พันเอกหญิง สมพร คำเครื่อง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน)

ปริญญา

การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*
จากการผสมมูลโคนมและเศษหญ้า

Vermicomposting by *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus* from the
Mixture of Cow Dung and Grass Clippings

นามผู้วิจัย พันเอกหญิง สมพร คำเครื่อง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์สมชัย จันทร์สว่าง, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์นันทพร จารุพันธุ์, M.S.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์พรรณนภา ศักดิ์สูง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อางคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 8 เดือน 12 พ.ศ. 2557

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*
จากการผสมมูลโคนมและเศษหญ้า

Vermicomposting by *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus* from the Mixture
of Cow Dung and Grass Clippings

โดย

พันเอกหญิง สมพร คำเครื่อง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน)

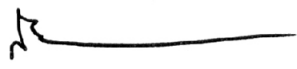
พ.ศ. 2551

สมพร คำเครื่อง, พันเอกหญิง 2551: การผลิตปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* จากการผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน) สาขาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สมชัย จันทร์สว่าง, Ph.D.
62 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* จากการผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ในอัตราส่วนผสม 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70 และ 40 : 60 ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ได้ผลดังนี้ อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักไส้เดือนดินรวมหลังทดลองและประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัวของไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* แต่มีผลต่อน้ำหนักไส้เดือนดินรวมหลังทดลองและประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัวของไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* โดยอัตราส่วนผสม 30 : 70 ดีกว่าอัตราส่วนผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* โดยอัตราส่วนผสม 10 : 90, 20 : 80 และ 40 : 60 มีอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักดีกว่าอัตราส่วนผสม 30 : 70 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* แต่อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินพบว่าอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การให้ลูกและการเติบโตของลูกไส้เดือนดินที่เลี้ยงในส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า 40 : 60 สำหรับ *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* พบว่าระยะเวลาจากโคขุนจนถึงระยะสมบูรณ์พันธุ์ใช้เวลา 40 – 88 วัน และ 46 – 107 วัน ตามลำดับ

พ.อ.อ. 

ลายมือชื่อนิสิต

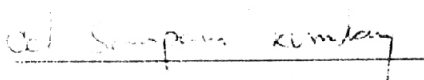


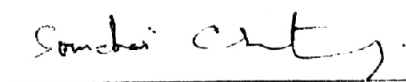
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

15 / 3 / 51

Somporn Kumkrung, Colonel 2008: Vermicomposting by *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus* from the Mixture of Cow Dung and Grass Clippings. Master of Science (Sustainable Land Use and Natural Resource Management), Major Field: Sustainable Land Use and Natural Resource Management, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Associate Professor Somchai Chantsavang, Ph.D. 62 pages.

The objectives of this study were to produce vermicompost by *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus* from the mixture of cow dung and grass clippings in 10:90, 20:80, 30:70 and 40:60 proportions. The experiment was designed in completely random design of 3 treatments. The result showed that at the end of experiment, the mixture was not affect total weight gain and the efficiency of media conversion of *Eudrilus eugeniae* but affected to *Perionyx excavatus*, the 30:70 proportion was the best proportions ($p < 0.05$). It was found that the mixture significantly affect the efficiency of the compost recovery of *Eudrilus eugeniae*, the 10:90, 20:80 and 40:60 proportions were better than 30:70 proportion ($p < 0.05$). But the mixture did not affect the efficiency of the compost recovery of *Perionyx excavatus*. The mixture significantly affected the contents of nitrogen in vermicast of *Eudrilus eugeniae* and C:N ratio in vermicast of *Perionyx excavatus* ($p < 0.05$). Earthworms' growth were studied in 40:60 proportion. The results showed that life cycle of *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus*, from cocoon to clitellum was 40 – 88 days and 46 – 107 days respectively.


Student's signature

 15 3 2008
Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สมชัย จันทส์ส่วง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ให้ความอนุเคราะห์ให้เสียเดือนคืนในการทดลอง และการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ตลอดจนแก้ไขจนเสร็จสมบูรณ์ รองศาสตราจารย์ นันทพร จารุพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ รังสฤษฎ์ กาวีตะ ประธานการสอบ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และขอกราบขอบพระคุณ ดร. วิทยากร ลิมทอง ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา และแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่แผนกโคมม กรมการสัตว์ทหารบก ที่ให้ความอนุเคราะห์มูลค่าโคมมเจ้าหน้าที่ประจำโครงการศูนย์การศึกษา KU – SLUSE ที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านงานธุรการ

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ สามี และลูก ๆ ทั้ง 3 คน ที่คอยเป็นกำลังใจ และเป็นแรงผลักดันในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณคุณครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน วิชาการความรู้ในด้านต่าง ๆ และขอขอบใจเพื่อน ๆ น้อง ๆ สาขาวิชาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน รุ่นที่ 5 ที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ เรื่อง และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

สมพร คำเครื่อง
มีนาคม 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	17
อุปกรณ์	17
วิธีการ	18
ผลและวิจารณ์	22
สรุปและข้อเสนอแนะ	43
สรุป	43
ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	46
ภาคผนวก	51
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	62

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักไส้เดือนดินรวมก่อนและหลังการทดลองของ <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i> ในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ กัน	22
2	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัวของ <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i> ในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ กัน	23
3	ปริมาณอินทรีย์วัตถุของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าก่อนและหลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	24
4	อัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของ <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i> ในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ กัน	26
5	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อนและหลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	27
6	เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือนดินหลังทดลอง, ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมัก โดยเฉลี่ยของ <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	28
7	ความเป็นกรดและด่างของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อนและหลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	29
8	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อนและหลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	31
9	ปริมาณไนโตรเจนของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อนและหลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	33
10	ปริมาณฟอสฟอรัสของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อนและหลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	34

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	ปริมาณโพแทสเซียมของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าก่อนและหลัง ทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	36
12	ความแตกต่างค่าวิเคราะห์ทางเคมีของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน <i>Eudrilus</i> <i>eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	39
13	การให้ลูกและการเจริญของลูกไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i> ในส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า	42
ตารางผนวกที่		
1	ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน ไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 10:90 จากไส้เดือนดิน <i>Perionyx excavatus</i>	57
2	ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน ไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 20:80 จากไส้เดือนดิน <i>Perionyx excavatus</i>	58
3	ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน ไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 30:70 จากไส้เดือนดิน <i>Perionyx excavatus</i>	58
4	ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน ไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 40:60 จากไส้เดือนดิน <i>Perionyx excavatus</i>	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
5 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน ไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 10:90 จากไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i>	59
6 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน ไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 20:80 จากไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i>	60
7 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน ไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 30:70 จากไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i>	60
8 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน ไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 40:60 จากไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i>	61

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การจำแนกไส้เดือนดินตามลักษณะทางนิเวศวิทยา	5
2	ลักษณะภายนอกไส้เดือนดิน	6
3	ผนังตัวและซีลอม	7
4	ระบบย่อยอาหาร	8
5	ระบบขับถ่าย	9
6	ระบบประสาท	9
7	ระบบสืบพันธุ์	10
8	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหมักตัว ของไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	25
9	เปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของไส้เดือนดิน <i>Eudrilus</i> <i>eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	27
10	ค่าความเป็นกรดและด่างของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลัง ทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx</i> <i>excavatus</i>	29
11	ปริมาณอินทรีย์วัตถุของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลัง ทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx</i> <i>excavatus</i>	30
12	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลัง ทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx</i> <i>excavatus</i>	32
13	ปริมาณไนโตรเจนของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลัง ทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	33
14	ปริมาณฟอสฟอรัสของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลัง ทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	ปริมาณโพแทสเซียมของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx excavatus</i>	36
16	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน <i>Eudrilus eugeniae</i> และ <i>Perionyx</i> <i>excavatus</i>	37
17	โคกุนของ <i>Eudrilus eugeniae</i>	40
18	โคกุนของ <i>Perionyx excavatus</i>	41

การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* จากการผสมมูลโคนมและเศษหญ้า

Vermicomposting by *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus* from the Mixture of Cow Dung and Grass Clippings

คำนำ

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ตั้งอยู่เลขที่ 99 หมู่ 1 ต. พรหมณี อ. เมือง จ. นครนายก มีพื้นที่ทั้งหมด 21,442.8 ไร่ คิดเป็น 34.31 ตร. กม. ในจำนวนนี้มีพื้นที่ที่เป็นทุ่งหญ้า และสนามกอล์ฟ 3,684.94 ไร่ คิดเป็น 5.89 ตร. กม. ซึ่งเป็นร้อยละ 17.17 ของพื้นที่ทั้งหมด การดูแลบำรุงรักษาสนามหญ้าซึ่งกระจายอยู่ในพื้นที่เพื่อให้มีทัศนียภาพสวยงามและควรมีสงาราคีต้องใช้กำลังพลซึ่งเป็นทหารกองประจำการในการตัดอยู่เป็นประจำ แม้เศษหญ้าที่ได้จัดเป็นขยะอินทรีย์ชนิดหนึ่ง แต่ที่ผ่านมานั้นกำจัดโดยวิธีเผาและกลบตามโคนต้นไม้ซึ่งทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว นอกจากนั้นในพื้นที่โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้ายังมีแผนกโคนม ของกรมการสัตว์ทหารบก ซึ่งมีการกักตุนนมสดสำหรับบริโภคแก่นักเรียนนายร้อย และกำลังพลภายในโรงเรียน มูลโคนมเป็นขยะอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งซึ่งหากนำมาพร้อมกับเศษหญ้าแล้วใช้ไส้เดือนดินย่อยสลาย โดยการกินแล้วขับถ่ายเป็นมูลออกมา ทำให้ได้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (Vermicompost) คุณภาพดี

ปัจจุบันมีการเลี้ยงไส้เดือนดินเพื่อขายเป็นการค้าอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา คิวบา ฝรั่งเศส อินเดีย และฟิลิปปินส์ เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการเลี้ยงเพื่อเป็นเหยื่อตกปลา ผลิตปุ๋ยหมัก และน้ำสกัดชีวภาพ สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการเลี้ยงไส้เดือนดินเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่นกัน ได้แก่ ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการเลี้ยงเพื่อกำจัดเศษอาหาร และขยะจากชุมชน ด้านเกษตรกรรม เป็นการเลี้ยงเพื่อผลิตปุ๋ยหมัก และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ด้านอาหารสัตว์ เป็นการเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารปลา และสัตว์เลี้ยงชนิดอื่น เนื่องจากไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ให้ลูกมาก กินอาหารได้รวดเร็วหากอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และลงทุนไม่มากในการเลี้ยง ไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* มีชื่อสามัญ African Night crawler และไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* มีชื่อสามัญ

Blue worm, Indian worm หรือ Malasian blue worm ทั้ง 2 ชนิดเป็นไส้เดือนดินจากเขตร้อน (Tropical species) ที่นิยมนำมาใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ

การนำขยะอินทรีย์ เช่น มูลโคนม และเศษหญ้า มาทำเป็นปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดิน ในการย่อยสลาย นับว่าเป็นวิธีการที่เป็นประโยชน์แก่เกษตรกรในการนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ไม่ต้องใช้งบลงทุนมาก และเป็นแนวทางในการบำบัดขยะอินทรีย์ที่ สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมของมูลโคนม และเศษหญ้าที่เหมาะสมต่อการเติบโตและการทำปุ๋ยหมักของ *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*
3. เพื่อศึกษาการให้ลูกและการเติบโตของลูกไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ที่เลี้ยงในส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า

การตรวจเอกสาร

ไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดิน (Earthworm) จัดอยู่ในไฟลัมแอนเนลิดา (Phylum Annelida) คลาสโอลิโกคีตา (Class Oligochaeta) ปัจจุบันมีการจำแนกไส้เดือนดินทั่วโลกได้กว่า 4,000 ชนิด ส่วนใหญ่อยู่บนบกโดยขุดรูอยู่ในดินชั้น ๆ ที่มีสารอินทรีย์สูง มีขนาดตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร จนถึงยาวเกือบ 3 เมตร จำนวนปล้องมีตั้งแต่ 6 ปล้อง จนถึง 600 ปล้อง ได้แก่ ไส้เดือนดินออสเตรเลีย (*Megascolides australis*) (บพิธ และนันทพร, 2547) ไส้เดือนดินที่พบมากในแถบยุโรปและอเมริกาเป็นไส้เดือนดินชนิด *Lumbricus terrestris* สำหรับในประเทศไทยไส้เดือนดินที่พบมากและได้รับการจำแนกแล้วมีดังต่อไปนี้ คือ *Phretima peguana* เป็นไส้เดือนแดงที่พบได้ทั่วไป *Phretima posthuma* พบทั่วไปในสวน *Phretima alexandri*, *Phretima elongate* พบที่เชียงใหม่ *Phretima Austrian* พบบริเวณคอกสุเทพ และ *Phretima anadelei* พบที่สงขลา (อานัฐ, 2549)

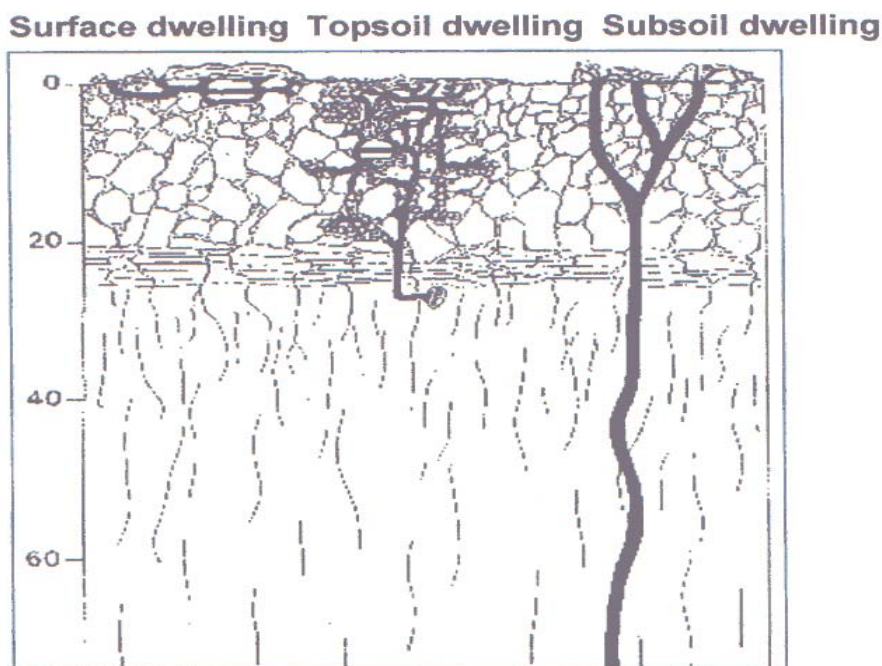
1. การจำแนกไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินจำแนกตามลักษณะทางนิเวศวิทยา เป็น 3 กลุ่ม (Bouche, 1971, 1977) ได้แก่ (ภาพที่ 1)

1.1 กลุ่ม Epigeics (Soil surface dwelling or Compost preferring species) เป็นไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน มีอัตราการแพร่พันธุ์สูง เติบโตได้รวดเร็ว กินเศษซากพืชเป็นอาหาร ต้องการความชื้นพอเหมาะและแหล่งอาหารที่แน่นอน พบในเขตอบอุ่นมากกว่าเขตร้อน มีประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพของดินมาก เนื่องจากมีบทบาทในการนำอินทรีย์วัตถุกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก และทำให้เกิดสารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Edwards and Burrows, 1988)

1.2 กลุ่ม Endogeics (Topsoil dwelling species) ไส้เดือนดินกลุ่มนี้มีโพรงถาวรหรือกึ่งถาวร พบในดินลึก 20 – 30 ซม. โดยขุดลึกลงไปดินชั้นแร่ธาตุแล้วขุดขวางในชั้นนี้ ปลายโพรงจะเปิดออกอีกด้านหนึ่ง เพื่อออกไปกินอาหารพวกใบไม้ และอินทรีย์วัตถุในดิน การขุดโพรงของไส้เดือนดินทำให้เกิดการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน (Craswell, 1994)

1.3 กลุ่ม Anecics (Subsoil dwelling species) ไส้เดือนดินกลุ่มนี้ขุดโพรงในดินชั้นล่างลึกถึง 3 เมตร สามารถขุดโพรงได้หลายทิศทางในดินชั้นบนเพื่อขึ้นมากินอาหาร (บรรจงศักดิ์, 2541)



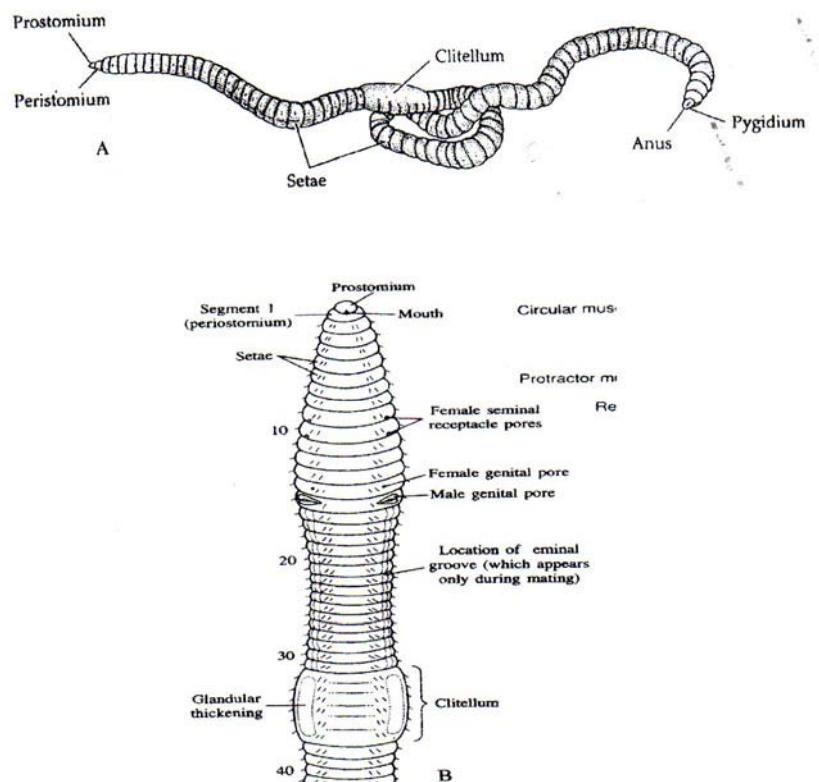
ภาพที่ 1 การจำแนกไส้เดือนดินตามลักษณะทางนิเวศวิทยา

ที่มา: Fraser (2002)

2. ลักษณะทั่วไปของไส้เดือนดิน

2.1 ลักษณะภายนอก ไส้เดือนดินมีรูปร่างทรงกระบอกยาวๆ หัวและท้ายแหลม ลำตัวแบ่งเป็นปล้องๆ แต่ละปล้องเรียกว่า Segment มีเยื่อเกี่ยวพันทุกปล้องเรียกว่า Septum (เซวี่ และพรณี, 2528) ซึ่งจะมีซี่ (Setae) เรียงอยู่โดยรอบปล้องช่วยในการยึดเกาะ และการเคลื่อนที่ของไส้เดือนดิน (อานัฐ, 2549) ส่วนหน้าสุดของลำตัว เรียกว่าโพรสโตเมียม (Prostomium) เป็นดั้งเนื้อหน้าปาก สามารถยืดหดได้ ทำหน้าที่จับอาหารและคุ้ยดิน ถัดลงมาเป็นลำตัวปล้องแรก เรียกว่าเพอริสโตเมียม (Peristomium) ตรงกลางปล้องมีช่องปาก (Mouth) มาเปิดออก ไส้เดือนดินที่เติบโตเต็มที่จะมี

ปล้องบางปล้องซึ่งพองออก เรียกว่าไคลเทลัม (Clitellum) ซึ่งจะมีต่อมเมือกสำหรับสร้างสารที่จะเป็นโคควิน (Cocoon) ต่อไป (บพิธ และ นันทพร, 2546) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ลักษณะภายนอกไส้เดือนดิน *Lumbricus sp.*

ที่มา: Brusca and Brusca (1990); Kozloff (1990)

2.2 ผนังตัวและซีลอม ประกอบด้วยส่วนต่างๆ (ภาพที่ 3)

2.2.1 Cuticle เป็นผนังชั้นนอกสุด เป็นแผ่นบางใสลอกออกจากตัวได้ง่าย (บพิธ และ นันทพร, 2541)

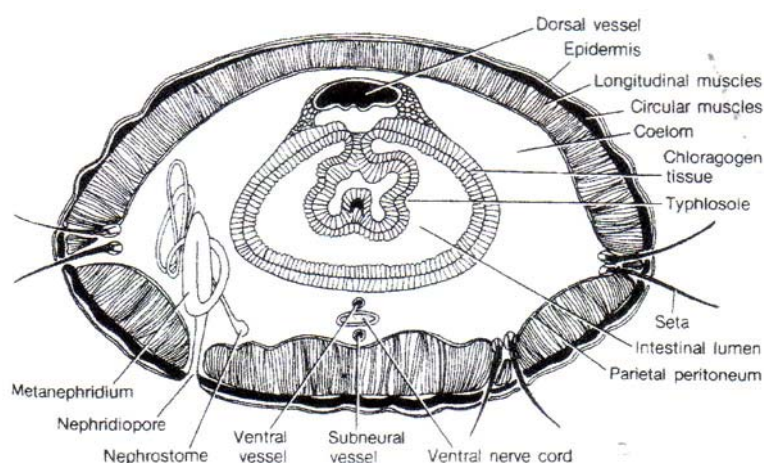
2.2.2 Epidermis เป็นชั้นถัดมาประกอบด้วยเนื้อเยื่อซึ่งมีต่อมขับเมือกทำให้ลำตัวชุ่มชื้น ช่วยหล่อลื่นในเวลาเคลื่อนที่ (อานันท์, 2549)

2.2.3 Circular muscle ประกอบด้วยใยกล้ามเนื้อที่เรียงตัวตามแนวเส้นรอบวงของลำตัว

2.2.4 Longitudinal muscle ประกอบด้วยใยกล้ามเนื้อที่เรียงตัวตามความยาวของลำตัว

2.2.5 Peritoneum เป็นเยื่อบาง ๆ บุด้านในของ Longitudinal muscle

2.2.6 ซีลอม (Coelom) เป็นโพรงระหว่างผนังตัวกับท่อทางเดินอาหาร มีของเหลวคล้ายเมือก (Coelomic fluid) บรรจุอยู่ ภายในมีอวัยวะต่าง ๆ

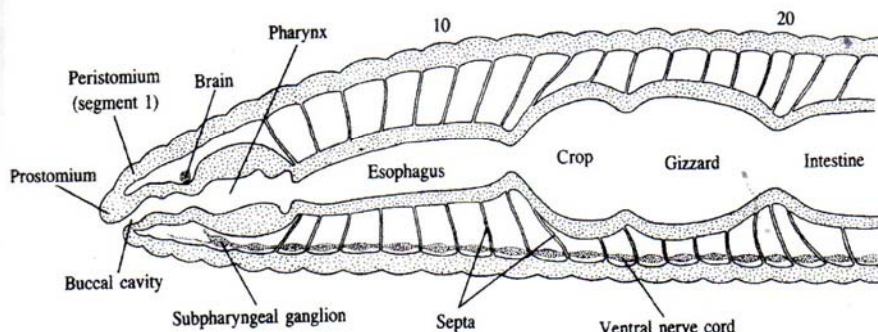


ภาพที่ 3 ผนังตัวและซีลอม

ที่มา: Lutz (1986)

2.3 การเคลื่อนที่ อาศัยการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อ และใช้ซิติช่วยในการยึดเกาะ เพื่อให้ลำตัวเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (อานันท์, 2549) การหดตัวของกล้ามเนื้อตามยาวเป็นสิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการขุดโพรง และขยายโพรง (บพิธ และนันทพร, 2546)

2.4 ระบบย่อยอาหาร ประกอบด้วยท่อทางเดินอาหารที่มีลักษณะเป็นท่อยาว ประกอบด้วยช่องปาก (Buccal cavity) คอหอย (Pharynx) หลอดอาหาร (Esophagus) กระเพาะพักอาหาร (Crop) กระเพาะบด (Gizzard) ลำไส้ (Intestine) และรูเปิดทวาร (อานันท์, 2549) (ภาพที่ 4)

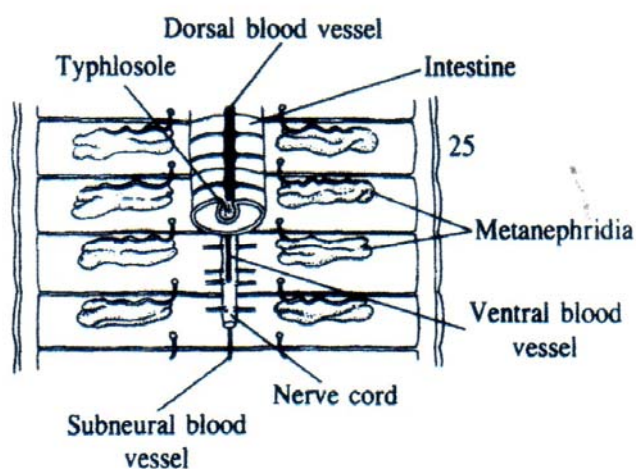


ภาพที่ 4 ระบบย่อยอาหารของ *Lumbricus sp.*

ที่มา: Kozloff (1990)

อาหารของไส้เดือนดินเป็นซากเน่าเปื่อยของพืชและสัตว์ การกินอาหารจะกวาดอาหารเข้าสู่ช่องปากโดยการดูดของคอหอย ซึ่งเป็นกระเปาะมีกล้ามเนื้อหนามาก ทั้งนี้โปรสโทเมียจะช่วยกวาดอาหารเข้าสู่ปาก อาหารผ่านคอหอยเข้ามายังหลอดอาหารซึ่งเป็นท่อแคบ ผนังของหลอดอาหารมีต่อมแคลซิเฟอร์รัส (Calciferous glands) ช่วยดึงไอออนของแคลเซียม (Calcium ion) จากกระแสเลือดเข้าสู่ท่อทางเดินอาหารเพื่อไม่ให้แคลเซียมในเลือดมากเกินไป อาหารถูกส่งต่อไปยังกระเพาะพักอาหาร และกระเพาะบดเพื่อยบดให้ละเอียด และส่งไปยังลำไส้ บริเวณนี้จะมีการย่อยอาหารและดูดซึมอาหารเอาไว้เพื่อส่งไปเลี้ยงอวัยวะ (บพิธ และ นันทพร, 2547)

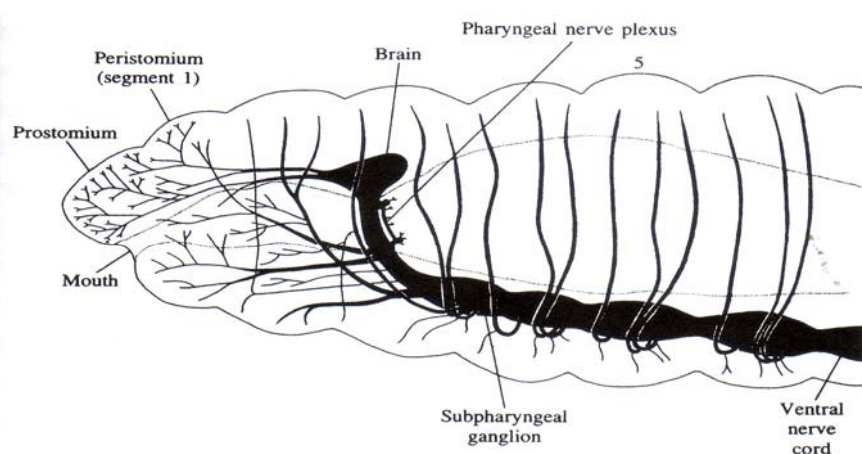
2.5 ระบบขับถ่าย มีอวัยวะขับถ่ายคือ เมทาเนฟริเดีย (Metanephridia) ซึ่งจะมีปล้องละ 1 คู่ (ภาพที่ 5) ยกเว้นปล้องหน้าสุดและปล้องสุดท้ายไม่มีเมทาเนฟริเดีย (บพิธ และ นันทพร, 2547) ของเสียของไส้เดือนดินที่ขับออกส่วนใหญ่มียูรีน (Urine) เป็นองค์ประกอบหลัก (Rupert et al., 2004)



ภาพที่ 5 ระบบขับถ่าย

ที่มา: Kozloff (1990)

2.6 ระบบประสาท ประกอบด้วยสมองหรือปมประสาท (Brain or Nerve ganglion) และเส้นประสาท (Nerve cord) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนที่ (บพิธ และนันทพร, 2547) (ภาพที่ 6) ไส้เดือนดินไม่มีตา แต่มีอวัยวะรับแสงกระจายอยู่ในผิวหนังส่วนหน้า และมีเส้นประสาทรับความรู้สึกจำนวนมากบริเวณโปรสโตเมียม (Prostomium)



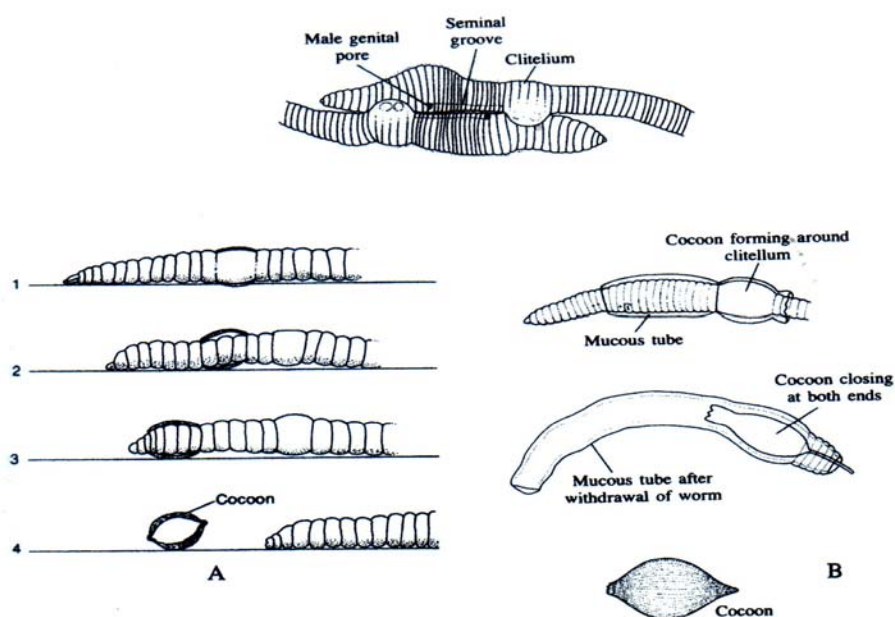
ภาพที่ 6 ระบบประสาท

ที่มา: Kozloff (1990)

3. วัฏจักรชีวิต

ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่มีเพศรวม (Hermaphrodite) คือมีรังไข่และอวัยวะอยู่ในตัวเดียวกัน บางสายพันธุ์สามารถผสมพันธุ์ภายในตัวเองได้ แต่โดยทั่วไปจะไม่ผสมในตัวเอง เนื่องจากตำแหน่งของอวัยวะสืบพันธุ์ไม่เหมาะสม และมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ไม่พร้อมกัน (อานัฐ, 2549)

การผสมพันธุ์โดยไส้เดือนดิน 2 ตัว มาจับคู่แบบสลับหัวสลับหาง โดยช่องเพศตัวผู้ของตัวหนึ่งจะแนบกับถุงรับสุจิของอีกตัวหนึ่ง แล้วมีการแลกเปลี่ยนอสุจิกัน หลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณไคเลเทลัมเพื่อสร้างโคคอน (Cocoon) หรือถุงหุ้มไข่ ไข่ที่สุกจะถูกปล่อยเข้าสู่โคคอน เมื่อไส้เดือนเคลื่อนที่ถอยหลังโคคอนจะเลื่อนไปทางด้านหน้า เมื่อผ่านไปถึงถุงรับสุจิก็จะรับอสุจิเข้ามา แล้วเกิดการปฏิสนธิภายในโคคอน ซึ่งเป็นการปฏิสนธินอกตัว เมื่อโคคอนหลุดจากตัวไส้เดือนดินจะหลุดเป็นถุงรูปไข่สีน้ำตาลหรือสีเหลืองเข้ม (ประสงค์ และจิตเกษม, 2544) (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ระบบสืบพันธุ์

ที่มา: Kozloff (1990)

โคขุนของไส้เดือนดินแต่ละชนิดจะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือ โคขุนของไส้เดือนดินยักษ์ (*Megascolides australis*) มีขนาดประมาณ 75 x 22 มิลลิเมตร (บพิท และ นันทพร, 2546) ระยะเวลาในการฟักเป็นตัว อัตราการฟักจะแตกต่างกัน ไส้เดือนดินที่ฟักออกจากโคขุนในระยะแรกจะไม่มีสี แต่เห็นเป็นสีแดงตลอดความยาวลำตัว เนื่องจากมีฮีโมโกลบิน ละลายอยู่ในน้ำเลือด ต่อมาจะเติบโตเป็นลูกสีแดงเข้มขึ้น และกลายเป็นตัวเต็มวัยที่มีโคลเทลลัม ต่อไป (อานัฐ, 2549)

4. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่สามารถพบได้กระจายอยู่ทั่วโลก การนำไส้เดือนดินมาเพาะเลี้ยง เพื่อทำปุ๋ยหมัก มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน ได้แก่

4.1 อุณหภูมิ มีผลต่อกิจกรรมของชีวิต กระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกาย การเจริญเติบโต การหายใจ การสืบพันธุ์ และจำนวนลูก (บพิท และ นันทพร, 2541) ไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตสูงกว่าไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในเขตอบอุ่น ไส้เดือนดินแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน (อานัฐ, 2549) จากการศึกษาของ Viljoen and Reinecke (1992) พบว่า *Eudrilus eugeniae* สามารถมีชีวิตอยู่ได้ที่อุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส แต่ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส

4.2 ความชื้น ไส้เดือนดินต้องการความชื้นอย่างเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต โดยเฉพาะไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในมูลสัตว์ เช่น *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ต้องการความชื้นประมาณร้อยละ 80 – 90 (อานัฐ, 2549)

4.3 ความต้องการออกซิเจน ไส้เดือนดินสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง หรือในที่ที่มีน้ำขัง แต่ถ้ามีน้ำท่วมตัวนาน ๆ จะไม่สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซผ่านผนังลำตัวได้และตายในที่สุด

4.4 ความเข้มข้นของเกลือแอมโมเนียและเกลืออนินทรีย์ ความเข้มข้นของเกลือแอมโมเนียในวัสดุที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนดินควรต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อวัสดุเลี้ยง 1 กรัมและความเข้มข้นของเกลืออนินทรีย์ควรต่ำกว่าร้อยละ 5 (Edwards, 1977)

4.5 ความเป็นกรดและด่าง (pH) ไส้เดือนดินมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของไฮโดรเจนไอออนมาก (บพิธ และ นันทพร, 2541) จากการศึกษาของ Herihy (n. d.) พบว่า *Eisenia fetida* ที่เลี้ยงในมูลสัตว์และเศษพืชสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในช่วงความเป็นกรดและด่าง 5.0 – 9.0

4.6 ความมืด ไส้เดือนดินชอบอาศัยอยู่ในที่มีมืดมีแสงสว่างน้อย ในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งมีแสงสว่างมากและอุณหภูมิสูง ไส้เดือนดินจะมีการเคลื่อนไหวน้อย และเลื้อยหาอาหารอยู่ใต้ดิน ในช่วงเวลากลางคืนจะมีกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น (อานัฐ, 2549)

5. *Eudrilus eugeniae*

จากการศึกษาของสุพากรณ์ (2549) พบว่า *Eudrilus eugeniae* เมื่อเติบโตเต็มที่ยาวประมาณ 8.5 – 15 เซนติเมตร ผิวลำตัวด้านหลังมีสีดำอมม่วง ด้านท้องแบนและมีสีซีดกว่า วัฏจักรชีวิต ซึ่งเลี้ยงในวัสดุผสมระหว่างขุยมะพร้าวและเศษกระดาษ อัตราส่วน 1 : 1 พบว่า ระยะเวลาจาก โคลนจนกระทั่งเติบโตเป็นระยะสมบูรณ์พันธุ์มีโคลเทลล์ม ใช้เวลาประมาณ 50 – 83 วัน โดยแบ่งออกเป็นระยะจากโคลนฟักเป็นลูกสีขาวใช้เวลา 7 – 13 วัน ระยะจากลูกสีขาวเป็นลูกสีแดงใช้เวลา 3 – 5 วัน และระยะจากลูกสีแดงเป็นไส้เดือนดินที่มีโคลเทลล์มใช้เวลา 40 – 65 วัน จากการศึกษาของ Jorge et al. (2001) พบว่า *Eudrilus eugeniae* ที่เลี้ยงในมูลโค อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะจากโคลนฟักเป็นลูกสีขาวใช้เวลา 12 วัน และเติบโตเป็นไส้เดือนดินที่มีโคลเทลล์มใช้เวลา 35 วัน

6. *Perionyx excavatus*

มีชื่อเรียกหลายชื่อ ได้แก่ Blue worm, Indian blue worm, Malaysian blue worm และ Travelling worm พบได้ทั่วไปในประเทศเขตร้อน ได้แก่ อินเดีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์และออสเตรเลีย เป็นไส้เดือนดินขนาดเล็กความยาวประมาณ 1 ¼ - 2 ¾ นิ้ว ผิวลำตัวด้านหน้ามีสีน้ำเงินม่วง ด้านหลังมีสีน้ำตาลหรือสีแดง วัฏจักรชีวิตขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาพแวดล้อม ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม *Perionyx excavatus* ผลิตลูกได้ 20 ตัว ต่อสัปดาห์ และเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ใช้เวลา 3 – 5 สัปดาห์ (Selden et al., 2005) เติบโตได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 20 – 27 องศาเซลเซียส อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน (Suthar, 2006) เมื่อเติบโตเต็มที่ยาวประมาณ 150 มิลลิเมตร (Lawrence, 1997)

ไส้เดือนดินกับการทำปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก (Compost) หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้มาหมักรวมกัน แล้วปรับสภาพให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนกระทั่งได้วัสดุที่คงทนต่อการย่อยสลาย สีนํ้าตาลปนดำ สำหรับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (Vermicomposting) หมายถึง ปุ๋ยหมักที่ได้จากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยไส้เดือนดิน มีคุณสมบัติเหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพดิน เนื่องจากส่งเสริมให้เกิดเม็ดดิน (Soil aggregation) และเกิดความพรุนของผิวดินทำให้นํ้าซึมผ่านได้ดีขึ้น นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินยังเป็นการเพิ่มอาหารให้แก่จุลินทรีย์ในดิน จึงทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น กิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์กับดินและพืชจึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (ธงชัย, 2546)

1. ชนิดของไส้เดือนดินที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก

ชนิดของไส้เดือนดินที่นิยมนำมาทำปุ๋ยหมักแบบอุตสาหกรรม ได้แก่ *Eisenia fetida* (Tiger worm) *Eudrilus eugeniae* (African night crawler) *Perionyx excavatus* และ *Lumbricus rubellus* จากการศึกษาของ Neuhauser et al. (1988) พบว่า *Eisenia fetida*, *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* เติบโตได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 15–25 องศาเซลเซียส และผลิตโคคุนที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Eisenia fetida นิยมนำมาเลี้ยงเพื่อทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากอยู่ในที่ที่มีอินทรีย์วัตถุสูงได้ดี (Fraser, 2002) Garg et al. (2005) ศึกษาการเติบโตและการสืบพันธุ์ของไส้เดือนดิน *Eisenia fetida* ในมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ มูลโค มูลควาย มูลม้า มูลลา มูลแกะ มูลแพะ และมูลอูฐ พบว่าไส้เดือนดินชนิดนี้เจริญเติบโตได้รวดเร็วในมูลโค มูลแกะ มูลแพะ อัตราการเติบโตสูงสุดและมีน้ำหนักเพิ่มมากที่สุด คือ มูลแกะ มูลลา มูลควาย มูลแพะ มูลโค มูลม้า และมูลอูฐ ตามลำดับ จำนวนโคคุนที่สร้างในแต่ละวันจำนวนมากที่สุดคือ มูลแกะ มูลโค มูลม้า มูลแพะ มูลอูฐ มูลลา และมูลควาย ตามลำดับ

Eudrilus eugeniae สามารถเติบโตและสืบพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วในมูลสัตว์ โดยเฉพาะมูลโค ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีความเหมาะสมในการทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินโดยเฉพาะประเทศในเขตร้อน (Tropical climates) (Jorge et al., 2001) *Eudrilus eugeniae* สามารถเปลี่ยนอินทรีย์วัตถุเป็นปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินได้ โดยกินดินเพียงร้อยละ 10 กินอินทรีย์วัตถุถึงร้อยละ 90

(Nagavallema et al., 2004) ในประเทศออสเตรเลียนิยมใช้ไส้เดือนชนิดนี้ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและทำปุ๋ยหมักมากขึ้น (Sherman, 1998) การนำ *Eudrilus eugeniae* มาบำบัดกากตะกอนแห้งจากศูนย์ผลิตถ่านหิน ทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีชนิดหนึ่ง (สุพากรณ์, 2549)

Perionyx excavatus มีประสิทธิภาพดีในการเปลี่ยนขยะอินทรีย์เป็นปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (Suthar, 2006) การเลี้ยง *Perionyx excavatus* ในส่วนผสมของมูลโคและเศษพืชผัก อัตราส่วน 1 : 1 พบว่าได้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินซึ่งมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น (Suthar, 2007a)

Lumbricus rubellus (Red worm, Blood worm, Red wiggler) ผิวลำตัวด้านบนมีสีแดง น้ำตาลหรือแดงอมม่วง ด้านล่างมีสีเหลืองซีด เมื่อเติบโตเต็มที่จะมีความยาวประมาณ 3 นิ้ว เติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 18–23 องศาเซลเซียส (Lawrence, 1997) มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุหรือมูลสัตว์ได้ดี (Mertus, 1993)

2. สารอินทรีย์ที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก

สารอินทรีย์ เช่น มูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ มีความเหมาะสมในการทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน มีรายงานในประเทศเปรูโดริโก พบ *Eudrilus eugeniae* จำนวนมากในฟาร์มโคนม (Borges et al., 2003) มูลโคเป็นวัสดุที่สามารถนำมาเลี้ยงไส้เดือนดินให้เจริญเติบโตได้ง่ายที่สุด ซึ่งมักมีส่วนประกอบที่เหมาะสมสำหรับไส้เดือนดิน เนื่องจากมีลักษณะเป็นก้อนไม่อยู่ในรูปโคลนเหลวเหมือนมูลสุกร ทำให้สามารถนำมาเลี้ยงไส้เดือนดินได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการใด ๆ และสามารถหาได้ง่าย นอกจากนี้การเลี้ยงโคนมที่อยู่ภายในคอกตลอดเวลา และเจ้าของฟาร์มให้อาหารที่มีความหลากหลาย มีโปรตีนสูง มูลโคนมที่นำมาเลี้ยงจะทำให้ไส้เดือนดินเติบโตได้ดีและแพร่พันธุ์ได้มาก (อานันท์, 2549)

เศษพืชพืช เศษหญ้า ต้นกล้วย และผักตบชวา สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักได้ เพราะย่อยสลายได้ดี แต่ควรทิ้งไว้จนเป็นสีกาตาลแล้วนำมาผสมกับวัสดุอื่น เช่น มูลโค การใช้หญ้าอ่อน ๆ จะดีกว่า เพราะต้นไม่แข็ง และยังไม่มีเมล็ด (เมล็ดสามารถงอกได้เมื่อนำปุ๋ยหมักไปใช้) เศษซากพืชควรต้องมีการหมักทิ้งไว้ก่อน (บรรจงศักดิ์, 2541)

ในประเทศไทยมีศูนย์ผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน โดยใช้มูลโคเป็นหลักร่วมกับเศษพืชบางชนิด โดยหมักวัสดุเหล่านี้นาน 15–30 วันแล้วจึงนำไปให้ไส้เดือนดินย่อย โดยกองเป็นแถวยาวขนาดใหญ่ เมื่อการย่อยสลายสมบูรณ์จะแยกไส้เดือนดินออกจากกอง (Sherman, 1998)

3. วิธีการทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

วิธีทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินทำได้หลายวิธีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ขึ้นกับเงินทุนแรงงาน และสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 วิธี คือ (บรรจงศักดิ์, 2541)

3.1 วิธีทำบนพื้นแบบประหยัด (Low – cost ground beds) โดยการเลี้ยงไส้เดือนดินร่วมกับเศษวัสดุที่กองไว้กลางแจ้ง กองปุ๋ยอาจสูงได้ถึง 50 เซนติเมตร มีการคลุมกองและระบายน้ำดี

3.2 วิธีทำในภาชนะ (Containers and boxes) โดยทำในภาชนะซึ่งเคลื่อนย้าย และหาที่วางได้ง่าย แต่สิ้นเปลืองแรงงานในการเติมน้ำและวัสดุหมัก

3.3 แบบยกกองสูง (Raised bed, continuous composting system) โดยยกกองปุ๋ยหมักให้สูงจากพื้นดิน ใส่วัสดุหมักด้านบน สามารถนำปุ๋ยหมักที่ทำเสร็จแล้วออกทางด้านล่างได้

4. มาตรฐานของปุ๋ยหมัก

มาตรฐานของปุ๋ยหมัก แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)

4.1 ลักษณะภายนอก

4.1.1 สีของปุ๋ยหมัก ควรมีสีน้ำตาลปนดำ

4.1.2 ไม่มีกลิ่นเหม็นฉุนของก๊าซต่าง ๆ

4.2 คุณสมบัติทางห้องปฏิบัติการ

- 4.2.1 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C: N ratio) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20: 1
- 4.2.2 อินทรีย์วัตถุมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก
- 4.2.3 ความเป็นกรดและด่างอยู่ระหว่าง 5.5 – 8.5
- 4.2.4 ไนโตรเจน (N) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
- 4.2.5 ฟอสฟอรัส ($P_2 O_5$) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก
- 4.2.6 โพแทสเซียม ($K_2 O$) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง

ไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ที่มีโคลเทลล์ จำนวนอย่างละ 240 กรัม

2. กล่องสำหรับเลี้ยงไส้เดือนดิน

กล่องพลาสติกใสขนาดความกว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร และสูง 6 เซนติเมตรเจาะรูที่ฝาด้านบนเพื่อให้มีการระบายอากาศ จำนวน 24 ใบ

3. วัสดุที่ใช้เลี้ยง

3.1 มูลโคนมจากคอกวัวของแผนกโคนม กรมการสัตว์ทหารบก โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

3.2 เศษหญ้าที่ตัดโดยใช้รถตัดหญ้าและเครื่องร่อน จากสนามหญ้าหลาย ๆ แห่งภายในพื้นที่ของโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า นำมาผสมรวมกัน ตากในที่ร่มให้แห้งประมาณ 3 – 4 สัปดาห์ จนเป็นสีน้ำตาล

3.3 กระดาษลัง ฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1 x 1 นิ้ว

4. เครื่องชั่งน้ำหนัก

ใช้เครื่องชั่งดิจิตอล ที่ชั่งน้ำหนักโดยมีหน่วยเป็นกรัม พิกัด 1,000 กรัม

5. กระบอกลี้น้ำ

กระบอกลี้น้ำที่มีหัวฉีดเป็นละอองน้ำสำหรับเพิ่มความชื้นในกล่องที่เลี้ยง ความจุประมาณ 500 มิลลิลิตร

6. Probe วัดความชื้น

Probe วัดความชื้นที่ใช้วัดความชื้นวัสดุที่ใช้เลี้ยง มีหน่วยเป็นค่าร้อยละ

วิธีการ

1. อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่เหมาะสมต่อการเติบโตของไส้เดือนดิน

1.1 ผสมมูลโคนมและเศษหญ้า เป็นค่าร้อยละโดยปริมาตร ดังนี้

1.1.1 คำรับที่ 1 มูลโคนม : เศษหญ้า 10 : 90

1.1.2 คำรับที่ 2 มูลโคนม : เศษหญ้า 20 : 80

1.1.3 คำรับที่ 3 มูลโคนม : เศษหญ้า 30 : 70

1.1.4 คำรับที่ 4 มูลโคนม : เศษหญ้า 40 : 60

1.2 ควบคุมความชื้นให้อยู่ที่ระดับร้อยละ 85 ในทุกคำรับ ซึ่งวัสดุที่เตรียมไว้ใส่ในกล่องพลาสติก กล่องละ 160 กรัม จัดแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ทั้ง 4 คำรับ แต่ละคำรับมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้กล่อง 1 ใบ นำ *Eudrilus eugeniae* กับ *Perionyx excavatus* ที่มีโคลเทลล์ น้ำหนักไส้เดือนดินรวมกล่องละ 20 กรัม ปล่อยในวัสดุเลี้ยงชนิดละ 12 กล่อง รวมทั้งหมด 24 กล่อง

1.3 ให้อาหารสว่าเสมอเป็นเศษผลไม้ สัปดาห์ละครั้ง ครั้งละ 5 กรัม ระยะเวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ ให้ความชื้นสว่าเสมอและเท่ากันทุกคำรับ

1.4 วิเคราะห์มูลโคนม เศษหญ้า และส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าทั้ง 4 แบบที่ใช้ก่อนทำการทดลอง ดังนี้

- 1.4.1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter)
- 1.4.2 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon)
- 1.4.3 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C: N ratio)
- 1.4.4 ปริมาณไนโตรเจน
- 1.4.5 ปริมาณฟอสฟอรัส
- 1.4.6 ปริมาณโพแทสเซียม
- 1.4.7 ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)

1.5 บันทึกจำนวนไส้เดือนดินทั้งหมด น้ำหนักไส้เดือนดินรวมเมื่อเริ่มทดลองและน้ำหนักรวมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักวัสดุที่ใช้ไปทั้งหมดเท่ากับน้ำหนักของวัสดุผสมระหว่างมูลโคนม และเศษหญ้า รวมกับน้ำหนักของอาหารที่ให้ตลอดระยะเวลาในการทดลอง เพื่อนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัว โดยใช้สูตร

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัว

$$= \frac{\text{น้ำหนักไส้เดือนดินรวมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักวัสดุที่ใช้ไปทั้งหมด (กรัม)}}$$

1.6 บันทึกปริมาณวัสดุที่ใช้เลี้ยงเมื่อเริ่มทดลอง และทุกครั้งที่ใส่วัสดุที่ใช้เลี้ยง รวมทั้งบันทึกปริมาณที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักซึ่งใช้วิธีการคำนวณตามวิธีของ Kale (1988) ดังนี้

อัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมัก (Media Conversion Ratio)

$$= \left[\frac{\text{น้ำหนักวัสดุที่ใช้เลี้ยงที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักวัสดุที่ใช้ไปทั้งหมด (กรัม)}} \right] \times 100$$

1.7 วิเคราะห์ส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าหลังทดลอง ในค่าต่าง ๆ ดังกล่าวที่วัดก่อนทดลอง

1.8 วิเคราะห์ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัว อัตราการเปลี่ยนเป็น ปุ๋ยหมัก ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon) สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C: N ratio) ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ค่าความเป็น กรดและด่าง ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) วิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ แต่ละดำรับโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

2. การให้ลูกและการเติบโตของลูกไส้เดือนดิน

การศึกษากการให้ลูกและการเติบโตของลูกไส้เดือนดินที่เลี้ยงในส่วนผสมของมูลโคนมและ เศษหญ้าในครั้งนี้ ได้จากการทดลองเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ในส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าอัตราส่วน 40 : 60 เพียงอัตราส่วนเดียว เนื่องจากการนับจำนวนโคขุน จำนวนลูก และการเจริญของลูกไส้เดือนดินกระทำได้อ่อนข้างยาก และจากการศึกษาของ Suthar (2007a) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารและการเปลี่ยนแปลงทาง ชีววิทยาของ *Perionyx excavatus* ที่เลี้ยงในเศษพืชทางการเกษตร อัตราส่วนต่าง ๆ กันพบว่า *Perionyx excavatus* เจริญเติบโตได้ดีที่สุดในส่วนผสมระหว่างเศษพืชทางการเกษตรกับมูลโค อัตราส่วน 1 : 1 ในการทดลองนี้จึงเลือกใช้อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า 40 : 60 ซึ่งน่าจะใกล้เคียงที่สุด

2.1 ผสมมูลโคนมและเศษหญ้าอัตราส่วน 40 : 60 ให้ความชื้นร้อยละ 85 ใส่ในกล่องพลาสติก ไสขนาดความกว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร และสูง 6 เซนติเมตร จำนวน 6 ใบ สำหรับ *Eudrilus eugeniae* จำนวน 3 ใบ และ *Perionyx excavatus* จำนวน 3 ใบ เจริญที่ฝา ด้านบนเพื่อให้มีการระบายอากาศ

2.2 นำไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* จำนวน 4 ตัว และ *Perionyx excavatus* จำนวน 8 ตัว ที่มีโคลเทลล์ เนื่องจากขนาดของ *Eudrilus eugeniae* มีความยาว 15–17 เซนติเมตร ส่วน *Perionyx excavatus* มีความยาว 6–7 เซนติเมตร ปล่อยในวัสดุเลี้ยงที่เตรียมไว้ ให้อาหาร สม่ำเสมอเป็นเศษผลไม้ สัปดาห์ละครั้ง ระยะเวลาในการทดลอง 20 สัปดาห์ ให้ความชื้น สม่ำเสมอ สังเกตวัฏจักรชีวิต

2.3 เมื่อใส่เดือนคืนให้โคขุน บันทึกลักษณะของโคขุนและจำนวนวันที่เริ่มให้โคขุน หลังจากนั้นนำโคขุนที่ได้แยกฟักในถั่วพลาสติกที่ใช้กระดาษทิชชูฉีดย้ำให้ชุ่มชื้นตลอดเวลา ฟักในอุณหภูมิห้อง 25 – 34 องศาเซลเซียส บันทึกวันที่ให้ลูก (ซึ่งมีลักษณะคล้ายเส้นด้ายสีขาว) และนับจำนวนลูก นำลูกใส่เดือนคืนสีขาวย้ายไปเลี้ยงในกล่องพลาสติกที่มีมูลโคนมและเศษหญ้า อัตราส่วนผสม 40 : 60 และเศษกระดาษอีกครั้งหนึ่ง บันทึกจำนวนวันที่สีของลูกใส่เดือนคืน เปลี่ยนเป็นสีแดง และบันทึกจำนวนวันจากลูกสีแดงดิบโตเป็นใส่เดือนคืนสมบูรณ์พันธุ์มี ไคลเทลลัม

3. สถานที่ทำการทดลอง

กองวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

4. ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มการทดลอง	เดือน กันยายน 2550
สิ้นสุดการทดลอง	เดือน กุมภาพันธ์ 2551

ผลและวิจารณ์

1. อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่เหมาะสมต่อการเติบโตของไส้เดือนดินและการทำปุ๋ยหมัก

1.1 น้ำหนักไส้เดือนดินรวมก่อนและหลังการทดลองและประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัว

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักไส้เดือนดินรวมหลังทดลองของ *Eudrilus eugeniae* ($p > 0.05$) โดยอัตราส่วนผสม 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70 และ 40 : 60 ก่อนทดลองมีน้ำหนักไส้เดือนดินรวม 20.390, 20.340, 20.117 และ 20.703 กรัม ตามลำดับ หลังทดลองมีน้ำหนักรวม 30.011, 30.012, 30.010 และ 30.013 กรัม ตามลำดับ สำหรับ *Perionyx excavatus* พบว่าอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้ามีผลต่อน้ำหนักไส้เดือนดินรวมหลังทดลอง อัตราส่วนผสม 30 : 70 แตกต่างจากอัตราส่วนผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยอัตราส่วนผสม 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70 และ 40 : 60 ก่อนทดลองมีน้ำหนักไส้เดือนดินรวม 20.757, 20.590, 20.497 และ 20.340 กรัม ตามลำดับ หลังทดลองมีน้ำหนักรวม 31.850, 35.350, 37.700 และ 31.500 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 น้ำหนักไส้เดือนดินรวมก่อนและหลังการทดลองของ *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ กัน

อัตราส่วนผสมมูลโคนม: เศษหญ้า	<i>Eudrilus eugeniae</i>		<i>Perionyx excavatus</i>	
	น้ำหนักรวมก่อน	น้ำหนักรวมหลัง	น้ำหนักรวมก่อน	น้ำหนักรวมหลัง
	ทดลอง (กรัม)	ทดลอง (กรัม)	ทดลอง (กรัม)	ทดลอง (กรัม)
10 : 90	20.390	30.011	20.757	31.850 ^{bc}
20 : 80	20.340	30.012	20.590	35.350 ^{ab}
30 : 70	20.117	30.010	20.497	37.700 ^a
40 : 60	20.703	30.013	20.340	31.500 ^c

a, b, c ตัวอักษรกำกับที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT (^{a, ab, bc, c} แสดงน้ำหนักรวมหลังทดลองเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย)

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักรักตัวของไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* ($p > 0.05$) สำหรับ *Perionyx excavatus* พบว่าอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้ามีผลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักรักตัว ($p < 0.05$) โดยอัตราส่วน 30 : 70 ให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักรักตัวได้ดีที่สุด คือ 0.157 กรัม รองลงมาได้แก่ อัตราส่วน 20 : 80, 10 : 90 และ 40 : 60 คือ 0.147, 0.133 และ 0.131 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักรักตัวของ *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ กัน

อัตราส่วนผสมมูลโคนม: เศษหญ้า	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักรักตัว (กรัม)	
	<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
10 : 90	0.131	0.133 ^{bc}
20 : 80	0.131	0.147 ^{ab}
30 : 70	0.130	0.157 ^a
40 : 60	0.131	0.131 ^c

a, b, c ตัวอักษรกำกับที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT (^{a, ab, bc, c} แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักรักตัวเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย)

Edwards and Lofly (1972) รายงานว่าการเติบโตของไส้เดือนดินขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในวัสดุที่ใช้เลี้ยง จากการศึกษาของสุภาพรณ์ (2549) รายงานว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักรักตัวของ *Eudrilus eugeniae* ซึ่งเลี้ยงในวัสดุผสมระหว่างขุยมะพร้าวและกากตะกอนแห้งจากศูนย์ผลิตถัณฑ์นม มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักรักตัวดีเมื่อเลี้ยงในส่วนผสมที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงร้อยละ 61.98 ธิดินันท์ (2546) ศึกษาการทำปุ๋ยหมักมูลไก่โดยใช้ไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* พบว่ามีประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักรักตัวดีในส่วนผสมที่มีอินทรีย์วัตถุร้อยละ 65.52 จากการทดลองนี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้ามีค่าใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 43.04 – 50.48 (ตารางที่ 3) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักรักตัวจึงไม่แตกต่างกัน

สำหรับ *Perionyx excavatus* มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด ในอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า 30 : 70 ซึ่งมีอินทรียัตถุร้อยละ 46.27 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัวน้อยที่สุดในอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า 40 : 60 ซึ่งมีอินทรียัตถุน้อยที่สุดร้อยละ 43.04 (ตารางที่ 3)

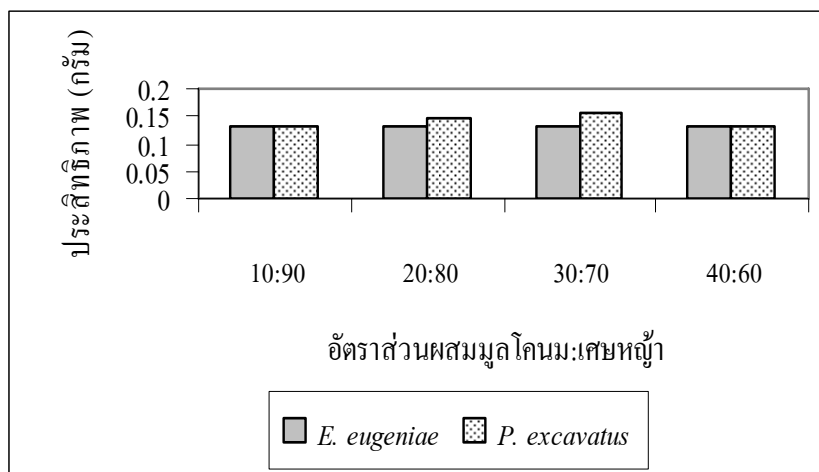
ตารางที่ 3 ปริมาณอินทรียัตถุของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าก่อนและหลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

อัตราส่วนผสมมูลโคนม: เศษหญ้า	ก่อนทดลอง(ร้อยละ)	หลังทดลอง (ร้อยละ)	
		<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
10 : 90	50.48	42.033	42.140
20 : 80	46.11	40.450	38.503
30 : 70	46.27	39.020	36.810
40 : 60	43.04	36.413	37.453

น้ำหนักเฉลี่ยไส้เดือนดินรวมหลังทดลองของ *Perionyx excavatus* แตกต่างจากน้ำหนักเฉลี่ยไส้เดือนดินรวมหลังทดลองของ *Eudrilus eugeniae* ($p < 0.05$) โดยน้ำหนักเฉลี่ยไส้เดือนดินรวมหลังทดลองของ *Perionyx excavatus* และ *Eudrilus eugeniae* มีค่า 34.100 และ 30.000 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัวเฉลี่ยของ *Perionyx excavatus* ดีกว่า *Eudrilus eugeniae* อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาพที่ 8) โดยประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัวเฉลี่ยของ *Perionyx excavatus* และ *Eudrilus eugeniae* มีค่า 0.142 และ 0.131 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

การศึกษาของ Sinha et al. (2002) รายงานว่า *Eudrilus eugeniae* สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วและย่อยสลายมูลควาย เศษขยะจากครัวเรือน และเศษพืชได้ดีกว่า *Perionyx excavatus* และ *Eisenia fetida*



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักร่างของไส้เดือนดิน

Eudrilus eugeniae และ *Perionyx excavatus*

1.2 อัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมัก

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* โดยอัตราส่วน 10 : 90, 20 : 80 และ 40:60 มีอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักไม่แตกต่างกัน คือร้อยละ 89.733 , 85.667 และ 85.218 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอัตราส่วน 30 : 70 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สำหรับ *Perionyx excavatus* อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมัก ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 อัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของ *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ในอัตราส่วนผสมต่าง ๆ กัน

อัตราส่วนผสมมูลโคนม: เศษหญ้า	อัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมัก (ร้อยละ)	
	<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
10 : 90	89.733 ^a	85.403
20 : 80	85.667 ^a	85.583
30 : 70	76.867 ^b	86.567
40 : 60	85.218 ^a	84.980

^{a, b} ตัวอักษรกำกับที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT (^a แสดงอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักไม่แตกต่างกัน, ^b แสดงอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักแตกต่างจากอัตราส่วนผสมอื่น)

สุมิตรา (2532) รายงานว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C: N ratio) เป็นปัจจัยสำคัญต่อกระบวนการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ กล่าวคือถ้าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกองปุ๋ยคั่ว จะทำให้การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุเร็วขึ้น ถ้าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุจะเกิดขึ้นช้ากว่า ทำให้มีปริมาณวัสดุเหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลองมากกว่า สำหรับ *Eudrilus eugeniae* มีอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักดีที่สุดที่อัตราส่วนผสม 10 : 90 ซึ่งมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน มากที่สุดคือ 13.779 (ตารางที่ 5) เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนผสมอื่นทำให้การย่อยสลายตัวของอินทรีย์วัตถุเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ น้ำหนักวัสดุที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลองจึงมีปริมาณมาก นอกจากนี้อัตราส่วนผสม 10 : 90 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากที่สุดคือร้อยละ 50.48 จึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักมีค่าสูง

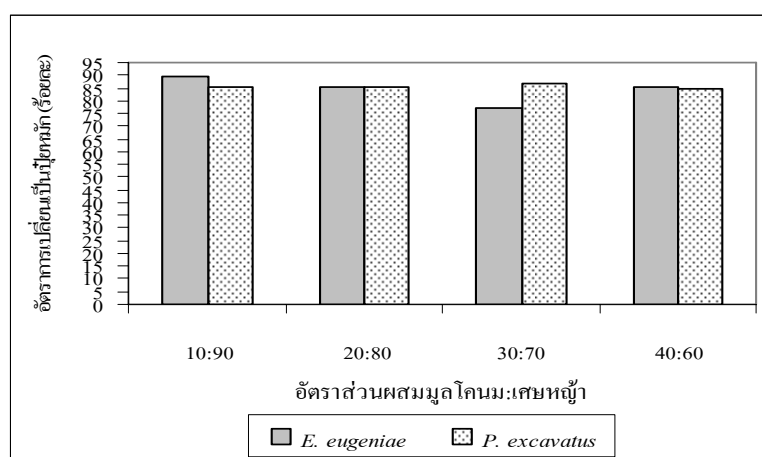
สำหรับ *Perionyx excavatus* มีอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักดีที่สุดที่อัตราส่วนผสม 30 : 70, 20 : 80 และ 10 : 90 คือร้อยละ 86.567, 85.583 และ 85.403 ตามลำดับ โดยมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน อยู่ระหว่าง 12.767 – 13.779 ซึ่งมากกว่าอัตราส่วนผสม 40 : 60 ที่มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 11.637 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อนและหลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

อัตราส่วนผสมมูลโคนม: เศษหญ้า	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	
		<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
10 : 90	13.779	10.799	10.695 ^b
20 : 80	12.767	10.075	9.922 ^{ab}
30 : 70	13.251	10.877	8.958 ^a
40 : 60	11.637	10.123	9.912 ^{ab}

^{a, b} ตัวอักษรกำกับที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT (^{a, ab, b} แสดงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนจากน้อยไปมากตามลำดับ, ^{ab} แสดงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน)

อัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของ *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* โดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) (ภาพที่ 9) โดยอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของ *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* มีค่าร้อยละ 84.371 และ 85.633 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือนดินหลังทดลอง, ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักโดยเฉลี่ยของ *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

ผลการศึกษา	<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
น้ำหนักเฉลี่ยหลังทดลอง (กรัม)	30.000 ^b	34.100 ^a
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัว (กรัม)	0.131 ^b	0.142 ^a
อัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมัก (ร้อยละ)	84.371	85.633

^{a, b} ตัวอักษรกำกับที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ (^a แสดงน้ำหนักเฉลี่ยหลังทดลอง และประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัวมากกว่า ^b)

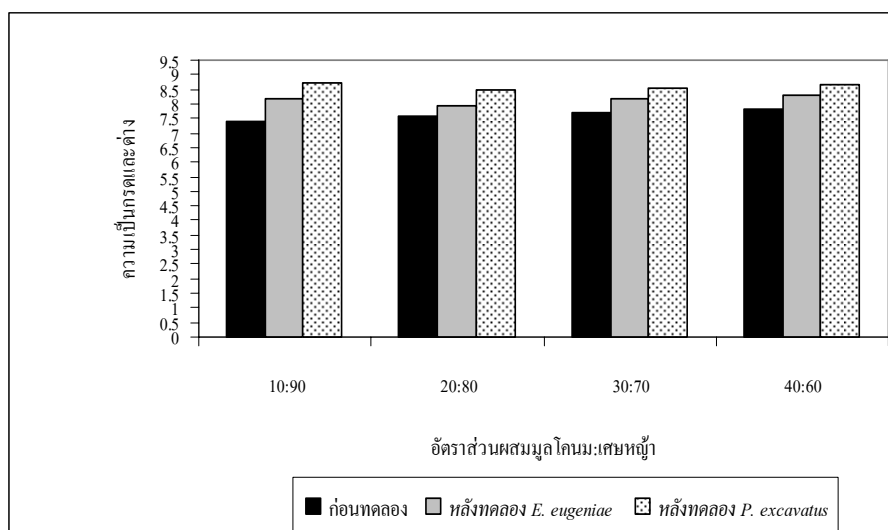
2. คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน

2.1 ความเป็นกรดและด่าง

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดและด่างของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ($p > 0.05$) (ตารางที่ 7) โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 ก่อนทดลองมีค่าความเป็นกรดและด่าง 7.4, 7.6, 7.7 และ 7.8 ตามลำดับ แต่จากผลการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรดและด่างของทุกหน่วยทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 หลังทดลองสำหรับ *Eudrilus eugeniae* มีค่าความเป็นกรดและด่าง 8.167, 7.933, 8.167 และ 8.300 ตามลำดับ สำหรับ *Perionyx excavatus* มีค่าความเป็นกรดและด่าง 8.733, 8.467, 8.533 และ 8.667 ตามลำดับ (ภาพที่ 10)

ตารางที่ 7 ความเป็นกรดและด่างของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าก่อนและหลัง
ทดลองด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

อัตราส่วนผสมมูลโคนม: เศษหญ้า	ก่อนทดลอง(ร้อยละ)	หลังทดลอง	
		<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
10 : 90	7.4	8.167	8.733
20 : 80	7.6	7.933	8.467
30 : 70	7.7	8.167	8.533
40 : 60	7.8	8.300	8.667

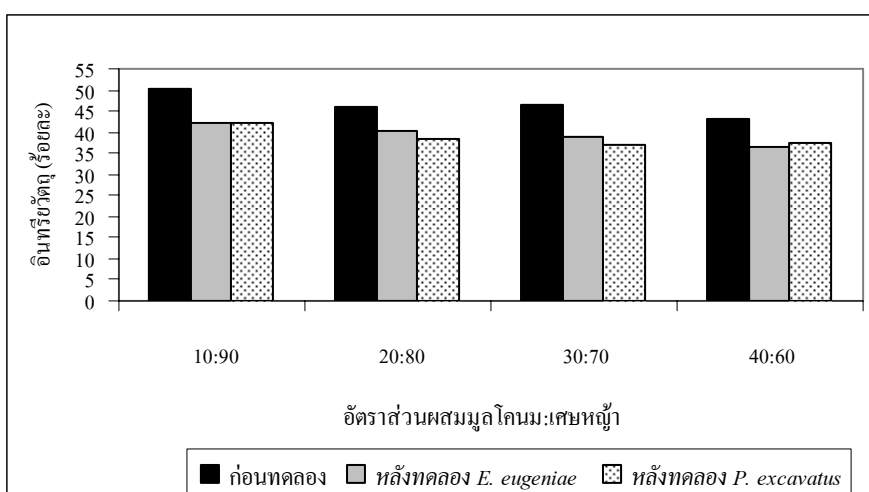


ภาพที่ 10 ค่าความเป็นกรดและด่างของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลังทดลอง
ด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

สอดคล้องกับการศึกษาของบรรจงศักดิ์ (2541) รายงานว่าเศษวัสดุที่ผ่านการหมัก
โดยไส้เดือนดินมักมีค่าความเป็นด่างมากกว่าเป็นกลาง พิชยากร ลิมทอง (ม.ป.ป.) รายงานว่า
กระบวนการย่อยสลายปุ๋ยหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดและด่าง โดยจะเป็นด่าง
เล็กน้อยประมาณ 7.5 – 8.5 เนื่องจากโปรตีนถูกย่อยสลายและมีการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมา

2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3) โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 ก่อนทดลองมีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 50.48, 46.11, 46.27 และ 43.04 ตามลำดับ แต่จากผลการทดลองพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของทุกหน่วยทดลองมีค่าลดลง โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 หลังทดลองสำหรับ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 42.033, 40.450, 39.020 และ 36.413 ตามลำดับ สำหรับ *Perionyx excavatus* มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 42.140, 38.503, 36.810 และ 37.453 ตามลำดับ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลัง ทดลอง ด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

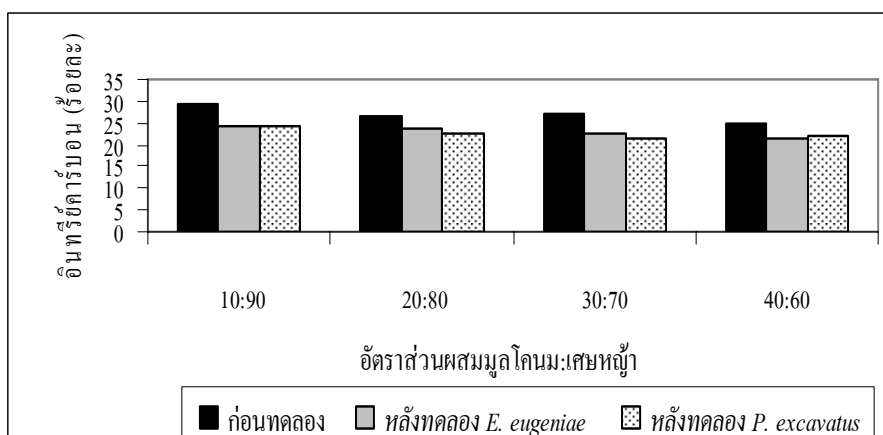
Suthar and Singh (2008) ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากเศษขยะจากบ้านเรือนผสมกับมูลโค โดยใช้ *Perionyx excavatus* และ *Perionyx sansibaricus* พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงเนื่องจากอินทรีย์วัตถุมีความจำเป็นสำหรับการเติบโตของไส้เดือนดินและเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์

2.3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ($p > 0.05$) (ตารางที่ 8) โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 ก่อนทดลองมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 29.35, 26.81, 26.9 และ 25.02 ตามลำดับ แต่จากผลการทดลองพบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของทุกหน่วยทดลองมีค่าลดลง โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 หลังทดลองสำหรับ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 24.440, 23.520, 22.683 และ 21.173 ตามลำดับ สำหรับ *Perionyx excavatus* มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 24.410, 22.383, 21.400 และ 21.773 ตามลำดับ (ภาพที่ 12)

ตารางที่ 8 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าก่อนและหลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

อัตราส่วนผสมมูลโคนม: เศษหญ้า	ก่อนทดลอง(ร้อยละ)	หลังทดลอง	
		<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
10 : 90	29.35	24.440	24.410
20 : 80	26.81	23.520	22.383
30 : 70	26.9	22.683	21.400
40 : 60	25.02	21.173	21.773



ภาพที่ 12 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลัง ทดลอง ด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

Elvira et al. (1998) รายงานว่าในระหว่างการทำปุ๋ยหมักจะมีการสูญเสียอินทรีย์คาร์บอนในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ได้ประมาณร้อยละ 20 – 43

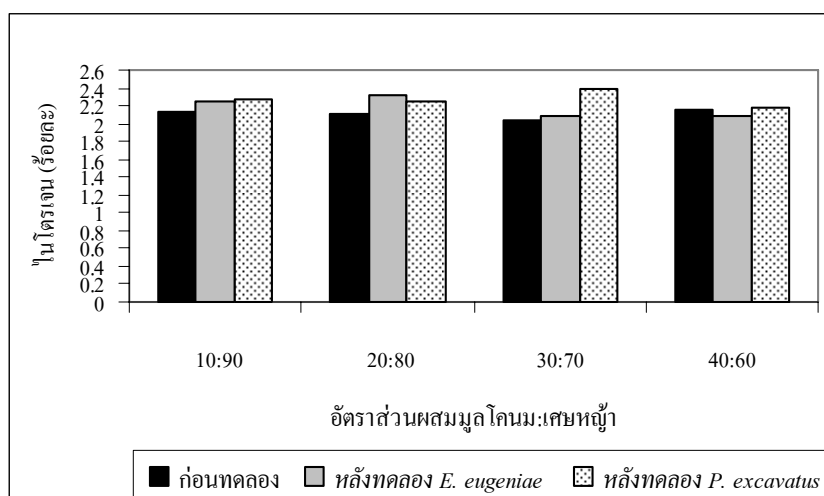
2.4 ปริมาณไนโตรเจน

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 ก่อนทดลองมีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 2.13, 2.1, 2.03 และ 2.15 ตามลำดับ อัตราส่วนผสม 20 : 80 แตกต่างจากอัตราส่วนผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 9) โดยมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 2.333 รองลงมาได้แก่อัตราส่วนผสม 10:90 มีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 2.256 และอัตราส่วนผสม 30 : 70 และ 40 : 60 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) มีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 2.080 และ 2.090 ตามลำดับ อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ($p > 0.05$) แต่จากผลการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนของทุกหน่วยทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 2.280, 2.250, 2.393 และ 2.193 ตามลำดับ (ภาพที่ 13)

ตารางที่ 9 ปริมาณไนโตรเจนของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าก่อนและหลัง
ทดลองด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

อัตราส่วนผสมมูลโคนม: เศษหญ้า	ก่อนทดลอง(ร้อยละ)	หลังทดลอง	
		<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
10 : 90	2.13	2.256 ^{ab}	2.280
20 : 80	2.1	2.330 ^a	2.250
30 : 70	2.03	2.080 ^b	2.393
40 : 60	2.15	2.090 ^b	2.193

^{a, b} ตัวอักษรกำกับที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$
โดยวิธี DMRT (^{a, ab, b} แสดงปริมาณไนโตรเจนจากมากไปน้อยตามลำดับ, ^b แสดงปริมาณ
ไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน)



ภาพที่ 13 ปริมาณไนโตรเจนของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลัง ทดลอง
ด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

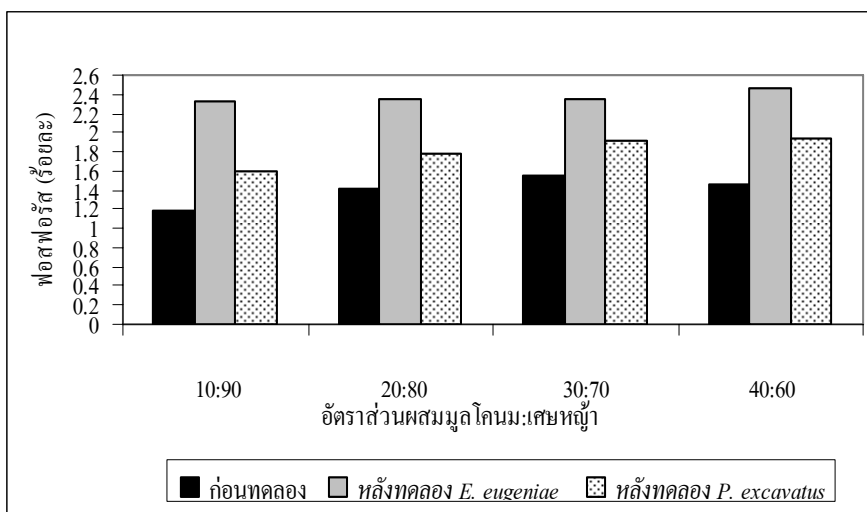
Suthar (2007b) รายงานว่าปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากไส้เดือนดินมี
การขับเมือก ของเหลว เอนไซม์ และเนื้อเยื่อที่ตายแล้วออกมา ชงชัย (2546) รายงานว่าปุ๋ยหมัก
ที่ดีควรมีมาตรฐานปริมาณไนโตรเจนมากกว่าร้อยละ 1

2.5 ปริมาณฟอสฟอรัส

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ($p > 0.05$) (ตารางที่ 10) โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 ก่อนทดลองมีปริมาณ ฟอสฟอรัสร้อยละ 1.19, 1.42, 1.56 และ 1.47 ตามลำดับ แต่จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสของทุกหน่วยทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 หลังทดลองสำหรับ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 2.333, 2.340, 2.347 และ 2.467 ตามลำดับ สำหรับ *Perionyx excavatus* มีปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 1.597, 1.777, 1.910 และ 1.940 ตามลำดับ (ภาพที่ 14)

ตารางที่ 10 ปริมาณฟอสฟอรัสของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าก่อนและหลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

อัตราส่วนผสมมูลโคนม: เศษหญ้า	ก่อนทดลอง(ร้อยละ)	หลังทดลอง	
		<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
10 : 90	1.19	2.333	1.597
20 : 80	1.42	2.340	1.777
30 : 70	1.56	2.347	1.910
40 : 60	1.47	2.467	1.940



ภาพที่ 14 ปริมาณฟอสฟอรัสของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลัง ทดลอง
ด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

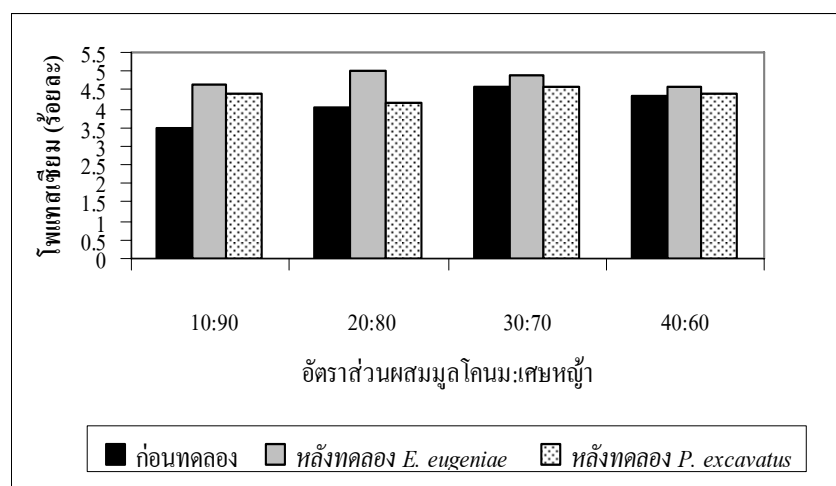
จากการศึกษาของรัตนันท์ (2546) รายงานว่าปริมาณฟอสฟอรัสของปุ๋ยหมักมูลไก่
โดยใช้ไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณลดลง สาเหตุอาจเกิดจากกระบวนการย่อยสลาย
ของจุลินทรีย์ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสลดลง

2.6 ปริมาณโพแทสเซียม

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียม
ของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus*
($p > 0.05$) (ตารางที่ 11) โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 ก่อนทดลองมีปริมาณ
โพแทสเซียมร้อยละ 3.51, 4.06, 4.6 และ 4.33 ตามลำดับ แต่จากผลการทดลองพบว่าปริมาณ
โพแทสเซียมของทุกหน่วยทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ
40:60 หลังทดลองสำหรับ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 4.462, 5.00, 4.857
และ 4.580 ตามลำดับ สำหรับ *Perionyx excavatus* มีปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 4.40, 4.137,
4.567 และ 4.377 ตามลำดับ (ภาพที่ 15)

ตารางที่ 11 ปริมาณโพแทสเซียมของอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าก่อนและหลัง
ทดลองด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

อัตราส่วนผสมมูลโคนม: เศษหญ้า	ก่อนทดลอง(ร้อยละ)	หลังทดลอง	
		<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
10 : 90	3.51	4.620	4.400
20 : 80	4.06	5.000	4.137
30 : 70	4.6	4.857	4.567
40 : 60	4.33	4.580	4.377



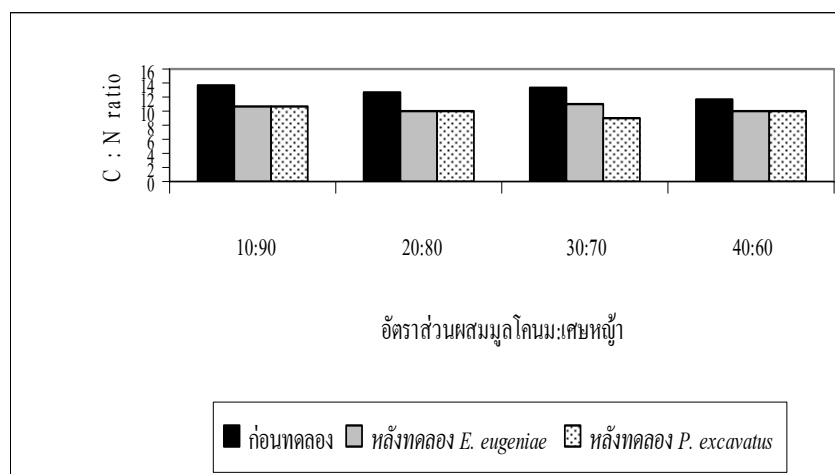
ภาพที่ 15 ปริมาณโพแทสเซียมของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลัง ทดลอง
ด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

สอดคล้องกับการศึกษาของสุพากรณ์ (2549) รายงานว่าปริมาณโพแทสเซียมของ
ปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* ซึ่งเลี้ยงในวัสดุผสมระหว่างขุยมะพร้าวและกากตะกอน
แห้งจากศูนย์ผลิตถ่านหินมีปริมาณเพิ่มขึ้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยหมักซึ่งมีคุณภาพดี คือ
ปริมาณโพแทสเซียมไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5

2.7 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio)

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* ($p > 0.05$) (ตารางที่ 5) โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 ก่อนทดลองมีอัตราส่วนคาร์บอนไนโตรเจน 13.779, 12.767, 13.251 และ 11.637 ตามลำดับ แต่จากผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของทุกหน่วยทดลองมีค่าลดลง โดยอัตราส่วนผสม 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 หลังทดลองสำหรับ *Eudrilus eugeniae* มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 10.799, 10.075, 10.877 และ 10.123 ตามลำดับ

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า 30 : 70 แตกต่างจากอัตราส่วนผสมอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 5) โดยมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 8.958 อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า 20 : 80 และ 40 : 60 ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 9.922 และ 9.912 ตามลำดับ (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของอัตราส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า ก่อน – หลังทดลองด้วยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

Suthar and Singh (2008) รายงานว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ลดลง เนื่องจากการสูญเสียคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมือกและสารคัดหลั่งจากไส้เดือนดิน ชงชัย (2546) รายงานว่าปุ๋ยหมักที่ดีควรมี มาตรฐานอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนน้อยกว่า 20 : 1

3. ความแตกต่างด้านคุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* (ตารางที่ 12)

ความเป็นกรดและด่างโดยเฉลี่ย (จากทุกอัตราส่วนผสม) ของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* แตกต่างจากปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ($p < 0.05$) โดยปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* มีความเป็นกรดและด่าง 8.60 ปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* มีความเป็นกรดและด่าง 8.14

ปริมาณอินทรีย์วัตถุโดยเฉลี่ย (จากทุกอัตราส่วนผสม) ของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* มีค่าร้อยละ 34.479 และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* มีค่าร้อยละ 38.726

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนโดยเฉลี่ย (จากทุกอัตราส่วนผสม) ของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* มีค่าร้อยละ 22.954 และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* มีค่าร้อยละ 22.491

ปริมาณไนโตรเจนโดยเฉลี่ย (จากทุกอัตราส่วนผสม) ของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยปริมาณไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* มีค่าร้อยละ 2.189 และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* มีค่าร้อยละ 2.279

ปริมาณฟอสฟอรัสโดยเฉลี่ย (จากทุกอัตราส่วนผสม) ของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* แตกต่างจากปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ($p < 0.05$) โดยปุ๋ยหมักจาก

ไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 2.371 ปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* มีปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 1.806

ปริมาณโพแทสเซียมโดยเฉลี่ย (จากทุกอัตราส่วนผสม) ของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* แตกต่างจากปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ($p < 0.05$) โดยปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 4.764 ปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* มีปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 4.370

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนโดยเฉลี่ย (จากทุกอัตราส่วนผสม) ของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 10.468 ปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 9.872

ตารางที่ 12 ความแตกต่างค่าวิเคราะห์ทางเคมีของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus*

ค่าทางเคมี	<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
ความเป็นกรดและด่าง	8.14	8.60
อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	39.479	38.726
อินทรีย์คาร์บอน (ร้อยละ)	22.954	22.491
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	2.189	2.279
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	2.371	1.806
โพแทสเซียม (ร้อยละ)	4.764	4.370
C : N ratio	10.468	9.872

คุณสมบัติของปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ที่ได้จัดเป็นปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีชนิดหนึ่ง สามารถนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน ลดค่าใช้จ่ายในการใช้ปุ๋ยเคมี ไม่เป็นอันตรายต่อดินในระยะยาว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน

4. การให้ลูกและการเติบโตของลูกไส้เดือนดิน

4.1 *Eudrilus eugeniae* (ตารางที่ 13)

จำนวนวันจากเริ่มทดลองจนกระทั่งผลิตโคขุน ใช้เวลา 8–31 วัน โคขุนที่ผลิตได้มีลักษณะเป็นถุงรูปไข่สีเหลืองอมน้ำตาล ปลายปิดทั้ง 2 ด้าน มีขนาดประมาณ 5 - 7 มิลลิเมตร (ภาพที่ 17) ระยะเวลาจากโคขุนฟักเป็นลูกสีขาวใช้เวลาเฉลี่ย 12.50 ± 5.87 วันและระยะเวลาจากลูกสีขาวเติบโตเป็นลูกสีแดงใช้เวลาเฉลี่ย 6.42 ± 2.94 วัน

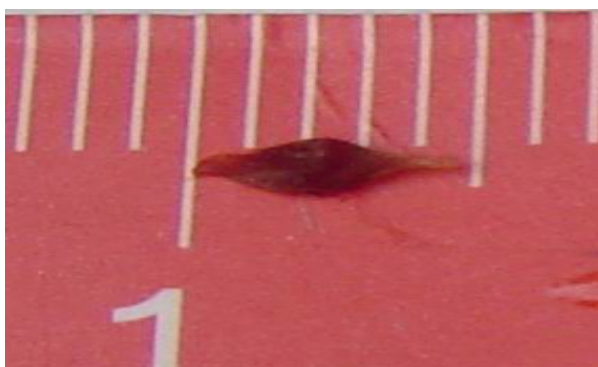
ใกล้เคียงกับการศึกษาของสุพากรณ์ (2549) ศึกษาวัฏจักรชีวิตของ *Eudrilus eugeniae* ที่เลี้ยงในส่วนผสมของขุยมะพร้าวและกากตะกอนแห้งจากศูนย์ผลิตภัณฑนมในอัตราส่วนคาร์บอน ไนโตรเจน 25 : 1, 30 : 1, 35 : 1, 40 : 1 และ 45 : 1 คือระยะจากโคขุนฟักออกมาเป็นลูกสีขาวใช้เวลา 11.25, 13.25, 13.75, 14.25 และ 12.00 วัน ตามลำดับ ส่วนระยะจากลูกสีขาวกลายเป็นลูกสีแดงใช้เวลา 8.50, 8.00, 9.75, 7.50 และ 8.25 วัน ตามลำดับ โคขุน 1 ใบฟักเป็นลูกสีขาว 2–3 ตัว สอดคล้องกับการศึกษาของ Reinecke and Viljoen (1988) ศึกษาวัฏจักรชีวิตของ *Eudrilus eugeniae* ที่เลี้ยงในมูลโครายงานว่าอัตราการฟักออกจากโคขุนเฉลี่ย 2.7 ตัว รวมระยะเวลาตั้งแต่โคขุนจนถึงระยะสมบูรณ์พันธุ์ใช้เวลาทั้งหมด 40–88 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Jorge et al (2001) ศึกษาชีววิทยาของ *Eudrilus eugeniae* ในมูลโคที่อุณหภูมิต่างๆ กัน พบว่าระยะเวลานับที่สุดตั้งแต่เริ่มผลิตโคขุนจนถึงระยะสมบูรณ์พันธุ์ใช้เวลา 47 ± 3 วัน และระยะเวลาฟักออกจากโคขุนจนถึงระยะสมบูรณ์พันธุ์ใช้เวลา 35 ± 3 วัน อัตราการฟักออกจากโคขุนคิดเป็นร้อยละ 29.17



ภาพที่ 17 โคขุนของ *Eudrilus eugeniae*

3.2 *Perionyx excavatus* (ตารางที่ 13)

จำนวนวันจากเริ่มทดลองจนกระทั่งผลิตโคขุนใช้เวลา 10 - 20 วัน โคขุนที่ผลิตได้มีลักษณะเป็นถุงรูปกระสวยสีเหลืองปนน้ำตาล ปลายปิดทั้ง 2 ด้าน มีขนาดประมาณ 4 – 5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 18) ระยะเวลาจากโคขุนฟักเป็นลูกสีขาวใช้เวลา 6 – 34 วัน ระยะเวลาจากลูกสีขาวเติบโตเป็นลูกสีแดงใช้เวลา 2 – 8 วัน และระยะเวลาจากลูกสีแดงเติบโตเป็นระยะสมบูรณ์พันธุ์มีโคลเทลล์ใช้เวลา 38 – 65 วัน รวมระยะเวลาดังแต่โคขุนจนถึงระยะสมบูรณ์พันธุ์มีโคลเทลล์ใช้เวลาทั้งหมด 46 – 107 วัน อัตราการฟักออกจากโคขุนของ *Perionyx excavatus* คิดเป็นร้อยละ 79.02 โคขุน 1 ใบ ฟักเป็นลูกสีขาว จำนวน 1 ตัว ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Herihy (n.d) รายงานว่า โคขุน 1 ใบ ฟักเป็นลูกสีขาว จำนวน 1.1 ตัว



ภาพที่ 18 โคขุนของ *Perionyx excavatus*

การให้ลูกและการเติบโตของลูกไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ที่เลี้ยงในอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า 40 : 60 ศึกษาในห้วงเดือนกันยายน – กุมภาพันธ์ พบว่าระยะเวลาดังแต่โคขุนจนถึงระยะสมบูรณ์พันธุ์มีโคลเทลล์ใช้เวลาทั้งหมดใกล้เคียงกัน แต่ *Perionyx excavatus* มีอัตราการฟักออกจากโคขุน และมีจำนวนไส้เดือนดินเพิ่มขึ้นมากกว่า *Eudrilus eugeniae*

ตารางที่ 13 การให้ลูกและการเติบโตของลูกไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ในส่วนผสมมูลโคนมและเศษหญ้า

การให้ลูกและการเติบโต	<i>Eudrilus eugeniae</i>	เฉลี่ย	<i>Perionyx excavatus</i>	เฉลี่ย
โคขุน – ลูกสีขาว (วัน)	3 – 22	12.50 ± 5.87	6 – 34	18.25 ± 9.70
ลูกสีขาว – ลูกสีแดง (วัน)	2 – 12	6.42 ± 2.94	2 – 8	4.67 ± 1.67
ลูกสีแดง – สมบูรณ์พันธุ์ (วัน)	35 – 54	43.58 ± 7.08	38 – 65	47.75 ± 7.23
โคขุน – สมบูรณ์พันธุ์ (วัน)	40 – 88		46 – 107	
อัตราการฟัก (ร้อยละ)	29.17		79.02	
จำนวนตัว / โคขุน	2 - 3		1	

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่เหมาะสมต่อการเติบโตของไส้เดือนดินและการทำปุ๋ยหมัก

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักไส้เดือนดินรวม หลังทดลองและประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัวของไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* แต่มีผลต่อน้ำหนักไส้เดือนดินรวมหลังทดลองและประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัวของไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* โดยอัตราส่วนผสม 30 : 70 มีน้ำหนักไส้เดือนดินรวมหลังทดลองและประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัว 37.700 และ 0.157 กรัม ตามลำดับ

อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* โดยอัตราส่วนผสม 10 : 90, 20 : 80 และ 40 : 60 มีอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักดีที่สุด คือร้อยละ 89.733, 85.667 และ 85.218 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอัตราส่วน 30 : 70 อัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักของไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* โดยอัตราส่วนผสม 30 : 70 มีอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักร้อยละ 86.567 รองลงมาได้แก่อัตราส่วนผสม 20 : 80, 10 : 90 และ 40 : 60 คือร้อยละ 85.583, 85.403 และ 84.980 ตามลำดับ

สำหรับ *Eudrilus eugeniae* อัตราส่วนผสม 10:90 เป็นอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม เนื่องจากมีอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักดีกว่าอัตราส่วนผสมอื่น สำหรับ *Perionyx excavatus* อัตราส่วนผสม 30:70 เป็นอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม เนื่องจากไส้เดือนดินสามารถเติบโตได้ดีทำให้น้ำหนักไส้เดือนดินรวมหลังทดลอง ประสิทธิภาพการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เลี้ยงเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักดีกว่าอัตราส่วนผสมอื่น

2. คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน

คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ซึ่งเลี้ยงในอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกัน พบว่ามีความเป็นกรดและด่าง ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เพิ่มขึ้น โดยปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยหมัก ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และอัตราส่วนคาร์บอนไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* มีปริมาณลดลง

3. การให้ลูกและการเติบโตของลูกไส้เดือนดิน

การทดลองครั้งนี้ศึกษาการให้ลูกและการเจริญของลูกไส้เดือนดินที่เลี้ยงในส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า 40 : 60 สำหรับ *Eudrilus eugeniae* พบว่าระยะเวลาจากเริ่มทดลองจนกระทั่งผลิตโคขุน ใช้เวลา 8 – 31 วัน ระยะเวลาจากโคขุนฟักเป็นลูกสีขาวใช้เวลา 3 - 22 วัน และระยะเวลาจากลูกสีขาวเติบโตเป็นลูกสีแดงใช้เวลา 2 - 12 วัน ระยะเวลาจากลูกสีแดงจนถึงระยะสมบูรณ์พันธุ์ใช้เวลา 35 – 54 วัน รวมระยะเวลาจากโคขุนจนถึงระยะสมบูรณ์พันธุ์ใช้เวลา 40 – 88 วัน

สำหรับ *Perionyx excavatus* พบว่าระยะเวลาจากเริ่มทดลองจนกระทั่งผลิตโคขุน ใช้เวลา 10 – 20 วัน ระยะเวลาจากโคขุนฟักเป็นลูกสีขาวใช้เวลา 6 - 34 วันและระยะเวลาจากลูกสีขาวเติบโตเป็นลูกสีแดงใช้เวลา 2 - 8 วัน ระยะเวลาจากลูกสีแดงจนถึงระยะสมบูรณ์พันธุ์ใช้เวลา 38 – 65 วัน รวมระยะเวลาจากโคขุนจนถึงระยะสมบูรณ์พันธุ์ใช้เวลา 46 – 107 วัน

ข้อเสนอแนะ

1. การนำไส้เดือนดินมาทำจุลินทรีย์เพื่อเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมัก เป็นวิธีที่ดีในการกำจัดของเสียโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และจะทำให้ได้ปุ๋ยหมักคุณภาพดี เพราะมีธาตุอาหารพืชที่จำเป็นในปริมาณเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ในการกำจัดขยะอินทรีย์ในพื้นที่จริงโดยเริ่มทำในระดับครัวเรือนก่อนแล้วค่อยขยายเป็นระดับชุมชนต่อไป
2. ผลพลอยได้จากการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน คือ ตัวไส้เดือนดินซึ่งสามารถนำไปขายเพื่อสร้างรายได้ ทำเป็นอาหารเลี้ยงปลาหรือสัตว์ชนิดอื่นเพื่อลดต้นทุนในการเลี้ยง นอกจากนี้ยังได้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากไส้เดือนดิน (Worm tea) ซึ่งเป็นปุ๋ยน้ำที่มีคุณภาพดี
3. ควรตรวจวิเคราะห์หาธาตุอาหารพืชชนิดอื่น ๆ ด้วย เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส โบรอน และทองแดง ซึ่งมีความสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพดิน และจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. ระเบียบกรมพัฒนาที่ดินว่าด้วยการใช้เครื่องหมายรับรองมาตรฐาน
ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2547. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เชาว์ ชีโนรักษ์ และ พรรณี ชีโนรักษ์. 2528. ชีววิทยา เล่ม 2. สำนักพิมพ์บูรพาสาส์น,
กรุงเทพฯ .

ธิดินันท์ ขวัญสด. 2546. การบำบัดและการทำปุ๋ยหมักมูลไก่โดยใช้ไส้เดือน *Lumbricus rubellus*
และ *Eudrilus eugeniae*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์.
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บพิตร จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. 2546. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง II แอนเนลิดา
ถึง โปรโทคอร์ดาตา. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ .

_____. 2541ก. สัตววิทยา. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2541ข. สัตววิทยาภาคปฏิบัติการ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ .

_____. 2547. สัตววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บรรจงศักดิ์ ภักดี. 2541. ศักยภาพของการใช้ไส้เดือนดินเพื่อย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในฟาร์ม
ขนาดเล็ก. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, เชียงใหม่.

ประสงค์ หล้าสะอาด และ จิตเกษม หล้าสะอาด. 2544. คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม. 5 เล่ม 3. โรงพิมพ์พิมพ์การพิมพ์,
กรุงเทพฯ.

พิทยากร ลิมทอง. ม.ป.ป. ปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยสลาย. ม.ป.ท.

สุพาภรณ์ คาง. 2549. การศึกษากายวิภาคและการบำบัดกากตะกอนแห้งจากศูนย์ผลิตถั่มนม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน โดยใช้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae*.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุมิตรา ภูวโรดม. 2532. ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร. ม.ป.ท.

อานัฐ ดันโซ. 2549. ไส้เดือนดิน (Earthworms). สำนักพิมพ์พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งชาติ , ปทุมธานี.

Borges, S., H. Hubers and R. Bayron. 2003. Insearch for an Appropriate Species for
Vermicomposting in Puerto Rico. **Caribbean Journal of Sci.** 14 (39): 248 – 250.

Bouche, M. B. 1971. **Relations Entre les Structures Spatiales et Fonctionnelles des
Ecosystems, Illustrees par le Role Pedobiologique des Vers de Terre, in La
Vie Dans les Sols, Aspects Nouveaux, Etudes Experimentales.** Gauthier Villars,
France.

_____. 1977. Strategies Lombriciennes, in Soil Organisms as Components of
Ecosystems. **Eco. Bull.** 25: 122 – 132.

Brusca, R. C. and G. J. Brusca. 1990. **Invertebrates.** Sinauer Associates , Inc .,
Massachusetts , U.S.A.

Craswell, E.A. 1994. Relation of Worms to soils Fertility . **Discovery** 9(3): 83 – 86.

Edwards, C.A. 1977. **Biology of Earthworms**. Chapman and Hall, London.

_____. and I. Burrows. 1988. **Breakdown of Animal, Vegetable and Industrial Wastes by Earthworms**. SPB Academic Publishing, Netherlands.

_____. and J.R. Lofty. 1972. **Biology of earthworms**. Bookworm publishing Company.

Elvira, C., L. Sampedro, E. Benitez and R. Nogales. 1998. Vermicomposting of Sludge from Paper Mill and Dairy Industries with *Eisenia andrei*: A Pilot Scale Study. **Bioresource Tech.** 63 : 205 – 211.

Fraser, T. 2002. **Type of Worm found in Newzeland**. Available Source: <http://www.Crop.Cri.nz/psp/articles/docs/worms/wormtype.htm>, February 28, 2002.

Herlihy, T.E. n. d. **Vermicomposting of Organic Wastes**. n. p.

Garge, V. K., S. Chand, A. Chhillar and A. Yadav. 2005. **Growth and Reproduction of *Eisenia foetida* in Various Animal Wastes during Vermicomposting**. Available Source : <http://www.ecology.kee.hu>, June 28, 2005.

Jorge, D., C.A. Edwards and A. John. 2001. The Biology and Population Dynamics of *Eudrilus eugeniae* (Kingberg) (Oligochaeta) in Cattle Waste Solids. **Pedobiologia**. 5: 341 -353.

Kale, R. D. 1988. Earthworms : Nature's Gift for Utilization of Organic Waste, pp. 355 – 376. In C. A. Edwards, ed. **Earthworm Ecology**. SPB Academic Publishing.

Kozloff, E. N. 1990. **Invertebrates**. Saunders College Publishing, Tokyo.

- Lawrence, F. 1997. **Australian Earthworms**. Available Source: <http://www.sunSITE.unc.edu/InterGarden>, Feb 21, 1997.
- Lutz, P. E. 1986. **Invertebrate Zoology**. Addison – Wesley Publishing, Co., Inc., San Juan.
- Mertus, J. 1993. **Earthworms**. Available Source : <http://www.mertus.org/gardening/worms/html>. February 24, 2001.
- Nagavallemma, KP., SP. Wani, L. Stephane, VV. Padmaja, C. Vinula, R.M. Babu and KL. Sahrawat. 2004. **Vermicomposting : Recycling Wastes into Valuable Organic Fertilizer**. Andhra Pradesh, India.
- Neuhauser, E.A., R.C. Loehr and M. R. Malecki. 1988. The Potential of Earthworms for Managing Sewage Sludge, pp. 9 – 20. **In Earthworms in Waste and Environmental Management**. SPB Academic Publishing.
- Reinecke, A. J. and S. A. Viljoen. 1988. Reproduction of the African Earthworm, *Eudrilus eugeniae* (Oligochaeta) – cocoons. **Biology and Fertility of Soils**. 7 : 23 – 27.
- Rupert, E.E., R. S. Fox and R. D. Barnes. 2004. seventh edition. **Intervertebrate Zoology : A Functional Evolutionary Approach**. Thomson Learning, United State of America.
- Selden, P., M. DuPont, B. Sipes and K. Dinges. 2005. **Composting Worms for Hawaii**. Available Source: <http://www.Ctahr.Hawaii.Edu/freepubs>, Aug, 2005.
- Sherman, R. 1998. **Snapshots of Selected Large Scale Vermicomposting Operations**. Available Source: <http://www.Bae.Ncsu.Edu/people/faculty/Sherman>, March 13, 2004.

- Sinha, R. K., S. Herat, S. Agarwal, R. Asadi and E. Carretero. 2002. Vermicomposting and Waste Management : Study of Action of Earthworms *Elsinia foetida*, *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus* on Biodegradation of Some Community Wastes in India and Australia. **The Environmentalist**. 22 : 261 – 268.
- Suthar, S. 2006. Potential Utilization of Guar gum Industrial Waste in Vermicompost Production. **Biores. Technol** 97(18): 2474 – 2477.
- Suthar, S. 2007 a. Nutrient Changes and Biodynamics of Epigenic Earthworm *Perionyx excavatus* (Perrier) During Recycling of Some Agriculture Waste. **Bioresource Technol.** 98 (8) : 1608 – 1614.
- Suthar, S. 2007 b. Vermicomposting Potential of *Perionyx sansibaricus* (Perrier) in Different Waste Materials. **Bioresource Technology**. 98 (6): 1231 – 1237.
- Suthar, S. and S. Singh. 2008. Vermicomposting of Domestic Waste by Using Two Epigeic Earthworms (*Perionyx excavatus* and *Perionyx sansibaricus*). **Int J. Environ. Sci. Tech.** 5 (1): 99 – 106.
- Viljoen, S. A. and A. J. Reinecke. 1992. The Temperature Requirements of the Epigeic Earthworm Species *Eudrilus eugeniae* (Oligochaeta) – a Laboratory Study. **Soil Biology and Biochemistry**. 24: 1345 – 1350.

ภาคผนวก

1. การวิเคราะห์ทางเคมี

การเตรียมตัวอย่าง เช่น มูลโคนม เศษหญ้า และอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้า เพื่อการวิเคราะห์ ต้องนำตัวอย่างออกผึ่งให้แห้ง บดให้ละเอียด และร่อนด้วยตะแกรงขนาดต่าง ๆ กัน เพื่อให้ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากัน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2547)

1.1 การวิเคราะห์อินทรียวัตถุ (Organic matter) โดยใช้ตู้อบ

อุปกรณ์

1. ตู้อบ
2. ปีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2.0 มิลลิเมตร มาประมาณ 10 กรัม ใส่ลงในปีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

2. นำตัวอย่างที่ชั่งใส่ปีกเกอร์ไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำปีกเกอร์ออกมาทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนักของตัวอย่างแล้วบันทึกไว้

3. นำตัวอย่างไปเข้าตู้อบอีกครั้งหนึ่งที่อุณหภูมิ 360 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบ 2 ชั่วโมง นำปีกเกอร์ออกมาทิ้งไว้ให้เย็นอีกครั้งหนึ่งที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่าง จดบันทึกน้ำหนักไว้

วิธีคำนวณ

$$\% \text{ O.M.} = \left(\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบที่อุณหภูมิ } 105^{\circ}\text{C} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบที่อุณหภูมิ } 360^{\circ}\text{C} \times 100 \times 1.15}{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบที่อุณหภูมิ } 105^{\circ}\text{C}} \right)$$

1.2 การวิเคราะห์อินทรียคาร์บอน (Organic carbon) โดยวิธี Walkley – Black

สารเคมี

1. Dichromate solution ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N : ละลาย $K_2Cr_2O_7$ (อบที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง) 49.04 กรัม ในน้ำกลั่นให้มีปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร

2. Concentrated sulfuric acid (H_2SO_4)

3. Ferrous sulfate ($FeSO_4$) 0.05 N : ใช้ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 98.05 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เติม H_2SO_4 เข้มข้น 7.5 ซีซี ทำให้เย็นปรับปริมาตรให้เป็น 500

4. O – Phenanthroline ferrous sulfate indicator (0.025 M) : เตรียมโดยละลาย O – Phenanthroline 1.48 กรัม และ ferrous sulfate ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0.70 กรัม ในน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 ซีซี

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างซึ่งได้บดแล้วอย่างละเอียด 0.5 – 2 กรัม ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 ซีซี เติมน้ำยา dichromate 1 N ลงไป 5 ซีซี โดยใช้ปิเปต ต่อจากนั้น เติมกรด H_2SO_4 อย่างเข้มข้นลงไป 10 ซีซี โดยเร็วแกว่ง flask เบา ๆ เพื่อให้ น้ำยากับตัวอย่างเข้ากัน ประมาณ 1 – 2 นาที แล้วทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 30 นาที

2. เติมน้ำกลั่นลงไป 20 ซีซี รอจนเย็นและหยด indicator ลงไป 8 หยด ไตเตรต ด้วยน้ำยา ferrous sulfate จนกระทั่งสีของ suspension เปลี่ยนจากเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง end point คือจุดที่ indicator เริ่มเปลี่ยนจากเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง

3. จดปริมาณของน้ำยา dichromate และ ferrous sulfate ที่ใช้ ทำ blank และจดปริมาณของ dichromate และ ferrous sulfate แล้วจึงคำนวณหาปริมาณของ dichromate ที่ถูก reduced

การคำนวณ

$$\% \text{ organic carbon} = \frac{(\text{me K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{me FeSO}_4) \times 0.003 \times 100 \times 1.33}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

1.3 การวิเคราะห์ไนโตรเจน (Total nitrogen) โดยวิธี micro Kjeldahl

สารเคมีและน้ำยา

1. Digestion mixture : ผสม Na_2SO_4 หรือ K_2SO_4 250 กรัม กับ selenium 2.5 กรัม และ H_2SO_4 เข้มข้น 2500 ซีซี นำไปต้มแล้วทิ้งไว้ให้เย็น เก็บในขวดที่มีฝาปิด

2. Boric acid – indicator solution

3. Sodium hydroxide (NaOH) 10 N (40 %)

4. Standard sulfuric (H_2SO_4) หรือ Hydrochloric acid (HCl) 0.025 N

วิธีการ

ชั่งตัวอย่างจำนวน 1 – 3 กรัม (อย่างละเอียด) ลงใน Micro – Kjeldahl flask เติม digestion mixture ลงไป 5 ซีซี นำไปวางบน Kjeldahl heater digest จนได้สารละลายใส ทิ้งไว้ให้เย็น ถ่ายลงใน distillation flask เติม 10 N NaOH ลงไป 25 ซีซี ทำการกลั่นประมาณ 7 นาที โดยเก็บ NH_3 ที่ได้ในสารละลาย Boric acid indicator จำนวน 10 ซีซี Titrate สารละลายที่กลั่นได้ด้วย 0.025 N HCL blank ร่วมไปด้วย

วิธีการคำนวณ กรณีกลั่นโดยไม่ปรับปริมาตร

$$\% \text{ ไนโตรเจน} = \frac{(A - B) \times C \times 0.014 \times 100}{D}$$

A = ml ของกรด HCl ที่ใช้กับตัวอย่าง

B = ml ของกรด HCl ที่ใช้กับ blank

C = ความเข้มข้นของกรด HCl (normal)

D = น้ำหนักของตัวอย่าง

น้ำหนักของตัวอย่าง = 1 กรัม (ปุ๋ย = 0.5 กรัม)

ความเข้มข้นของกรด = 0.025 N

1.4 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Total phosphorus)

สารเคมีและน้ำยา

1. Standard phosphorus solution เตรียมโดยละลาย KH_2PO_4 (AR) 0.2195 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร น้ำยา Standard phosphate นี้จะมี phosphorus อยู่ 50 ppm P

2. Bray II ($0.1 \text{ N HCl} + \text{N NH}_4\text{F}$) โดยเตรียม 0.5 N HCl : ใช้ conc HCl 41.7 ml. ปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml. และเตรียม $1 \text{ N NH}_4\text{F}$ 37.4 g ละลายในน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml. จากนั้นนำ $1 \text{ N NH}_4\text{F}$ มา 60 ml. ผสมกับ 0.5 N HCl 400 ml. ผสมกันแล้วปรับปริมาตรเป็น 2,000 ml.

3. น้ำยาที่ใช้ในการ Develop color ประกอบด้วย

4. Reagent A : เตรียมได้โดยใช้ Ammonium molybdate 12 กรัม ละลายในน้ำ 250 ซีซี ละลาย Antimony potassium tartrate 0.2980 กรัม ในน้ำ 100 ซีซี เอาสารละลาย ทั้ง 2 นี้ใส่ลงใน $5 \text{ N H}_2\text{SO}_4$ 1,000 ซีซี (เตรียมโดยใช้ conc H_2SO_4 138.9 ซีซี ผสมกับน้ำกลั่น

ทำเป็น 1 ลิตร) ผสมให้เข้ากันและปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร เก็บไว้ในขวดแก้ว ในสภาพที่มืด และเย็น

5. Reagent B : ละลาย ascorbic acid 1.056 กรัม ใน Reagent A 200 ซีซี ผสมให้เข้ากัน reagent B ที่เตรียมแล้วจะต้องใช้ทันที เก็บไว้ได้ไม่เกิน 24 ชม.

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 2.5 กรัม เติมน้ำยาสกัด Bray II เขย่า 5 นาที กรอง นำของเหลวที่กรองได้มาวิเคราะห์หาปริมาณ P ต่อไป

2. เตรียมน้ำยามาตรฐาน Phosphate ให้มีความเข้มข้น 5 ppm P นำ aliquot 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ซีซี เติมน้ำ 20 ซีซี เขย่าให้เข้ากัน เติม H_3BO_3 เติม Reagent B ลงไป 4 ซีซี เขย่าให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่นจนครบ 25 ซีซี ทิ้งไว้ 10 นาที แล้วอ่านร้อยละ Transmittance ของน้ำยามาตรฐานด้วย Spectrophotometer ที่ Wavelength 882 nm. สีนํ้าเงินที่เกิดขึ้นจะคงที่เป็นเวลา 24 ชม.

3. วิเคราะห์หาปริมาณ P ใน unknown sample การคำนวณหาปริมาณของ P ที่วิเคราะห์ได้เป็น ppm P ของตัวอย่างอาจคำนวณได้ดังนี้

ให้ ratio ของ Extracting solution : soil = Y

ppm ที่อ่านได้จาก Standard curve = Z

ppm P ของตัวอย่าง
$$= \frac{Z \times Y \times \text{final vol. (ml.)}}{\text{aliquot used (ml.)}}$$

1.5 การวิเคราะห์โพแทสเซียม (Total potassium)

สารเคมีและน้ำยา

1. Ammonium acetate, (NH_4OAc) ชั่ง NH_4OAc หนัก 154.16 กรัม แล้วละลายในน้ำ 2 ลิตร ปรับ pH ให้ได้ 7.0 ± 0.2

2. Standard solution สำหรับ Potassium : ชั่ง KCl (AR) 1.9100 กรัม ละลายใน ammonium acetate solution ปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 ซีซี สารละลายนี้จะมีค่าเข้มข้น 1,000 ppm K

วิธีการ

ชั่งตัวอย่าง 2.5 กรัม ใส่ในน้ำยา ammonium acetate 50 ซีซี เขย่า 30 นาที นำสิ่งที่กรองได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณ โพแทสเซียม

2. ค่าวิเคราะห์ทางเคมีของอัตราส่วนผสมต่าง ๆ หลังการทดลอง

ตารางผนวกที่ 1 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอนไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 10:90 จากไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus*

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง	8.733 ± 0.145
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	42.140 ± 4.065
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ร้อยละ)	24.410 ± 2.361
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	2.280 ± 0.208
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	1.597 ± 0.228
โพแทสเซียม (ร้อยละ)	4.440 ± 0.110
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	10.695 ± 0.062

ตารางผนวกที่ 2 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน
 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน
 ไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 20:80 จากไส้เดือนดิน
Perionyx excavatus

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง	8.467 ± 0.240
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	38.503 ± 2.803
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ร้อยละ)	22.383 ± 1.631
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	2.250 ± 0.751
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	1.777 ± 0.009
โพแทสเซียม (ร้อยละ)	4.137 ± 0.259
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	9.922 ± 0.395

ตารางผนวกที่ 3 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน
 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน
 ไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 30:70 จากไส้เดือนดิน
Perionyx excavatus

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง	8.533 ± 0.176
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	36.810 ± 2.101
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ร้อยละ)	21.400 ± 1.224
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	2.393 ± 0.168
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	1.910 ± 0.006
โพแทสเซียม (ร้อยละ)	4.567 ± 0.239
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	8.958 ± 0.119

ตารางผนวกที่ 4 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน
 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน
 ในไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 40:60 จากไส้เดือนดิน
Perionyx excavatus

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง	8.667 ± 0.133
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	37.453 ± 2.941
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ร้อยละ)	21.773 ± 1.711
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	2.193 ± 0.147
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	1.940 ± 0.173
โพแทสเซียม (ร้อยละ)	4.377 ± 0.376
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	9.912 ± 0.117

ตารางผนวกที่ 5 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน
 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน
 ในไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 10:90 จากไส้เดือนดิน
Eudrilus eugeniae

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง	8.167 ± 0.088
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	42.033 ± 3.253
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ร้อยละ)	24.440 ± 1.894
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	2.257 ± 0.072
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	2.333 ± 0.107
โพแทสเซียม (ร้อยละ)	4.620 ± 0.121
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	10.799 ± 0.495

ตารางผนวกที่ 6 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน
 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน
 ในไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 20:80 จากไส้เดือนดิน
Eudrilus eugeniae

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง	7.933 ± 0.088
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	40.450 ± 2.898
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ร้อยละ)	23.520 ± 1.686
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	2.330 ± 0.040
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	2.340 ± 0.104
โพแทสเซียม (ร้อยละ)	5.000 ± 0.70
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	10.075 ± 0.549

ตารางผนวกที่ 7 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน
 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน
 ในไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 30:70 จากไส้เดือนดิน
Eudrilus eugeniae

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง	8.167 ± 0.088
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	39.020 ± 2.182
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ร้อยละ)	22.683 ± 1.637
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	2.080 ± 0.069
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	2.347 ± 0.101
โพแทสเซียม (ร้อยละ)	4.857 ± 0.297
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	10.877 ± 0.425

ตารางผนวกที่ 8 ค่าความเป็นกรดและด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน
 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอน
 ในไนโตรเจน หลังการทดลอง อัตราส่วนผสม 40:60 จากไส้เดือนดิน
Eudrilus eugeniae

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเป็นกรดและด่าง	8.167 ± 0.088
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	42.033 ± 3.253
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ร้อยละ)	24.440 ± 1.894
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	2.257 ± 0.072
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	2.333 ± 0.107
โพแทสเซียม (ร้อยละ)	4.620 ± 0.121
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	10.799 ± 0.495

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	พันเอกหญิง สมพร คำเครื่อง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2507
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (พยาบาลและผดุงครรภ์) มหาวิทยาลัยมหิดล วท.ม. (โภชนศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ส่วนการศึกษา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ตำบลพรหมณี อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนจากโครงการการใช้ที่ดินและการจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน