



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
ปริญญา

ปฐพีวิทยา
สาขา

ปฐพีวิทยา
ภาควิชา

เรื่อง ผลของวัสดุเหลือใช้อินทรีย์และพันธุ์ไส้เดือนดินต่อสมบัติของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ใช้ปลูก
ดาวเรือง

Effects of Biodegradable Organic Wastes and Earthworm Species on Properties of
Vermicompost for Marigold Planting

نامผู้วิจัย นายเสกสรร พินเขียว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรรณิการ์ สัจจาพันธ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด้านธรรม, ป.ร.ค.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของวัสดุเหลือใช้อินทรีย์และพันธุ์ไส้เดือนดินต่อสมบัติของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน
ที่ใช้ปลูกดาวเรือง

Effects of Biodegradable Organic Wastes and Earthworm Species on Properties of
Vermicompost for Marigold Planting

โดย

นายเสกสรร พินเขียว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
พ.ศ. 2555

เสกสรร พินเขียว 2555: ผลของวัสดุเหลือใช้อินทรีย์และพันธุ์ไส้เดือนดินต่อสมบัติของ
ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ใช้ปลูกดาวเรือง ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขา
ปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรรณิการ์ สัจจาพันธ์, Ph.D. 81 หน้า

ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้อินทรีย์และพันธุ์ไส้เดือนดินต่อสมบัติของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ใช้
ปลูกดาวเรืองแบ่งเป็น 2 การทดลองคือ 1) การผลิตปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน 3 ชนิด ได้แก่ *Eudrilus*
eugeniae (African night crawler) *Perionyx excavatus* (Blue worm) และ *Pheretima peguana* (จิ้งดา
แร) โดยใช้วัสดุอินทรีย์ 4 ชนิด คือ 1) เศษผักใบ 2) เศษผักหัว 3) เปลือกผลไม้ และ 4) เศษอาหาร
เป็นอาหารไส้เดือน วางแผนการทดลองแบบ 3x4 factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่า
ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* เลี้ยงด้วยเศษผักใบมีอินทรีย์วัตถุ
สูงสุดร้อยละ 45.58 ปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินทุกชนิดมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.8-7.5 และเลี้ยงด้วยเศษ
ผักหัวมีฟอสเฟตทั้งหมดสูงสุดร้อยละ 3.35 ปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Pheretima peguana* เลี้ยงด้วย
เปลือกผลไม้มีโพแทสเซียมทั้งหมดสูงสุดร้อยละ 1.67 ส่วนสภาพการนำไฟฟ้าของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินทุก
ชนิดมีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ การทดลองที่ 2) ศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากไส้เดือนดินชนิด
Eudrilus eugeniae และ *Perionyx excavates* ต่อการเติบโตและผลผลิตของดาวเรือง วางแผนการ
ทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ มี 14 อัตราการใส่ปุ๋ย ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จาก
เศษผักใบ เศษผักหัว เปลือกผลไม้และเศษอาหาร ชนิดละ 3 อัตรา คือ 100, 150 และ 200 กรัม/
กระถาง ตามลำดับ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 20 กรัม/กระถาง ผลการศึกษาพบว่าการใส่
ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* ส่งเสริมให้การเติบโตของต้น
ดาวเรืองและน้ำหนักรากมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี โดยที่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจาก
ไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* ส่งเสริมให้การเจริญเติบโตและน้ำหนักรากดาวเรืองมากกว่า
ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavates*

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Saksan Phinkeaw 2012: Effects of Biodegradable Organic Wastes and Earthworm Species on Properties of Vermicompost for Marigold Planting. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Kannika Sajjaphan, Ph.D. 81 pages.

Study of effects of biodegradable organic wastes and earthworm species on properties of vermicompost for marigold planting was divided into two parts. The first trial, using of three earthworm species, *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavates* and *Pheretima peguana* to turn biodegradable organic wastes of leafy vegetable waste, tuber vegetable waste, fruit scraps and food scraps respectively into vermicomposts. The experimental design was 3x4 factorial in RCB with 3 replications. The finding results showed that the vermicompost produced by *Eudrilus eugeniae* and leafy vegetable waste had the highest OM content (45.58%). The all earthworm species have pH value at 5.8-7.5 and the highest total P_2O_5 (3.35%) when the fruit scraps and tuber vegetable waste were used for feeding respectively. The vermicompost from *Pheretima peguana* and fruit scraps had the highest K_2O content (1.67%) while the electrical conductivity was not significantly affected by all earthworm species and organic waste types. The second trial was to evaluate affect of vermicompost produced by *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavates* species on growth and yield of marigold. The statistical design was using RCB with three replications. Fourteen fertilization rates consisted of no fertilization, vermicompost produced by *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavates* species fed by leafy vegetable waste, tuber vegetable waste, fruit scraps and food scraps at 100, 150 and 200 g/pot of 8 kg soil respectively and chemical fertilizer of 16-16-16 at 20 g/pot were applied. The results indicated that vermicompost from *Eudrilus eugeniae* applied at all rates showed more effective in supporting growth and yield of marigold than no fertilization and chemical fertilization application. Moreover, the vermicompost from *Eudrilus eugeniae* showed better results in supporting growth and yield of marigold compared to *Perionyx excavates*.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอไว้อาลัยและขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนัชย์ กองแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาทั้งในด้านการเรียนและการวิจัย ขอให้ดวงวิญญาณของท่านจงสู่สุขคติ และขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิการ์ สัจจาพันธ์ และ อาจารย์ดร.รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด้านธรรม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาทั้งในด้านการเรียน และการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวนุช ถาวรพลฤกษ์ อาจารย์ศิริลักษณ์ จิตรอักษร ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ บุคลากรและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชา ปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ สโมสรนิสิตบัณฑิตปฐพีวิทยาทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง และเป็นกำลังใจตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งญาติพี่น้องที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือในการศึกษาและเป็นกำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดมา จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วง ประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์ที่อบรมสั่งสอนให้ข้าพเจ้ามีความรู้มาจนถึงปัจจุบัน

เสกสรร พินเขียว

พฤศจิกายน 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	28
อุปกรณ์	28
วิธีการ	29
ผลและวิจารณ์	36
สรุปและข้อเสนอแนะ	65
สรุป	65
ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	67
ภาคผนวก	72
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	81

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ค่าความเป็นกรด-ด่างในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ	39
2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ	40
3 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ	41
4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ	42
5 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ	43
6 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ	44
7 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารพืชในดินก่อนการทดลอง	46
8 อิทธิพลของกรรมวิธีทดลองต่อสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินหลังการทดลองเมื่อใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด <i>Eudrilus eugeniae</i>	49
9 อิทธิพลของกรรมวิธีการทดลองต่อสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินหลังการทดลองใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด <i>Perionyx excavatus</i>	53
10 ผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือนชนิด <i>Eudrilus eugeniae</i> และวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเติบโตและผลผลิตดาวเรือง	58
11 ผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือนชนิด <i>Perionyx excavates</i> และวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตดาวเรือง	62
 ตารางผนวกที่	
1 ปฏิกริยาดิน, pH	73
2 อินทรีย์วัตถุ (organic matter)	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

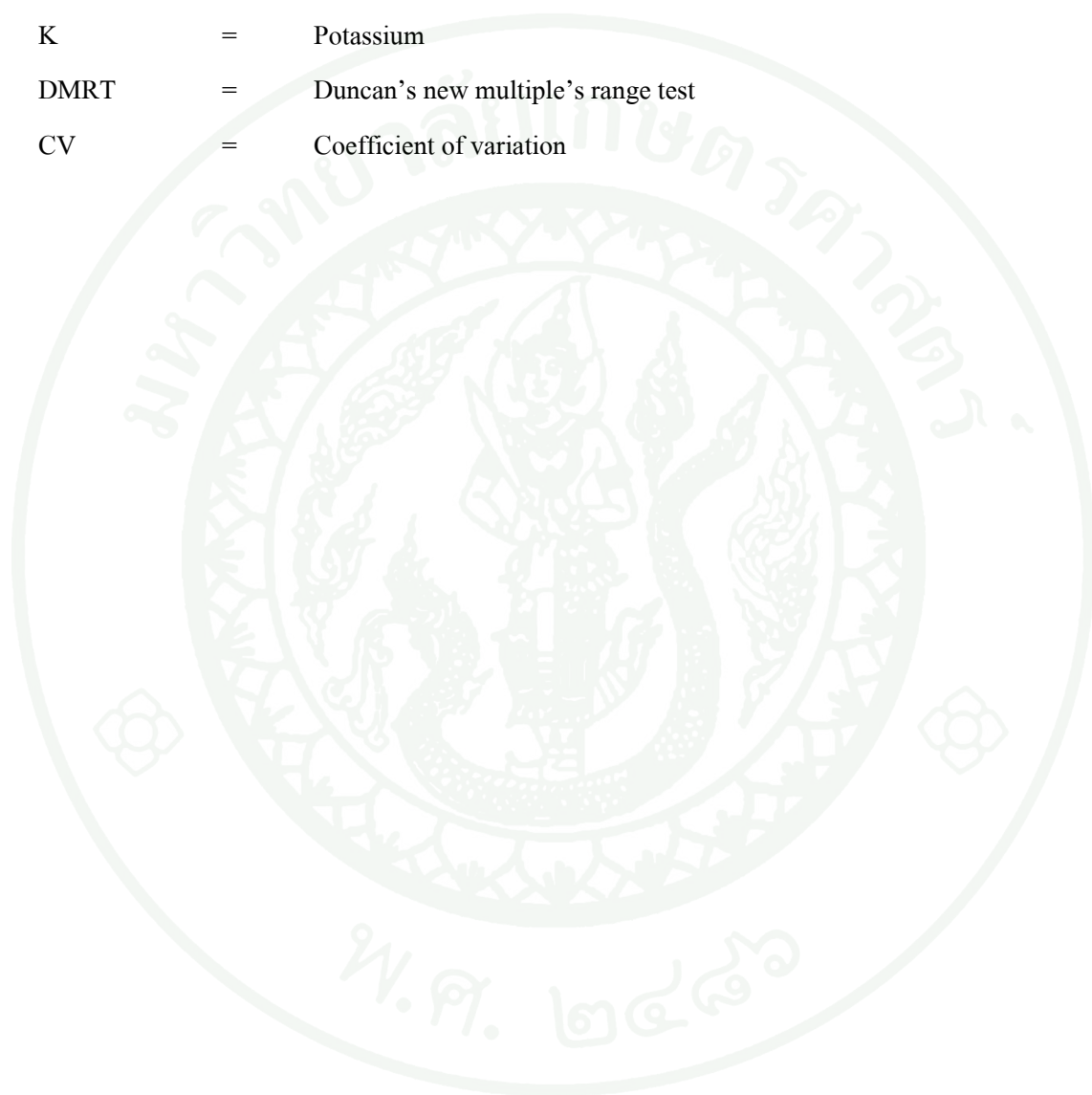
ตารางผนวกที่		หน้า
3	ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)	74
4	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P)	75
5	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K)	75
6	ปริมาณค่ารวมที่สกัดได้ (extractable bases)	76
7	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity: CEC)	77

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การจำแนกไส้เดือนดินตามลักษณะทางนิเวศวิทยา	4
2	ลักษณะภายนอกไส้เดือนดิน <i>Lumbricus sp.</i>	7
3	ผนังตัวและซีลอม	9
4	ระบบย่อยอาหารของ <i>Lumbricus sp.</i>	10
5	ระบบขับถ่าย	11
6	ระบบประสาท	12
ภาพผนวกที่		
1	ลักษณะโรงที่ใช้สำหรับเลี้ยงไส้เดือนดิน	78
2	บ่อที่ใช้สำหรับเลี้ยงไส้เดือนดิน	78
3	บ่อที่ใช้สำหรับเลี้ยงไส้เดือนดิน	79
4	การตากปุ๋ยมูลไส้เดือนดินให้แห้งในที่ร่ม	79
5	การทดลองการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง	80
6	การทดลองการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง	80

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

N	=	Nitrogen
P	=	Phosphorus
K	=	Potassium
DMRT	=	Duncan's new multiple's range test
CV	=	Coefficient of variation



ผลของวัสดุเหลือใช้อินทรีย์และพันธุ์ไส้เดือนดินต่อสมบัติของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน ที่ใช้ปลูกดาวเรือง

Effects of Biodegradable Organic Wastes and Earthworm Species on Properties of Vermicompost for Marigold Planting

คำนำ

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร มีผลทำให้ปริมาณขยะและของเสียจากชุมชนเพิ่มขึ้น ในปี พ.ศ.2551 กรมควบคุมมลพิษได้สำรวจปริมาณขยะที่เกิดขึ้นพบว่า มีประมาณ 41,063 ตัน/วัน หรือคิดเป็นปริมาณขยะตลอดทั้งปีเท่ากับ 15.03 ล้านตัน/ปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) โดยขยะที่พบส่วนมากเป็นขยะอินทรีย์ ที่มีกลิ่นเหม็นและเป็นแหล่งสะสมของโรคต่างๆ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับขยะอินทรีย์ จึงมีการส่งเสริมให้ประชาชนนำขยะอินทรีย์มาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อบำรุงพืช มูลนิธิโครงการหลวง เป็นอีกหนึ่งหน่วยงานหนึ่งที่ประสบปัญหาในการจัดการขยะอินทรีย์เนื่องจากมีผลผลิตทางการเกษตรที่เป็นเศษพืชผักชนิดต่างๆ ต้องถูกคัดทิ้งประมาณ 200 ตัน/เดือน จึงมีแนวคิดที่จะนำไส้เดือนดินมาแปรสภาพขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นเป็นปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน เมื่อไส้เดือนดินกินเศษพืชแล้วขับถ่ายเป็นมูลออกมาเรียกว่า “มูลไส้เดือนดิน” (Vermicompost) อีกส่วนเป็นเศษของสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายภายนอกเรียกว่า Earthwormcast ทั้งสองส่วนจัดเป็นปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี (ทัศนีย์, 2540) ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมีส่วนประกอบของธาตุอาหารสูงและทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีเมื่อเทียบกับปุ๋ยหมักแบบอื่นๆ (Edwards and Burrows, 1988) การนำขยะอินทรีย์มาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์เป็นการจัดการขยะวิธีหนึ่งที่น่าสนใจมากในปัจจุบัน นอกจากจะช่วยลดปัญหามลพิษของขยะต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์แล้ว ปุ๋ยอินทรีย์จากขยะที่ผลิตได้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรและเชิงพาณิชย์ด้วย

อย่างไรก็ตามเศษพืชจากส่วนต่างๆ ของพืชแต่ละชนิดและพันธุ์ของไส้เดือนดินที่แตกต่างกัน อาจส่งผลต่อคุณสมบัติของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน ดังนั้นจึงควรค่าอย่างยิ่งที่จะศึกษาชนิดของเศษพืชและพันธุ์ของไส้เดือนดินที่เหมาะสมสำหรับผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่มีคุณภาพสูง ในการส่งเสริมการเติบโตของพืชและปรับปรุงสมบัติของดิน

วัตถุประสงค์

1. การเปรียบเทียบวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ 4 ชนิด โดยใช้ไส้เดือนดิน 3 ชนิดในการย่อยสลาย
2. ศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารพืชในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ ที่ผลิตได้จากเศษวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ชนิดต่างๆ โดยการย่อยสลายของไส้เดือนต่างชนิดกัน
3. ศึกษาผลจากการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดที่ผลิตได้ ต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของต้นดาวเรืองที่ปลูกในกระถางและผลต่อสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของดินหลังปลูก

การตรวจเอกสาร

ไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดิน (Earthworm) จัดอยู่ในไฟลัมแอนเนลิดา (Phylum Annelida) คลาสโอลิโกคีตา (Class Oligochaeta) ปัจจุบันมีการจำแนกไส้เดือนดินทั่วโลกได้กว่า 4,000 ชนิด ส่วนใหญ่อยู่บนบก โดยขุดรูอยู่ในดินชั้น ๆ ที่มีสารอินทรีย์สูง มีขนาดตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร จนถึงยาวเกือบ 3 เมตร จำนวนปล้องมีตั้งแต่ 6 ปล้อง จนถึง 600 ปล้อง ได้แก่ ไส้เดือนดินออสเตรเลีย (บพิธและนันทพร, 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)

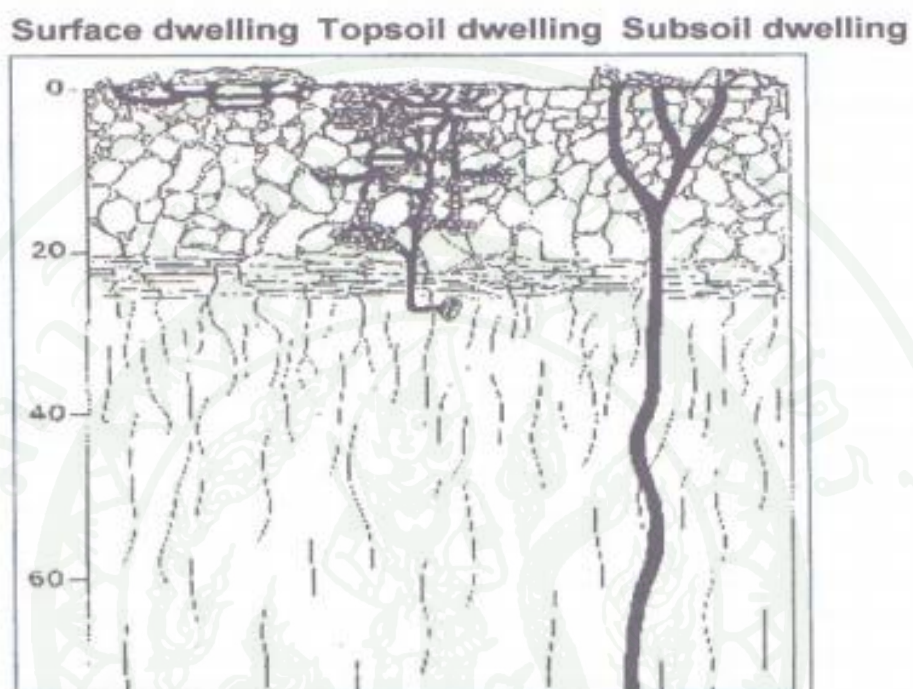
1. การจำแนกไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินจำแนกตามลักษณะทางนิเวศวิทยา เป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 1) ได้แก่

1.1 กลุ่ม Epigeics (Soil surface dwelling or Compost preferring species) เป็นไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน มีอัตราการแพร่พันธุ์สูง เติบโตได้รวดเร็ว กินเศษซากพืชเป็นอาหาร ต้องการความชื้นพอเหมาะและแหล่งอาหารที่แน่นอน พบในเขตอบอุ่นมากกว่าเขตร้อนมีประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพของดินมาก 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

ลักษณะภายนอกที่เด่นชัดของไส้เดือนดินคือการที่มีลำตัวเป็นปล้องตั้งแต่ส่วนหัวจนถึงส่วนท้าย มีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก มีความยาว ในแต่ละชนิดไม่เท่ากัน เมื่อโตเต็มที่จะมีปล้องประมาณ 120 ปล้อง แต่ละปล้องจะมีเดือยเล็กๆ เรียงอยู่โดยรอบปล้อง ไม่มีส่วนหัวที่ชัดเจน ไม่มีตา มีโคลเทลัม ซึ่งจะเห็นได้ชัดในระยะสืบพันธุ์ และยังประกอบด้วยอวัยวะต่างๆที่สำคัญ ดังนี้ (ภาพที่ 2)

2.1.1 พรอสโตเมียม (Prostomium) มีลักษณะเป็นพู่เนื้อที่ยึดหดได้ติดอยู่กับผิวหนังด้านบนของช่องปาก เป็นตำแหน่งหน้าสุดของไส้เดือนดิน ทำหน้าที่คล้ายริมฝีปาก (บพิทและนันทพร, 2538)

2.1.2 เพอริสโตเมียม (Peristomium) ส่วนนี้นับเป็นปล้องแรกของไส้เดือนดิน มีลักษณะเป็นเนื้อบางๆ อยู่รอบช่องปากและยึดหดได้

2.1.3 ช่องปาก อยู่ในปล้องที่ 1-3 เป็นช่องทางเข้าออกของอาหารเข้าสู่ร่างกายซึ่งจะมีต่อมน้ำลายอยู่ในเยื่อช่องปากด้วย

2.1.4 เดือยหรือขน (Setae) จะมีลักษณะเป็นขนแข็งสั้น ซึ่งเป็นสารพวกไคติน ที่งอกออกมาบริเวณผนังชั้นนอก สามารถยึดหดหรือขยายได้ เดือยนี้มีหน้าที่ในการช่วยเรื่องการยึดเกาะและเคลื่อนที่ของไส้เดือนดิน

2.1.5 ช่องเปิดกลางหลัง (Dorsal pore) เป็นช่องเปิดขนาดเล็กตั้งอยู่ในร่องระหว่างปล้อง บริเวณแนวกลางหลัง ในร่องระหว่างปล้องแรกๆ บริเวณส่วนหัวจะไม่ค่อยพบช่องเปิดด้านหลัง ช่องเปิดดังกล่าวจะเชื่อมต่อกับช่องภายในลำตัวและของเหลวในช่องลำตัว มีหน้าที่ขับของเหลวหรือเมือกภายในลำตัวออกมาช่วยลำตัวภายนอกชุ่มชื้น

2.1.6 รูปร่างของเลีย (Nephridiopore) เป็นรูสำหรับขับของเลียออกจากร่างกาย เป็นรูเปิดภายนอก ซึ่งมีอยู่เกือบทุกปล้อง ยกเว้น 3-4 ปล้องแรก

2.1.7 ช่องสืบพันธุ์เพศผู้ (Male pore) เป็นช่องสำหรับปล่อยสเปิร์ม จะมีอยู่ 1 คู่ ตั้งอยู่บริเวณลำตัวด้านท้องหรือข้างท้อง ในแต่ละสายพันธุ์ช่องสืบพันธุ์อยู่ในปล้องที่ไม่เหมือนกัน มีลักษณะเป็นแอ่งคล้ายหลอดเล็กยาวเข้าไปภายใน

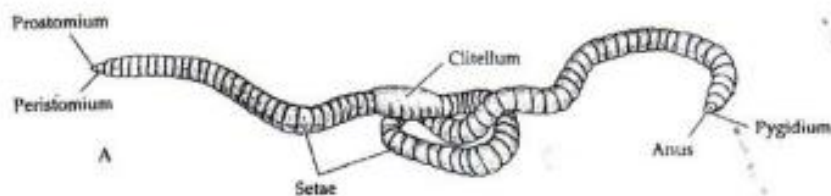
2.1.8 ช่องสืบพันธุ์เพศเมีย (Female pore) เป็นช่องสำหรับออกไข่ โดยทั่วไปมัก ตั้งอยู่ในปล้องถัดจากปล้องที่มีรังไข่ (Ovary) พบเพียง 1 คู่ ตำแหน่งที่ตั้งมักจะแตกต่างกันในไส้เดือนแต่ละพันธุ์

2.1.9 ช่องเปิดสเปิร์มมาทิกา (Spermathecal pore) เป็นช่องรับสเปิร์มจากไส้เดือนดินคู่ผสมอีกตัวหนึ่งขณะมีการผสมพันธุ์แลกเปลี่ยนสเปิร์มซึ่งกันและกัน เมื่อรับสเปิร์มแล้วจะนำไปเก็บไว้ในถุงเก็บสเปิร์ม (Seminal receptacle)

2.1.10 ปุ่มยัดสืบพันธุ์ (Genital papilla) เป็นอวัยวะที่ช่วยในการยึดเกาะขณะที่ไส้เดือนดินจับคู่ผสมพันธุ์กัน

2.1.11 ไคลเทลลัม (Clitellum) เป็นอวัยวะที่ใช้ในการสร้างไข่ขาวหุ้มไข่ และสร้างเมือกโคลน ไคลเทลลัมจะพบในไส้เดือนดินที่โตเต็มวัยพร้อมที่ผสมพันธุ์แล้วเท่านั้น

2.1.12 ทวารหนัก (Anus) เป็นรูเปิดที่ค่อนข้างแคบเปิดออกในปล้องสุดท้าย ใช้สำหรับขับกากอาหารที่ผ่านการย่อยและดูดซึมแล้วออกนอกลำตัว



ภาพที่ 2 ลักษณะภายนอกไส้เดือนดิน *Lumbricus sp.*

ที่มา: Brusca (1990); Kozloff (1990)

2.2 ผนังตัวและซีลอม ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ (ภาพที่ 3)

2.2.1 Cuticle เป็นผนังชั้นนอกสุด เป็นแผ่นบางใสลอกออกจากตัวได้ง่าย (บพิธและนันทพร, 2541)

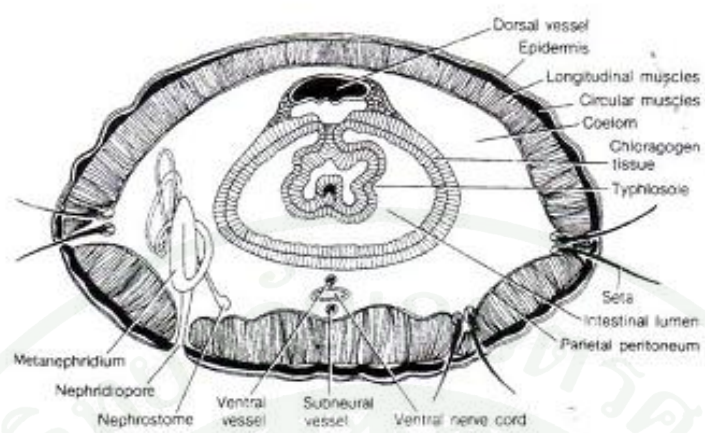
2.2.2 Epidermis เป็นชั้นถัดมาประกอบด้วยเนื้อเยื่อซึ่งมีต่อมขับเมือกทำให้ลำตัวชุ่มชื้น ช่วยหล่อลื่นในเวลาเคลื่อนที่ (อานัฐ, 2549)

2.2.3 Circular muscle ประกอบด้วยใยกล้ามเนื้อที่เรียงตัวตามแนวเส้นรอบวงของลำตัว

2.2.4 Longitudinal muscle ประกอบด้วยใยกล้ามเนื้อที่เรียงตัวตามความยาวของลำตัว

2.2.5 Peritoneum เป็นเยื่อบางๆ นูนอยู่ด้านในของ Longitudinal muscle

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

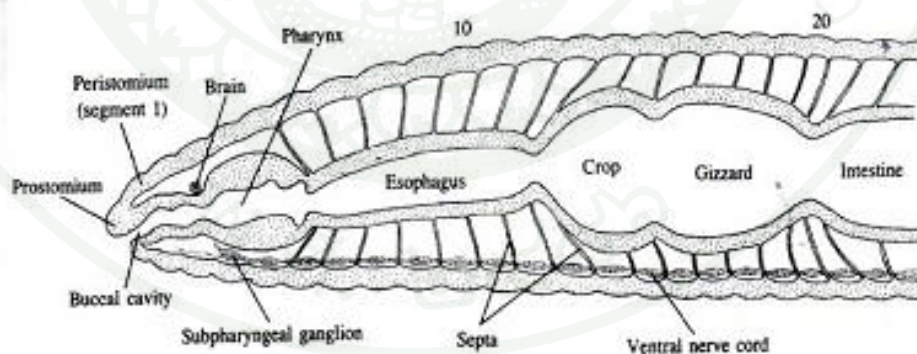


ภาพที่ 3 ผนังตัวและซีลอม

ที่มา: Lutz (1986)

2.3 การเคลื่อนที่ ไส้เดือนดินเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างช้าๆ โดยการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อ และใช้ Seta ช่วยในการยึดเกาะเพื่อให้ลำตัวเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (อานัฐ, 2549) นอกจากนี้การหดตัวของกล้ามเนื้อตามยาวเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับการขุดโพรง และขยายโพรง (บพิตรและนันทพร, 2546)

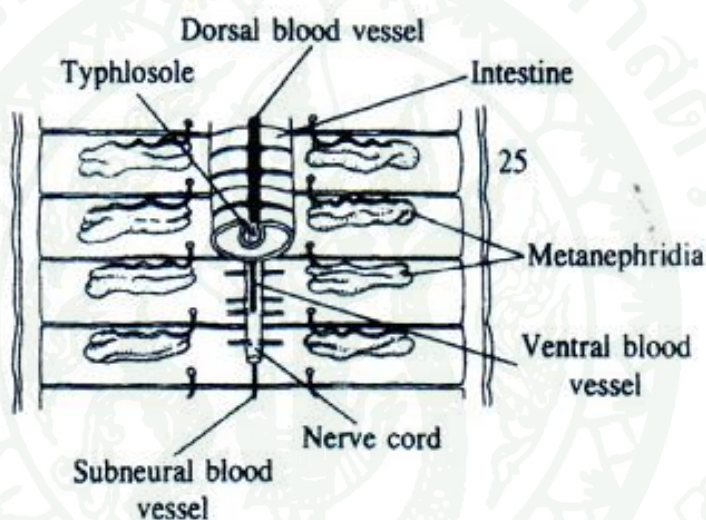
2.4 ระบบย่อยอาหาร ประกอบด้วยท่อทางเดินอาหารที่มีลักษณะเป็นท่อยาว ประกอบด้วยช่องปาก (Buccal cavity) คอหอย (Pharynx) หลอดอาหาร (Esophagus) กระเพาะพักอาหาร (Crop) กระเพาะบด (Gizzard) ลำไส้ (Intestine) และรูเปิดทวาร (อานัฐ, 2549) อาหารของไส้เดือนดินเป็นซากเน่าเปื่อยของพืชและสัตว์ การกินอาหารจะกวาดอาหารเข้าสู่ช่องปากโดยการดูดของคอหอย ซึ่งเป็นกระเปาะมีกล้ามเนื้อหนามาก ทั้งนี้โพสโทเมียมจะช่วยกวาดอาหารเข้าสู่ปาก อาหารผ่านคอหอยเข้ามายังหลอดอาหารซึ่งเป็นท่อแคบ ผนังของหลอดอาหารมีต่อมแคลซิเฟอร์รัส (Calciferous glands) ช่วยดึงไอออนของแคลเซียม (Calcium ion) จากกระแสดเลือดเข้าสู่ท่อทางเดินอาหารเพื่อไม่ให้แคลเซียมในเลือดมากเกินไป อาหารถูกส่งต่อไปยังกระเพาะพักอาหาร และกระเพาะบดเพื่อบดให้ละเอียด และส่งไปยังลำไส้ บริเวณนี้จะมีการย่อยอาหารและดูดซึมอาหารเอาไว้เพื่อส่งไปเลี้ยงอวัยวะ (บพิตรและนันทพร, 2547) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ระบบย่อยอาหารของ *Lumbricus sp.*

ที่มา: Kozloff (1990)

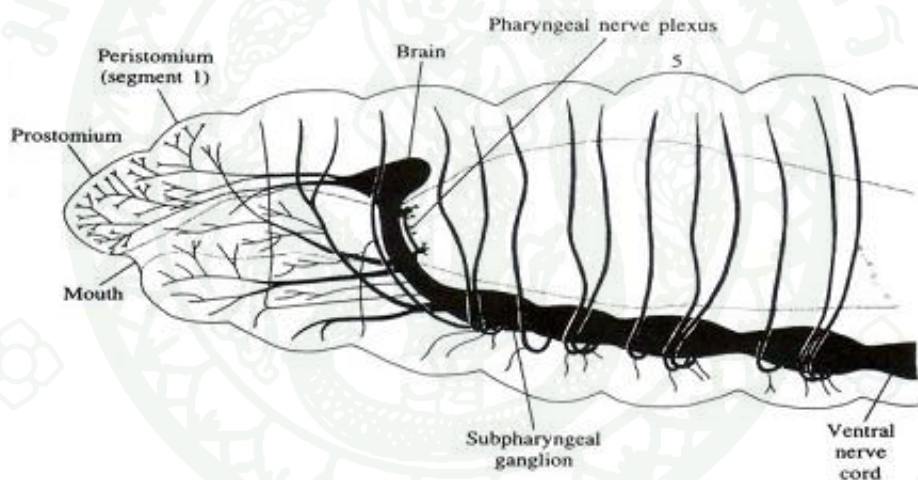
2.5 ระบบขับถ่าย อวัยวะขับถ่ายของเสียหลักในไส้เดือนดินคือ เนฟริเดีย (Nephridia) ซึ่งเป็น อวัยวะที่ทำหน้าที่แยกของเสียต่างๆออกจากของเหลวในช่องลำตัวของไส้เดือนดินแต่ละปล้อง ของไส้เดือนดินจะมี Nephridia ที่เป็นท่อขดไปมาอยู่ปล้องละ 1 คู่ ทำหน้าที่รวบรวมของเหลวในช่องตัวจากปล้องที่อยู่ถัดไปทางด้านหน้าของลำตัว ของเหลวในช่องตัวจะเข้าทางปลายท่อ Nephrostome ที่มีซิเลียอยู่โดยรอบ แล้วไหลผ่านไปตามส่วนต่างๆของท่อ น้ำส่วนใหญ่พร้อมทั้งเกลือแร่บางชนิดที่ยังเป็นประโยชน์จะถูกดูดซึมกลับเข้าสู่กระแสเลือด ส่วนของเสียพวกไนโตรเจนัสเบสจะถูกขับออกสู่ภายนอกทางช่อง Nephridiopore ที่อยู่ทางด้านท้อง (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ระบบขับถ่าย

ที่มา: Kozloff (1990)

2.6 ระบบประสาท ประกอบสมองที่มีลักษณะเป็นสองพู เพราะเกิดจากปมประสาท ด้านหน้าหลอดอาหารมาเชื่อมรวมกันอยู่เหนือหลอดอาหาร ปมประสาทสมอง 1 คู่ อยู่เหนือคอหอย ปอดที่ 3 เส้นประสาทรอบคอหอย 2 เส้น อ้อมรอบคอหอยข้างละเส้น เส้นประสาทใหญ่ด้านท้อง จะมีปมประสาทที่ปอดประจำอยู่ทุกปอด ไล่เดือนดินยังไม่มีอวัยวะรับความรู้สึกใดๆ มีเพียงเซลล์รับความรู้สึก (Sensory Cells) ที่กระจายอยู่บริเวณผิวหนัง โดยเซลล์รับความรู้สึกแต่ละเซลล์ จะมีขนเล็กๆ ขึ้นออกมาเพื่อรับความรู้สึกจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งเซลล์รับความรู้สึกเหล่านี้ เชื่อมต่อกับระบบประสาท นอกจากเซลล์รับความรู้สึกแล้ว ยังมีเซลล์รับแสง (Photoreceptor cells) ในชั้นของเอพิเดอร์มิส โดยจะมีมากบริเวณริมฝีปากบน ปอดส่วนหัวและส่วนท้ายของลำตัว มีหน้าที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับแสงไปยังระบบประสาท ถ้ามีแสงสว่างมากเกินไปพวกมันจะเคลื่อนที่หนีเข้าไปอยู่ในที่มืด (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ระบบประสาท

ที่มา: Kozloff (1990)

3. ระบบหมุนเวียนของเลือด

เลือดของไส้เดือนดินมีสีแดงของ Haemoglobin อยู่ในน้ำเลือด Haemoglobin นี้สร้างขึ้นมาจาก Blood gland ที่กระจายอยู่บริเวณคอหอย ส่วนเม็ดเลือดไม่มีสีและเป็น Amoebocyte ซึ่งสร้างขึ้นจาก Lymph gland และมีเส้นเลือดเป็นผู้นำเลือดไปยังส่วนต่างๆของร่างกายเช่นเดียวกับสัตว์ชั้นสูง เช่น คน นั่นคือเป็น Closed circulatory system (บพิธและนันทพร, 2544)

ระบบการหมุนเวียนเลือดของไส้เดือนดินเป็นแบบระบบปิดที่ไม่แบ่งแยกเส้นเลือดแดงและเส้นเลือดดำ โดยไส้เดือนดินจะใช้เส้นเลือดในการกระจายเส้นเลือดไปทั่วร่างกายโดยตรง ซึ่งในระบบการลำเลียงเลือดของไส้เดือนประกอบด้วยเส้นเลือดหลักอยู่ 3 เส้นคือ เส้นเลือดกลางหลัง (Dorsal blood) เส้นเลือดใต้ลำไส้ (Ventral blood vessel) และเส้นเลือดด้านท้องและด้านข้างของเส้นประสาท (Subneural and lateral neural vessel) โดยเส้นเลือดทั้ง 3 จะทอดตัวไปตลอดความยาวของตัว นอกจากนี้จะมีเส้นเลือดด้านข้าง (Lateral vessel) ซึ่งเป็นเส้นเลือดเชื่อมระหว่างเลือดกลางหลังกับเส้นเลือดใต้ลำไส้ในช่วง 13 ปล้องแรก เป็นเส้นเลือดขยายใหญ่บีบหดตัวได้ดีมาก เรียกว่า หัวใจเทียม (Pseudoheart) (บพิธและนันทพร, 2538)

4. วัฏจักรชีวิต

ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่มีเพศรวม (Hermaphrodite) คือมีรังไข่และอวัยวะอยู่ในตัวเดียวกัน บางพันธุ์สามารถผสมพันธุ์ภายในตัวเองได้ แต่โดยทั่วไปจะไม่ผสมในตัวเอง เนื่องจากตำแหน่งของอวัยวะสืบพันธุ์ไม่เหมาะสม และมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ไม่พร้อมกัน (อานัฐ, 2549) การผสมพันธุ์โดยไส้เดือนดิน 2 ตัว มาจับคู่แบบสลับหัวสลับหาง โดยช่องเพศตัวผู้ของตัวหนึ่งจะแนบกับถุงรับสุจิของอีกตัวหนึ่ง แล้วมีการแลกเปลี่ยนอสุจิกัน หลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณไคเลเทิลัมเพื่อสร้างโคคอน (Cocoon) หรือถุงหุ้มไข่ ไข่ที่สุกจะถูกปล่อยเข้าสู่โคคอน เมื่อไส้เดือนเคลื่อนที่ถอยหลังโคคอนจะเลื่อนไปทางด้านหน้า เมื่อผ่านไปถึงถุงรับสุจิก็จะรับอสุจิเข้ามา แล้วเกิดการปฏิสนธิภายในโคคอน ซึ่งเป็นการปฏิสนธินอกตัว เมื่อโคคอนหลุดจากตัวไส้เดือนดินจะหดตัวเป็นถุงรูปไข่สีน้ำตาลหรือสีเหลืองเข้ม (ประสงค์ และ จิตเกษม, 2544) โคคอนของไส้เดือนดินแต่ละชนิดจะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือโคคอนของไส้เดือนดินยักษ์ (*Megascolides australis*) มีขนาดประมาณ 75 x 22 มิลลิเมตร (บพิธและนันทพร, 2546) ระยะเวลาในการฟักเป็นตัว อัตราการฟักจะแตกต่างกัน ไส้เดือนดินที่ฟักออกจากโคคอนในระยะแรกจะไม่มีสี

แต่เห็นเป็นสีแดงตลอดความยาวลำตัว เนื่องจากมีฮีโมโกลบินละลายอยู่ในน้ำเลือด ต่อมาจะเติบโตเป็นลูกสีแดงเข้มขึ้น และกลายเป็นตัวเต็มวัยที่มีโคลเทลล์ต่อไป (อานันท์, 2549)

5. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่สามารถพบได้กระจายอยู่ทั่วโลก การนำไส้เดือนดินมาเพาะเลี้ยงเพื่อทำปุ๋ยหมัก มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน ได้แก่

5.1 อุณหภูมิ มีผลต่อกิจกรรมของชีวิต กระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกาย การเจริญเติบโตการหายใจ การสืบพันธุ์ และจำนวนลูก (บพิทและนันทพร, 2541) ไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตสูงกว่าไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในเขตหนาว ไส้เดือนดินแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน (อานันท์, 2549) จากการศึกษาของ Viljoen and Reinecke (1992) พบว่า *Eudrilus eugeniae* สามารถมีชีวิตอยู่ได้ที่อุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส แต่ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส

5.2 ความชื้น ไส้เดือนดินต้องการความชื้นอย่างเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตโดยเฉพาะ ไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในมูลสัตว์ เช่น *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavates* ต้องการความชื้นประมาณร้อยละ 80 – 90 (อานันท์, 2549)

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

5.4 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไส้เดือนดินมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของไฮโดรเจนไอออนมาก (บพิทและนันทพร, 2541)

5.5 ความมืด ไส้เดือนดินชอบอาศัยอยู่ในที่มีมืดมีแสงสว่างน้อย ในช่วงเวลากลางวันซึ่งมีแสงสว่างมากและอุณหภูมิสูง ไส้เดือนดินจะมีการเคลื่อนไหวน้อย และเลื้อยหาอาหารอยู่ใต้ดินในช่วงเวลากลางคืนจะมีกิจกรรมต่างๆ มากขึ้น (อานันท์, 2549)

ปุ๋ยมูลไส้เดือน

1. ไส้เดือนดินกับการทำปุ๋ยหมัก

มูลไส้เดือนดิน (Castings, Cast, หรือ Vermicast) คือผลผลิตขั้นสุดท้ายจากกระบวนการกินหรือการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของไส้เดือนดิน ซึ่งจะทำได้ปุ๋ย 2 แบบ คือ 1.ปุ๋ยแห้ง (Drying casting) เป็นมูลไส้เดือนดินที่มีระบบการระบายน้ำออกแล้ว ปุ๋ยที่ได้จะต้องไม่มีกลิ่น ไม่มีวัชพืชขึ้น และมีความชื้นในระดับที่พอเหมาะ อาจทดสอบโดยการใช้มือบีบและสามารถปั้นเป็นก้อนได้ ควรทำการพักปุ๋ยไว้ระยะหนึ่งก่อนที่จะบรรจุถุงหรือนำไปใช้ 2.ปุ๋ยน้ำ (Liquid castings) เป็นส่วนน้ำหรือของเหลวที่ระบายออกมาจากไส้เดือนดิน ของเหลวนี้นี้จะมีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์และมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชอยู่ปริมาณมาก (Wilson, 1999)

ปุ๋ยหมัก (Compost) หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้มาหมักรวมกัน แล้วปรับสภาพให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนกระทั่งได้วัสดุที่คงทนต่อการย่อยสลาย สีนํ้าตาลปนดำ (ธงชัย, 2546)

ปุ๋ยหมักชีวภาพโดยใช้ไส้เดือนดินหรือปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน (Vermicompost) หมายถึง การนำไส้เดือนดินมาช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเพื่อให้เกิดปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี ปุ๋ยหมักที่ได้ อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า มูลของไส้เดือนดิน เพราะกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักไม่ได้เกิดจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์เหมือนปุ๋ยหมักทั่วไป แต่เกิดจากการกินของไส้เดือนดินแล้วขับถ่ายเป็นมูลออกมา ปุ๋ยหมักชีวภาพที่ได้หรือมูลไส้เดือนดินนั้นมีลักษณะคล้ายกับดิน สีดำเข้ม เป็นเม็ดร่วน เหมาะที่จะนำมาใช้เพื่อการเพาะปลูกหรือใช้เพื่อการปรับปรุงดิน เพราะปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง ส่วนปริมาณธาตุอาหารนั้นขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการหมัก (ทัศนีย์, 2540)

2. 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 และผลิตโคขุนที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Eisenia fetida นิยมนำมาเลี้ยงเพื่อทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากเจริญเติบโตได้รวดเร็วและอยู่ในที่ที่มีอินทรีย์วัตถุสูงได้ดี (Fraser, 2002) Garge *et al.* (2005) ศึกษาการเติบโตและการสืบพันธุ์ของไส้เดือนดิน *Eisenia fetida* ในมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ มูลโค มูลควาย มูลม้า มูลลา มูลแกะ มูลแพะ และมูลอูฐ พบว่าไส้เดือนดินชนิดนี้เจริญเติบโตได้รวดเร็วในมูลโค มูลแกะ มูลแพะ อัตราการเติบโตสูงสุด และมีน้ำหนักเพิ่มมากที่สุด คือ มูลแกะ มูลลา มูลควาย มูลแพะ มูลโค มูลม้า และมูลอูฐตามลำดับ จำนวนโคขุนที่สร้างในแต่ละวันจำนวนมากที่สุดคือ มูลแกะ มูลโค มูลม้า มูลแพะมูลอูฐ มูลลา และมูลควาย ตามลำดับ

Eudrilus eugeniae สามารถเติบโตและสืบพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วในมูลสัตว์ โดยเฉพาะมูลโคที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และมีความเหมาะสมในการทำปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน โดยเฉพาะประเทศในเขตร้อน (Tropical climates) (Jorge *et al.*, 2001) *Eudrilus eugeniae* สามารถเปลี่ยนอินทรีย์วัตถุเป็นปุ๋ยมูลไส้เดือนดินได้ โดยกินดินเพียงร้อยละ 10 กินอินทรีย์วัตถุถึงร้อยละ 90 (Nagavallema *et al.*, 2004) ในประเทศออสเตรเลียนิยมใช้ไส้เดือนดินชนิดนี้ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและทำปุ๋ยหมักมากขึ้น (Sherman, 1998) การนำ *Eudrilus eugeniae* มาบำบัดกากตะกอนแห้งจากศูนย์ผลิตถัณฑ์นม ทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีชนิดหนึ่ง (สุพาภรณ์, 2549)

Perionyx excavates มีประสิทธิภาพดีในการเปลี่ยนขยะอินทรีย์เป็นปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน (Suthar, 2006) การเลี้ยง *Perionyx excavatus* ในส่วนผสมของมูลโคและเศษพืชผัก อัตราส่วน 1:1 พบว่าได้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินซึ่งมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น (Suthar, 2007a)

Pheretima peguana ไส้เดือนดินชนิดนี้เป็นไส้เดือนดินสีแดงที่พบได้ทั่วไปในทวีปเอเชีย รวมทั้งในประเทศไทย มีลำตัวกลมขนาดปานกลาง โดยมีขนาดใกล้เคียงกับไส้เดือนดินสายพันธุ์แอฟริกัน ไนท์ ครอเลอร์ โดยพบในมูลวัวนม และได้เศษหญ้าที่ตัดทิ้งในนาข้าว โดยอาศัยอยู่บริเวณผิวดิน ไม่ขุดรูอยู่ในดินที่ลึกเหมือนกับไส้เดือนพันธุ์สีเทา ที่อาศัยอยู่ในสวนเปลือกผลไม้และอยู่ในชั้นดินที่ลึกลงไป ชาวบ้านแถบภาคเหนือเรียกว่า “จิ้งจ่าแร่” ชาวบ้านมักจะนำมาใช้เป็นเหยื่อตกปลา ลักษณะพิเศษของไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้คือ จะมีความตื่นตัว (Active) สูงมาก เมื่อสัมผัสถูกตัวมัน

จะคืนอย่างรุนแรงและเคลื่อนที่หนีเร็วมาก นอกจากนี้ในการนำมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์พบว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้สามารถกำจัดขยะอินทรีย์จำพวกเศษผัก เปลือกผลไม้ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากกินขยะอินทรีย์ได้อย่างรวดเร็วแล้ว ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ยังมีอัตราการแพร่พันธุ์ได้สูงมากด้วย ดังนั้นในการนำไส้เดือนดินมาใช้กำจัดขยะในประเทศไทย ไส้เดือนดินสายพันธุ์ “จีตาแร่” เป็นไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่นับว่าเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยและหาเลี้ยงได้ง่าย (อานัฐ, 2548)

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

3. วิธีการทำปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน

วิธีทำปุ๋ยมูลไส้เดือนดินทำได้หลายวิธีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ 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

Sherman (1998) ได้สำรวจวิธีการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดินในหลายๆ ประเทศ ดังตัวอย่างจาก 3 ประเทศดังนี้

1. ประเทศคิวบา มีศูนย์ผลิตปุ๋ยหมักขนาดใหญ่ใช้วัสดุจากมูลวัวเป็นหลัก แต่ก็มีการใช้มูลหมู มูลแกะ ชานอ้อย เศษเปลือกกาแฟ และเศษพืชอื่นๆ วัสดุเหล่านี้จะถูกหมักเป็นเวลา 15 - 30 วัน แล้วจึงนำไปให้ไส้เดือนดินย่อยโดยกองเป็นแถวยาวขนาดใหญ่ เมื่อการย่อยสลายสมบูรณ์ก็จะแยกไส้เดือนดินออกจากกองโดยใช้แทรกเตอร์แล้วนำไส้เดือนดินไปใช้ได้ อีก ปุ๋ยหมักที่ได้จะใช้แทนปุ๋ยคอกกับยาสูบ ข้าวโพด มะเขือเทศ กระเทียม หอมหัวใหญ่ และพืชที่ปลูกในโรงเรือน

2. ประเทศสหรัฐอเมริกา มีบริษัทในเมืองโอเรกอนใช้ระบบอัตโนมัติในการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดิน ตั้งแต่ ค.ศ. 1991 มีกำลังการผลิตโดยใช้วัสดุเหลือใช้จากชุมชนในเมือง วันละ 12 - 14 ตัน ระบบการผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง มีพื้นที่ผิว 90 ตารางเมตร ภายในโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิ โดยบริษัทจะคิดค่าเก็บขยะจากตัวเมืองในราคา 2600 บาท/ตัน แล้วขายปุ๋ยหมักในราคา 1000 บาท/ตัน

3. ประเทศฝรั่งเศส ใช้ระบบอัตโนมัติทั้งสามารถรองรับขยะต่างๆ ได้ 20 ตัน/วัน โดยจะแยกวัสดุที่สามารถนำมาใช้หมุนเวียนได้ เช่น กระดาษ กระจก หรือโลหะ ออกจากกองขยะแล้วทำการ percomposted ก่อนที่จะนำมาหมักโดยใช้ไส้เดือนดิน ชนิด *Eisenia andrei* ประมาณ 1000 - 2000 ล้านตัว เป็นการผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพสูง ทำให้จำหน่ายได้ง่าย

4. ประโยชน์และความสำคัญของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน (อานันท์, 2549)

4.1 ส่งเสริมการเกิดเมื่อดิน

4.2 เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุแก่ดิน

4.3 เพิ่มช่องว่างในดินให้การระบายน้ำและอากาศดียิ่งขึ้น

4.4 ส่งเสริมความพรุนของผิวน้ำดิน ลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดิน

4.5 ช่วยให้ระบบรากพืชสามารถแพร่กระจายตัวในดินได้กว้าง

4.6 เพิ่มขีดความสามารถในการดูดซับน้ำในดิน ทำให้ดินชุ่มชื้น

4.7 เพิ่มธาตุอาหารพืชให้แก่ดินโดยตรง เป็นแหล่งอาหารของสัตว์และจุลินทรีย์ดิน

4.8 เพิ่มศักยภาพการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

4.9 ช่วยลดความเป็นพิษของธาตุอาหารพืชบางชนิดที่มีปริมาณมากเกินไป เช่น อลูมิเนียม และแมงกานีส

4.10 ช่วยเพิ่มความต้านทานในการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-ด่าง (Buffer capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่เร็วเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช

4.11 ช่วยควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดิน เนื่องจากการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจะทำให้มีปริมาณจุลินทรีย์ที่สามารถจับสารพวกอัลคาลอยด์และกรดไขมันที่เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอยได้เพิ่มขึ้น

5. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2550

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม เกษตรกรมีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเป็นอาหารพืชหรือบำรุงดินเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น แต่ในปัจจุบันปุ๋ยที่จำหน่ายในท้องตลาดนั้น มักจะมีปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐาน ปุ๋ยเสื่อมคุณภาพ ปริมาณธาตุอาหารพืชไม่ถูกต้องครบถ้วนตามข้อความที่แจ้งไว้ในฉลาก เป็นการเอาเปรียบแก่เกษตรกร โดยไม่คำนึงถึงความเสี่ยงภัยแก่ผู้ประกอบการอาชีพเกษตรกรรม และยังเป็นการเสียหายแก่นโยบายการส่งเสริมการเกษตรของรัฐบาลอีกด้วย จึงจำเป็นต้องมีกฎหมายว่าด้วยปุ๋ยเพื่อควบคุมการผลิต การขาย เพื่อรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกร โดยมีหลักเกณฑ์พิจารณาปุ๋ยอินทรีย์ ดังนี้

5.1 ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 ของน้ำหนัก ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่า 2.0 ของน้ำหนัก

5.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรองไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

5.3 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C: N ratio) ไม่เกิน 20:1

5.4 การย่อยสลายสมบูรณ์ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80

5.5 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ /เมตร

5.6 ปริมาณเกลือ (NaCl) ไม่เกิน ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก

5.7 ขนาดปุยไม่เกิน 12.5×12.5 มิลลิเมตร

5.8 ปริมาณหินและกรวดขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกินร้อยละ 2 ของน้ำหนัก

5.9 ความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 ของน้ำหนัก

5.10 ต้องไม่พบพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ

5.11 ปริมาณสารเป็นพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

ดาวเรือง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดาวเรือง

ดาวเรือง (Marigold) มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Tagetes ssp.* เป็นพืชในวงศ์ Asteraceae มีถิ่นกำเนิดในแถบเม็กซิโกและอเมริกาใต้ (Still, 1980) มีใบแบบ pinnately เรียงตัวแบบ Opposite ลักษณะช่อดอกย่อยชั้นใน (disc florets) ดอกย่อยชั้นนอกเป็นดอกตัวเมีย (Pistilate) มีกลีบดอก 5 กลีบ แต่ 3 กลีบจะติดเป็นแผ่นเดียวกัน อีก 2 กลีบ จะลดรูปเหลือเพียงขนเล็กๆ (Papus) 2 อันเรียงกันอยู่รอบนอกของดอก ดอกย่อยชั้นในเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (Perfect flower) กลีบดอกจะเชื่อมติดกันเป็นหลอดเล็กๆ ส่วนปลายจะแยกเป็น 5 แฉก จัดเรียงตัวกันแน่นอยู่บริเวณชั้นในของดอก (เทียมใจและคณะ, 2538) ดาวเรืองเป็นพืชที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิและช่วงแสง อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของดาวเรืองอยู่ในช่วง 15.6-18.3 องศาเซลเซียส แต่ที่อุณหภูมิต่ำ ดอกของดาวเรืองจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูง ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 29.4 องศาเซลเซียส จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของดาดอกด้วยและสำหรับช่วงแสงนั้นพบว่าสภาพวันยาว (16 ชั่วโมง) จะทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นมาก ดอกจะบานช้าลงขณะที่ที่อยู่ในสภาพวันสั้น (9 ชั่วโมง) จะกระตุ้นดอกดาวเรืองออกดอกเร็วขึ้น (เกียรติเกษม, 2539)

ปัจจุบันดาวเรืองเป็นไม้ดอกที่นิยมปลูกมาก เนื่องจากดาวเรืองเป็นดอกไม้ที่ปลูกและดูแลรักษาง่าย เจริญเติบโตเร็ว ระยะเวลาให้ผลผลิตสั้น ดอกมีขนาดใหญ่ สีดอกสดใส สะดุดตา ใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง อายุการใช้งานนาน มีโรคและแมลงน้อย และสามารถปลูกได้ทุกสภาพพื้นที่และตลอดปี (วิจิต, 2531) ดาวเรืองที่ปลูกในปัจจุบันมี 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. ดาวเรืองอเมริกัน (American marigolds) เป็นดาวเรืองที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของทวีปอเมริกา ลำต้นสูงตั้งแต่ 10 - 40 นิ้ว ดอกสีเหลือง ส้ม ทอง และขาว กลีบดอกซ้อนกันแน่น ดอกมีขนาดใหญ่ประมาณ 3 - 4 นิ้ว ดาวเรืองชนิดนี้มีหลายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เดี่ยว สูงประมาณ 10 - 14 นิ้ว ได้แก่ พันธุ์ ปาปาย่า (Papaya) ไพน์แอปเปิล (Pineapple) ปัมพ์किन (Pumpkin) เป็นต้น พันธุ์สูงปานกลาง สูงประมาณ 14 - 16 นิ้ว ได้แก่ พันธุ์อะพอลโล (Apollo) ไวคิง (Ziking) มูนช็อต (Moonshot) เป็นต้น พันธุ์สูง สูงประมาณ 16 - 36 นิ้ว ได้แก่ พันธุ์ดับเบิลอีเกิ้ล (Double Eagle) ดับบลูน (Doubleloon) ดาวเรืองประเภทนี้เหมาะที่จะปลูกเป็นไม้ตัดดอก

2. ดาวเรืองฝรั่งเศส (French marigolds) ดาวเรืองฝรั่งเศสเป็นดาวเรืองต้นเล็ก ต้นเป็นพุ่มเตี้ยๆ สูงประมาณ 6 - 12 นิ้ว ดอกสีเหลือง ส้ม ทอง น้ำตาลอมแดง และสีแดง ดอกมีขนาดเล็กประมาณ 1.5 นิ้ว นิยมปลูกประดับในแปลงมากกว่าปลูกเพื่อตัดดอก เนื่องจากมีก้านดอกสั้น นอกจากนี้ยังเป็นดาวเรืองที่สามารถลดปริมาณไส้เดือนฝอยที่ทำให้เกิดอาการรากปมในรากพืชได้ ตัวอย่างดาวเรืองฝรั่งเศส ได้แก่ พันธุ์ดอกชั้นเดียว ดอกมีขนาด 1.5 - 2 นิ้ว ได้แก่ พันธุ์เรด มาเรตต้า (Red Marietta) นอชตี้ มาเรตต้า (Naughty Marietta) เอสปานา (Espana) ลีโอปาร์ด (Leopard) เป็นต้น พันธุ์ดอกซ้อน ดอกมีขนาดตั้งแต่ 1.5 - 3 นิ้ว ได้แก่ พันธุ์ควีน โซเฟีย (Queen Sophia) สการ์เลต โซเฟีย (Scarlet Sophia) โกลเด้น เกต (Golden Gate)

3. ดาวเรืองพันธุ์ลูกผสม (Mule marigolds หรือ Afro American marigolds) เป็นดาวเรืองลูกผสมระหว่างดาวเรืองอเมริกันและดาวเรืองฝรั่งเศส โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำลักษณะความแข็งแรง ดอกใหญ่ และมีกลิ่นฉุนมากของดาวเรืองอเมริกัน รวมเข้ากับลักษณะต้นเตี้ยทรงพุ่มกะทัดรัด ของดาวเรืองฝรั่งเศส ดาวเรืองลูกผสมให้ดอกเร็วมาก คือเพียง 5 สัปดาห์หลังจากเพาะเมล็ดดอกมีขนาด 2 - 3 นิ้ว ดอกดกและอยู่กับต้นได้ดี ดาวเรืองชนิดนี้มีข้อเสียก็คือเมล็ดจะลีบ ไม่สามารถนำมาเพาะให้เป็นต้นใหม่ได้จึงเรียกว่า ดาวเรืองล่อ เช่นเดียวกับการผสมม้ากับลา มีลูกออกมาเรียกว่า ล่อ ซึ่งเป็นหมันจึงทำให้เมล็ดมีราคาแพงมาก และการปลูกดาวเรืองด้วยเมล็ดชนิดนี้ ควรใช้เมล็ดในปริมาณ 2 เท่าของจำนวนที่ต้องการ เนื่องจากเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ ดาวเรืองลูกผสมที่นิยมปลูกมีอยู่หลายพันธุ์ คือ พันธุ์นุกเก็ต (Nugget) ไฟร์เวิร์ก (Fireworks) เรดเซเวน สตาร์ (Red Sevenstar) และ โชว์บ๊อต (Showboat)

2. การปลูกดาวเรือง

การปลูก รong กันหลุมด้วยปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ เช่น 10-20-10 หรือ 15-15-15 หรือ 16-16-16 หรือใกล้เคียง หลุมละ 1 ช้อนชา กลบดินกลบเมล็ดปุ๋ยเล็กน้อย เพียงเพื่อไม่ให้รากดาวเรืองสัมผัสกับปุ๋ยโดยตรง เพราะจะทำให้ใบไหม้ อันเป็นเหตุให้ต้นเหี่ยวและตาย ถอดถุงออกก่อนปลูก ปลูกหลุมละ 1 ต้น กลบดินให้เสมอบนเลียงหรือสูงกว่าใบเลียงเล็กน้อย รดน้ำให้ชุ่ม ถ้าปลูกจากต้นกล้า ใน 1-2 วันแรก รดน้ำวันละ 2 - 3 ครั้ง เพื่อประคองไม่ให้ต้นเหี่ยว หลังจากรากงอกและต้นตั้งตัวได้แล้วตาความจำเป็น ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ให้น้ำเปียกดอกไม้จะดีที่สุด เพราะดอกดาวเรืองขณะบานจะอมน้ำทำให้ดอกหัก และดอกเน่าก่อนตัดขาย

3. การปฏิบัติดูแลรักษาทั่วไป

3.1 การรดน้ำ ในช่วงแรกคือตั้งแต่เริ่มปลูกถึงอายุ 7 วัน ควรรดน้ำวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น หลังจากนั้นรดน้ำวันละครั้งในตอนเช้าก็พอ และในช่วงที่ดอกเริ่มบานจะต้องระวังอย่าให้น้ำถูกดอกดาวเรือง เพราะจะทำให้ดอกเสียหายและถูกเชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย

3.2 การใส่ปุ๋ย เมื่อดาวเรืองมีอายุ 15 และ 25 วัน ควรใส่ปุ๋ย สูตร 15-15-15 อัตรา 1 ช้อนชา/หลุม และเมื่อดาวเรืองมีอายุ 35 และ 45 วัน ควรใส่ปุ๋ยสูตร 15-24-12 อัตรา 1 ช้อนชา/หลุม เช่นกัน การใส่ปุ๋ยควรใส่ให้ห่างโคนต้นประมาณ 6 นิ้ว โดยฝังลงในดินประมาณครึ่งนิ้ว จากนั้นควรพรวนดินรอบๆ โคนต้นและกลบโคนต้นไว้ การใส่ปุ๋ยทุกครั้งจะต้องรดน้ำให้โชกเสมอ

3.3 การปลิดยอด นิยมเรียกว่า การเด็ดตุ้มหรือการแต่งตุ้ม ทำเพื่อให้ดาวเรืองแตกพุ่มและจะทำให้ดอกดาวเรืองมีขนาดใหญ่ การปลิดยอดนี้ควรทำเมื่อดาวเรืองมีอายุ 21 - 25 วันซึ่งเป็นระยะที่ดาวเรือง มีใบจริงขนาดใหญ่ประมาณ 4 คู่ และส่วนยอดมีใบเล็กๆ ประมาณ 1 - 2 คู่ วิธีการปลิดยอดทำได้โดยใช้มือซ้ายจับใบคู่บนสุดที่ต้องการเหลือไว้แล้วใช้มือขวาดึงส่วนยอดลงทางด้านข้างเพื่อให้ยอดหลุดออกมา ไม่ควรเด็ดยอด เพราะจะทำให้ส่วนตาของยอดเหลือติดอยู่ ซึ่งจะเจริญเป็นดอกในภายหลัง ทำให้ดอกไม่เป็นไปตามกำหนด ก็คือดอกบานไม่พร้อมกันและมีขนาดเล็ก ปกติดาวเรือง ต้นหนึ่งควรไว้ดอกประมาณ 8 ดอก จึงจะได้ดอกที่มีคุณภาพ

3.4 การปลิดตาข้าง หลังจากการปลิดตายอดประมาณ 1 สัปดาห์ ตาข้างจะเริ่มแตกขึ้นใหม่ เมื่อดอกที่ยอดมีขนาดประมาณเท่าเมล็ดข้าวโพด ให้ปลิดตาข้างออกให้หมด เพื่อไม่ให้ตาข้างเจริญเป็นดอก ซึ่งจะทำให้ดอกที่ยอดมีขนาดใหญ่ ก้านดอกยาว และมีขนาดสม่ำเสมอ

4

การตัดดอก

ก่อนตัดดอกดาวเรืองเพื่อนำไปจำหน่าย ประมาณ 2 - 3 วัน ควรใช้น้ำตาลทราย 2 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 15 ลิตร ฉีดพ่นใบดาวเรือง ด้านบนและด้านล่าง จะทำให้ก้านดอกแข็งแรงขึ้น จากนั้นจึงทยอยตัดดอก อายุของดาวเรืองที่สามารถตัดดอกขายได้คือประมาณ 55 - 65 วันหรือให้สังเกตจากดอกที่ยังมีกลีบดอกตรงกลางเป็นสีเขียว จะอยู่ได้นานกว่าดอกที่บานทั้งหมด ในการตัดดอกนั้นควรตัดให้ชิดโคนกิ่งให้มากที่สุด จะทำให้ก้านดอกที่ติดมามีขนาดยาว

5. การใช้ประโยชน์

5.1 ปลุกประดับเพื่อความสวยงาม เหมาะสำหรับปลุกเพื่อประดับอาคารบ้านเรือนและสถานที่ต่าง ๆ

5.2 ปลุกเพื่อใช้ประโยชน์ในการป้องกันแมลง เนื่องจากดาวเรืองเป็นสารที่มีกลิ่นเหม็น (ฉุน) แมลงไม่ชอบ จึงสามารถใช้เป็นเกราะป้องกันแมลงให้แก่พืชอื่นๆ ด้วย

5.3 ปลุกเพื่อจำหน่าย

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัมพร (2545) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยหมักชีวภาพจากไส้เดือนดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทดสอบกับดอกช่อนกลิ่นและผักคะน้า ซึ่งมีค่าสำหรับการทดลองทั้งหมด 6 ค่าสำหรับการทดลอง คือ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ (ปุ๋ยน้ำ) ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยน้ำ และใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยแห้ง พบว่า ในระยะการเจริญเติบโตของใบ (Vegetative phase) การใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 จะทำให้ช่อนกลิ่นแตกใบและหน่อเร็วที่สุด และมีจำนวนใบมากที่สุด ในระยะการเจริญเติบโตทางดอก (Reproductive phase) พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 14-14-21 ร่วมกับปุ๋ยแห้ง ทำให้ช่อนกลิ่นมีจำนวนดอกต่อช่อสูงสุด กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยน้ำจะทำให้ช่อนกลิ่นมีความยาวก้านดอกมากที่สุด สำหรับการเจริญเติบโตของผักคะน้า พบว่า ทั้ง 6 ค่าสำหรับทดลองทำให้จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวก้านใบและความสูงต้นของผักคะน้าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาอัตราการดูดใช้ไนโตรเจนของผักคะน้า พบว่า ปุ๋ยแห้งมีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับปุ๋ยยูเรีย

สมพร (2551) การผลิตปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* จากการผสมมูลโคนมและเศษหญ้า คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* ซึ่งเลี้ยงในอัตราส่วนผสมของมูลโคนมและเศษหญ้าที่แตกต่างกัน พบว่า มีความเป็นกรดและด่าง ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น โดยปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยหมัก

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และอัตราส่วนคาร์บอนในโตรเจนของปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดิน *Perionyx excavatus* มีปริมาณลดลง

Tomati *et al.* (1983) ได้ทำการทดสอบปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ที่ได้จากการใช้ไส้เดือนดินย่อยสลาย ไปใช้ทดสอบการเจริญเติบโตของพืชจำพวกพืชสวนประดับ พบว่า การเจริญของพืชที่ทดสอบดีมาก และได้นำปุ๋ยหมักดังกล่าวมาทดสอบหาธาตุอาหารพืช พบว่า ปุ๋ยหมักดังกล่าวมีส่วนประกอบของสารเร่งราก สารเร่งให้เกิดดอกและทำให้ปล้องยาว สำหรับพืชสวนประดับที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ประกอบด้วย พืชเนยและบีโกเนีย ในการทดลองได้ใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินเปรียบเทียบผลกับ ออกซิน จิบเบอเรลลินและไซโตไคนิน ที่ใส่ลงไปในพื้นที่ปลูกแต่ละกลุ่ม พบว่า การเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในกระถางที่เติมปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจะแสดงลักษณะเช่นเดียวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เติมในกระถางอื่นๆ และนอกจากนี้ยังขยายการทดลองไปยังพืชอื่นๆ เช่น กล้วยไม้และเห็ด

Satchell *et al.* (1984) ได้ศึกษาถึงการมีปฏิสัมพันธ์ของไส้เดือนดินกับจุลินทรีย์ดิน พบว่ากิจกรรมและจำนวนของจุลินทรีย์ดินที่สร้างกรดฟอสฟาเตสได้เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับบริเวณมูลของไส้เดือนดินในดินจึงสรุปว่า การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินในการปรับปรุงดิน สามารถเพิ่มปริมาณของฟอสฟอรัสในดินได้

Edwards and Burrows (1988) ได้รายงานไว้ว่า เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินกับปุ๋ยหมักโดยวิธีดั้งเดิมและอาหารเสริมที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืชที่ผลิตเพื่อการค้าที่มีการใช้ธาตุอาหารสังเคราะห์ พบว่า ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมีส่วนประกอบของธาตุอาหารสูงกว่า และทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีกว่า อาจเนื่องมาจากปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมีโครงสร้างที่ดีกว่า มีฮิวมัสเสริมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งช่วยเพิ่มระดับของเอ็นไซม์ในดินและมีปริมาณจุลินทรีย์สูง

Atiyeh *et al.* (2001) ได้ทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักมูลสุกรเป็นวัสดุบำรุงพื้นที่ใช้ในการปลูกพืชสวน เพื่อดูผลต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและการเจริญเติบโตของพืช พบว่าในกรรมวิธีที่รดน้ำเพียงอย่างเดียวทำให้ ความพรุนทั้งหมด, ช่องว่างอากาศ, pH และความเข้มข้นของแอมโมเนียมทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากการแทนที่ Metro-Mix 360 ด้วยปุ๋ยหมักจากมูลสุกรในปริมาณที่เท่ากัน ในทางตรงกันข้ามความหนาแน่นรวม ความจุ และค่าการนำไฟฟ้า กิจกรรมของจุลินทรีย์ และความเข้มข้นของไนเตรทเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของปุ๋ยหมักมูลสุกร แต่

มะเขือเทศที่ปลูกในกระถางที่มีปุ๋ยหมักมูลสุกร 100% มีการเจริญเติบโตลดลง อาจจะเป็นผลมาจากความเข้มข้นของเกลือที่สูงในปุ๋ยหมักมูลสุกร และความพรุนและการระบายอากาศไม่ดี มะเขือเทศมีการเจริญเติบโตสูงที่สุดหลังจากแทนที่ Metro-Mix 360 ด้วยปุ๋ยหมักมูลสุกรในระหว่าง 25% และ 50% ซึ่งการใช้ปุ๋ยหมักมูลสุกร ร่วมกับปุ๋ยน้ำ จะมีการเจริญเติบโตมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย ในส่วนผสมเหล่านี้มีผลทำให้มีการเพิ่มขึ้นของความพรุน การกักเก็บอากาศและน้ำ และสารตั้งต้นที่มีส่วนประกอบไนเตรตสูง ซึ่งทำให้เนื้อเยื่อพืชมีการดูดซึมไนโตรเจนเพิ่มขึ้น มีผลให้การเจริญเติบโตของพืชเพิ่มขึ้น

Atiyeh *et al.* (2002) ได้ศึกษาผลกระทบของการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรือง พบว่า ดาวเรืองมีการเจริญเติบโตสูงที่สุดในการทดลองที่มีการผสมระหว่าง Metro-Mix 360 ที่มีปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 30% และ 40% และมีการเจริญโตต่ำที่สุด ในการทดลองที่มีการผสมระหว่าง Metro-Mix 360 ที่มีปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 90% และ 100% ดอกตูมพบมากที่สุดในการทดลองที่มีปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 40% และพบดอกตูมเพียงเล็กน้อยในการทดลองที่มีปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 100% ดอกดาวเรืองที่เจริญเติบโตใน Metro-Mix 360 ที่มีปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 90% และ 100% มีจำนวนน้อยมากและมีขนาดเล็กกว่าการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% และ 90% และรากจะมีขนาดใหญ่กว่าการปลูกใน control ในทุกๆการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจะช่วยเพิ่มความเข้มข้นของไนเตรต – ไนโตรเจน ของเนื้อเยื่อใบในระยะออกดอก การที่ดาวเรืองมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการใส่ Metro-Mix 360 ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนดินอาจจะอธิบายโดยใช้ปัจจัยทางธาตุอาหาร ปัจจัยอื่นๆ เช่น ตัวควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant-growth regulators) และ Humate

Rajbir Singh *et al.* (2002) ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ความผิดปกติทางสรีรวิทยา ผลผลิตของผลและคุณภาพของสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler โดยใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 4 ระดับ คือ 2.5, 5, 7.5 และ 10 ตัน/เฮกแตร์ แล้วเสริมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อให้ความต้องการปุ๋ยของสตรอเบอรี่สมดุล ภายใต้บริเวณที่มีสภาพกึ่งแห้งแล้งของอินเดียทางตอนเหนือ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจะเพิ่มการแผ่กระจายของพืช 10.7% พื้นที่ใบ 23.1% และ dry matter 20.7% และเพิ่มผลผลิตทั้งหมด 32.7% การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินในอัตราสูงๆ จะลดการเกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยา เช่น โรคผิวเผือก 16.1 - 4.5% และการเกิดราเทา 10.4 - 2.1% ในสตรอเบอรี่ ซึ่งปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมีบทบาทสำคัญในการลดลงของความผิดปกติและการเกิดโรคเช่น Botrytis rot และทำให้มีผลผลิตออกสู่ตลาดเพิ่มขึ้นสูงถึง 58.6% ผลสตรอเบอรี่ที่เก็บจากต้นที่ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน

จะคงมี TSS สูงขึ้น ปริมาณกรด Ascorbic สูงขึ้น และความเป็นกรดลดลง และมีสีสด ค่าต่างๆ เหล่านี้มีความเกี่ยวเนื่องกับปริมาณการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินและผลลัพท์ที่ดีที่สุดคือ 7.5 ตัน/เฮกเตอร์ อย่างไรก็ตามปริมาณการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่มากกว่านี้ไม่มีอิทธิพลต่อค่าต่างๆ เหล่านี้

Arancon *et al.* (2005) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากมูลสัตว์ เศษอาหาร และเศษกระดาษ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกในสภาพไร่นา พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน และปุ๋ยคอกจะทำให้การเจริญเติบโตของพริกเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน (เศษกระดาษ เศษอาหาร มูลสัตว์) จะทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกเพิ่มขึ้นมาก แต่ควรใช้ในอัตราที่เหมาะสม โดยสิ่งที่ทำให้ผลผลิตดีขึ้นนั้นมาจากสมบัติทางชีววิทยา เช่น การเพิ่มขึ้นของมวลชีวจุลินทรีย์ และปริมาณของธาตุอาหารหลักซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกเพิ่มขึ้นด้วย

Alam *et al.* (2007) ได้ทำการศึกษาผลจากการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันฝรั่ง พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่อัตรา 2.5, 5 และ 10 ตัน/เฮกตาร์ ร่วมกับการใช้ผลเคมี 50 และ 100% มีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันฝรั่งเพิ่มขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัสดุทดลอง

1.1 สัตว์ทดลอง

ไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* (African night crawler) ไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavatus* (Blue worm) และไส้เดือนดินชนิด *Pheretima peguana* (จิ้งจกแร้) ใช้ชนิดละ 4 กิโลกรัม รวม 12 กิโลกรัม

1.2 วัสดุที่ใช้เลี้ยงไส้เดือน

1.2.1 บ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร จำนวน 12 บ่อ

1.2.2 มูลสุกร จำนวน 60 กิโลกรัม

1.2.3 ขุยมะพร้าว จำนวน 60 กิโลกรัม

1.2.4 อาหารที่ใช้สำหรับเลี้ยงไส้เดือน ได้แก่

1.2.4.1 เศษผักใบ ใช้ กะหล่ำปลีและผักกาดหอม อัตราส่วน 1:1

1.2.4.2 เศษผักหัว ใช้ แครอท

1.2.4.3 เปลือกผลไม้ ใช้ เปลือกแตงโมและเปลือกมะละกอ อัตราส่วน 1:1

1.2.4.4 เศษอาหาร ใช้ เศษอาหารจากโรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
บางเขน

1.3 ดันดาวเรือง พันธุ์ลูกผสม

1.4 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 และปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน

2. อุปกรณ์

2.1 กระจกดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว

2.2 ดินผสม

2.3 อุปกรณ์วัดความสูงและวัดขนาดสำหรับบันทึกการเจริญเติบโตของพืช

2.4 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างพืช

2.5 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและปุ๋ยในห้องปฏิบัติการ

2.6 โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS version 17.0

วิธีการ

การศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้อินทรีย์และพันธุ์ไส้เดือนดินต่อสมบัติของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ใช้ปลูกดาวเรือง ประกอบด้วย 2 การทดลอง ดังนี้

1. การทดลองที่ 1

การศึกษาการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารพืชในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ

1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3×4 factorial in Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ศึกษามีจำนวน 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ พันธุ์ไส้เดือนดินจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ 1) *Eudrilus eugeniae* (African night crawler) 2) *Perionyx excavatus* (Blue worm) และ 3) *Pheretima peguana* (จิ้งจกดิน) ปัจจัยที่ 2 คือ ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนดิน ได้แก่ 1) เศษผักใบ 2) เศษผักหัว 3) เปลือกผลไม้ และ 4) เศษอาหาร

1.2 การเลี้ยงไส้เดือนดิน

ผสมมูลสุกรอัตรา 5 กิโลกรัมและขุยมะพร้าวอัตรา 5 กิโลกรัมลงในบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร คลุกให้เข้ากันเพื่อใช้เป็นวัสดุรองพื้น แล้วรดน้ำให้เกิดความชื้นพอประมาณ

นำไส้เดือนดินลงเลี้ยงในบ่อที่เตรียมไว้อัตรา 1 กิโลกรัม/บ่อ/พันธุ์ ให้อาหารไส้เดือนดินแต่ละชนิดอัตรา 1 กิโลกรัมต่อบ่อ โดยให้อาหารไส้เดือนดินแต่ละชนิดทุก 4 วัน รดน้ำอัตรา 1 ลิตรต่อบ่อต่อเมื่อมีการให้อาหารเลี้ยงไส้เดือนเพื่อรักษาความชื้น เมื่อเลี้ยงไส้เดือนเป็นเวลา 4 เดือน จะได้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่สมบูรณ์ จากนั้นคัดแยกตัวไส้เดือนออกจากปุ๋ยมูลไส้เดือนดินแล้ว นำปุ๋ยมูลไส้เดือนไปฝังให้แห้งในที่ร่ม นำปุ๋ยที่ได้ไปวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหาร และนำปุ๋ยไส้เดือนดินไปทดสอบกับต้นดาวเรืองในการทดลองที่ 2

1.3 การศึกษาสมบัติของปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน

1.3.1 ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (Jackson, 1965)

1.3.2 ฟอสฟอรัสในรูป P_2O_5 ย่อยสลายโดย $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ Mixture และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Colorimetric (ทักษิณีย์ และ จงรักษ์, 2542)

1.3.3 โพแทสเซียมในรูป K_2O ย่อยสลายโดย $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ Mixture และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Atomic adsorption spectrophotometer (ทักษิณีย์ และ จงรักษ์, 2542)

1.3.4 อินทรีย์วัตถุ (Organic matter) และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C: N ratio) โดยประยุกต์ใช้วิธี Walkley and Black (Walkley and Black, 1934; ทศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

1.3.5 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้อัตราส่วนปุ๋ยหมูลี้ไ้เดือนดิน/น้ำเท่ากับ 1:5 (ทศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

1.3.6 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) โดยใช้อัตราส่วนปุ๋ยหมูลี้ไ้เดือนดิน/น้ำเท่ากับ 1:6 แล้ววัดค่า EC ด้วยเครื่อง Electrical Conductivity (Talsma, 1968; Loveday *et al.*, 1972)

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เพื่อหาค่า F-value และค่าทางสถิติอื่นๆ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

2. การทดลองที่ 2

การศึกษาผลจากการใช้ปุ๋ยหมูลี้ไ้เดือนดินชนิดที่ผลิตได้ ต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของต้นดาวเรืองที่ปลูกในกระถางและผลต่อสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของดินหลังปลูก

2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ มีทั้งหมด 14 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยหมูลี้ไ้เดือนดินจากเศษผักใบ อัตรา 50 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยหมูลี้ไ้เดือนดินจากเศษผักใบ อัตรา 100 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเศษผักใบ อัตรา 150 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเศษผักหัว อัตรา 50 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 6 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเศษผักหัว อัตรา 100 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 7 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเศษผักหัว อัตรา 150 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 8 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเปลือกเปลือกผลไม้ อัตรา 50 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 9 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเปลือกเปลือกผลไม้ อัตรา 100 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 10 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเปลือกเปลือกผลไม้ อัตรา 150 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 11 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเศษอาหาร อัตรา 50 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 12 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเศษอาหาร อัตรา 100 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 13 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเศษอาหาร อัตรา 150 กรัม/กระถาง

กรรมวิธีที่ 14 ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-16 อัตรา 20 กรัม/กระถาง

ทำการทดลองกับปุ๋ยไส้เดือนดิน 2 ชนิดคือ *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavates*
ชนิดละ 14 กรรมวิธี

2.2 การเตรียมตัวอย่างดิน

นำดินผสมมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม เก็บเศษซากพืชออก ย่อยดินให้ละเอียดแล้วผสมคลุกเคล้ากัน เสร็จแล้วแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ใช้ในการวิเคราะห์และศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยจะย่อยดินให้ละเอียดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 มิลลิเมตร และส่วนที่ 2 ใช้ปลูกพืชทดสอบในกระถางที่วางไว้ในโรงเรือนทดลอง

2.3 สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของดินที่ใช้ในการทดลอง

2.3.1 วัดค่า pH โดยใช้เครื่องวัด pH meter อัตราส่วนระหว่างดิน/น้ำ เท่ากับ 1:1 (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

2.3.2 สภาพการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC) อัตราส่วนดิน/น้ำ 1:5 และวิเคราะห์ค่าโดยใช้ Electrical conductivity meter (Jackson, 1958) และปรับเป็น E_Ce โดยคูณด้วย 6.4 (Talsma, 1968; Loveday *et al.*, 1972)

2.3.3 ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (Jackson, 1965)

2.3.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) สกัดโดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Colorimetric (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

2.3.5 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) โดยสกัดด้วย 1 N NH₄OAc pH 7.0 และวิเคราะห์ปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

2.3.6 อินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkey and Black, 1934; ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

2.3.7 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation exchange capacity: CEC) โดยวิธีหาล้างแคตไอออนด้วยสารละลาย 1 M NH_4OAc pH 7 และแทนที่แคตไอออนของแอมโมเนียมไอออนด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (10%) ในสภาพที่เป็นกรด แล้วกลั่นหาปริมาณแอมโมเนียมไอออน จากนั้นคำนวณหาค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (Chapman, 1965)

2.4 การปลูกและการดูแลรักษาต้นดาวเรือง

นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ใส่กระถาง กระถางละ 8 กิโลกรัมผสมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนดินตามกรรมวิธี ที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง ยกเว้นกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินและใส่ปุ๋ยเคมี ปลูกดาวเรือง จำนวน 1 ต้น/กระถาง ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี ทำการใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 10 กรัม/กระถาง เมื่อดาวเรืองมีอายุ 15 วันหลังย้ายปลูก และอัตรา 10 กรัม/กระถาง เมื่อดาวเรืองมีอายุ 35 วันหลังย้ายปลูก รดด้วยน้ำทุกวันและกำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือตลอดการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง

2.5 การเก็บข้อมูล

2.5.1 ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด

2.5.2 ขนาดลำต้น (เซนติเมตร) ใช้เวอร์เนีย คาลิเปอร์ (vernier caliper) วัดบริเวณโคนต้น โดยสูงจากดิน 1 เซนติเมตร

2.5.3 ความกว้างและความยาวใบ

2.5.4 จำนวนกิ่งต่อต้น

2.5.5 ขนาดทรงพุ่ม

2.5.6 น้ำหนักต้นสดและต้นแห้ง

2.5.7 น้ำหนักดอก

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เพื่อหาค่า F-value และค่าทางสถิติอื่นๆ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3. สถานที่ในการทำการทดลอง

ศูนย์ผลิตผลโครงการหลวง มูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

ห้องปฏิบัติการและเรือนทดลองภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร

4. ระยะเวลาในการทดลอง

ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือน มกราคม พ.ศ. 2553

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1

การศึกษาการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารพืชในปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน ชนิดต่างๆ มีผลการทดลอง ดังนี้

1. สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน

ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 3 ชนิด พบว่า

ความเป็นกรด-ด่างในปุ๋ยที่ได้จากไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavates* มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุดเท่ากับ 6.5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.4 และโดยไส้เดือนดิน *Pheretima peguana* มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.1 (ตารางที่ 1)

อินทรียัตถุในปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* มีอินทรียัตถุสูงสุดเท่ากับ 44.1% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavates* โดยมีอินทรียัตถุเท่ากับ 40.9% และปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน *Pheretima peguana* ที่มีอินทรียัตถุเท่ากับ 39.4% (ตารางที่ 2)

ค่าการนำไฟฟ้าในปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน 3 ชนิด มีค่าการนำไฟฟ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavates* มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 4.6 dS m^{-1} ส่วนปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Pheretima peguana* โดยมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 4.3 และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* โดยมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 4.2 dS m^{-1} (ตารางที่ 3)

ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavates* มีไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 0.42% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Pheretima*

peguana โดยมีไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.39% และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* โดยมีไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.34% (ตารางที่ 4)

ฟอสฟอรัสทั้งหมดในรูป P_2O_5 ในปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavates* และไส้เดือนดิน *Pheretima peguana* มีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 2.55% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* โดยมีฟอสฟอรัสเท่ากับ 2.36% (ตารางที่ 5)

โพแทสเซียมทั้งหมดในรูป K_2O ในปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน 3 ชนิด มีโพแทสเซียมทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavates* มีโพแทสเซียมทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 1.19% ส่วนปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* มีโพแทสเซียมเท่ากับ 1.16 และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Pheretima peguana* มีโพแทสเซียมเท่ากับ 1.14% (ตารางที่ 6)

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ โดยปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavates* มีธาตุอาหารหลักสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Pheretima peguana* ซึ่งได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.42% ฟอสฟอรัสทั้งหมดในรูป P_2O_5 เท่ากับ 2.55% โพแทสเซียมทั้งหมดในรูป K_2O เท่ากับ 1.19% และค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุดเท่ากับ 6.5 และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* มีอินทรีย์วัตถุสูงสุดเท่ากับ 44.1% ดังนั้นจากสมบัติดังกล่าวจึงเลือกปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavates* และปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* มาทดลองกับต้นดาวเรืองเนื่องจากมีสมบัติทางเคมีที่ดีกว่าปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินชนิด *Pheretima peguana*

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยวัสดุทั้ง 4 ชนิด พบว่า

ค่าความเป็นกรด-ด่างในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยผักหัวและเปลือกผลไม้จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุดเท่ากับ 7.0 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการเลี้ยงด้วยผักใบและเศษอาหาร โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.7

อินทรีย์วัตถุในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยผักใบสูงสุดมีอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 43.7 % แต่ไม่แตกต่างกับเลี้ยงด้วยเศษอาหาร โดยมีอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 42.1% แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการเลี้ยงด้วยผักหัวมีอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 40.3% และเลี้ยงด้วยเปลือกผลไม้มีอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 39.7%

ค่าการนำไฟฟ้าในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยวัสดุทั้ง 4 ชนิด มีค่าการนำไฟฟ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการเลี้ยงด้วยเศษอาหารมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 4.8 dS m^{-1} ส่วนการเลี้ยงด้วยเปลือกผลไม้มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 4.5 dS m^{-1} เลี้ยงด้วยผักใบมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 4.3 dS m^{-1} และเลี้ยงด้วยผักหัวมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3.9 dS m^{-1} ตามลำดับ

ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยผักใบมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 0.41% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการเลี้ยงด้วยผักหัว โดยมีไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.39% เลี้ยงด้วยเปลือกผลไม้และเศษอาหาร โดยมีไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.37%

ฟอสฟอรัสทั้งหมดในรูป P_2O_5 ในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยผักหัวมีฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 2.98% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการเลี้ยงด้วยผักใบ โดยมีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 2.83% เลี้ยงด้วยเปลือกผลไม้ โดยมีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 2.26% และเลี้ยงด้วยเศษอาหาร โดยมีฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 1.9%

โพแทสเซียมทั้งหมดในรูป K_2O ในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยเปลือกผลไม้มีโพแทสเซียมทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 1.55% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการเลี้ยงด้วยผักหัว โดยมีโพแทสเซียมเท่ากับ 1.41% เลี้ยงด้วยผักใบ โดยมีโพแทสเซียมเท่ากับ 0.93% และเลี้ยงด้วยเศษอาหาร โดยมีโพแทสเซียมเท่ากับ 0.78%

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยวัสดุทั้ง 4 ชนิด ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยผักใบจะมีอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 43.7 และ 0.41% ตามลำดับ ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยผักหัวฟอสฟอรัสทั้งหมดในรูป P_2O_5 เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.98% และปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยเปลือกผลไม้จะมีโพแทสเซียมทั้งหมดในรูป K_2O เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.55% ส่วนปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยเศษอาหารจะมีฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมทั้งหมดน้อยที่สุด

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินของไส้เดือนดิน 3 ชนิด ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 4 ชนิด ไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* ที่เลี้ยงด้วยผักใบจะมีอินทรียวัตถุสูงสุดเท่ากับ 45.6% ปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Perionyx excavates* ที่เลี้ยงด้วยเปลือกผลไม้ มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุดเท่ากับ 7.5 เลี้ยงด้วยผักหัวมีฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงสุดในรูป P_2O_5 เท่ากับ 3.35% และเลี้ยงด้วยเปลือกผลไม้จะมีโพแทสเซียมทั้งหมดสูงสุดในรูป K_2O เท่ากับ 1.53% ไส้เดือนดินชนิด *Pheretima peguana* ที่เลี้ยงด้วยผักหัวจะมีค่าการนำไฟฟ้าน้อยสุดเท่ากับ 3.5 dS m^{-1} ที่เลี้ยงด้วยผักใบมีไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 0.44%

ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่างในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ

ชนิดไส้เดือนดิน	pH				Means
	ผักใบ	ผักหัว	เปลือกผลไม้	อาหาร	
<i>Eudrilus eugeniae</i>	5.8	6.8	7.0	5.9	6.42 b
<i>Perionyx excavates</i>	5.8	7.2	7.5	5.6	6.58 a
<i>Pheretima peguana</i>	5.4	7.0	6.4	5.7	6.16 c
Means	5.72 b	7.03 a	7.02 a	6.77 b	
CV (%)			2.1		
F-test (Earthworm)			**		
F-test (Food)			**		
F-test (Earthworm*Food)			**		

** = $P \leq 0.01$

Means of the same letter in the same column and row are not significantly different at $P \leq 0.01$

ตารางที่ 2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ

ชนิดไส้เดือนดิน	OM (%)				Means
	ผักใบ	ผักหัว	เปลือกผลไม้	อาหาร	
<i>Eudrilus eugeniae</i>	45.6	42.0	44.7	44.1	44.08 a
<i>Perionyx excavates</i>	43.8	40.2	38.1	41.4	40.86 b
<i>Pheretima peguana</i>	41.6	36.8	38.3	40.7	39.35 c
Means	43.65 a	39.66 b	40.35 b	39.06 a	
CV (%)			4.5		
F-test (Earthworm)			**		
F-test (Food)			**		
F-test (Earthworm*Food)			ns		

ns = not significant, ** = $P \leq 0.01$

Means of the same letter in the same column and row are not significantly different at $P \leq 0.01$

OM มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ $\leq 20\%$ dS m⁻¹ (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

ตารางที่ 3 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ

ชนิดไส้เดือนดิน	EC (dS m ⁻¹)			
	ผักใบ	ผักหัว	เปลือกผลไม้	อาหาร
<i>Eudrilus eugeniae</i>	4.9	4	3.9	4
<i>Perionyx excavates</i>	4.1	4.3	4.9	5.3
<i>Pheretima peguana</i>	3.9	3.5	4.7	5.1
CV (%)	21.1			
F-test (Earthworm)	ns			
F-test (Food)	ns			
F-test (Earthworm*Food)	ns			

ns = not significant

EC มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ≤ 10 dS m⁻¹ (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

ตารางที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ

ชนิดไส้เดือนดิน	Total N (%)				Means
	ผักใบ	ผักหัว	เปลือกผลไม้	อาหาร	
<i>Eudrilus eugeniae</i>	0.36	0.33	0.34	0.36	0.35 c
<i>Perionyx excavates</i>	0.43	0.4	0.41	0.43	0.42 a
<i>Pheretima peguana</i>	0.44	0.38	0.37	0.38	0.40 b
Means	0.41 a	0.37 c	0.38 bc	0.39 b	
CV (%)	4.9				
F-test (Earthworm)	**				
F-test (Food)	**				
F-test (Earthworm*Food)	Ns				

ns = not significant, ** = $P \leq 0.01$

Means of the same letter in the same column and row are not significantly different at $P \leq 0.01$

มาตรฐานไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 ของน้ำหนัก (กรมวิชาการ เกษตร, 2550)

ตารางที่ 5 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ

ชนิดไส้เดือนดิน	Total P ₂ O ₅ (%)				Means
	ผักใบ	ผักหัว	เปลือกผลไม้	อาหาร	
<i>Eudrilus eugeniae</i>	2.6	2.63	2.06	2.17	2.37 b
<i>Perionyx excavates</i>	3.12	3.35	2.17	1.57	2.56 a
<i>Pheretima peguana</i>	2.76	2.96	2.54	1.96	2.56 a
Means	2.83 b	2.98 a	2.26 c	1.90 d	
CV (%)	3.4				
F-test (Earthworm)	**				
F-test (Food)	**				
F-test (Earthworm*Food)	**				

** = $P \leq 0.01$

Means of the same letter in the same column and row are not significantly different at $P \leq 0.01$
 มาตรฐานฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก (กรมวิชาการ
 เกษตร, 2550)

ตารางที่ 6 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดต่างๆ

ชนิดไส้เดือนดิน	Total K ₂ O (%)			
	ผักใบ	ผักหัว	เปลือกผลไม้	อาหาร
<i>Eudrilus eugeniae</i>	1.05	1.44	1.47	0.7
<i>Perionyx excavates</i>	0.92	1.48	1.53	0.85
<i>Pheretima peguana</i>	0.81	1.3	1.67	0.8
Means	0.93 c	1.41 b	1.56 a	0.79 a
CV (%)			6.6	
F-test (Earthworm)			ns	
F-test (Food)			**	
F-test (Earthworm*Food)			**	

ns = not significant, ** = $P \leq 0.01$

Means of the same letter in the same column and row are not significantly different at $P \leq 0.01$

มาตรฐานโพแทสเซียมทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน 3 พันธุ์ คือพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* (African night crawler) พันธุ์ *Perionyx excavatus* (Blue worm) และพันธุ์ *Pheretima peguana* (จิ้งจกแร้) ที่นำมาเลี้ยงโดยเศษขยะอินทรีย์ 4 ชนิด คือ 1) เศษผักใบ ใช้กะหล่ำปลีและผักกาดแก้ว 2) เศษผักหัว ใช้แครอท 3) เปลือกผลไม้ ใช้เปลือกแตงโมและเปลือกมะละกอ และ 4) เศษอาหาร พบว่า สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในปุ๋ยหมักที่ผลิตจากไส้เดือน 3 พันธุ์ มีสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารอยู่ในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ทั่วไป เนื่องจากมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้และน้ำย่อยของไส้เดือนในกระบวนการย่อยสลายขยะอินทรีย์ มีการจับเมือกของเหลว เอนไซม์ และเนื้อเยื่อที่ตายแล้วออกมา (Suthar, 2007b) จึงทำให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพสูง จากการทดลองพบฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด และปริมาณอินทรีย์วัตถุในปริมาณสูงเท่ากับ 3.35% 1.67% และ 45.6% ซึ่งกรมวิชาการได้กำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามพระราชบัญญัติ พ.ศ.2550 ต้องมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทั้งหมดไม่น้อยกว่า 0.5% ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่น้อยกว่า 20% ค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 6 dS m^{-1} และสอดคล้องกับสมพร (2551) ได้รายงานสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* ว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 2.37% และ 1.81% ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 39.48% และ 38.73% ค่าความเป็นกรด-ด่าง 8.14 และ 8.60 บรรจงศักดิ์ (2541) รายงานว่าเศษวัสดุที่ผ่านการหมักโดยไส้เดือนดินมักมีค่าความเป็นด่างมากกว่าเป็นกลาง พืชการลิ้มทอง (ม.ป.ป.) รายงานว่ากระบวนการย่อยสลายปุ๋ยหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยจะเป็นด่าง เล็กน้อยประมาณ 7.5-8.5 เนื่องจากโปรตีนถูกย่อยสลายและมีการปลดปล่อยแอมโมเนียออกมา

การทดลองที่ 2

ผลจากการศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิดที่ผลิตได้ ต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของต้นดาวเรืองที่ปลูกในกระถางและผลต่อสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของดินหลังปลูก ดังนี้

1. ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินก่อนการทดลอง

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินเหนียวก่อนการทดลอง พบว่าในดินผสมมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับปานกลางเท่ากับ 1.1% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมากเท่ากับ 50 mg kg^{-1} ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงเท่ากับ 91

mg kg^{-1} ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมากเท่ากับ 3.3% ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.5 จัดเป็นกรดจัดมาก ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในระดับต่ำเท่ากับ 0.2 dS m^{-1} ซึ่งเป็นระดับที่พืชทุกชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับสูงมากเท่ากับ 33 cmol kg^{-1} (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารพืชในดินก่อนการทดลอง

สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารพืช	ค่าวิเคราะห์
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	1.1
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})	50
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg kg^{-1})	91
อินทรีย์วัตถุ (%)	3.3
ความเป็นกรด-ด่าง (1:1)	3.5
การนำไฟฟ้า (1:5) (dS m^{-1})	0.2
ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol kg^{-1})	33

2. ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินหลังการทดลองใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด

Eudrilus eugeniae

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินหลังการทดลองใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* ได้ผลดังนี้ (ตารางที่ 8)

ในโตรเจนทั้งหมด การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากผักใบอัตรา 200 กรัม/กระถาง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับทุกกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยที่เหลือและไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินในกรรมวิธีดังกล่าวมีในโตรเจนทั้งหมดในดินสูงสุดเท่ากับ 0.16% ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 20 กรัม/กระถาง มีในโตรเจนทั้งหมดในดินเท่ากับ 0.1% และ 0.12% ตามลำดับ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากผักใบอัตรา 200 กรัม/กระถาง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากกรรมวิธีที่อื่นๆ โดยมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุดเท่ากับ 758.33 mg kg⁻¹ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีสูตร มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 230 และ 271.67 mg kg⁻¹ ตามลำดับ

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20 กรัม/กระถาง ทำให้มีโพแทสเซียมสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กรรมวิธีดังกล่าวทำให้ดินมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดเท่ากับ 384.07 mg kg⁻¹ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 76.07 mg kg⁻¹

อินทรีย์วัตถุ พบว่า ทุกกรรมวิธีการทดลอง ยกเว้นการใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักหัวอัตรา 100 กรัม/กระถาง ทำให้มีอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักหัวอัตรา 200 กรัม/กระถาง เปลือกผลไม้อัตรา 100 กรัม/กระถาง และเศษอาหารอัตรา 150 กรัม/กระถาง มีอินทรีย์วัตถุสูงสุดเท่ากับ 6.3% ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีมีอินทรีย์วัตถุเพียง 3.6%

ความเป็นกรด-ด่าง การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากผักหัวอัตรา 150 กรัม/กระถาง และจากปุ๋ยจากเปลือกผลไม้อัตรา 150 กรัม/กระถาง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 20 กรัม/กระถาง โดยการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน

ดินจากเปลือกผลไม้อัตรา 150 กรัม/กระถาง มีค่าความเป็นกรด-ด่างในดินหลังการทดลองสูงสุด เท่ากับ 7.3 ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี มีค่าความเป็นกรด-ด่างในดินเท่ากับ 6.3 และ 5.9 ตามลำดับ

ค่าการนำไฟฟ้า การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ดินมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าทุกกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูล ไล่เดือนดินและไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.96 dS m^{-1} ขณะที่การใส่ปุ๋ยจาก เศษอาหารอัตรา 100 กรัม/กระถาง ทำให้ดินมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด 0.27 dS m^{-1}

ค่าความจุแลกเปลี่ยนประจุบวก การใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือนดินที่ผลิตจากผักใบอัตรา 200 กรัม/ กระถาง มีค่าความจุแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี อย่างมีนัยสำคัญ ยิ่ง โดยมีค่าความจุแลกเปลี่ยนประจุบวกเท่ากับ 38 cmol kg^{-1}

ตารางที่ 8 อิทธิพลของกรรมวิธีทดลองต่อสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินหลังการทดลองเมื่อใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae*

อัตราปุ๋ย (กรัม/กระถาง)	Total N (%)	Avai.P (mg kg ⁻¹)	Avai.K (mg kg ⁻¹)	OM (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	CEC (cmol kg ⁻¹)
ไม่ใส่ปุ๋ย	0.10 b	230 cdef	76 b	3.6 b	6.3 cd	0.36 b	32 de
ผักใบ_100	0.11 b	153 cdefg	76 b	5.3 ab	6.9 abc	0.40 b	35 abcde
ผักใบ_150	0.12 b	260 cd	83 b	5.7 a	6.7 abc	0.39 b	36 abcd
ผักใบ_200	0.16 a	758 a	141 b	5.5 a	6.9 abc	0.43 b	38 a
ผักหัว_100	0.09 b	126 efg	88 b	4.8 ab	6.9 abc	0.34 b	34 bcde
ผักหัว_150	0.11 b	247 cde	111 b	6.2 a	7.2 a	0.31 b	34 bcde
ผักหัว_200	0.11 b	436 b	147 b	6.3 a	7.0 ab	0.36 b	37 abc
เปลือกผลไม้_100	0.10 b	115 fg	96 b	6.3 a	6.9 abc	0.50 b	31 e
เปลือกผลไม้_150	0.10 b	139 defg	94 b	5.6 a	7.3 a	0.40 b	35 abcde
เปลือกผลไม้_200	0.12 b	213 cdefg	100 b	6.0 a	6.9 abc	0.33 b	35 abcde

ตารางที่ 8 (ต่อ)

อัตราปุ๋ย (กรัม/กระถาง)	Total N (%)	Avai.P (mg kg ⁻¹)	Avai.K (mg kg ⁻¹)	OM (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	CEC (cmol kg ⁻¹)
เศษอาหาร_100	0.09 b	59 g	82 b	4.9 ab	6.6 bc	0.27 b	36 abcd
เศษอาหาร_150	0.12 b	150 cdefg	85 b	6.3 a	6.6 abc	0.33 b	38 ab
เศษอาหาร_200	0.12 b	161 cdefg	92 b	5.1 ab	6.8 abc	0.37 b	35 abcde
ปุ๋ยเคมี	0.12 b	271 c	384 a	3.6 b	5.9 d	0.96 a	33 cde
Mean	0.112	237.45	118.6	5.38	6.78	0.412	35.4
F-test	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	0	20.9	27.97	12.95	4.93	24.27	6.07

** significant at 0.01; ns = $p > 0.1$ by DMRT

Means of the same letter in the same column are not significantly different at $P \leq 0.01$

3. ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินหลังการทดลองใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด

Perionyx excavates

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินหลังการทดลองใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavates* ได้ผลดังนี้ (ตารางที่ 9)

ในโตรเจนทั้งหมด การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากเศษวัสดุอินทรีย์ทุกชนิดและทุกอัตรา ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี มีในโตรเจนทั้งหมดในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเศษอาหารอัตรา 100 กรัม/กระถาง และไม่ใส่ปุ๋ยมีในโตรเจนทั้งหมดในดินสูงสุดเท่ากับ 0.15%

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากผักใบและผักหัวอัตรา 200 กรัม/กระถาง และปุ๋ยจากเปลือกผลไม้อัตรา 150 และ 200 กรัม/กระถาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยจากเศษอาหารและไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการใส่ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากผักหัวอัตรา 200 กรัม/กระถาง มีฟอสฟอรัสในดินสูงสุดเท่ากับ 840 mg kg^{-1} ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเท่ากับ 35 และ 77 mg kg^{-1} ตามลำดับ

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากเปลือกผลไม้อัตรา 200 กรัม/กระถาง มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่ากรรมวิธีทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าเท่ากับ 351 และ 346 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีมีค่าเพียง 206 และ 268 mg kg^{-1} ตามลำดับ

อินทรีย์วัตถุ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากผักใบอัตรา 200 กรัม/กระถาง มีอินทรีย์วัตถุในดินหลังการทดลองสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการใส่ปุ๋ยจากผักใบอัตรา 200 กรัม/กระถาง มีอินทรีย์วัตถุสูงสุดเท่ากับ 5.89% ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีสูตรมีค่าเพียง 4.0 และ 3.72% ตามลำดับ

ความเป็นกรด-ด่าง การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินดินที่ผลิตจากผักใบอัตรา 200 กรัม/กระถาง ให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีความเป็นกรด-

ค่าสูงสุด เท่ากับ 6.3 ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี ดินมีความเป็นกรด-ด่าง 5.1 และ 4.8 ตามลำดับ

การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากผักไถอัตรา 150 กรัม/กระถาง ใส่ปุ๋ยจากผักไถอัตรา 200 กรัม/กระถาง ดินมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าเท่ากับ 0.48 และ 0.47 dS m⁻¹ ตามลำดับ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยใส่ปุ๋ยเคมีค่าเท่ากับ 0.26 และ 0.34 dS m⁻¹

ความจุแลกเปลี่ยนประจุบวก การใส่ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากเศษอาหารอัตรา 200 กรัม/กระถาง ทำให้ดินมีความจุแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากเศษอาหารอัตรา 200 กรัม/กระถาง ใส่ปุ๋ยจากเศษผักไถอัตรา 150 และ 200 กรัม/กระถาง ยังทำให้ดินมีความจุแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 9 อิทธิพลของกรรมวิธีการทดลองต่อสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินหลังการทดลองใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavatus*

อัตราปุ๋ย (กรัม/กระถาง)	Total N (%)	Avai.P (mg kg ⁻¹)	Avai.K (mg kg ⁻¹)	OM (%)	pH	EC (dS m)	CEC (cmol kg ⁻¹)
ไม่ใส่ปุ๋ย	0.15	36 g	206 fg	4.00 fg	5.1 bc	0.26 de	38 b
ผักใบ_100	0.12	119 fg	200 fg	4.52 def	5.5 abc	0.25 e	44 b
ผักใบ_150	0.12	260 de	247 cdefg	5.22 bc	6.1 ab	0.48 a	46 ab
ผักใบ_200	0.12	722 b	283 bcd	5.89 a	6.3 a	0.38 abcd	39 b
ผักหัว_100	0.12	186 ef	197 g	4.36 ef	5.8 abc	0.40 abc	37 b
ผักหัว_150	0.13	259 de	294 abc	4.81 cde	5.5 abc	0.38 abc	50 ab
ผักหัว_200	0.12	841 a	346 ab	5.04 bcd	5.7 abc	0.47 a	49 ab
เปลือกผลไม้_100	0.13	107 fg	239 cdefg	4.32 ef	5.7 abc	0.38 abc	46 ab
เปลือกผลไม้_150	0.12	303 d	277 cde	4.89 bcde	6.0 ab	0.29 cde	39 b
เปลือกผลไม้_200	0.11	472 c	351 a	5.41 abc	5.9 abc	0.37 abcd	47 ab

ตารางที่ 9 (ต่อ)

อัตราปุ๋ย (กรัม/กระถาง)	Total N (%)	Avai.P (mg kg ⁻¹)	Avai.K (mg kg ⁻¹)	OM (%)	pH	EC (dS m)	CEC (cmol kg ⁻¹)
เศษอาหาร_100	0.15	64 g	213 efg	4.46 def	5.1 bc	0.28 cde	38 b
เศษอาหาร_150	0.12	96 fg	208 efg	4.81 cde	5.1 bc	0.32 bcde	45 ab
เศษอาหาร_200	0.12	146 fg	216 defg	5.49 ab	5.0 bc	0.44 ab	58 a
ปุ๋ยเคมี	0.11	78 g	268 cdef	3.72 g	4.7 c	0.34 bcde	41 b
Mean	0.1247	284.5	253.7	4.78	5.56	0.36	44.5
F-test	ns	**	**	**	**	**	**
CV (%)	0	49.4	10.75	5.12	8.06	12.42	11.58

** significant at $p \leq 0.01$; ns = $p > 0.1$ by DMRT

Means of the same letter in the same column are not significantly different at $P \leq 0.01$

ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินหลังการทดลองของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยมูลไส้เดือนดินพันธุ์ *Perionyx excavatus* พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากเศษผักใบ เศษผักหัว เปลือกผลไม้และเศษอาหาร ชนิดละ 3 อัตรา คือ 100, 150 และ 200 กรัม/กระถาง ตามลำดับ มีสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารในดินหลังการทดลองที่ดีกว่าได้แก่ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น อาจกล่าวได้ว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินนอกจากจะให้ธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินยังเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน และปรับปรุงค่าความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจึงจัดเป็นปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีชนิดหนึ่ง สามารถนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน ลดค่าใช้จ่ายในการใช้ปุ๋ยเคมี ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน (สมพร, 2551)

4. ผลการศึกษาการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* ต่อการเติบโตและผลผลิตดาวเรือง

อิทธิพลของการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด *Eudrilus eugeniae* ต่อการเติบโตและผลผลิตดาวเรืองได้ผลดังนี้ (ตาราง 10)

ความสูง การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากผักใบอัตรา 100 และ 150 กรัม/กระถาง ผลิตจากผักหัวและเปลือกผลไม้อัตรา 100, 150 และ 200 กรัม/กระถาง และผลิตจากเศษอาหารอัตรา 200 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเปลือกผลไม้อัตรา 100 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีความสูงต้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่นๆ โดยมีความสูงสูงสุดเท่ากับ 71.6 เซนติเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 20 กรัม/กระถาง ต้นดาวเรืองสูงเท่ากับ 48.6 และ 59.4 เซนติเมตรตามลำดับ

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากผักใบอัตรา 100 กรัม/กระถาง ผลิตจากผักหัว 150 กรัม/กระถาง ผลิตจากเปลือกเปลือกผลไม้อัตรา 100, 150 และ 200 กรัม/กระถาง และจากเศษอาหารอัตรา 150 กรัม/กระถาง ทำให้ดาวเรืองมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี มีเส้นผ่าน

ศูนย์กลางลำต้น เท่ากับ 0.8 และ 0.7 เซนติเมตร ขณะที่การใส่ปุ๋ยหมักในทุกกรรมวิธีข้างต้นให้ ความสูงเฉลี่ยมากกว่า 1 เซนติเมตร

ความกว้างใบ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากผักใบอัตร่า 100 กรัม/กระถาง ผลิตจาก ผักหัวอัตร่า 200 กรัม/กระถาง และผลิตจากเศษอาหารอัตร่า 200 กรัม/กระถาง ทำให้ดาวเรืองมี ความกว้างใบมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากผัก หัวและจากเศษอาหารอัตร่า 200 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีความกว้างใบมากกว่าการใส่ปุ๋ย หมักอัตร่าอื่นๆ โดยมีความกว้างใบสูงสุดเท่ากับ 13.3 เซนติเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ ปุ๋ยเคมี ดาวเรืองมีความกว้างใบ 7.3 เซนติเมตร

ความยาวใบ การใส่ปุ๋ยหมักปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากผักใบอัตร่า 100 กรัม/กระถาง ผลิต จากผักหัวอัตร่า 100 และ 150 กรัม/กระถาง และผลิตจากเศษอาหารอัตร่า 150 และ 200 กรัม/ กระถาง ทำให้ดาวเรืองมีความยาวใบมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ย มูลไส้เดือนดินจากผักหัวอัตร่า 150 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีความยาวใบมากกว่าการใส่ปุ๋ย หมักอัตร่าอื่นๆ โดยมีความยาวใบสูงสุดเท่ากับ 22.5 เซนติเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ ปุ๋ยเคมี ดาวเรืองมีความยาวใบเฉลี่ย 15.3 เซนติเมตร

จำนวนกิ่ง การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากเศษวัสดุอินทรีย์ทุกชนิดและทุกอัตร่า ทำให้ ดาวเรืองมีจำนวนกิ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี โดยการใส่ปุ๋ยมูล ไส้เดือนดินจากเปลือกผลไม้้อัตร่า 150 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีจำนวนกิ่งมากกว่าการใส่ ปุ๋ยหมักอัตร่าอื่นๆ โดยมีจำนวนกิ่งสูงสุดเท่ากับ 16 กิ่ง/ต้น ขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี ดาวเรืองมีจำนวนกิ่งเพียง 5 และ 6 กิ่ง/ต้น ตามลำดับ

เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจาก ผลิตจากผักใบอัตร่า 100 และ 150 กรัม/กระถาง ผลิตจากผักหัวอัตร่า 150 และ 200 กรัม/กระถางจากเปลือกเปลือกผลไม้้อัตร่า 200 กรัม/กระถาง และผลิตจากเศษอาหารอัตร่า 150 กรัม/กระถาง ทำให้ดาวเรืองมีเส้นผ่าน ศูนย์กลางทรงพุ่มมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจาก ผักหัวอัตร่า 200 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีขนาดทรงพุ่มมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตร่าอื่นๆ โดยมีขนาดทรงพุ่มสูงสุดเท่ากับ 37.6 เซนติเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี ต้น ดาวเรืองมีขนาดทรงพุ่มเท่ากับ 26 และ 22.6 เซนติเมตร ตามลำดับ

น้ำหนักต้นสด การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากอาหารทุกชนิดและทุกอัตรา ทำให้ดาวเรืองมีน้ำหนักต้นสดมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเปลือกผลไม้อัตรา 200 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีน้ำหนักต้นสดมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่นๆ โดยมีน้ำหนักต้นสดสูงสุดเท่ากับ 236.2 กรัม ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี ดาวเรืองมีน้ำหนักต้นสดเท่ากับ 81.6 และ 77.9 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักต้นแห้ง การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากผักใบอัตรา 100 และ 150 กรัม/กระถาง ใส่ปุ๋ยหมักจากผักหัว ปุ๋ยหมักจากเปลือกผลไม้และปุ๋ยหมักจากจากเศษอาหารและใส่ในอัตรา 150, 200 กรัม/กระถาง ทำให้มีน้ำหนักต้นแห้งดาวเรืองมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเปลือกผลไม้อัตรา 200 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีน้ำหนักต้นแห้งมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่นๆ โดยมีน้ำหนักต้นแห้งสูงสุดเท่ากับ 40.4 กรัม ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี ดาวเรืองมีน้ำหนักต้นแห้งเท่ากับ 19.4 และ 20.8 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักดอก การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากผักใบอัตรา 100 และ 150 กรัม/กระถาง ใส่ปุ๋ยหมักจากผักหัวอัตรา 100, 150 และ 200 กรัม/กระถาง ปุ๋ยหมักจากเปลือกผลไม้อัตรา 200 กรัม/กระถาง และปุ๋ยหมักจากจากเศษอาหาร อัตรา 100 และ 200 กรัม/กระถางทำให้ดาวเรืองมีน้ำหนักดอกมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากผักใบอัตรา 100 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีน้ำหนักดอกมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอัตราอื่นๆ โดยมีน้ำหนักดอกสูงสุดเท่ากับ 5.6 กรัม ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีดาวเรืองมีน้ำหนักดอกเท่ากับ 1.1 และ 2.8 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือนชนิด *Eudrilus eugeniae* และวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเติบโตและผลผลิตดาวเรือง

อัตราปุ๋ย (กรัม/กระถาง)	Height (cm)	Stem circumference (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Branch number/plant	Canopy diameter (cm)	Fresh stem weigh (g)	Dry stem weigh (g)	Flower weight (g)
ไม่ใส่ปุ๋ย	48.6 de	0.8 bc	7.3 c	15.3 b	5	26.0 bc	81.6 bc	19.4 b	1.1 e
ผักใบ_100	70.3 ab	1.2 a	12.3 ab	21.3 a	11	35.6 a	208.3 a	38.4 a	5.6 a
ผักใบ_150	66.6 abc	1.0 ab	11.0 abc	21.0 ab	13	37.0 a	209.3 a	35.5 a	3.9 abc
ผักใบ_200	53.1 cde	1.0 ab	8.6 bc	18.6 ab	12	30.3 abc	142.0 abc	28.3 ab	2.9 de
ผักหัว_100	67.3 abc	1.0 ab	10.8 abc	22.0 a	13	34.0 ab	177.3 ab	31.5 ab	3.6 abc
ผักหัว_150	59.6 abcd	1.2 a	11.6 abc	22.5 a	13	36.3 a	196.5 a	35.7 a	3.5 abc
ผักหัว_200	58.3abcd	1.0 ab	13.3 a	21.0 ab	12	37.6 a	206.9 a	36.0 a	3.7 abc
เปลือกผลไม้_100	71.6 a	1.1 a	11.0 abc	19.3 ab	11	31.0 abc	137.9 abc	27.4 ab	3.4 cd
เปลือกผลไม้_150	57.3 abcd	1.1 a	11.6 abc	21.3 a	16	34.0 ab	184.2 a	35.8 a	3.3 cd
เปลือกผลไม้_200	63.0 abcd	1.2 a	11.3 abc	21.3 a	11	36.6 a	236.2 a	40.4 a	5.3 ab

ตารางที่ 10 (ต่อ)

อัตราปุ๋ย (กรัม/กระถาง)	Height (cm)	Stem circumference (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Branch number/plant	Canopy diameter (cm)	Fresh stem weigh (g)	Dry stem weigh (g)	Flower weight (g)
เศษอาหาร_100	54.0 cde	1.0 ab	11.3 abc	20.5 ab	10	34.3 ab	199.0 a	27.2 ab	4.3 abc
เศษอาหาร_150	56.0 bcd	1.1 a	11.0 abc	18.6 ab	13	36.0 a	208.8 a	34.7 a	3.1 cde
เศษอาหาร_200	65.0 abc	1.0 ab	13.3 a	20.6 ab	14	34.6 ab	216.7 a	35.3 a	3.9 abc
ปุ๋ยเคมี	40.0 e	0.7 c	7.3c	15.3 b	6	22.6 c	77.9 c	20.8 b	2.8 de
Mean	59.3	1.1	10.8	19.9	11	33.3	177.3	31.9	3.6
F-test	**	**	*	ns	ns	*	**	*	*
CV (%)	13.4	12.6	20.5	14.8	33	14.6	23.1	20.7	27.7

*, ** significant at $p \leq 0.1, 0.05$ and 0.01 ; ns = $p > 0.1$ by DMRT

Means of the same letter in the same column are not significantly different at $P \leq 0.1, 0.05$ and 0.01

5. ผลการศึกษาการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavates* ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตดอกดาวเรือง

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินชนิด *Perionyx excavates* ต่อการเติบโตและผลผลิตดาวเรืองได้ผลดังนี้ (ตารางที่ 11)

ความสูงต้น การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากเศษวัสดุอินทรีย์ทุกชนิดและทุกอัตรา การไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 20 กรัม/กระถาง มีความสูงไม่ต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากผักหัวอัตรา 150 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 79 เซนติเมตร ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี ต้นดาวเรืองสูงเท่ากับ 50 และ 66 เซนติเมตร ตามลำดับ

ขนาดลำต้น ความกว้างใบและความยาวใบ การใส่ปุ๋ยทุกชนิด ทุกอัตราและไม่ใส่ปุ๋ย ดาวเรืองมีขนาดลำต้น ความกว้างใบและความยาวใบไม่ต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากเปลือกผลไม้อัตรา 100 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีขนาดลำต้น ความกว้างใบและความยาวใบมากที่สุดเท่ากับ 19.7 และ 16.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยให้ขนาดลำต้น ความกว้างและความยาวใบเท่ากับ 0.5, 6.5 และ 10.2 เซนติเมตร ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีมีค่าเท่ากับ 0.8, 8.0 และ 15.0 เซนติเมตร ตามลำดับ

จำนวนกิ่ง การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากเปลือกเปลือกผลไม้อัตรา 200 กรัม/กระถาง ให้มีจำนวนกิ่งดาวเรืองเท่ากับ 25 กิ่ง/ต้น ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยหมักจากเศษอาหารอัตรา 100 กรัม/กระถาง ให้ค่าต่ำสุดเท่ากับ 12 กิ่ง/ต้น

ขนาดทรงพุ่ม น้ำหนักต้นสดและน้ำหนักต้นแห้ง การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีการทดลองให้ค่าไม่ต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มจะพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักจากเศษผักหัวอัตรา 100 กรัม/กระถาง และการใส่ปุ๋ยหมักจากเศษอาหารอัตรา 150 กรัม/กระถาง ทำให้ดาวเรืองมีขนาดทรงพุ่ม (ยกเว้นปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร) น้ำหนักต้นสดและน้ำหนักต้นแห้งสูงสุด สำหรับน้ำหนักต้นแห้งสูงสุดนี้พบในวิธีใส่ปุ๋ยจากเศษอาหารอัตรา 200 กรัม/กระถาง

น้ำหนักดอก ทุกกรรมวิธีการทดลองไม่ทำให้ดาวเรืองมีน้ำหนักดอกแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากผักหัวและจากเปลือกเปลือกผลไม้อัตรา 200 กรัม/กระถาง ทำให้ต้นดาวเรืองมีน้ำหนักดอกสูงสุดเท่ากับ 9.4 และ 7.3 กรัม ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี ดาวเรืองมีน้ำหนักดอกเท่ากับ 3.3 และ 3.9 กรัม ตามลำดับ



ตารางที่ 11 ผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือนชนิด *Perionyx excavates* และวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตดาวเรือง

อัตราปุ๋ย (กรัม/กระถาง)	Height (cm)	Stem circumference (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Branch number/plant	Canopy diameter (cm)	Fresh stem weight (g)	Dry stem weight (g)	Flower weight (g)
ไม่ใส่ปุ๋ย	50.0	0.5	6.5	10.2	12 d	22.0	41.9	14.6	3.3
ผักใบ_100	64.6	0.7	8.1	14.5	17 bcd	29.3	105.1	29.4	3.4
ผักใบ_150	75.0	0.9	8.1	15.3	14 cd	27.0	138.6	31.7	2.6
ผักใบ_200	61.6	0.8	8.8	15.5	19 abcd	34.0	133.5	32.6	4.2
ผักหัว_100	78.5	0.8	8.4	14.0	22 ab	35.0	204.9	34.6	3.9
ผักหัว_150	79.0	0.8	7.6	14.8	16 bcd	29.0	136.8	30.2	1.5
ผักหัว_200	67.0	0.9	7.3	15.9	18 abcd	33.3	155.1	28.5	9.4
เปลือกผลไม้_100	74.6	1.0	9.7	16.6	14 cd	33.6	151.0	32.9	3.0
เปลือกผลไม้_150	76.0	0.9	8.5	16.4	20 abc	32.6	171.5	32.4	2.9
เปลือกผลไม้_200	68.0	0.9	8.7	15.2	25 a	34.0	139.4	30.0	7.3

ตารางที่ 11 (ต่อ)

อัตราปุ๋ย (กรัม/กระถาง)	Height (cm)	Stem circumference (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Branch number/plant	Canopy diameter (cm)	Fresh stem weight (g)	Dry stem weight (g)	Flower weight (g)
เศษอาหาร_100	61.3	0.7	7.6	12.3	12 d	29.0	87.6	28.0	1.8
เศษอาหาร_150	66.6	0.8	8.2	13.2	19 abcd	32.3	206.7	35.8	3.1
เศษอาหาร_200	67.3	0.9	8.3	17.2	16 bcd	30.6	202.1	38.3	3.2
ปุ๋ยเคมี	66.0	0.8	8.0	15.0	16 bcd	30.0	174.4	35.2	3.9
Mean	68.9	0.8	8.2	15.0	17.1	31.1	145.2	31.1	3.6
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	Ns	ns
CV (%)	20.8	12.8	18.2	17.8	21.3	18.0	24.2	23.4	26.8

* = significant at $p \leq 0.05$; ns = $p > 0.1$ by DMRT

Means of the same letter in the same column are not significantly different at $P \leq 0.05$

จากการศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* และพันธุ์ *Perionyx excavatus* ต่อการเติบโตและผลผลิตของดาวเรือง ทั้ง 14 กรรมวิธี ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากเศษผักใบ เศษผักหัว เปลือกผลไม้และเศษอาหาร ชนิดละ 3 อัตรา คือ 100, 150 และ 200 กรัม/กระถาง ตามลำดับ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 20 กรัม/กระถาง พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินทุกชนิดและทุกอัตรา มีแนวโน้มให้ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรืองดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 20 กรัม/กระถาง ซึ่งการทดลองนี้ได้ผลสอดคล้องกับ Atiyeh *et al.* (2002) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินร่วมกับปุ๋ยหมัก ทำให้ดาวเรืองมีการเติบโตดีกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว และจากการศึกษาของ Tomati *et al.* (1983) ปุ๋ยหมักดังกล่าวมีส่วนประกอบของสารเร่งราก สารเร่งให้เกิดดอกและทำให้ปล้องยาว และการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจะส่งผลให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น คือ ทำให้ดินกักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุย รากพืชสามารถชอนไชและแพร่กระจายรากได้กว้าง ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดี ทำให้จุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์บริเวณรากพืชสามารถสร้างเอนไซม์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่ปนมากับมูลไส้เดือนดินยังสามารถสร้างเอนไซม์ฟอสฟาเตสได้อีกด้วย ซึ่งจะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในดินให้สูงขึ้นได้ (อานันท์, 2548ข) และผลการทดลองได้บ่งชี้ว่าผลจากการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือนดินพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีการเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองดีกว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือนดินพันธุ์ *Perionyx excavatus* เนื่องจากปุ๋ยมูลไส้เดือนดินพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่า ถึงแม้ว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนดินพันธุ์ *Perionyx excavatus* จะมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดมากกว่า แต่ก็ต่างกันไม่มากเมื่อเทียบกับความแตกต่างของอินทรีย์วัตถุ นอกจากนี้เนื่องจากไส้เดือนดินพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* นั้นสามารถผลิตฮิวมิคได้ถึง 7.6 กรัม/กิโลกรัม (Canellas *et al.*, 2002) ซึ่งนับว่าเป็นปริมาณสูงเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่นๆ เพราะกรดฮิวมิคจะช่วยดูดซับธาตุอาหารไว้เพื่อที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นให้แก่พืชในภายหลังและยังพบว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากเศษผักใบ ผักหัว เปลือกผลไม้และเศษอาหาร มีเอนไซม์ฟอสฟาเตสในปริมาณสูงตั้งแต่ 74 -100 ไมโครกรัม/กรัม (วิสูตร, 2554 ข้อมูลส่วนบุคคล) ซึ่งเอนไซม์ฟอสฟาเตสจะช่วยในการย่อยสลายฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ที่อยู่ในดินให้กลายเป็นฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น (Buchanan *et al.*, 1998)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือน 3 ชนิดมีสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารแตกต่างกัน ปุ๋ยหมักที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือน *Eudrilus eugeniae* (African night crawler) มีอินทรีย์วัตถุสูงสุด ปุ๋ยหมักที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือน *Perionyx excavatus* (Blue worm) และ *Pheretima peguana* มีฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือนชนิด *Eudrilus eugeniae* (African night crawler) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากไส้เดือน *Perionyx excavatus* (Blue worm) มี pH สูงกว่าที่ผลิตจากอีก 2 ชนิด ปุ๋ยหมักที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือนทุกชนิดมีค่าการนำไฟฟ้าและโพแทสเซียมไม่ต่างกัน

2. ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากเศษผักหัวและเปลือกผลไม้ไม่มี pH สูงกว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตจากเศษผักใบ และเศษอาหารซึ่งตรงข้ามกับอินทรีย์วัตถุที่พบมากกว่าในปุ๋ยหมักที่ผลิตจากเศษผักใบและเศษอาหาร ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากเศษผักหัวมีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทั้งหมดมากที่สุด ส่วนไนโตรเจนทั้งหมดมีในปุ๋ยหมักที่ผลิตจากเศษผักใบมากที่สุด ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากเศษวัสดุอินทรีย์ทุกชนิดมีสภาพการนำไฟฟ้าไม่ต่างกัน

3. ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตโดยใช้ไส้เดือนชนิด *Eudrilus eugeniae* (African night crawler) อธิพิพลต่อการเติบโตและผลผลิตดาวเรืองมากกว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตโดยใช้ชนิด *Perionyx excavatus* (Blue worm)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ในการกำจัดเศษขยะอินทรีย์ชนิดอื่น เพื่อเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมัก โดยส่งเสริมให้ใช้ในครัวเรือนก่อนแล้วขยายให้เป็นระดับชุมชน เพราะเป็นการกำจัดเศษขยะอินทรีย์แบบไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี มีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง
2. ควรมีการศึกษาวិเคราะห์ธาตุอาหารพืชชนิดอื่นๆ ได้แก่ ธาตุอาหารรองและจุลธาตุ เพราะเป็นธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช
3. การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีจะช่วยส่งเสริมให้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพมากขึ้น และจะช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีและการนำเข้าปุ๋ยเคมี
4. อัตราการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่เหมาะสมสำหรับดาวเรืองขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้
 - 4.1) ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากผักใบ ควรใส่อัตรา 100 กรัม/กระถาง
 - 4.2) ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากผักหัว ควรใส่อัตรา 100-150 กรัม/กระถาง
 - 4.3) ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากเปลือกผลไม้ ควรใส่อัตรา 150 กรัม/กระถาง
 - 4.4) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากเศษอาหาร ควรใส่อัตรา 150 กรัม/กระถาง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. ระเบียบกรมพัฒนาที่ดินว่าด้วยการใช้เครื่องหมายรับรองมาตรฐาน ป๋จัยการผลิตทางการเกษตร พ.ศ.2550. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เกียรติเกษม ปาลศรี. 2539. อิทธิพลของวันปลูกและระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดาวเรือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

ทัศนีย์ ศรีโสภะ. 2540. การทำปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดิน. กรมวิชาการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 1, เชียงใหม่.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันทรเจริญสุข. 2551. คู่มือการปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เทียมใจ ตูลยาทร, อักษร ศรีเปล่ง และ สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2538. ปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์พันธ์พิบลิชซิ่ง, กรุงเทพฯ.

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

บพิธ จารุพันธุ์ และ นันทพร จารุพันธุ์. 2547. สัตววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บรรจงศักดิ์ ภักดี. 2541. ศักยภาพของการใช้ไส้เดือนดินเพื่อย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในฟาร์มขนาดเล็ก. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1, เชียงใหม่.

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

วิจิต สุวรรณปรีชา. 2531. การปลูกไม้ตัดดอก. สำนักพิมพ์อักษรภาพพัฒนา, กรุงเทพฯ.

สมพร คำเครื่อง. 2551. การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx
excavatus* จากการผสมมูลโคนมและเศษหญ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนทรี ศรีปรัชญากุล. 2504. ภูมิอารันอนุรักษ. เล่มที่ 17. สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อ
ประสานงาน, กรุงเทพฯ.

สุพาภรณ์ ดาดง. 2549. การศึกษากายวิภาคและการบำบัดกากตะกอนแห้งจากศูนย์ผลิตถัณฑ์นม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน โดยใช้ไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae*.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัมพร วัฒนชัยเสรีกุล. 2545. การผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพโดยใช้ไส้เดือนดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

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

_____. 2548. เทคนิคการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี.

_____. 2548ข. ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน. วารสารไม้ดอกไม้ประดับ. 4 (43): 61-64.

_____. 2549. ไส้เดือนดิน (Earthworms). สำนักพิมพ์พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
แห่งชาติ, ปทุมธานี.

- Alam, M.N., M.S. Jahan, M.K. Ali, M.A. Ashraf and M.K. Islam. 2007. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in Barind Soils of Bangladesh. **Journal of Applied Sciences Research** 3 (12): 1879-1888.
- Arancon et al., 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. **Pedobiologia** 49: 297-306
- Atiyeh *et al.*, 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of Marigolds. **Bioresource Tecnology** 81: 103-108.
- Brusca, R. C. and G. J. Brusca. 1990. **Invertebrates**. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts, U.S.A.
- Buchanan, SGSC., S. Dornan and NJ. Gay. 1998. Promoter sequence and expression of the leucine-rich repeat gene LRR47: evidence for cytoplasmic and nuclear localization in *Drosophila* embryos and cells. **Gene** **211(2)**: 235--244.
- Canellas, LP., FL. Olivares, OAL. Factanha and AR. Factanha. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H1-ATPase activity in maize roots. **Plant Physiol.**
- 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.

- Edwards, C.A. and I. Burrows. 1988. The potential of earthworm compost as plant growth media, pp. 21-32. *In* Edward, C.A., and E. Neuhauser (Eds.), **Earthworms in Waste and Environmental Management**. The potential of earthworm compost as plant growth media SPB Academic Press, The Hague, The Netherland,
- 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.
- Kozloff, E. N. 1990. **Invertebrates**. Saunders College Publishing, Tokyo.
- Lutz, P. E. 1986. **Invertebrate Zoology**. Addison – Wesley Publishing, Co., Inc., San Juan.
- 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.
- Sherman, R. 1998. **Snapshots of Selected Large Scale**.
<http://www.Bae.Ncsu.Edu/people/faculty/Sherman>.
- Still, S. M. 1980. **Herbaceous Ornamental Plant**. Stipes publishing company, Lllinois.
- Suthar, S. 2006. Potential utilization of guar gum industrial waste in vermicompost production. **Bioresource Technol** 97 (18): 2474 – 2477.

- Suthar, S. 2007a. Nutrient changes and biodynamics of epigenic earthworm *Perionyx excavatus* (Perrier) during recycling of some agriculture waste. **Bioresour Technol** 98 (8): 1608 – 1614.
- _____. 2007b. Vermicomposting potential of *Perionyx sansibaricus* (Perrier) in different waste materials. **Bioresour Technology** 98 (6): 1231 – 1237.
- Talsma, T. 1968. Soil salinity. Part III. pp. 35–48. In **Environmental Studies of The Colleambally Irrigation Area and Surrounding Districts**. Land Use Series Water Conservation and Irrigation Commission, NSW.
- Tomati, U. and A. Grappelli (eds). 1984. Proc. Int. Sym. On **Agricultural and Environmental Prospects in Earthworm Farming**, Publ. Minist. Ric. Sci. Tech., Rome.
- 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.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination digestion method of determining soil organic matter and propose modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**. 37:29-37
- Wilson, E. 1999. **Worm farm Management**. Kangaroo Press, NSW.



ภาคผนวก

ข้อกำหนดที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมีและการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน
(Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)

ตารางผนวกที่ 1 ปฏิกริยาดิน (soil reaction), pH (ดิน:น้ำ = 1:1)

ระดับ (rating)		พิสัย (range)
กรดจัดมาก	Extremely acid	< 4.5
กรดจัด	Very strong acid	4.5-5.0
กรดแก่	Strongly acid	5.1-5.5
กรดปานกลาง	Moderately acid	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย	Slightly acid	6.1-6.5
กลาง	Neutral	6.6-7.3
ด่างอ่อน	Mildly alkaline	7.4-7.8
ด่างปานกลาง	Moderately alkaline	7.9-8.4
ด่างแก่	Strongly alkaline	8.5-9.0
ด่างจัด	Extremely alkaline	> 9.0

ตารางผนวกที่ 2 อินทรีย์วัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724)

ระดับ (rating)		พิสัย (range) (g/kg ⁻¹)
ต่ำมาก	(VL)	< 5
ต่ำ	(L)	5-10
ค่อนข้างต่ำ	(ML)	10-15
ปานกลาง	(M)	15-25
ค่อนข้างสูง	(MH)	25-35
สูง	(H)	35-45
สูงมาก	(VH)	> 45

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)

ระดับ (rating)		พิสัย (range) (g/kg ⁻¹)
ต่ำมาก	(VL)	<0.25
ต่ำ	(L)	0.50-0.75
ปานกลาง	(M)	0.75-1.25
สูง	(H)	1.25-1.75
สูงมาก	(VH)	>2.25

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

ระดับ (rating)		พิสัย (range) (mg/kg ⁻¹)
ต่ำมาก	(VL)	<3
ต่ำ	(L)	3-6
ค่อนข้างต่ำ	(ML)	6-10
ปานกลาง	(M)	10-15
ค่อนข้างสูง	(MH)	15-25
สูง	(H)	25-45
สูงมาก	(VH)	>45

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) (NH₄OAc)

ระดับ (rating)		พิสัย (range) (mg/kg ⁻¹)
ต่ำมาก	(VL)	< 30
ต่ำ	(L)	30-60
ปานกลาง	(M)	60-90
สูง	(H)	90-120
สูงมาก	(VH)	> 120

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณค่ารวมที่สกัดได้ (exchangeable base) (NH_4OAc)

ระดับ (rating)	พิสัย (range) (cmol (+)kg^{-1})			
	Exch.Ca	Exch.Mg	Exch.K	Exch.Na
ต่ำมาก(VL)	< 2	< 0.3	< 0.2	< 0.1
ต่ำ(L)	2-5	0.3-1.0	0.2-0.3	0.1-0.3
ปานกลาง(M)	5-10	1.0-3.0	1.0-3.0	0.3-0.7
สูง(H)	10-20	3.0-8.0	6.0-1.2	0.7-2.0
สูงมาก(VH)	> 20	> 8.0	>1.2	> 2.0

ตารางผนวกที่ 7 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity)

ระดับ (rating)		พิสัย (range) (cmol(+)kg ⁻¹)
ต่ำมาก	(VL)	< 3
ต่ำ	(L)	3-5
ค่อนข้างต่ำ	(ML)	5-10
ปานกลาง	(M)	10-15
ค่อนข้างสูง	(MH)	15-20
สูง	(H)	20-30
สูงมาก	(VH)	>30

หมายเหตุ

VL = ต่ำมาก (Very low)

V = ต่ำ (Low)

ML = ค่อนข้างต่ำ (Moderately low)

M = ปานกลาง (Moderately high)

MH = ค่อนข้างสูง (Moderately high)

H = สูง (High)

VH = สูงมาก (Very high)



ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะโรงที่ใช้สำหรับเลี้ยงไส้เดือนดิน



ภาพผนวกที่ 2 แสดงบ่อที่ใช้สำหรับเลี้ยงไส้เดือนดิน



ภาพผนวกที่ 3 แสดงบ่อที่ใช้สำหรับเลี้ยงไส้เดือนดิน



ภาพผนวกที่ 4 แสดงการตากปุ๋ยมูลไส้เดือนดินให้แห้งในที่ร่ม



ภาพผนวกที่ 5 การทดลองการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง



ภาพผนวกที่ 6 การทดลองการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นายเสกสรร พินเขียว
เกิดวันที่	17 สิงหาคม 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดเพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	วท.บ. เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการพืชไร่
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัทเอกชน จังหวัดนครราชสีมา
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษา	-