

การศึกษาผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาของไส้เดือนดิน 3 สายพันธุ์ เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนอาหารสัตว์

Study on production and nutritive values of tree species of earthworm as
protein source for animal feed

ปฐมพงศ์ หล้าคำ¹, สุลีวัลย์ สุธรรมแจ่ม¹, ชานนท์ ทองดี¹, กษมา ตั้งมูททาภักทรกุล¹,
ธีรชัย หายทุกข์¹, เทอดศักดิ์ คำเหม็ง¹ และ Sawitree Wongtangintharn^{1*}

Pratompong Lakhkam¹, Suliwan Suthamcheam¹, Chanont Thongdee¹,
Gasama Tangmutthapattharakun¹, Theerachai Haitook¹, Terdsak Khammeng¹
and Sawitree Wongtangintharn^{1*}

บทคัดย่อ: ไส้เดือนดินเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกสำหรับทดแทนปลาป่นในอาหารสัตว์ โดยปกติไส้เดือนดินที่ใช้มีทั้งสายพันธุ์ไทยและต่างประเทศ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดิน 3 ชนิด เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และองค์ประกอบทางโภชนาของไส้เดือนดิน การทดลองที่ 1 กลุ่มการทดลองประกอบด้วยไส้เดือนดิน 3 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 1 สายพันธุ์ซีตาแร่ (*Pheretima peguana*: PP) กลุ่มที่ 2 สายพันธุ์ African Night Crawler (*Eudrilus eugeniae*:EE) และกลุ่มที่ 3 สายพันธุ์ดินสีแดง (*Lumbricus rubellus*: LR) ใช้ไส้เดือนดินที่สมบูรณ์พันธุ์จำนวน 180 ตัว จัดลงแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 3 กลุ่มการทดลอง ๆ 4 ซ้ำ ๆ เลี้ยงด้วยมูลวัว เวลา 60 วัน พบว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ LR มีจำนวนตัวเพิ่มขึ้นสูงสุด (240ตัว) และให้จำนวนงูไขสูงสุด (106.75 ฝูง) ($P<0.05$) ไส้เดือนดินสายพันธุ์ EE มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุด (0.78 กรัม/ตัว) ($P<0.05$) ส่วนองค์ประกอบทางโภชนาของไส้เดือนดิน พบว่า ไส้เดือนดินทั้ง 3 สายพันธุ์มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ไส้เดือนดินสายพันธุ์ EE มีไขมันสูงสุด ($P<0.05$) และการทดลองที่ 2 ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ EE มาเพาะเลี้ยงเพื่อศึกษาการให้ผลผลิต พบว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ EE ให้ผลผลิตเฉลี่ย 12 กิโลกรัม/บ่อ การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า สามารถเพาะเลี้ยงไส้เดือนสายพันธุ์ EE เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากมีการเจริญเติบโต การให้ ผลผลิต และองค์ประกอบทางโภชนาสูง

คำสำคัญ: ไส้เดือนดิน, สายพันธุ์, การเจริญเติบโต, คุณค่าทางโภชนา, อาหารสัตว์

¹ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Dept. of Animal Science, Khon Kaen University, THAILAND

* Corresponding author: sawiwo@kku.ac.th

ABSTRACT: Earthworms are an alternative protein source for fish meal replacement in animal feed. Both of Thai species and foreign species were used. The purpose of this study was to study growth rate, production and nutrient composition of 3 species of earthworm. Experiment 1, treatment groups were divided as followings: Group 1: *Pheretima peguana* species (PP) Group 2: *Eudrilus eugeniae* species (EE), Group 3: *Lumbricus rubellus* species (LR). One hundred and eighty maturity earthworms were used by Completely Randomized Design (CRD) that consisted of 3 treatments with 4 replicates. After cultivated with cow feces for 60 days, LR species increased mostly in number (240 earthworms) and number of cocoons (106.75 cocoons) ($P<0.05$). EE species was highest in weight gained (0.78 gram/earthworm) ($P<0.05$). Crude protein composition of 3 species showed no significant differences ($P>0.05$), but EE species was highest in fat content ($P<0.05$). In experiment 2, 300 grams of EE species was selected then cultured. The average productive yield of earthworm were 12 kilograms/pond. This experiment showed that EE and LR earthworms can be grown for use as animal protein because of their high yields and nutritive values.

Keywords: Earthworm, Species, Growth Rate, Nutritive Value, Feed

บทนำ

ไส้เดือนดินมีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุให้เป็นปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี (นันทวุฒิ, 2560) ใช้เป็นเหยื่อตกปลาและสามารถนำมาเป็นอาหารสัตว์ได้ดี (ดวงนา, 2549) สายพันธุ์ไส้เดือนดินที่นิยมนำมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์ทางการค้ามีประมาณ 15 สายพันธุ์เท่านั้น ส่วนใหญ่เป็นไส้เดือนดินชนิดที่จัดอยู่ในกลุ่ม Megadrili ในวงศ์ Lumbricidae ซึ่งอาศัยอยู่ในขยะอินทรีย์ และในมูลสัตว์เป็นส่วนใหญ่ ไส้เดือนดินที่พบมากในแถบยุโรป และอเมริกาเป็นไส้เดือนดินชนิด *Lumbricus terrestris* ไส้เดือนในแถบอัฟริกา เช่น ไส้เดือนดินในวงศ์ Eudrilidae (Edwards, 1997) ส่วนไส้เดือนดินที่พบมากในประเทศไทยและในแถบเอเชียอาคเนย์ ได้แก่ ไส้เดือนดินสีแดง เช่น *Pheretima peguana* และไส้เดือนดินสีเทา เช่น *Pheretima posthuma* (อานัฐ, 2550) ไส้เดือนป่นมีโปรตีน 60-70 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 7-10 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 8-20 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุ 2-3 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานรวม 4,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ไส้เดือนยังมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) เช่น ไลซีน และกรดอะมิโนกลุ่มซัลเฟอร์ อยู่ในปริมาณมาก รวมทั้งยังอุดมไปด้วยกรดไขมันอิ่มตัวสายยาว เช่น ลิโนเลอิก (linoleic) อะราชีนิก (arachidonic) และมีวิตามิน เช่น ไนอาซิน (niacin) ไรโบฟลาวิน (riboflavin) และวิตามินบี 12 ซึ่งจำเป็นสำหรับ

อาหารสัตว์ (อานัฐ, 2550) นอกจากนั้นเนื้อเยื่อไส้เดือนดินมี Glycolipoprotein (G-90) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น Growth factor, Immunoglobulin like growth factor, Antimicrobial และ Antioxidant (Cooper et al., 2004) ทั้งนี้ระดับโภชนะของไส้เดือนป่นจะแตกต่างกันไปตามวิธีการที่จะนำมาเป็นอาหารสัตว์และสายพันธุ์ของไส้เดือนดิน (Edwards, 1972) ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินชนิดที่เหมาะสมต่อการนำมาเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์เพื่อเป็นทางเลือกในการนำไปใช้ลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ของเกษตรกรต่อไป

วิธีการศึกษา

การทดลองที่ 1 ศึกษาการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และองค์ประกอบทางโภชนะของไส้เดือนดิน ใช้ไส้เดือนดินทางการค้า 3 สายพันธุ์ที่สมบูรณ์พันธุ์ (Maturity) จำนวน 180 ตัว เลี้ยงในมูลวัวหมักความชื้น 80-90 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ด่าง 6.5-7.0 และอุณหภูมิ 28-30°C ในตะกร้าขนาด 30 x 55 x 25 เซนติเมตร ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง ประกอบด้วยไส้เดือนดิน 3 สายพันธุ์ กลุ่มที่ 1 สายพันธุ์ซีตาแรว (Pheretima peguana:PP) กลุ่มที่ 2 สายพันธุ์ African Night Crawler (Eudrilus eugeniae:EE) และกลุ่มที่ 3

สายพันธุ์ดินสีแดง (*Lumbricus rubellus*:LR) โดย สุ่มไส้เดือนดินทั้ง 3 สายพันธุ์ ลงในหน่วยทดลอง หน่วยทดลองละ 4 ซ้ำๆ ละ 15 ตัว รวม 12 หน่วยทดลอง บันทึกน้ำหนักเริ่มต้น จำนวนเริ่มต้น และวัดความยาวของไส้เดือนดิน อาหารที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนคือ กากเต้าหู้จากกระบวนการทำน้ำเต้าหู้จำนวน 100 กรัม รดน้ำให้มีความชื้นมูลวัวหมักในตะกร้าทุกๆ 14 วัน ตลอดระยะเวลาทดลอง 60 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองชั่งน้ำหนักสุดท้าย บันทึกจำนวนที่เพิ่มขึ้น และนับจำนวนถุงไข่ของไส้เดือนดิน วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนาของไส้เดือนดินทั้ง 3 ชนิดอบไส้เดือนดินจนแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C 48 ชั่วโมง วิเคราะห์หา ความชื้น โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม เถ้า ไนโตรเจนฟรีแอมโมเนีย และพลังงานรวม (A.O.A.C., 1990) การทดลองที่ 2 ศึกษาการให้ผลผลิตของไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* โดยการจัดการเลี้ยงและอาหารที่ใช้เลี้ยงทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 เมื่อสิ้นสุดการทดลองชั่งน้ำหนักไส้เดือนดินในแต่ละบ่อ บันทึกผลการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variances: ANOVA) ตาม

แผนการทดลองแบบ CRD และวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1960)

ผลการศึกษา

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP, EE และ LR มีลำตัวยาว 15.59, 19.94 และ 9.91 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ EE มีความยาวสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ไส้เดือนดินมีจำนวนตัวที่เพิ่มขึ้น 6.75, 12.50 และ 240.00 ตัวตามลำดับ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ LR มีจำนวนตัวที่เพิ่มขึ้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ไส้เดือนดินมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 0.32, 0.78 และ 0.16 กรัม/ตัวตามลำดับ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ EE มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ไส้เดือนดินมีจำนวนถุงไข่ 1.50, 3.50 และ 106.75 ถุง ตามลำดับ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ LR มีจำนวนถุงไข่สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ดัง Table 1

Table 1 Growth rate and production of tree species of earthworm.

Growth rate and production	Species of earthworm			SEM	P-value
	<i>P. peguana</i>	<i>E. eugeniae</i>	<i>L. rubellus</i>		
Length, cm	15.59 ^b	19.94 ^a	9.91 ^c	0.895	0.0001
Initial no. of worm	15.00	15.00	15.00		
Final no. of worm	21.75 ^b	27.50 ^b	255.00 ^a	41.934	0.0051
No. of worm gain, worm	6.75 ^b	12.50 ^b	240.00 ^a	41.934	0.0051
Initial wt. of worm (g/worm)	1.10 ^b	1.98 ^a	0.94 ^b	0.067	0.0001
Final wt. of worm (g/worm)	1.43 ^b	2.76 ^a	1.10 ^b	0.160	0.0001
Body wt. gain (g/worm)	0.32 ^b	0.78 ^a	0.16 ^b	0.101	0.0050
No.of cocoons, cocoons	1.50 ^b	3.50 ^b	106.75 ^a	23.661	0.0181

a, b, c Values within the same row with different superscript differ significantly ($P<0.05$)

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาของไส้เดือนดิน 3 สายพันธุ์ พบว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ PP, EE และ LR มีโปรตีนรวม 58.50, 59.77 และ 49.85 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) และไขมันรวม 6.40, 10.65 และ 8.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ EE มีไขมันรวมสูงสุด ไส้เดือนดินทั้ง 3 สายพันธุ์มีเยื่อใยรวม 0.58, 0.36 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P>0.05$) ไส้เดือนดินทั้ง 3

สายพันธุ์มีเถ้า 7.49, 11.80 และ 23.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ LR มีเถ้าสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ไส้เดือนดินทั้ง 3 สายพันธุ์ มีไนโตรเจนฟรีแเอ็กซ์แทรก 22.22, 11.58 และ 23.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P>0.05$) ไส้เดือนดินทั้ง 3 สายพันธุ์มีพลังงานรวม 4.73, 4.66 และ 4.70 kcal/g ตามลำดับ ($P>0.05$) ดัง Table 2

Table 2 Chemical composition of tree species of earthworm.

Chemical composition (%)	Species of earthworm			SEM	P-value
	<i>P. peguana</i>	<i>E. eugeniae</i>	<i>L. rubellus</i>		
Dry matter, %	95.14 ^{ab}	93.49 ^b	96.02 ^a	0.399	0.0452
Moisture, %	4.85 ^{ab}	6.50 ^a	3.97 ^b	0.399	0.0452
Crude protein, %	58.50	59.77	49.85	2.839	0.1586
Crude fat, %	6.40 ^c	10.65 ^a	8.42 ^b	0.265	0.0034
Crude fiber, %	0.58	0.36	0.18	0.080	0.0887
Ash, %	7.49 ^c	11.80 ^b	13.82 ^a	0.048	0.0001
Nitrogen free extract, %	22.22	11.58	23.69	2.636	0.0847
GE (kcal/g)	4.73	4.66	4.70	0.140	0.9519

^{a, b, c} Values within the same row with different superscript differ significantly ($P<0.05$)

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ EE เลี้ยงด้วยมูลวัว ในบ่อซีเมนต์ จำนวน 10 บ่อ น้ำหนักเริ่มต้น 300 กรัม/บ่อ หลังการเลี้ยง 60 วัน พบว่าไส้เดือนดินมีน้ำ

หนักสุดท้ายเฉลี่ย 15 กิโลกรัม/บ่อ โดยไส้เดือนดินมี น้ำหนักรวมเพิ่มขึ้น 12 กิโลกรัม/บ่อ ดัง Table 3

Table 3 Yield of *Eudrilus eugeniae* in cement pond

Total yield of earthworm (kg)	Cement pond										Average	SEM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Initial wt.	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
Final wt.	15.0	14.0	15.0	17.0	15.0	16.0	15.0	15.0	13.0	15.0	15.0	33.33
Body wt. gain	12.0	11.0	12.0	14.0	12.0	13.0	12.0	12.0	10.0	12.0	12.0	33.33

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการศึกษาการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต องค์ประกอบทางโภชนาของไส้เดือนดินทางการค้า 3 สายพันธุ์ ได้แก่สายพันธุ์ PP, EE และ LR เลี้ยงด้วยมูลวัว ระยะเวลา 60 วัน พบว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ LR สามารถเพิ่มจำนวนตัวได้สูงสุด (240.00 ตัว) และให้จำนวนไข่สูงสุด (106.75 ไข่) ส่วนไส้เดือนดินชนิด EE มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุด (0.78 กรัม/ตัว) คล้ายคลึงกับงานทดลองของ สุมา (2549) เปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนักและจำนวนตัวของไส้เดือนดิน 4 สายพันธุ์ คือ *Pheretima peguana*, *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus* และ *Eudrilus eugeniae* เลี้ยงด้วยมูลวัว ระยะเวลา 60 วัน พบว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ LR มีจำนวนตัวเพิ่มขึ้นสูงสุด และไส้เดือนดินสายพันธุ์ EE มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุด อย่างไรก็ตาม จากงานทดลองครั้งนี้ น้ำหนักของไส้เดือนดินและจำนวนไส้เดือนดินที่เพิ่มขึ้นสูงกว่างานทดลองของ สุมา (2549) อาจมีสาเหตุมาจากสถานที่ สภาพแวดล้อม การเลี้ยงการจัดการ และการให้อาหารที่แตกต่างกัน โดยการศึกษาในครั้งนี้นอกจากจะเลี้ยงไส้เดือนดินด้วยมูลวัวแล้วยังมีการให้กากเต้าหู้เป็นอาหารเสริมโปรตีนแก่ไส้เดือนดิน ทำให้ไส้เดือนดินในการศึกษาครั้งนี้มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าสอดคล้องกับ อานัฐ (2550) รายงานว่า อาหารที่อุดมไปด้วยไนโตรเจน จะมีผลทำให้ไส้เดือนดินมีการเจริญเติบโตดีขึ้น ผลการศึกษาร่วมองค์ประกอบทางโภชนาของไส้เดือนดินทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณโปรตีนรวมอยู่ระหว่าง 49.85-59.77 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณไขมันรวมอยู่ระหว่าง 6.40-10.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากพิจารณาในด้านองค์ประกอบทางโภชนาของไส้เดือนดินทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่าไส้เดือนทั้ง 3 สายพันธุ์ เหมาะสมในการนำมาเป็นอาหารสัตว์ได้ดี เนื่องจากมีโปรตีนรวม และไขมันรวมสูงโดยเฉพาะไส้เดือนดินชนิด EE ถือว่ามีองค์ประกอบทางโภชนาใกล้เคียงกับปลาป่นมากที่สุด โดยปลาป่น 60 เปอร์เซ็นต์โปรตีน มีไขมันรวม 9.4 เปอร์เซ็นต์ (Sugimura et al., 1984) ในขณะที่สายพันธุ์ LR แม้ว่าจะมีผลผลิตสูงกว่า แต่มีขนาดตัวที่เล็กอีกทั้งมีค่าเก่าที่สูง ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากสายพันธุ์นี้มีความสามารถในการสะสมแร่ธาตุในตัวได้

สูงและนิยมใช้เป็นพารามิเตอร์เพื่อทดสอบการสะสมโลหะหนักในดินมากกว่าสายพันธุ์อื่น (Veltman et al., 2007) ผลการศึกษากการให้ผลผลิตของไส้เดือนดินสายพันธุ์ EE เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ระยะเวลา 60 วัน น้ำหนักไส้เดือนดินเริ่มต้นเฉลี่ย 300.00 กรัม/บ่อ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าไส้เดือนมีน้ำหนักเฉลี่ย 12-15 กิโลกรัม/บ่อ การจัดการในเรื่องการให้ความชื้น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และการให้อาหาร ล้วนมีผลต่อการให้ผลผลิตของไส้เดือนดิน หากมีการจัดการดังที่กล่าวมาอย่างเหมาะสม สามารถเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินได้ตลอดทั้งปี และนำผลผลิตจากตัวไส้เดือนดินนี้มาเป็นอาหารสัตว์ได้ตลอดทั้งปี ดังนั้นไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* มีความเหมาะสมในการใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากมีการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และองค์ประกอบทางโภชนาสูง อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาถึงองค์ประกอบของกรดอะมิโน กรดไขมันและสารสำคัญอื่นๆในไส้เดือนดินชนิดนี้ และการแปรรูปเพื่อนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ต่อไปในอนาคตอย่างยั่งยืน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรอาหารสัตว์เขตร้อน (Tropical Feed Resources Research and Development Center, TROFREC) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ภายใต้โครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ [กองทุนสนับสนุนงานวิจัย(สกว.) Thailand Research Fund (TRF) contract grant IRG5980010] ที่สนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ดวงนภา หลีสกุล. 2549. การเลี้ยงไส้เดือนแดง (*Lumbricus rubella* Hoffmeister) โดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อเป็นอาหารของสัตว์น้ำ. เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาประมง, หน้า 598-604.
- นันทวุฒิ จำปางาม. 2560. เทคโนโลยีปุ๋ยหมักไส้เดือนดินเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน. วารสาร

- วิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 11(2):70-81.
- สุมา หนูแก้ว. 2549. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพ
และปริมาณของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้
จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ
ของไส้เดือนดินกำจัดขยะที่เป็นการค้าใน
ระบบการผลิตพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการ
จัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
เชียงใหม่.
- อานัฐ ตันโช. 2550. ไส้เดือนดิน (earthworms).
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีแห่งชาติ : ปทุมธานี.
- Abdullah, A. A. and K. Sitarum. 2011. An
investigation into the anti-microbial and
anti-fungal properties of earthworm
powder obtained from *Eisenia fetida*.
American Journal of Food Technology.
6(4):329-335.
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical
Chemists). 1990. Official Methods of
Analysis. 15th Eds. A.O.A.C. Arlington.
VA. U.S.A. 1298 pp.
- Cooper, E. L., T. M. Hrzenjak and M. Grdisa.
2004. Alternative sources of fibrinolytic,
anticoagulative, antimicrobial and
anticancer molecules. J. Immunopathol
Pharmacol. 17(3):237-44.
- Edwards, C . A. 1972. Biology of earthworm.
John Wiley & Sons, New York.
- Edwards, C. A. 1997. Earthworms in organic
waste management. In "Proceedings of
the Organic WasteManagement
Conference, Adelaide, Australia.
Australia: Australian Worm Growers
Association.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1960. Principles
and procedures of statistics. McGraw
Hill Book Co., New York. U.S.A.
- Sugimura, K., E. Hori., Y. Kurihara and S. Itoh.
1984. Nutritional value of earthworms
and grasshoppers as poultry feed. J.
Poult Sci. 21:1-7.
- Veltman, K., M. A. J. Huijbregts, M. G. Vijver,
W. J. G. M. Peijnenburg, P. H. F.
Hobbelen, J. E. Koolhaas, C. A. M. van
Gestel, P. C. J. van Vliet and A. Hendriks.
2007. Metal accumulation in the
earthworm *Lumbricus rubellus*. Model
predictions compared to field data.
Environmental Pollution. 148(2):428-
436.