สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แม่โจ้ ๒๔๗๙

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง เทคนิคการเพิ่มอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพของสารพิษตกค้างในดินเพื่อระยะเวลาการปรับเปลี่ยนสู่ระบบเกษตรอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน

Techniques for Increased Degradation Rate of Synthetic Chemical Residues in Soil for Shorten Conversion Period to Organic Farming Production

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ: การจัดการดินและธาตุอาหารพืชเพื่อลดระยะเวลาปรับเปลี่ยนสู่ระบบการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืน
(Soil and Plant Nutrition Management on the reduction of Conversion Period for Sustainable Organic Farming Production)

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2559
จำนวน 249,400 บาท

หัวหน้าโครงการ นายอานัฐ ตันโช
ผู้ร่วมโครงการ นางสาวสุลีรัก อารักษณ์ธรรม
นางสาวสุนิษา นนทธิ

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
สิงหาคม 2560

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ประจำปี 2559 รวมทั้งได้รับความร่วมมือจากบุคลากรและหน่วยงานหลายแห่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง อาทิสำนักงานกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักงานกองทุนปุ๋ยอินทรีย์และไฮโดรโพนิคส์ มูลนิธิโครงการหลวง พร้อมทั้งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในหน่วยงานอื่นที่มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการศึกษาวิจัย และท้ายสุดขอขอบพระคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยในครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

สิงหาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
การตรวจเอกสาร	5
วิธีการดำเนินการวิจัย	12
ผลการวิจัย	14
วิจารณ์ผลการทดลอง	20
สรุปผลการวิจัย	23
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก	27

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงปริมาณวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่นำเข้าในประเทศไทยเดือนมกราคม-ธันวาคม 2555	6
ตารางที่ 2	แสดงค่าเฉลี่ยการสลายตัวของ cypermethrin, chlorpyrifos, และ deltamethrin ที่ ตกค้างใน ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพในระยะเวลาการหมัก 60 วัน	6
ตารางที่ 3	แสดงค่า EC และฟอสฟอรัส (P)ในดินปลูกดอกเยอบีร่าในตำรับทดลองที่มี ไส้เดือนดินและไม่ มีไส้เดือนดิน	8
ตารางที่ 4	แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาร Cypermethrin ($\mu g.kg^{-1}$) และ Chlorpyrifos ($\mu g.kg^{-1}$) ในดินนาน้ำขัง ที่ใช้มูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	15
ตารางที่ 5	แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาร Cypermethrin ($\mu g.kg^{-1}$) และ Chlorpyrifos ($\mu g.kg^{-1}$) ในแปลงพริก ที่ใช้มูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินในระยะเวลาที่แตกต่างกัน	18

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ตำรับทดลอง (ควบคุม) ดินผสมวัสดุปลูก	9
ภาพที่ 2	ตำรับทดลอง ดินผสมวัสดุปลูก+ไส้เดือนดินสีเทาพันธุ์ *Amynthas* sp.	9

การศึกษาเทคนิคการเพิ่มอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพของสารพิษตกค้างในดินเพื่อลดระยะเวลาการปรับเปลี่ยนสู่ระบบเกษตรอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน

Study on Techniques for Increased Degradation Rate of Synthetic Chemical Residues in Soil for Shorten Conversion Period to Organic Farming Production

อานัฐ ตันโช [1] สุลีรัก อารักษณ์ธรรม [2] และสุนิษา นนทธิ [3]

Arnat Tancho,Suleerak Arlaktham and Sunisa Nontati

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ. เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การศึกษาเทคนิคการเพิ่มอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพของสารพิษตกค้างในดินเพื่อลดระยะเวลาการปรับเปลี่ยนสู่ระบบเกษตรอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลการใช้มูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินในการลดปริมาณสารพิษตกค้างในดินของสารกลุ่ม Organophosphates (Chlorpyrifos) และ Pyrethroids (Cypermethrin) ในระดับแปลงปลูกพืช 2 ชนิด ได้แก่ นาข้าว และแปลงพริก

ทำการศึกษาในระดับแปลงปลูกพืช โดยเก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกพืชทั้ง 2 ชนิด ที่มีการใช้มูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ร่วมกับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช 2 ชนิด คือ Cypermethrin และ Chlopyrifos มาตรวจวัดปริมาณสารพิษที่ตกค้างในแปลงปลูก โดยตรวจวัดดินก่อนทำการทดลอง และหลังการพ่นสารที่ 0 วัน 15 วัน 30 วัน 60 วัน และ 120 วัน พบว่า ค่าการสลายตัวของ Cypermethrin ที่ตกค้างในดินทดสอบนั้นจะสลายตัวหมดภายในระยะเวลา 15 วัน ในแปลงปลูกข้าว และสลายตัวภายในระยะเวลา 0 วันในแปลงที่ปลูกพริก โดยการใส่มูลไส้เดือนดิน มีค่าการสลายตัวเกิดขึ้นสูงสุด สูงกว่าการใส่น้ำหมักมูลไส้เดือนดินและตำรับควบคุม ในส่วนของค่าการสลายตัวของ Chlopyrifos ในดินทดสอบพบว่าสลายตัวหมดภายในระยะเวลา 30 วัน ในแปลงปลูกข้าว แต่ในส่วนของแปลงพริก Chlopyrifos สลายตัวหมดภายในระยะเวลามากกว่า 60 วัน โดยการใส่มูลไส้เดือนดินมีการสลายตัวของ Chlopyrifos เกิดขึ้นมากกว่า น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน

การศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่า การใส่มูลไส้เดือนดินจะช่วยเพิ่มอัตราการสลายตัวของ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ได้ดีกว่าการไม่ใส่ ทั้งในแปลงปลูกข้าวและแปลงพริก ดังนั้นการใช้มูลไส้เดือนดิน สามารถเป็นตัวเลือกหนึ่งในการใช้เพิ่มอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพของสารพิษที่ตกค้างในดินได้ นอกจากการใช้ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินแล้ว

คำสำคัญ: สารพิษตกค้าง, การย่อยสลายทางชีวภาพ, เกษตรอินทรีย์, ปุ๋ยหมักไส้เดือนดิน, น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน

Abstract

The study on technique to increase the degradation rate of synthetic chemical residues in soil in order to convert to organic farming systems by vermicompost and vermicompost liquid. The aim of this study was to test the effect of vermicompost and vermicompost liquid on decreasing the Organophosphates (Chlorpyrifos) and Pyrethroids (Cypermethrin) in soil crops where cultured with rice and pepper.

The study followed by collecting the soil samples from crops where had been using vermicompost and vermicompost liquid treated with chemical pesticides in 2 formulas, Organophosphates and Pyrethroids. They were measured the quantity of chemical residues in soil by Check Soil before test on 0 day, 15 day, 30 day and 120 day showed that the degradation rate of Cypermethrin synthetic chemical residues in soil would finished within 15 days in rice crop and degradation rate within 0 days in pepper crop by added vermicompost. The Vermicompost showed degradation rate that was faster than vermicompost liquid on degradation rate of Cypermethrin and control. The degradation rate of Chlorpyrifos synthetic chemical residues in soil showed that soil samples found the degradation finished within 30 days in rice crop but in pepper crop found the degradation finished within 60 days by using vermicompost. Vermicompost showed the degradation rate faster than vermicompost liquid on Cypermethrin.

This study was concluded that adding of vermicompost would increased the degradation rate of Cypermethrin and Chlorpyrifos better than not added in rice and pepper. Therefore adding in soil of vermicompost were one option in use for increasing degradation rate of synthetic chemical residues, which are not only use for improving soil fertility.

Key word: Chemical residues, Biodegradation, Organic Farming, Vermicompost, Vermicompost liquid

คำนำ

จากการศึกษาที่ผ่านมาของจารุพงศ์ และ ชุลีมาศ (2556) พบว่า ค่าการสลายตัวของ cypermethrin, chlorpyrifos, และ deltamethrin ที่ตกค้างในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินนั้นจะสลายตัวหมดภายในระยะเวลาการหมักที่ 30 วัน ในขณะที่ปุ๋ยหมัก และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่มีไส้เดือนดินในกระบวนการผลิตปุ๋ยนั้นจะสลายตัวหมดในระยะเวลานานกว่า 60 วัน ซึ่งคณะวิจัยคาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ไส้เดือนดินที่ปนออกมากับมูลไส้เดือนดิน ทั้งนี้เคยมีการคัดแยกจุลินทรีย์ในลำไส้ไส้เดือนดินได้กว่า 343 ชนิด (Winding *et al.* (1997) ซึ่งพบว่าแบคทีเรียกลุ่มต่างๆ ดังกล่าวที่แยกได้นั้นเป็นกลุ่มที่สร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และละลายธาตุฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงในดินได้ (Loreno-Osti *et al.*, 2004; Martínez-Romero, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Manuel and Jorge (2009) พบว่า กิจกรรมของเอ็นไซม์ acid phosphatases และ alkaline phosphatases ที่วัดได้จากมูลไส้เดือนดินนั้นสูงกว่าที่วัดได้จากจากมูลวัวและมูลหมูที่ไม่ผ่านการกินโดยไส้เดือนดิน แต่ทั้งนี้กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์บางกลุ่มในดินโดยธรรมชาติจะไม่เคลื่อนที่และสร้างโคโลนีอยู่เป็นแห่งๆ ด้วยเหตุดังกล่าวจุลินทรีย์ธรรมชาติที่มีอยู่ในดินนั้นจะเป็นประโยชน์น้อยมากหากปราศจากการแพร่กระจายตัวลงไปในดิน ทั้งนี้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินนั้นเป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เกษตรกรสามารถผลิตจากขยะอินทรีย์และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและใช้กันอย่างแพร่หลายแล้วทั่วประเทศในแง่ของปุ๋ยอินทรีย์บำรุงดิน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ต้นทุนต่ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดฟื้นฟูดินที่ปนเปื้อนสารพิษทั้งในระบบเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมี รวมถึงประยุกต์ใช้ในแง่ของปุ๋ยชีวภาพในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้พร้อมๆกัน

ดังนั้นโครงการศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ในการช่วยกระตุ้นกระบวนการการย่อยสลายทางชีวภาพของสารพิษที่ตกค้างในดินให้เกิดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นนั้นมีความเป็นไปได้สูง ทั้งนี้ในปีที่ 1 โครงการได้ศึกษาเก็บตัวอย่างดินจากแปลงของเกษตรกรที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างเข้มข้น 2 ชนิดพืช (นาข้าว พริก) ชนิดพืชละ 5 แปลง นำดินที่เก็บได้มาศึกษาการใช้มูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินต่อการย่อยสลายทางชีวภาพของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในดิน 3 กลุ่ม คือ Organophosphates, Pyrethroids และ Organochlorines โดยตรวจวัดข้อมูล 3 ช่วงเวลาหลังทดลองที่ 15 วัน 30 วัน และ 60 วัน นำดินตัวอย่างมาทดสอบใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน (อัตรา 200 กิโลกรัม/ไร่) น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน (อัตรา 10 ลิตร/ไร่) และไม่ใส่ (ควบคุม) ผสมตัวอย่างกับปุ๋ยดีแล้วบรรจุลงในกระถางนำไปบ่ม อุณหภูมิห้อง รักษาระดับความชื้นของดินในระดับ 60 WHC (ปรับความชื้นโดยใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วไม่ปนเปื้อนสารและเชื้อจุลินทรีย์อื่น) และแบ่งดินจากการทดลองไปตรวจวัดปริมาณสารพิษกลุ่ม organophosphates, pyrethroids และ organochlorines ตามระยะเวลาที่กำหนดที่ 15 วัน 30 วัน และ 60 วัน ซึ่งผลการ

ทดลองที่ได้นั้นได้นำมาใช้ในการกำหนดแนวทางวิธีการสำหรับการทดลองในแปลงเกษตรกรที่เพาะปลูกพื้นจริงในพื้นที่การเกษตร เพื่อเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่จริงต่อไปในปีที่ 2

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักมูลไส้เดือนดินที่ผลิตได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ของไส้เดือนดิน ต่อการย่อยสลายทางชีวภาพของสารพิษที่ตกค้างในดินกลุ่ม Organophosphates (Chlorpyrifos) และ Pyrethroids (Cypermethrin) ในระดับแปลงปลูกพืช

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางวิธีการลดปริมาณสารพิษที่ตกค้างอยู่ในดินอย่างมีประสิทธิภาพในระยะเวลาที่รวดเร็ว
2. เพิ่มแนวทางในการลดระยะเวลาสำหรับการปรับเปลี่ยนดินจากระบบเกษตรที่มีการใช้สารเคมีไปสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ ด้วยการจัดการที่ง่ายและใช้ต้นทุนต่ำ
3. องค์ความรู้ที่ได้สามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ในแง่ของปุ๋ยชีวภาพ เพื่อส่งเสริมการใช้ในประเทศและจำหน่ายต่างประเทศได้ อันจะนำไปสู่การลดการนำเข้าปุ๋ยชีวภาพบางชนิดลงได้

การตรวจเอกสาร

เกษตรอินทรีย์ คือการทำการเกษตรด้วยหลักธรรมชาติ บนพื้นที่การเกษตรที่ไม่มีสารพิษตกค้างและหลีกเลี่ยงจากการปนเปื้อนของสารเคมีทางดิน ทางน้ำ และทางอากาศเพื่อส่งเสริมความอุดสมสมบูรณ์ของดิน ความหลากหลายทางชีวภาพ ในระบบนิเวศน์และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่สมดุลธรรมชาติโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์หรือสิ่งที่ได้มาจากการตัดต่อพันธุกรรม ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีแผนการจัดการอย่างเป็นระบบในการผลิตภายใต้มาตรฐานการผลิตเกษตรอินทรีย์ให้ได้ผลผลิตสูง อุดมด้วยคุณค่าทางอาหารและปลอดสารพิษโดยมีต้นทุนการผลิตต่ำเพื่อคุณภาพชีวิต และเศรษฐกิจพอเพียง แก่มวลมนุษยชาติ และสรรพชีวิต

ในการปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตเป็นแบบเกษตรอินทรีย์นั้นเกษตรกรต้องเสนอแผนการจัดการฟาร์มที่ชัดเจนเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต ต่อหน่วยรับรองระบบการผลิตพืชอินทรีย์เพื่อพิจารณาอนุมัติในด้านประวัติฟาร์ม แผนการปรับเปลี่ยนและช่วงเวลา ประวัติการใช้สารเคมี รวมถึงผลการวิเคราะห์ผลตกค้างของสารเคมีในดิน พื้นที่ทำการเกษตรอยู่ก่อนแล้วใช้เวลาปรับเปลี่ยน 1 ปี สำหรับพืชล้มลุก และ 3 ปี สำหรับพืชยืนต้น ในส่วนของพื้นที่เปิดใหม่ อาจได้รับการยกเว้นไม่ต้องมีระยะเวลาปรับเปลี่ยน แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับผลการวิเคราะห์ผลตกค้างของสารเคมีในดินและในผลผลิต และให้อยู่ในดุลยพินิจของหน่วยงานรับรอง (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2543) ดังนั้นการบำบัดฟื้นฟูดินให้มีการปนเปื้อนของสารตกค้างของสารเคมีในดินจึงมีความสำคัญมากต่อการใช้พื้นที่นั้นในการผลิตพืชในระบบเกษตรอินทรีย์

ปัจจุบันวิธีที่ได้รับความนิยมใช้ในการบำบัดดินปนเปื้อน ประกอบด้วย 3 วิธี คือ 1.การขุดดินปนเปื้อนไปบำบัดและกำจัดในพื้นที่อื่น 2.ปล่อยดินปนเปื้อนไว้ที่เดิมและทำการบำบัดในพื้นที่ 3. ปล่อยดินปนเปื้อนไว้ที่เดิมและทำการป้องกันไม่ให้การปนเปื้อนแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างไปสู่ พืช สัตว์ และมนุษย์ ในส่วนของแนวทางการบำบัดดินปนเปื้อนอาจทำได้หลายวิธีด้วยกัน ดังเช่น การใช้วิธี Soil Flushing ซึ่งเป็นวิธีการบำบัดฟื้นฟูดินโดยใช้หลักการการชะล้างด้วยสารละลายที่เหมาะสม เช่น น้ำ หรือ Surfactants โดยอาศัยคุณสมบัติในการละลาย (solubility) ของมลสารที่ต้องการกำจัด และอีกวิธีการหนึ่งที่ได้รับความนิยมมาก คือวิธีการ Biological Degradation การย่อยสลายทางชีวภาพ เป็นกระบวนการทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญสามารถเกิดขึ้นเองได้ในสภาพธรรมชาติ โดยการเปลี่ยนของเสียที่เป็นสารอินทรีย์ให้กลับมาเป็นชีวมวลและผลพลอยได้ที่ไม่มีอันตรายของพวกสิ่งมีชีวิตในดิน โดยเฉพาะจุลินทรีย์ ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และกรดอนินทรีย์ โดยปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการย่อยสลายทางชีวภาพ ได้แก่ สมบัติและความเข้มข้นของมลสารอินทรีย์ ชนิดของจุลินทรีย์ในดิน ลักษณะและสมบัติของของเสีย (Waste characteristic) (จงรักษ์และคณะ, 2553)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่นำเข้าในประเทศไทยเดือนมกราคม-ธันวาคม 2555

ลำดับ	ประเภทของวัตถุอันตราย	มกราคม - ธันวาคม		
		ปริมาณ (กก.)	มูลค่า (บาท)	สารสำคัญ (กก.)
1	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	106,860,024.20	11,293,852,477.74	60,231,522.55
2	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	16,796,966.18	3,686,166,848.95	4,065,471.76
3	สารป้องกันและกำจัดโรคพืช (Fungicide)	6,971,703.72	3,883,437,752.91	4,420,968.04
4	สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (PGR)	2,374,630.50	221,807,279.40	501,681.41
5	สารรมควันพืช (Fumigants)	945,361.00	154,383,835.57	666,346.40
6	สารกำจัดหอยและหอยทาก (Molluscicide)	233,389.00	53,690,149.00	201,615.38
7	สารกำจัดไร (Acaricide)	195,088.29	64,153,590.86	68,020.60
8	สารกำจัดหนู (Rodenticide)	10.00	2,320.96	8.00
9	สารกำจัดไส้เดือนฝอย (Nematocide)	4.01	36,777.84	0.44
10	สารอื่น (Other)	3.00	995.32	2.98
รวม		134,377,179.90	19,357,441,628.55	70,155,637.55

ที่มา :ดัดแปลงจาก กรมวิชาการเกษตร,(2555) http://www.doa.go.th/ard/FileUpload/StatisticsHazard%20Type%2055.pdf

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยการสลายตัวของ cypermethrin, chlorpyrifos, และ deltamethrin ที่ตกค้างใน ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพในระยะเวลาการหมัก 60 วัน

Organic waste Management	(%) degradation *								
	15 days			30 days			60 days		
	cyper	chlorpy	delta	cyper	chlorpy	delta	cyper	chlorpy	delta
bio-fermentation[1]	95.3	89.9	72.5	92.8	55.1	100	90.5	72.5	-
bio-fermentation[2]	83.9	88.5	-	81.3	94.3	-	81.6	91.5	-
compost[1]	83.0	2.3	35.0	56.2	0.8	100	93.6	72.4	-
compost[2]	77.1	27.4	-	31.8	18.3	-	89.7	57.6	-
vermicompost[1]	99.3	82.5	91.5	100.0	97.8	100	100.0	100.0	-

ที่มา: ดัดแปลงจาก จารุพงศ์ และ ชุลีมาศ (2556)

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองของ จารุพงศ์ และ ชุลีมาศ (2556) พบว่า ค่าการสลายตัวของ cypermethrin, chlorpyrifos, และ deltamethrin ที่ตกค้างในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินนั้นจะสลายตัวหมดภายในระยะเวลาการหมักที่ประมาณ 30 วัน ในขณะที่ปุ๋ยหมัก และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่มีไส้เดือนดินในกระบวนการผลิตปุ๋ยนั้นจะสลายตัวหมดในระยะเวลามากกว่า 60 วัน

การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (Vermicompost) คือ กระบวนการเลี้ยงไส้เดือนดินโดยให้ไส้เดือนดินกินขยะอินทรีย์รวมทั้งมูลสัตว์ และผลผลิตมูลไส้เดือนดินที่ได้เรียกว่า ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ปัจจุบันมีการส่งเสริมกันอย่างกว้างขวางในการใช้ไส้เดือนดินกำจัดขยะอินทรีย์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูล

ไส้เดือนดิน โดยนำมาใช้ในทางการเกษตร โดยเฉพาะการบำรุงต้นพืช และบำรุงดิน โดยใช้ในรูปของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินหรือ มูลไส้เดือนดินที่ถูกขับถ่ายออกจากไส้เดือนดินนั้นจะมีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะประชากรของแบคทีเรีย ทั้งนี้เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างไส้เดือนดินกับจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ภายในลำไส้ของไส้เดือนดินนั้นมีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน โดยไส้เดือนดินทำหน้าที่ในการกินและบดย่อยอาหารให้มีขนาดเล็กและสร้างสภาวะที่เหมาะสมต่อการอาศัยอยู่และการเกิดกิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ (Edwards and Bohlen,1996 ;Lavelle and Spain, 2001) มูลไส้เดือนดินจะมีปริมาณธาตุอาหารพืชสูงกว่าดินในบริเวณที่อาศัยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Manuel and Jorge, 2003) ทั้งนี้ก็ด้วยกิจกรรมของเอ็นไซม์ที่ถูกผลิตขึ้นโดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในมูลไส้เดือนดินนั้น ((Manuel *et al*., 2005)

โดยมีรายงานว่าสามารถแยกจุลินทรีย์ได้ 343 ชนิด จากลำไส้ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima sp.* ซึ่งประกอบด้วย แอคติโนมัยซิท แบคทีเรีย และเชื้อรา(Winding *et al*., 1997)โดยพบแบคทีเรียในสกุล*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Azotobacter*, *Serratia*, *Aeromonas* และ *Enterobacter* (Valle-Molinas *et al*., 2007; Byzov *et al*., 2007; Singleton *et al*., 2003) ซึ่งจุลินทรีย์ต่างๆ ดังกล่าวเป็นกลุ่มที่สร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant growth promoters) ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ(Free-living nitrogen fixers) และละลายธาตุฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงในดิน(Phosphate solubilizers) (Loreno-Osti *et al*., 2004; Martínez-Romero, 2001) โดย Manuel and Jorge (2009)ได้ทดสอบการกินมูลวัวและมูลหมูของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*มูลไส้เดือนดินที่ได้จากการกินมูลสัตว์ทั้ง 2 ชนิด มีกิจกรรมของเอ็นไซม์acid phosphatases และ alkaline phosphatases ที่วัดได้สูงมากกว่าที่วัดได้จากจากมูลวัวและมูลหมูที่ไม่ผ่านการกินโดยไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้

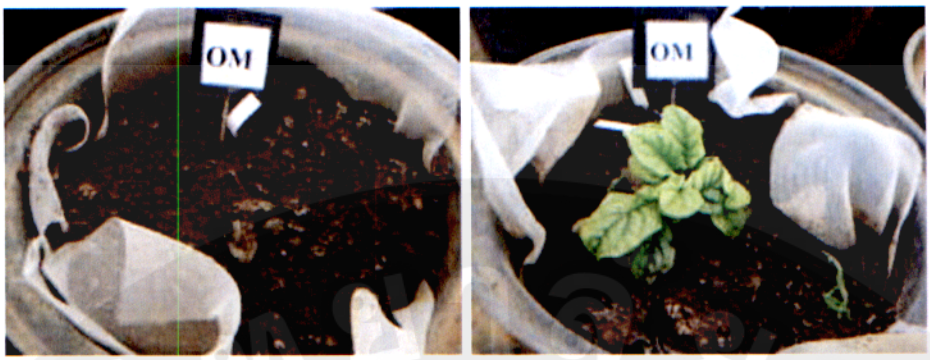
กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์บางกลุ่มในดินโดยธรรมชาติจะไม่เคลื่อนที่และสร้างโคโลนีอยู่เป็นแห่งๆ ดังนั้นจุลินทรีย์จะมีผลน้อยมากต่อการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชหากปราศจากการแพร่กระจายตัวลงไปในดิน ไส้เดือนดินเป็นสิ่งมีชีวิตในดินชนิดหนึ่งที่พบว่าสามารถช่วยแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์ในดินได้ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* และ *Lumbricus terrestris* จะกินดินและวัสดุอินทรีย์บริเวณผิวดินที่ปนเปื้อนเชื้อ*Rhizobium japonicum* เข้าไปเชื้อนั้นผ่านลำไส้ของไส้เดือนดินออกมาโดยไม่ได้รับอันตราย และเมื่อไส้เดือนดินถ่ายมูลพร้อมเชื้อดังกล่าวออกมาในบริเวณต่างๆ ของแปลงปลูก ก็จะทำให้เชื้อแพร่กระจายสร้างกลุ่มโคโลนีอยู่บริเวณกองมูลเหล่านั้น เชื้อรา *Rhizobium japonicum* นั้นเป็นเชื้อราชนิดที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศและมีการสร้างปุ่มปมในรากถั่วลิสง บริเวณที่พบไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus terrestris* อาศัยอยู่จะพบว่ามีปุ่มปมบนรากถั่วลิสงจำนวนมาก (Rouelle, 1983)

ในด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินจากการทดลองของ สุลีรัก และอานัฐ (2553) พบว่า ต้นเบญจมาศที่ปลูกในดินที่มีไส้เดือนดินอาศัยอยู่ 20 ตัวต่อกระถาง จะส่งผลให้มีรากยาวกว่า มวลรากแห้งมากกว่า มีช่อดอกแขนงมากกว่า ความยาวก้านดอกแขนงสั้นกว่าตำรับทดลองควบคุมและจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในดินปลูกทั้งสองตำรับทดลอง พบว่า ตำรับทดลองที่มีไส้เดือนดินจะมีค่าสูงกว่าตำรับทดลองที่ไม่มีไส้เดือนดินทุกตัวชี้วัด ยกเว้น ค่า EC ที่มีค่าต่ำกว่า โดยตำรับทดลองที่มีไส้เดือนดินจะมีอินทรียวัตถุ(OM)มากกว่าตำรับทดลองควบคุม 22 % มีธาตุไนโตรเจน (N) มากกว่า 23 % ธาตุฟอสฟอรัส (P) มากกว่า 23 % และธาตุโพแทสเซียม (K) มากกว่า 84 % ตามลำดับ และจากการทดลองปลูกผักกาดหอมห่อของเกษตรกรในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย ด้วยการรองพื้นด้วยมูลกระต่ายและปล่อยไส้เดือนดินท้องถิ่นพันธุ์ *Amynthas* sp. 10 ตัว/ตารางเมตร พบว่า สามารถเก็บผลผลิตผักกาดหอมห่อได้เร็วกว่าแปลงควบคุม 1 สัปดาห์ และได้น้ำหนักผลผลิตผักกาดหอมห่อมากกว่าแปลงควบคุม 41 % มีธาตุฟอสฟอรัส (P) สูงกว่าแปลงควบคุม 32 % (อานัฐ, 2551) และจากการทดลองปลูกเยอบีร่าในสถานีเกษตรหลวงปางดะ โดยผสมดินปลูกกับมูลวัวใหม่ ขุยมะพร้าวและแกลบดำ และปล่อยไส้เดือนดินในกระถาง 20 ตัว/กระถาง พบว่า ดินปลูกที่ไม่มีไส้เดือนดินค่า EC ที่วัดได้สูงมากเท่ากับ 2.1 dS/m ส่งผลเป็นพิษต่อต้นเยอบีร่าที่ปลูกเหลืองและตายในที่สุด แต่กระถางที่ปล่อยไส้เดือนดินพบว่ามีค่า EC เท่ากับ 700 uS/cm และต้นเยอบีร่าไม่แสดงอาการเหลืองหรือตายและสามารถเจริญเติบโตได้ปกติ (อานัฐ, 2553) ซึ่งจากคุณสมบัติของไส้เดือนดินและจุลินทรีย์ในลำไส้ไส้เดือนดินดังกล่าวข้างต้นสามารถกล่าวได้ว่าการกินวัสดุอินทรีย์และการย่อยอาหารของไส้เดือนดินนับเป็นเป็นพื้นฐานของกระบวนการทำปุ๋ยหมักที่เร็วที่สุดในปัจจุบันก็ว่าได้ (Byzov *et al*., 2007)

ตารางที่ 3 แสดงค่า EC และฟอสฟอรัส (P)ในดินปลูกดอกเยอบีร่าในตำรับทดลองที่มี ไส้เดือนดินและไม่ มีไส้เดือนดิน

ตำรับทดลอง	EC	Available-p (ppm)
(T1) ดินผสมวัสดุปลูก	2.1 dS/m	112
(T2) ดินผสมวัสดุปลูก+ไส้เดือนดินสีเทาพันธุ์ *Amynthas* sp.	700 uS/cm	993

ที่มา : อานัฐ (2553)



ภาพที่ 1 ตำรับทดลอง (ควบคุม) ดินผสมวัสดุปลูก

ภาพที่ 2 ตำรับทดลอง ดินผสมวัสดุปลูก+ไส้เดือนดินสีเทาพันธุ์ *Amynthas* sp.

ปุ๋ยหมักและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน(อานัฐ, 2550)

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (Vermicompost) หมายถึง เศษซากพืชอินทรียวัตถุต่างๆ รวมทั้งดินและจุลินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไปแล้วผ่านกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุเหล่านั้นภายในลำไส้ของไส้เดือนดิน แล้วจึงขับถ่ายเป็นมูลออกมาทางรูทวาร ซึ่งมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นเม็ดสีดำ มีธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ในปริมาณที่สูง และมีจุลินทรีย์จำนวนมาก ซึ่งในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดินขยะอินทรีย์ ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไป และผ่านการย่อยสลายในลำไส้แล้วขับถ่ายออกมา มูลไส้เดือนดินที่ได้เรียกว่า “ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน”

น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน (Liquid Vermicompost) หมายถึง น้ำที่ได้จากกระบวน การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินซึ่งเป็นน้ำที่ได้จากการเน่าสลายของเศษขยะอินทรีย์ที่ใช้เป็นอาหารของไส้เดือนดิน ซึ่งเป็นน้ำในเซลล์ของพืชผัก ผลไม้ และเศษอาหารต่างๆ หรือน้ำที่ได้จากวัสดุที่นำมาใช้ให้ไส้เดือนดินกำจัด โดยน้ำหมักที่ได้จะมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลดำ คล้ายน้ำโคล่า ไม่มีกลิ่นเหม็น มีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืช และจุลินทรีย์หลายชนิด

ประโยชน์และความสำคัญของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน(อานัฐ, 2550)

1. ส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน
2. เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุแก่ดิน
3. เพิ่มช่องว่างในดินให้การระบายน้ำและอากาศดียิ่งขึ้น

4. ส่งเสริมความพรุนของผิวหน้าดิน ลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดิน

5. ช่วยให้ระบบรากพืชสามารถแพร่กระจายตัวในดินได้กว้าง

6. เพิ่มขีดความสามารถในการดูดซับน้ำในดิน ทำให้ดินชุ่มชื้น

7. เพิ่มธาตุอาหารพืชให้แก่ดินโดยตรง และเป็นแหล่งอาหารของสัตว์และจุลินทรีย์ดิน

8. เพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

9. ช่วยลดความเป็นพิษของธาตุอาหารพืชบางชนิดที่มีปริมาณมากเกินไป เช่น อลูมินัม และแมงกานีส เนื่องจาก ปุ๋ยหมักจะช่วยดูดยึดธาตุทั้ง 2 ไว้บางส่วน

10. ช่วยเพิ่มความจุความต้านทานในการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-เบส (Buffer capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่เร็วเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช

11.ช่วยควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดินเนื่องจากการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจะทำให้มีปริมาณจุลินทรีย์ที่สามารถขับสารพวกอัลคาลอยด์และกรดไขมันที่เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอยได้เพิ่มขึ้น

สายพันธุ์ไส้เดือนดินที่ใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

มีไส้เดือนดินหลายสายพันธุ์ที่เหมาะสมในการนำมาใช้ย่อยสลายขยะอินทรีย์และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินแต่ปัจจุบันมีเพียงไม่กี่สายพันธุ์ที่นิยมนำมาใช้กันแพร่หลายโดยส่วนใหญ่ไส้เดือนดินที่นำมาใช้ในกระบวนการจะเป็นไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในมูลสัตว์หรือใต้กองอินทรียวัตถุ ซึ่งจะเป็นไส้เดือนดินที่กินอินทรียวัตถุมากกว่ากินดินและแร่ธาตุ โดยสามารถแพร่พันธุ์ได้รวดเร็วและมีจำนวนมาก ที่สำคัญคือมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้สูง ปัจจุบันไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่มีการนำมาใช้ในในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้รับความนิยมในต่างประเทศ ประกอบด้วย ไส้เดือนสายพันธุ์ *Eisenia foetida* (brandling หรือ tiger worm) *Eisenia andrei* (red tiger worm) *Eudrilus eugeniae* (African night- crawler) *Dendrobaena veneta, Perionyx excavatus* และ *Lumbricus rubellus* (red worm) สำหรับประเทศไทยนิยมใช้ไส้เดือนดินสีแดงซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในมูลวัว ชาวบ้านเรียกว่า ขี้ตาแร่ ซึ่งสามารถย่อยสลายขยะและแพร่พันธุ์ได้ดีเช่นกันกับพันธุ์การค้าในต่างประเทศ และทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในประเทศไทยได้ดีกว่าสายพันทางการค้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงในฤดูร้อน

ขี้ตาแร่ (*Perionyx* sp.)

ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้เป็นไส้เดือนดินสีแดงที่พบได้ทั่วไปในแถบเอเชีย รวมทั้งในประเทศไทยด้วย โดยพบในมูลวัวและใต้เศษหญ้าที่ตัดทิ้งในนาข้าว ชาวบ้านแถบภาคเหนือเรียกว่า ขี้ตาแร่ ซึ่งชาวบ้านมักจะนำใช้เป็นเหยื่อตกปลา ลักษณะพิเศษของไส้เดือนสายพันธุ์นี้คือ เมื่อสัมผัสถูกตัวมันจะดิ้นอย่างรุนแรงและเคลื่อนที่หนีเร็วมาก นอกจากนี้ในการนำมาใช้กำจัดขยะอินทรีย์พบว่า ไส้เดือนสายพันธุ์นี้จะสามารถกินขยะอินทรีย์จำพวกเศษผัก ผลไม้ได้หมดอย่างรวดเร็ว หากนำมาเลี้ยงและฝึกให้กินขยะอินทรีย์เหล่านี้ นอกจากกินขยะเก่งแล้วไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ยังมีอัตราการแพร่พันธุ์ได้สูงมากด้วย ดังนั้นในการนำไส้เดือนดินมาใช้กำจัดขยะในประเทศไทย ไส้เดือนดินสายพันธุ์ ขี้ตาแร่ เป็นไส้เดือนสายพันธุ์ที่นับว่าเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย และหามาเลี้ยงได้ง่าย

การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (อานัฐ, 2550)

ในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดต่างๆ มีขั้นตอนการเตรียมการดังต่อไปนี้

1.คัดเลือกสายพันธุ์ไส้เดือนดินที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินโดยพิจารณาในด้านอัตราการแพร่พันธุ์ การเจริญเติบโต การอยู่รอด และความต้านทานต่อสภาพแวดล้อม

2. จัดหาพื้นที่ที่เหมาะสมกับไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่เลือกใช้โดยพิจารณาจากสภาพแหล่งที่อยู่อาศัยเดิมในธรรมชาติของไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่จะนำมาเลี้ยง ซึ่งหากเลือกใช้พื้นที่ที่เหมาะสมกับสายพันธุ์ไส้เดือนดินที่ใช้ ก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านการจัดการควบคุมสภาพแวดล้อมในระบบการผลิตลดลงได้

3. ศึกษาถึงแหล่งอาหารของไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่จะนำมาเลี้ยงว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง และสายพันธุ์ดังกล่าวชอบอะไรเป็นพิเศษ เช่น ไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในมูลสัตว์จะมีแหล่งอาหารมาจากมูลสัตว์ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่อาศัยอยู่ใต้เศษซากพืชก็จะมีแหล่งอาหารมาจากเศษพืชเหล่านั้นเป็นต้น

4. เลือกรูปแบบหรือระบบการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน โดยพิจารณาถึงความคุ้มค่าและประสิทธิภาพในการกำจัดขยะเพื่อผลิตปุ๋ยหมัก โดยง่ายต่อการจัดการ สามารถปรับปรุงและพัฒนาระบบการผลิตหรือขยายขนาดของระบบการผลิตต่อไปได้ในอนาคต

5. จัดหาแหล่งขยะอินทรีย์ที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่เหมาะสมต่อ
ไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่คัดเลือก เช่น เศษขยะสดในตลาดหรือชุมชน มูลสัตว์ต่างๆ หรือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และจากภาคอุตสาหกรรม

6. ศึกษาถึงวิธีการนำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการผลิตมาผลิตเป็นวัสดุสำหรับปลูกพืชชนิดต่างๆ โดยนำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่างๆ แล้วนำไปทดสอบกับพืชหาข้อจำกัดแล้วนำมาปรับปรุงคุณภาพจนได้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่มีคุณภาพดีจึงผ่านขบวนการบรรจุเพื่อจำหน่ายต่อไป

7. ศึกษาวิธีการเก็บผลผลิตจากตัวไส้เดือนดินที่ขยายเพิ่มขึ้น แล้วนำไปผ่านขบวน การผลิตเป็นอาหารโปรตีนสูงใช้เป็นอาหารเสริมเลี้ยงสัตว์ชนิดต่างๆ โดยวิเคราะห์หาปริมาณคุณค่าทางด้านโภชนา การ และทดสอบความเป็นพิษต่อสัตว์ด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาเทคนิคการเพิ่มอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพของสารพิษตกค้างในดินเพื่อลดระยะเวลาการปรับเปลี่ยนสู่ระบบเกษตรอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ดำเนินการวิจัยในแปลงปลูกข้าวของเกษตรกร ระหว่างเดือนกันยายน – พฤศจิกายน 2559 และแปลงปลูกพริกของเกษตรกร ระหว่างเดือนธันวาคม 2559 – เมษายน 2560 โดยเก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกพืชทั้ง 2 ชนิด ที่มีการใช้มูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ร่วมกับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช 2 ชนิด คือ Cypermethrin และ Chlopyrifos มาตรวจวัดปริมาณสารพิษที่ตกค้างในแปลงปลูก โดยตรวจวัดดินก่อนทำการทดลอง และหลังการพ่นสารที่ 0 วัน 15 วัน 30 วัน 60 วัน และ 120 วัน เปรียบเทียบกับตำรับควบคุมดิน 2 พื้นที่ปลูกพืช ได้แก่ นาข้าว และแปลงพริก วางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in Randomized Complete Block Designs : Factorial in RCBD ตำรับทดลองละ 3 ซ้ำ วิเคราะห์สถิติโดยใช้โปรแกรม Sirichai Statistics ตำรับทดลองประกอบด้วย

ปัจจัย A คือ 3 ชนิดสารพิษ ได้แก่

- A1 ไม่ใส่สารพิษ
- A2 ใส่สาร Cypermethrin
- A3 ใส่สาร Chlopyrifos

ปัจจัย B คือ 3 ชนิดปุ๋ยอินทรีย์

- B1 ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์
- B2 ใส่น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน
- B3 ใส่มูลไส้เดือนดิน

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ประสานงานกับเกษตรกรเจ้าของแปลงปลูกพืชเป้าหมายที่ติดต่อไว้แล้วในปีที่1 จำนวน 2 แปลง นาข้าว 1 แปลง แปลงพริก 1 แปลง เพื่อวางแผนร่วมกันในการเข้าใช้พื้นที่ทดลอง
2. แบ่งแปลงปลูกพืชแต่ละชนิดออกเป็น 3 ส่วนๆ ให้ได้พื้นที่ทดลอง
   - แปลงปลูกข้าวขนาด 4x4 ตารางเมตร พร้อมกับทำคันนากั้น
   - แปลงพริกขนาด 1x3 เมตร
3. ทดสอบใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินอัตรา 1 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร (ใส่ 1 ครั้งต่อฤดูปลูก) ใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน อัตราเจือจางน้ำ 1 ต่อ 20 ฉีดพ่นดินตารางเมตรละ 1 ลิตร (พ่นทุก 2 อาทิตย์) และไม่ใช้ (ควบคุม) ในแปลงปลูก โดยนาข้าวใส่ตำรับทดลองช่วงไถคราด และพริกช่วงเตรียมแปลงปลูก
4. เก็บดินจากแปลงตัวอย่างโดยใช้ soil auger ที่ความลึก 0-15 เซนติเมตร ด้วยวิธีสุ่มเส้นทแยงฟันปลา นำตัวอย่างดินที่เก็บได้ทั้งหมดผสมให้เข้ากันดีแล้ว นำไปตรวจวัดปริมาณสารพิษ 2 ชนิด คือ Cypermethrin และChlopyrifos ที่ตกค้างในแปลงปลูก โดยตรวจวัดดินก่อนทำการทดลอง และหลังการพ่นสารที่ 0 วัน 15 วัน 30 วัน 60 วัน และ 120 วัน เปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

5. วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการทดลองใช้มูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักมูลไส้เดือนดินต่อการย่อยสลายสารพิษตกค้างในดินเทียบกับเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม

<u>สถานที่ทำการทดลอง</u>

1. ส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน ปริมาณสารพิษกลุ่ม Cypermethrin และ Chlopyrifos ที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 (สวพ.1) จังหวัดเชียงใหม่

2. ผลิตมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน สำหรับใช้ในการทดลอง จากขยะอินทรีย์ (เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหาร) โดยใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ขี้ตาแร่ (*Perionyx* sp.) ย่อยสลาย ที่โรงงานผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ศูนย์วิจัยและพัฒนาไส้เดือนดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

3. แปลงทดลอง 2 แปลง แปลงพริก 1 แปลง และนาข้าว 1 แปลง ของเกษตรในพื้นที่ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิจัย

1. การตรวจวัดปริมาณสารพิษ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่ตกค้างในดินนาน้ำขัง ที่ระยะเวลาทดลอง 0 วัน 15 วัน 30 วัน 60 วัน และ 120 วัน

จากการทดสอบใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินลดปริมาณสารพิษ 2 ชนิด คือ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่ตกค้างในนาข้าว โดยทำการตรวจวัดปริมาณสารพิษตกค้าง ที่ระยะเวลา 0 วัน 15 วัน 30 วัน 60 วัน และ 120 วัน วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Designs : Factorial in RCBD ปัจจัย A คือ 3 ชนิดสารพิษ คือ ไม่ใส่สารพิษ, ใส่สาร Cypermethrin, ใส่สาร Chlopyrifos ปัจจัย B คือ 3 ชนิดปุ๋ยอินทรีย์ คือ ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์, ใส่น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน, ใส่มูลไส้เดือนดิน พบว่า ดินก่อนทดลอง ไม่พบปริมาณสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตกค้างในตัวอย่างดิน เท่ากับ 0.00 $\mu g.kg^{-1}$ (ตารางที่ 4)

ผลการทดสอบที่ระยะเวลา 0 วัน พบว่า ระดับของสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่วัดได้ ในการทดลองพบว่า แปลงควบคุมไม่พ่นสารพิษ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง แต่ในแปลงที่พ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับมูลไส้เดือนดิน, พ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือน และพ่นสาร Cypermethrin เพียงอย่างเดียว วัดปริมาณ Cypermethrin ได้เท่ากับ 25.00, 20.00 และ 15.00 $\mu g.kg^{-1}$ ตามลำดับ ในส่วนตำรบทดลองของสาร Chlorpyrifos พบว่า แปลงที่พ่นสาร Chlorpyrifos ร่วมกับมูลไส้เดือนดินไส้เดือน, พ่นสาร Chlorpyrifos ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและพ่นสาร Chlorpyrifos เพียงอย่างเดียว วัดปริมาณสาร Chlorpyrifos ได้เท่ากับ 65.00, 35.00 และ 20.00 $\mu g.kg^{-1}$ (ตารางที่ 4)

ผลการทดสอบที่ระยะเวลา 15 วัน พบว่า ระดับของสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่วัดได้ ระดับของสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่วัดได้ ในการทดลองพบว่า แปลงควบคุมไม่พ่นสารพิษ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง แต่ในแปลงที่พ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินยังคงพบสารตกค้างในปริมาณ 10 $\mu g.kg^{-1}$ ส่วนแปลงที่ใส่มูลไส้เดือนดินและพ่นสาร Cypermethrin เพียงอย่างเดียว พบว่าปริมาณสาร Cypermethrin ลดลงได้ทั้งหมด ในส่วนตำรับทดลองของสาร Chlorpyrifos พบว่า พ่นสาร Chlorpyrifos เพียงอย่างเดียว แปลงที่เติมมูลไส้เดือนดินและฉีดพ่นน้ำหมักมูลไส้เดือน ยังพบปริมาณสาร Chlorpyrifos ตกค้างอยู่ เท่ากับ 20, 15 และ 5 $\mu g.kg^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ผลการทดสอบที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า ระดับของสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่วัดในการทดลองพบว่า แปลงควบคุมไม่พ่นสารพิษ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง แต่ในแปลงที่พ่นสารพิษ Cypermethrin พบว่า แปลงที่พ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและแปลงที่เติมมูลไส้เดือนดิน สามารถลดปริมาณสาร Cypermethrin ตกค้างลงได้จนไม่สามารถตรวจพบได้ ในส่วนตำรับทดลองของสาร Chlorpyrifos พบว่า เฉพาะมูลไส้เดือนดินเท่านั้น ที่ลดปริมาณสารพิษลงจนตรวจไม่พบ แต่แปลงที่พ่นสาร Chlorpyrifos และแปลงที่พ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินยังคงตรวจพบปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในปริมาณ 10 $\mu g.kg^{-1}$ และ 20 $\mu g.kg^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

สำหรับการทดสอบที่ระยะเวลา 60 และ 120 วันตรวจไม่พบปริมาณสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตกค้างในตัวอย่างดิน เท่ากับ 0.00 $\mu g.kg^{-1}$ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาร Cypermethrin (µg.kg $^{-1}$) และ Chlorpyrifos (µg.kg $^{-1}$) ในดินนาน้ำขัง ที่ใช้มูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ชนิดของสารพิษ	ตำรับทดลอง			เฉลี่ย
	ควบคุม	ใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน	ใช้มูลไส้เดือนดิน	
		ก่อนทดลอง		
ไม่ใส่สารพิษ	ND	ND	ND	0.00
ใส่สาร Cypermethrin	ND	ND	ND	0.00
ใส่สาร Chlopyrifos	ND	ND	ND	0.00
เฉลี่ย	**ND**	**ND**	**ND**	Interaction^{ns}
		ระยะเวลาหลังการพ่นสารที่ 0 วัน		
ไม่ใส่สารพิษ	0.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{c}
ใส่สาร Cypermethrin	15.00^{cd}	20.00^{bc}	25.00^{bc}	20.00^{b}
ใส่สาร Chlopyrifos	20.00^{bc}	35.00^{b}	65.00^{a}	40.00^{a}
เฉลี่ย	**11.67^{b}**	**18.33^{b}**	**30.00^{a}**	20.00*
		ระยะเวลาหลังการพ่นสารที่ 15 วัน		
ไม่ใส่สารพิษ	0.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{b}
ใส่สาร Cypermethrin	0.00^{d}	10.00^{bc}	0.00^{d}	3.33^{b}
ใส่สาร Chlopyrifos	20.00^{a}	15.00^{ab}	5.00^{cd}	13.33^{a}
เฉลี่ย	**6.67^{a}**	**8.33^{a}**	**1.67^{b}**	3.89*
		ระยะเวลาหลังการพ่นสารที่ 30 วัน		
ไม่ใส่สารพิษ	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}
ใส่สาร Cypermethrin	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}
ใส่สาร Chlopyrifos	10.00^{ab}	20.00^{a}	0.00^{b}	10.00^{a}
เฉลี่ย	**3.33^{b}**	**6.67^{a}**	**0.00^{c}**	3.33*
		ระยะเวลาหลังการพ่นสารที่ 60 วัน		
ไม่ใส่สารพิษ	ND	ND	ND	0.00
ใส่สาร Cypermethrin	ND	ND	ND	0.00
ใส่สาร Chlopyrifos	ND	ND	ND	0.00
เฉลี่ย	**ND**	**ND**	**ND**	Interaction^{ns}

ตารางที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาร Cypermethrin (µg.kg $^{-1}$) และ Chlorpyrifos (µg.kg $^{-1}$) ในดินนาน้ำขัง ที่ใช้มูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินในระยะเวลาที่แตกต่างกัน (ต่อ)

ชนิดของสารพิษ	ตำรับทดลอง			เฉลี่ย
	ควบคุม	ใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน	ใช้มูลไส้เดือนดิน	
	ระยะเวลาหลังการพ่นสารที่ 120 วัน			
ไม่ใส่สารพิษ	ND	ND	ND	0.00
ใส่สาร Cypermethrin	ND	ND	ND	0.00
ใส่สาร Chlopyrifos	ND	ND	ND	0.00
เฉลี่ย	**ND**	**ND**	**ND**	Interaction^{ns}

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' Multiple Range Test. (DMRT)
ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ND หมายถึง ตรวจไม่พบสารตกค้าง

2. การตรวจวัดปริมาณสารพิษ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่ตกค้างในแปลงพริก ที่ระยะเวลาทดลอง 0 วัน 15 วัน 30 วัน 60 วัน และ 120 วัน

จากการทดสอบใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินลดปริมาณสารพิษลดปริมาณสารพิษ 2 ชนิด คือ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่ตกค้างในนาข้าว โดยทำการตรวจวัดปริมาณสารพิษตกค้าง ที่ระยะเวลา 0 วัน 15 วัน 30 วัน 60 วัน และ 120 วัน วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Designs : Factorial in RCBD ปัจจัย A คือ 3 ชนิดสารพิษ คือ ไม่ใส่สารพิษ, ใส่สาร Cypermethrin, ใส่สาร Chlopyrifos ปัจจัย B คือ 3 ชนิดปุ๋ยอินทรีย์ คือ ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์, ใส่น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน, ใส่มูลไส้เดือนดิน พบว่า ดินก่อนทดลอง แปลงควบคุมไม่พ่นสารพิษ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง แต่ในแปลงที่พ่นสาร Cypermethrin เพียงอย่างเดียว, พ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและพ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับมูลไส้เดือนดิน วัดปริมาณสาร Cypermethrin ได้เท่ากับ 10.0, 10.00 และ 5.00 µg.kg $^{-1}$ ตามลำดับ ในส่วนของตำรับทดลองของสาร Chlorpyrifos พบว่า แปลงที่พ่นสาร Chlorpyrifos ร่วมกับมูลไส้เดือนดิน และพ่นสาร Chlorpyrifos เพียงอย่างเดียว วัดปริมาณ Chlorpyrifos ได้เท่ากัน คือ 10 µg.kg $^{-1}$ ส่วนแปลงที่พ่นสาร Chlorpyrifos ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินไส้เดือน ตรวจไม่พบสารตกค้างในดิน (ตารางที่ 5)

ผลการทดสอบที่ระยะเวลา 0 วัน พบว่า ระดับของสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่วัดได้ แปลงควบคุมไม่พ่นสารพิษ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง แต่ในแปลงที่พ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและพ่นสาร Cypermethrin เพียงอย่างเดียว วัดปริมาณสาร Cypermethrin ได้เท่ากับ 90.00 และ 15.00 µg.kg $^{-1}$ ตามลำดับ ในตำรับ

ทดลองของสาร Chlorpyrifos พบว่า แปลงที่พ่นสาร Chlorpyrifos ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน, พ่นสาร Chlorpyrifos ร่วมกับมูลไส้เดือนดินไส้เดือนและพ่นสาร Chlorpyrifos เพียงอย่างเดียว วัดปริมาณ Chlorpyrifos ได้เท่ากับ 56.50, 39.50 และ 10.00 $\mu g.kg^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนแปลงที่พ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับมูลไส้เดือนดิน ตรวจไม่พบสารตกค้างในดิน (ตารางที่ 5)

ผลการทดสอบที่ระยะเวลา 15 วัน พบว่า ระดับของสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่วัดได้ แปลงควบคุมไม่พ่นสารพิษ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง แต่ในแปลงที่พ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและพ่นสาร Cypermethrin เพียงอย่างเดียว วัดปริมาณสาร Cypermethrin ได้เท่ากับ 10.00 และ 15.00 $\mu g.kg^{-1}$ ตามลำดับ แปลงที่พ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับการเติมมูลไส้เดือนดินสามารถลดปริมาณสาร Cypermethrin ตกค้างจนไม่สามารถตรวจพบได้ ในตำรับทดลองของสาร Chlorpyrifos พบว่า แปลงที่พ่นสาร Chlorpyrifos ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินไส้เดือน, พ่นสาร Chlorpyrifos ร่วมกับมูลไส้เดือนดินไส้เดือนและพ่นสาร Chlorpyrifos เพียงอย่างเดียว วัดปริมาณ Chlorpyrifos ได้เท่ากับ 21.00, 20.00 และ 10.00 $\mu g.kg^{-1}$ ตามลำดับ ตามลำดับ ส่วนแปลงที่พ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับมูลไส้เดือนดิน ตรวจไม่พบสารตกค้างในดิน (ตารางที่ 5)

ผลการทดสอบที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่า พบว่า ระดับของสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่วัดได้ แปลงควบคุมไม่พ่นสารพิษ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง แต่ในแปลงที่พ่นสาร Cypermethrin เพียงอย่างเดียว ยังคงพบสารตกค้างในปริมาณ 10 $\mu g.kg^{-1}$ ส่วนแปลงที่พ่นสาร Cypermethrin ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและมูลไส้เดือนดิน พบว่าปริมาณสาร Cypermethrin ลดลงได้ทั้งหมด ในตำรับของสาร Chlorpyrifos พบว่า แปลงที่ใช้มูลไส้เดือนดินและแปลงที่ใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนและพ่นสาร Chlorpyrifos เพียงอย่างเดียว ยังพบปริมาณสาร Chlorpyrifos ตกค้างอยู่ เท่ากับ 90.00 และ 10.00 $\mu g.kg^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ผลการทดสอบที่ระยะเวลา 60 วัน พบว่า พบว่า ระดับของสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่วัด ได้แปลงควบคุมไม่พ่นสารพิษ Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง แต่ในแปลงที่พ่นสาร Chlorpyrifos ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและมูลไส้เดือนดิน ยังพบปริมาณสาร Chlorpyrifos ตกค้างอยู่ เท่ากับ 50.00 และ 10.00 $\mu g.kg^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนแปลงที่พ่นสาร Chlorpyrifos เพียงอย่างเดียว พบว่าปริมาณสาร Chlorpyrifos ลดลงได้ทั้งหมด ในตำรับทดลองของสาร Cypermethrin ตรวจไม่พบการปนเปื้อนสารเคมี (ตารางที่ 5)

สำหรับการทดสอบที่ระยะเวลา 120 วันตรวจไม่พบปริมาณสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตกค้างในตัวอย่างดิน เท่ากับ 0.00 $\mu g.kg^{-1}$ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาร Cypermethrin (µg.kg $^{-1}$) และ Chlorpyrifos (µg.kg $^{-1}$) ในแปลงพริก ที่ใช้มูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินในระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ชนิดของสารพิษ	ตำรับทดลอง			เฉลี่ย
	ควบคุม	ใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน	ใช้มูลไส้เดือนดิน	
		ก่อนทดลอง		
ไม่ใส่สารพิษ	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	**0.00^{b}**
ใส่สาร Cypermethrin	10.00^{a}	10.00^{a}	5.00^{ab}	**8.33^{a}**
ใส่สาร Chlopyrifos	10.00^{a}	0.00^{b}	10.00^{a}	**6.67^{a}**
เฉลี่ย	**6.67^{a}**	**3.33^{b}**	**5.00^{a}**	**5.00***
		ระยะเวลาหลังการพ่นสารที่ 0 วัน		
ไม่ใส่สารพิษ	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	**0.00^{b}**
ใส่สาร Cypermethrin	15.00^{c}	90.00^{a}	0.00^{c}	**35.00^{a}**
ใส่สาร Chlopyrifos	10.00^{c}	56.50^{b}	39.50^{b}	**35.33^{a}**
เฉลี่ย	**8.33^{b}**	**48.83^{a}**	**13.17^{b}**	**23.44***
		ระยะเวลาหลังการพ่นสารที่ 15 วัน		
ไม่ใส่สารพิษ	0.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{d}	**0.00^{c}**
ใส่สาร Cypermethrin	15.00^{bc}	10.00^{c}	0.00^{d}	**8.33^{b}**
ใส่สาร Chlopyrifos	10.00^{c}	21.00^{a}	20.00^{ab}	**17.17^{a}**
เฉลี่ย	**8.33^{b}**	**10.00^{a}**	**6.67^{b}**	**8.50***
		ระยะเวลาหลังการพ่นสารที่ 30 วัน		
ไม่ใส่สารพิษ	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	**0.00^{b}**
ใส่สาร Cypermethrin	10.00^{b}	0.00^{c}	0.00^{c}	**3.33^{b}**
ใส่สาร Chlopyrifos	10.00^{b}	90.00^{a}	10.00^{b}	**36.67^{a}**
เฉลี่ย	**6.67^{b}**	**30.00^{a}**	**3.33^{b}**	**13.33***
		ระยะเวลาหลังการพ่นสารที่ 60 วัน		
ไม่ใส่สารพิษ	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	**0.00^{b}**
ใส่สาร Cypermethrin	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	**0.00^{b}**
ใส่สาร Chlopyrifos	0.00^{b}	50.00^{a}	10.00^{b}	**20.00^{a}**
เฉลี่ย	**0.00^{b}**	**16.67^{a}**	**3.33^{b}**	**6.67***

ตารางที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสาร Cypermethrin (µg.kg $^{-1}$) และ Chlorpyrifos (µg.kg $^{-1}$) ในแปลงพริก ที่ใช้มูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินในระยะเวลาที่แตกต่างกัน (ต่อ)

ชนิดของสารพิษ	ตำรับทดลอง			เฉลี่ย
	ควบคุม	ใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน	ใช้มูลไส้เดือนดิน	
	ระยะเวลาหลังการพ่นสารที่ 120 วัน			
ไม่ใส่สารพิษ	ND	ND	ND	**0.00**
ใส่สาร Cypermethrin	ND	ND	ND	**0.00**
ใส่สาร Chlopyrifos	ND	ND	ND	**0.00**
เฉลี่ย	**ND**	**ND**	**ND**	**Interaction^{ns}**

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' Multiple Range Test. (DMRT)
ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ND หมายถึง ตรวจไม่พบสารตกค้าง

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการทดลองการศึกษาเทคนิคการเพิ่มอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพของสารพิษตกค้างในดิน ในกลุ่ม Organophosphates (Chlorpyrifos) และ Pyrethroids (Cypermethrin) ด้วยมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ในแปลงปลูกข้าวและแปลงปลูกพริกของเกษตรกร ปลูก โดยตรวจวัดดินก่อนทำการทดลอง และหลังการพ่นสารที่ 0 วัน 15 วัน 30 วัน 60 วัน และ 120 วัน พบว่า

1. ในแปลงปลูกข้าว

ที่ 0 วัน พบว่าปริมาณสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ของดินที่ผสมมูลไส้เดือนดินลงไปจะสูงกว่าดินที่ผสมน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน และในดินที่ไม่ได้เติมปุ๋ยลงไป ตามลำดับ และพบว่าปริมาณสารChlorpyrifos ในตัวอย่างดินสูงกว่า สาร Cypermethrin

ที่ 15 วัน พบว่า ปริมาณสาร Cypermethrin ของดินที่พ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินลงไป ยังคงพบปริมาณสาร Cypermethrin ตกค้าง ส่วนดินที่มีการเติมมูลไส้เดือนดินและในดินที่ไม่ได้เติมปุ๋ยลงไป สามารถลดปริมาณสาร Cypermethrin ตกค้างลงได้จนไม่สามารถตรวจพบได้ ส่วนสาร Chlorpyrifos พบปริมาณสาร Chlorpyrifos ในดินที่ไม่ได้เติมปุ๋ยสูงกว่าดินที่ผสมน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและที่ผสมมูลไส้เดือนดินลงไป ตามลำดับ

ที่ 30 วัน พบว่า ดินที่มีการฉีดพ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและดินที่มีการเติมมูลไส้เดือนดิน สามารถลดปริมาณสาร Cypermethrin ตกค้างลงได้จนไม่สามารถตรวจพบได้ ส่วนสาร Chlorpyrifos พบว่าในดินที่เติมมูลไส้เดือนดินลงไป สามารถลดปริมาณสาร Chlorpyrifos ตกค้างลงได้จนไม่สามารถตรวจพบได้ และยังตรวจพบสารปนเปื้อนในดินที่พ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและดินที่ไม่เติมปุ๋ยลงไป ซึ่งในดินที่พ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินพบสารปนเปื้อนสูงกว่าดินที่ไม่ได้เติมปุ๋ย

ที่ 60 และ 120 วัน ตรวจไม่พบปริมาณสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตกค้างในตัวอย่างดินเลยในทุกตำรับทดลอง

สาร Cypermethrin ในตำรับทดลองที่มีการใช้มูลไส้เดือนดิน พบว่าจะมีประสิทธิภาพดีกว่าดินที่มีการใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดินและดินที่ไม่เติมปุ๋ยลงไป ซึ่งเมื่อผ่านไป 15 วัน ไม่สารมารถตรวจพบสาร Cypermethrin ในตำรับที่มีการเติมปุ๋ยมูลไส้เดือนดินลงไป และเมื่อผ่านไป 30 วันกลับพบว่าไม่สามารถตรวจพบสารดังกล่าวได้ในทุกตำรับทดลอง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่สาร Cypermethrin นี้ สามารถย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วและพบการตกค้างได้น้อย

สาร Chlorpyrifos ในตำรับทดลองที่มีการใช้มูลไส้เดือนดิน จะพบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าดินที่มีการใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดินและดินที่ได้เติมปุ๋ยลงไป เมื่อผ่านไป 30 วัน ไม่สารมารถตรวจพบสาร Chlorpyrifos ในตำรับที่มีการเติมปุ๋ยมูลไส้เดือนดินลงไป และเมื่อผ่านไป 30 วันกลับพบว่าไม่สามารถตรวจพบสารดังกล่าวได้ในทุกตำรับทดลอง

การใช้มูลไส้เดือนดินจะมีประสิทธิภาพในการช่วยลดความเป็นพิษของสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ที่ตกค้างในดิน ได้ดีกว่าการใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน จนอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเมื่อผ่านไป 15 วัน ไม่สารมารถตรวจพบสาร Cypermethrin ในตำรับที่มีการเติมปุ๋ยมูลลงไส้เดือนดินลงไป

2. ในแปลงพริก

ที่ 0 วัน พบว่าปริมาณสาร Cypermethrin ของดินที่ผสมน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน สูงกว่าดินที่ไม่ได้เติมปุ๋ยลงไป ส่วนดินที่มีการเติมมูลไส้เดือนดินลงไป สามารถลดปริมาณสาร Cypermethrin ตกค้างลงได้จนไม่สามารถตรวจพบได้ ส่วนสาร Chlorpyrifos พบว่า ปริมาณสาร Chlorpyrifos ของดินที่ผสมน้ำหมักมูลไส้เดือนดินลงไปจะสูงกว่าดินที่ผสมมูลไส้เดือนดิน และในดินที่ไม่ได้เติมปุ๋ยลงไปตามลำดับ และพบว่าปริมาณสารChlorpyrifos ในตัวอย่างดินสูงกว่า สาร Cypermethrin

ที่ 15 วัน พบว่า ปริมาณสาร Cypermethrin ของดินที่พ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินลงไป และในดินที่ไม่ได้เติมปุ๋ยลงไป ยังคงพบปริมาณสาร Cypermethrin ตกค้าง ส่วนดินที่มีการเติมมูลไส้เดือนดิน สามารถลดปริมาณสาร Cypermethrin ตกค้างลงได้จนไม่สามารถตรวจพบได้ ส่วนสาร Chlorpyrifos พบปริมาณสาร Chlorpyrifos ในดินที่ผสมน้ำหมักมูลไส้เดือนสูงกว่าดินที่ผสมมูลไส้เดือนดินและดินที่ไม่ได้เติมปุ๋ยลงไป ตามลำดับ

ที่ 30 วัน พบว่า ดินที่มีการฉีดพ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและดินที่มีการเติมมูลไส้เดือนดิน สามารถลดปริมาณสาร Cypermethrin ตกค้างลงได้จนไม่สามารถตรวจพบได้ ส่วนสาร Chlorpyrifos ยังตรวจพบสารปนเปื้อนใน ซึ่งในดินที่พ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินพบสารปนเปื้อนสูงกว่าดินที่เติมมูลไส้เดือนดินและดินที่ไม่เติมปุ๋ยลงไป

ที่ 60 วัน พบว่า ดินที่มีการฉีดพ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและดินที่มีการเติมมูลไส้เดือนดิน สามารถลดปริมาณสาร Cypermethrin ตกค้างลงได้จนไม่สามารถตรวจพบได้ ส่วนสาร Chlorpyrifos ยังตรวจพบสารปนเปื้อนใน ซึ่งในดินที่พ่นน้ำหมักมูลไส้เดือนดินพบสารปนเปื้อนสูงกว่าดินที่เติมมูลไส้เดือนดิน

ที่ 120 วัน ตรวจไม่พบปริมาณสาร Cypermethrin และ Chlorpyrifos ตกค้างในตัวอย่างดินเลยในทุกตำรับทดลอง

สาร Cypermethrin ในตำรับทดลองที่มีการใช้มูลไส้เดือนดิน พบว่าจะมีประสิทธิภาพดีกว่าดินที่มีการใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดินและดินที่ไม่เติมปุ๋ยลงไป ซึ่งระยะเวลาที่ 0 วัน ไม่สารมารถตรวจพบสาร Cypermethrin ในตำรับที่มีการเติมปุ๋ยน้ำหหมักมูลไส้เดือนดินลงไป และเมื่อผ่านไป 30 วัน กลับพบว่าไม่สามารถตรวจพบสารดังกล่าวได้ในทุกตำรับทดลอง

สาร Chlorpyrifos ในตำรับทดลองที่มีการใช้มูลไส้เดือนดิน จะพบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่าดินที่มีการใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนดินและดินที่ได้เติมปุ๋ยลงไป เมื่อผ่านไป 120 วัน ไม่สารมารถตรวจพบสาร Chlorpyrifos ในตำรับที่มีการเติมปุ๋ยมูลไส้เดือนดินและน้หมกัมูลไส้เดือนดินลงไป

จากผลการทดลองดังกล่าว พบว่า การใช้มูลไส้เดือนดิน จะช่วยลดความเป็นพิษของสาร Chlorpyrifos และ Profenofos ได้ดี ทั้งในนาข้าวและแปลงพริก จนอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

สอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุพงศ์ และ ชุลีมาศ (2556) พบว่า ค่าการสลายตัวของ Cypermethrin, Chlorpyrifos, และ Deltamethrin ที่ตกค้างในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินนั้นจะสลายตัวหมดภายในระยะเวลาการหมักที่ประมาณ 30 วัน ในขณะที่ปุ๋ยหมัก และน้ำหมักชีวภาพที่ไม่มีไส้เดือนดินในกระบวนการผลิตปุ๋ยนั้นจะสลายตัวหมดในระยะเวลามากกว่า 60 วัน

ซึ่งคณะวิจัยคาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ไส้เดือนดินที่ปนออกมากับมูลไส้เดือนดิน ทั้งนี้เคยมีการคัดแยกจุลินทรีย์ในลำไส้ไส้เดือนดินได้กว่า 343 ชนิด (Winding *et al.* (1997) ซึ่งพบว่าแบคทีเรียกลุ่มต่างๆ ดังกล่าวที่แยกได้นั้นเป็นกลุ่มที่สร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และละลายธาตุฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงในดินได้ (Loreno-Osti *et al.*, 2004; Martínez-Romero, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Manuel and Jorge (2009) พบว่า กิจกรรมของเอ็นไซม์ acid phosphatases และ alkaline phosphatases ที่วัดได้จากมูลไส้เดือนดินนั้นสูงกว่าที่วัดได้จากมูลวัวและมูลหมูที่ไม่ผ่านการกินโดยไส้เดือนดิน นอกจากนี้ในงานวิจัยของ อานัฐ (2557) พบว่าแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากลำไส้ไส้เดือนดิน มูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน นั้นอยู่ในกลุ่ม facultative และ aerobic bacteria เป็นส่วนใหญ่จึงอาจส่งผลให้เกิดการย่อยสลายสารพิษในชุดการทดลอง

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อใช้ผลิตผลจากมูลไส้เดือนดินมาช่วยในการลดความเป็นพิษของสาร Chlorpyrifos และ Cypermethrin ที่ตกค้างในดิน พบว่า มีความเป็นไปได้สูงที่มีส่วนในการช่วยกระตุ้นการย่อยสลายทางชีวภาพของสารพิษตกค้างดังกล่าวในดินให้เกิดเร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ใช้ระยะเวลาในการสลายตัวที่สั้นลง จนสามารถตรวจพบได้ในระดับที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ถือเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพสูงทั้งในด้านของธาตุอาหารและจุลินทรีย์ ที่เกษตรกรทั่วไปสามารถที่จะผลิตเองได้ โดยนำขยะอินทรีย์และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้กันอย่างแพร่หลายแล้วทั่วประเทศในแง่ของปุ๋ยอินทรีย์บำรุงดิน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ต้นทุนต่ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัย จะเกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้ที่สนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดฟื้นฟูดินที่ปนเปื้อนสารพิษหรือผู้ที่สนใจจะปรับเปลี่ยนระบบการทำเกษตรจากเกษตรเคมีไปสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ หรือประยุกต์ใช้ในแง่ของปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้พร้อมๆ กันต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2543. มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 24 น.

กรมวิชาการเกษตร.2555. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2555 (ระบบออนไลน์http://www.doa.go.th/ard/FileUpload/StatisticsHazard%20Type%2055.pdf (6 กันยายน 25556)

จงรักษ แกวประสิทธิ์, เครือมาศ สมัครกา, จินตนาถ วงศชวลิต. 2553. มลพิษทางดิน. เอกสารประกอบการเรียนการสอนสายวิชาวิทยาศาสตร คณะศิลปศาสตรและวิทยาศาสตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

จารุพงศ์ ประสพสุข และ ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย.2556.การติดตามสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 32 ฉบับที่ 2.

นาตยา จันทร์ส่อง, อิทธิพล บ้งพรม, สุภาพร บ้งพรม,จำลอง กกรัมย์ และ สุนทรี มีเพ็ชร์. ชนิด และปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้ในพื้นที่ สวพ.4 หลังการรับรองระบบ GAP. สวพ. 4.ใน: การประชุมวิชาการประจำปี 2553, สวพ. 3 - 4 - 5. กรมวิชาการเกษตร.อุบลราชธานี; 2553. หน้า1 - 15.

มณฑาทิพย์ อรุณวรากรณ์ม, กัญญารัตน์ เต็มปิยพล และจิราภา เมืองคล้าย. ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้ในพื้นที่ สวพ.5 หลังการรับรองระบบ GAP.สวพ.5. ใน: การประชุมวิชาการประจำปี 2553, สวพ. 3 - 4 - 5. กรมวิชาการเกษตร.ชัยนาท; 2553. หน้า 2.

วัชราพร พาภักดี, ปริยานุช สายสุพรรณ์ และ ชัยศักดิ์ แผ้วพลสง. สถานการณ์สารพิษตกค้างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน.ใน: รายงานผลการดำเนินงานประจำปี 2550 - 2551, สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร. ขอนแก่น; 2551. หน้า 42 - 46.

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3. รายงานการตรวจสอบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้แปลง GAP ใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. สวพ.3.ใน: การประชุมวิชาการประจำปี 2553 สวพ.1 - 8. กรมวิชาการเกษตร.ขอนแก่น; 2553. หน้า 105.

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ.2548.พิษและกลไกการออกฤทธิ์ของวัตถุมีพิษเกษตร.กรมวิชาเกษตร; กรุงเทพ.186 หน้า

สมชาย องค์ประเสริฐ. 2535. **ปฐพีศาสตร์ประยุกต์**. เชียงใหม่ : ภาควิชาดินและปุ๋ยคณะผลิตกรรมการ เกษตร สถานีเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

อานัฐ ตันโช. 2548. เทคนิคการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน พิมพ์ครั้งที่1 .สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี.72 หน้า

_____. 2550.ไส้เดือนดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2 . เชียงใหม่ : ทริโอแอดเวอร์ไทด์ซิงค์แอนด์มิเดีย. 259 หน้า

_____.2553. การใช้ไส้เดือนดินปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินร่วมกับการปลูกเยอบีร่า. ในรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการการทดสอบเลี้ยงไส้เดือนดินในแปลงปลูกพืชเพื่อปรับปรุง

โครงสร้างและความอุดมสมบูรณ์ของดิน. *สนับสนุนทุนวิจัยโดย*สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติเครือข่ายภาคเหนือ. 101 หน้า

Edwards, C. A., Bohlen, P. J., Linden, D.R. and Subler, S. (1995) Earthworms in agroecosystems, in *Earthworm Ecology and Biogeography in North America,* (ed, P. F. Hendrix), Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp. 185-213.

Byzov, B.A.,N.V. Khomyakov, S.A. Kharin and A.V. Kurakov. (2007). Fate of soil bacteria and fungi in the gut of earthworms. Eur.J. Soil Biol., 43:146-156.

C.A. Edwards, P.J. Bohlen.1996. Biology and Ecology of Earthworms, 3rd ed., Chapman and Hill, London, New York.

Edwards, C. A. and Burrows, I. (1988) The potential of earthworm composts as plant growth media, in Earthworms in Environmental and Waste Management, (eds C. A. Edwards and E. F. Neuhauser), SPB Acad. Publ., The Netherlands, pp. 211-20.

Lavelle P. And Spain. A.V.(2001). Soil Ecology, Kluwer Academic Publishers, London.

Loreno-Osti C., L. Lopez-Reyes and D. Espinosa-Victoria. (2004). Bacterias promotoras del crecimientovegetal asociadas con gramineas: Una revision. Terra Latinoamericana, 22: 225-239.

Manuel. A and Jorge. D. (2009). Microbial and nutrient stabilization of two animal manures after the transit through the gut of the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny, 1826). Journal of Hazardous Material161 (2009) 1234-1238

Manuel A, Fernando. M and Jorge. D. (2003) . Effects of two species of earthworms(*Allolobophora* sp.) on soil systems: a microfaunal and biochemical analysis,Pedobiologia 47: 877–881.

Manuel A, Fernando. M and Jorge. D.(2005).Ageing effects on nitrogen dynamics andenzyme activities in casts of *Aporrectodea caliginosa* (Lumbricidae), Pedobiologia49:467–473.

Martínez-Romero, E. (2001). Poblaciones de Rhizobia nativas de Mexico. Acta Zool. Mex. (n.s) Numero Especial., 1: 29-38.

Rouelle, J. (1983) Introduction of an amoeba and Rhizobium japonicum into the gut of Eisenia fetida (Sav.) and Lumbrucus terrestris L., in Earthworm Ecology, From Darwin to Vermiculture, (ed. J. E. Satchell), Chapman & Hall, New York, 375-81.

Singleton, D.R., P.F. Hendrix, D.C. Coleman and W.B. Whitman. (2003). Identification of uncultured bacteria tightly associated with the intestine of the earthworm Lumbricus rubellus (Lumbricidae:Oligochaeta). Soil Biol. Biochem., 35: 1547-1555.

Tomati, U., Grappellli, A. and Galli, E. (1983) Fertility factors in earthworm humus. Proc. Int. Sym. On Agricultural and Environmental Prospects in Earthworm Farming, Publ. Minist.Ric. Sci. Tech., Rome, pp. 49-56.

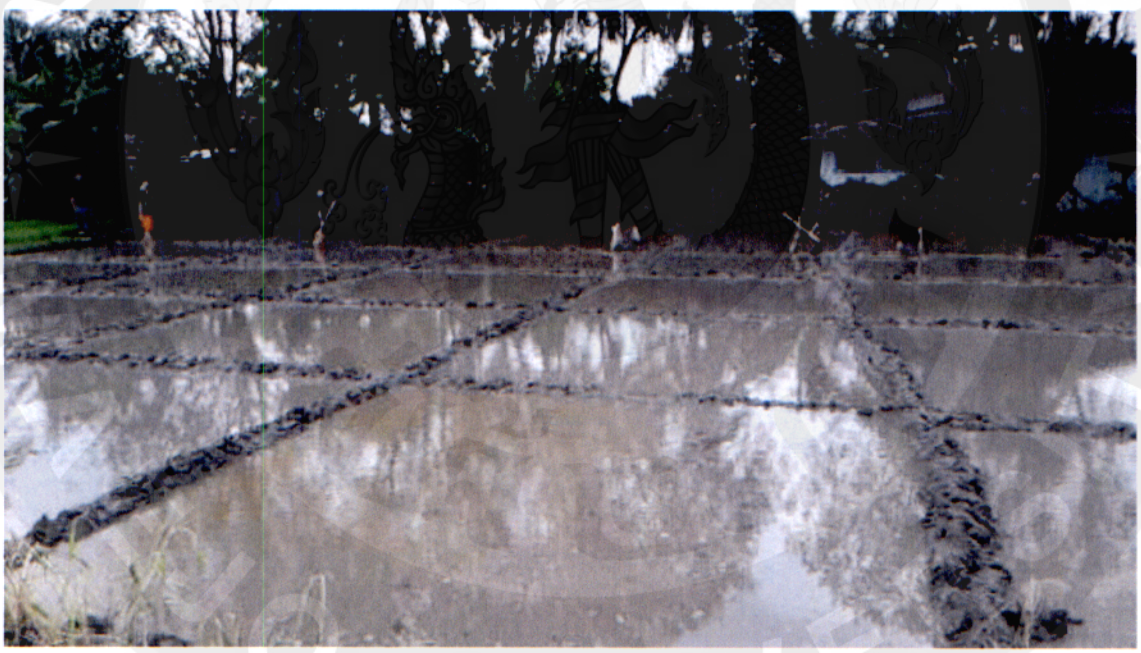
Valle-MolinasR., S. Borges and C. Rios-Velazquez.(2007). Characterization of possible symbionts in *Onychochaeta borincana* (Annelida:Glossoscolecidae).Eur.J.Soil Biol., 43: 4-18.

Winding, A., R. Rohn and N.B. Hendriksen.(1997). Bacteria and protozoa in soil microhabitats as affectedby earthworms. Biol. Fertil. Soils, 24: 133-140.

ภาคผนวก

ภาพประกอบงานวิจัย

เก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกข้าว ผึ่งลดความชื้น บดและร่อนด้วยตะแกรงขนาด 0.02 มิลลิเมตร

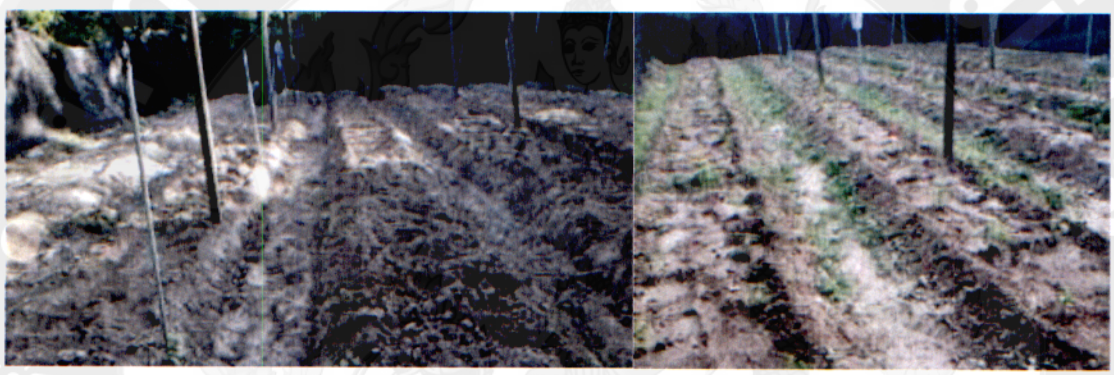


เตรียมแปลงปลูกข้าวขนาด 4x4 ตารางเมตร พร้อมกับทำคันนากั้น

ใส่มูลไส้เดือนดิน น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน และสารพิษ ตามตำรับทดลองที่วางไว้

ครบกำหนดที่ระยะเวลา 0 วัน 7 วัน 15 วัน 30 วัน และ 60 วัน เก็บตัวอย่างดินจะแปลงทดลอง ลดความชื้น บดและส่งตรวจสารพิษที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารพิษ สวพ.1

เก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกพริก ผึ่งลดความชื้น บดและร่อนด้วยตะแกรงขนาด 0.02 มิลลิเมตร



เตรียมแปลงปลูกพริกขนาด 1x3 เมตร

ใส่มูลไส้เดือนดิน น้ำหมักมูลไส้เดือนดิน และสารพิษ ตามตำรับทดลองที่วางไว้