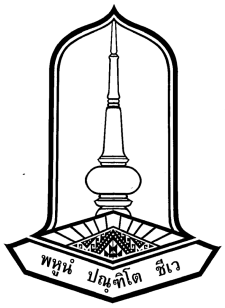


การศึกษาธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลไส้เดือนจากการย่อยสลายกระดาษและขยะอินทรีย์

ธันนิดา กงทอง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม
มกราคม 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

การเปรียบเทียบธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลไส้เดือนจากการย่อยสลายกระดาษและขยะอินทรีย์

ธันนิดา กงทอง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม
มกราคม 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางธันนิดา กงทอง
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... (อาจารย์ ดร.ชฤพนธ์ เจริญสุข)	ประธานกรรมการ (อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
..... (ผศ.ดร.สุนันทา เลาวัณย์ศิริ)	กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)
..... (ผศ.ดร.จิตติมา ประสาระเอ)	กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
..... (อาจารย์ ดร.เรวดี อนุวัฒนา)	กรรมการ (ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ผศ.ดร.ยรรยงค์ อินทร์ม่วง)
คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

.....
(ศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 18 เดือน มิ.ถ. พ.ศ. 256

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และคำแนะนำที่ดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา เลาวัณย์ศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ได้ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในการปัญหา แนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยและเอาใจใส่ตลอดการทำวิจัยเป็นอย่างดี ตลอดจนการแนะนำเอกสารอ้างอิงมาเสริมแนวทางการทำการวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ยังขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ให้ความรู้ทางด้านวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและให้ความสะดวกในการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณกองส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนานิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) งบประมาณเงินแผ่นดิน/เงินรายได้ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประจำปีงบประมาณ 2558 ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ และผู้เกี่ยวข้องที่มิได้เอ่ยนามทุกๆ ท่าน ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำในการทำการวิจัยครั้งนี้

ธันนิดา กงทอง

Mahasarakham University

ชื่อเรื่อง การเปรียบเทียบธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลไส้เดือนจากการย่อยสลายกระดาษและขยะอินทรีย์
ผู้วิจัย นางธันนิดา กงทอง
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา เลาวัณย์ศิริ
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลไส้เดือนจากการย่อยสลายขยะกระดาษและขยะอินทรีย์ โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ไส้เดือนดินพันธุ์ท้องถิ่น Pheretima peguana (PP) หรือ ขี้ตาแร่ และสายพันธุ์ ยูดริลลัส ยูจีนิแอ *(Eudrilus eugeniae)* ชื่อสามัญ African Night Crawler (AF) ขยะอินทรีย์เตรียมโดยนำขยะสดและใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ผสมกับมูลสัตว์ อัตราส่วน 2:1 ส่วนขยะกระดาษ นำมาบดละเอียด ผสมกับมูลสัตว์ อัตราส่วน 2:1 นำขยะทั้ง 2 ชนิด พรมด้วยจุลินทรีย์ Effective Microorganisms (EM) 50 มิลลิลิตรต่อลิตร แล้วพลิกกลับปุ๋ยทุกๆ 3 วัน จนกระทั่งเป็นปุ๋ย ส่วนปุ๋ยมูลไส้เดือน จัดเตรียมพื้นที่เลี้ยงโดยนำดินร่วนใส่ลงไปในถัง ให้สูง 6 นิ้ว (น้ำหนัก 13 กิโลกรัม) แล้วทำการพรมน้ำ ให้มีความชื้นโดยประมาณร้อยละ 70 - 80 นำไส้เดือนใส่ถัง 0.2 กิโลกรัมต่อถัง (ถังละ 1 สายพันธุ์) หลังจากนั้นเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงไส้เดือน โดยนำขยะสดและใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) และเศษกระดาษ มาบดละเอียด พรมด้วยจุลินทรีย์ EM 50 มิลลิลิตรต่อลิตร หมักไว้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงไส้เดือน โดยนำอาหารใส่ในถังเลี้ยงไส้เดือนดินที่ความหนา 2 เซนติเมตร (น้ำหนัก 1 กิโลกรัม) ระยะเวลาที่จะเก็บมูลไส้เดือน 2 เดือน ในขณะที่น้ำหมักมูลไส้เดือน เตรียมโดยนำมูลไส้เดือนดินจำนวน 0.5 กิโลกรัม ผสมกากน้ำตาล 100 มิลลิลิตร น้ำ 1 ลิตร และจุลินทรีย์ 50 มิลลิลิตร หมักที่ระยะเวลา 14 วัน งานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยเชิงทดลองและวิเคราะห์ในระดับห้องปฏิบัติการ

ผลการวิจัยธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษและขยะอินทรีย์ พบว่า ไนโตรเจนทั้งหมด, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, อินทรียวัตถุ และค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์มีมากกว่าปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษ เท่ากับ ร้อยละ 0.993, ร้อยละ 0.039, ร้อยละ 2.180, ร้อยละ 18.755 และ 25.350 Cmol/kg ตามลำดับ ในขณะที่ปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษ มีค่าการนำไฟฟ้ามากที่สุดเท่ากับ 14.610 dS/m ค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยหมักทั้ง 2 ชนิด มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกัน ประมาณ 8.25-8.26 เมื่อศึกษาค่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากการย่อยสลายขยะกระดาษและขยะอินทรีย์ โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ พบว่า ไนโตรเจนทั้งหมด, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์

Mahasarakham University

ต่อพืช, อินทรียวัตถุ, ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่ามากที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 0.440, ร้อยละ 0.031, ร้อยละ 0.352, ร้อยละ 11.770, 16.275 Cmol/kg และ 1.200 dS/m ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยมูลไส้เดือนทั้ง 4 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน ประมาณ 7.347-7.667 เมื่อศึกษาธาตุอาหารหลักของน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ย่อยสลายกระดาษและขยะอินทรีย์ โดยใช้ไส้เดือนดินต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ พบว่า ทีเคเอ็น, อินทรียวัตถุ และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ มีค่ามากที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 0.025, ร้อยละ 1.487 และ 14.330 dS/m ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่าร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มากที่สุดเท่ากับ 0.034 และ 0.278 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมักมูลไส้เดือนทั้ง 4 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน ประมาณ 4.693-5.293

คำสำคัญ: ขยะอินทรีย์, ปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยมูลไส้เดือน, น้ำหมักชีวภาพ, กระดาษ, ไส้เดือนดิน

Mahasarakham University

TITLE Comparison on Macro- nutrients of Vermicompost from Paper and Organic Waste Degradation

AUTHOR Mrs. Thunnida Kongthong

DEGREE Master of Science **MAJOR** Environmental Administration and Management

ADVISOR Asst. Prof. Sunantha Laowansiri, Ph.D.

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2018

ABSTRACT

This study aimed to compare the macronutrients of compost and earthworm manure derived from degradation of paper and organic waste. The two different species of earthworms used were Pheretima peguana (PP) and Eudrilus eugeniae (Common name: African Night Crawler) (AF). The organic waste prepared from fresh garbage and dry leaves (mixed in the ratio of 1:1 by weight) mixed with animal manure in the ratio of 2:1. The paper waste was crushed and mixed with animal manure in the ratio of 2:1. The two wastes that sprinkling with Effective Microorganisms was 50 ml/L, turning back every 3 days until fertilizer. The vermicompost fertilizer prepared from area for earthworms by using silt soil into the tank for 6 inch of height (13 kg weight), then sprinkling water for moisture content of 70-80 %, bring earthworm 0.2 kg/tank (1 species/tank). After that food for earthworms by preparing fresh garbage and dry leaves (mixed in the ratio of 1:1 by weight) and paper waste were crushed, sprinkling with EM 50 ml/L, fermenting, intended as food for earthworms. The food was fermented put into the tank 2 cm in thickness (1 kg of weight) at time of degradable earthworm's food for 2 months. Meanwhile, the fermentation process of earthworm dung prepared 0.5 kg of earthworm dung mixed with 100 ml of molasses, 1 liter of water and 50 ml of EM for 14 days. This experimental research and analysis was carried out in a laboratory.

The findings in macronutrient content of compost from organic waste and paper waste found that the Total Nitrogen (Total N), Phosphorous (Available P), Potassium (Available K), Organic Matter (OM), and the Cation Exchange Capacity (CEC) from composting organic waste was more than that from composting paper waste, with measurements of 0.993%, 0.039%, 2.180%, 18.775% and 25.350 Cmol/kg, respectively.

Mahasarakham University

Meanwhile, the paper waste composting was the highest Electric Conductivity equal to 14.610 dS/m. The pH of two wastes composting were a slight difference in pH at about 8.25 – 8.26. When conducting a study of nutrient fertilizers using vermicompost from degraded paper and organic waste, two different species of earthworms used, the study found that the Total N, Available P, Available K, OM and CEC, as well as EC of AF earthworm's manure from organic waste, was measured at the highest levels of 0.440%, 0.031%, 0.352%, 11.770%, 16.275 Cmol/kg and 1.200 dS/m, respectively. Meanwhile, the pH of all four earthworm's manure differed slightly between 7.347 and 7.667. When conducting a study in macronutrient content of wet fermentation process of earthworm dung from biodegradable paper and organic waste from the two different species of worms. The results showed that the TKN, OM, and EC of the PP earthworm dung from paper waste were at highest 0.025, 1.487, and 14.330 dS/m, respectively. Meanwhile, the readings from AF organic waste's measured available P and available K were found to be at most 0.34% and 0.278%, respectively. The pH values of the four species of worm dung had similar values ranging from around 4.693 to 5.293.

Keywords: organic waste, compost, vermicompost, bio-extraction, paper, earthworm

Mahasarakham University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพประกอบ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ปริทัศน์เอกสารข้อมูล	4
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมูลฝอย	4
2.2 ไส้เดือน (Earthworm)	12
2.3 ปุ๋ยหมัก (compost)	24
2.4 ปุ๋ยชีวภาพ	25
2.5 จุลินทรีย์ (EM)	27
2.6 น้ำหมักชีวภาพ	28
2.7 ธาตุอาหารของพืช	29
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46
2.8.1 งานวิจัยในประเทศ	46
2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ	52
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	53
3.1 สภาพพื้นที่และวิธีการศึกษา	53
3.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	53
3.3 วิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ	56
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	57
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปราย	58
4.1 ปุ๋ยหมัก	58
4.2 ปุ๋ยมูลไส้เดือน	64
4.3 น้ำหมักมูลไส้เดือน	70

Mahasarakham University

หน้า

บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 76
5.1 สรุปผล 76
5.2 ข้อเสนอแนะ 77
เอกสารอ้างอิง 78
ภาคผนวก 84
ภาคผนวก ก หลักการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินและปุ๋ย 85
ภาคผนวก ข ข้อมูลทั่วไปและการจัดการขยะมูลฝอยของพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมที่ 10 102
ภาคผนวก ค การหาองค์ประกอบขยะมูลฝอย 107
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ 111
ประวัติย่อผู้วิจัย 115

Mahasarakham University

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2-1 ระดับธาตุไนโตรเจนในดินกับการประเมิน (N)	38
ตาราง 2-2 ระดับธาตุฟอสฟอรัสในดิน (P)	38
ตาราง 2-3 ระดับธาตุโพแทสเซียมในดิน (K)	39
ตาราง 2-4 การประเมินระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง มีผลกระทบต่อดิน	40
ตาราง 2-5 การประเมินระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง มีผลกระทบต่อดินและพืช	40
ตาราง 2-6 ระดับความเค็มของดินและผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช	42
ตาราง 2-7 มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์	44
ตาราง 2-8 มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ	45

Mahasarakham University

สารบัญภาพประกอบ

		หน้า
ภาพประกอบ 2-1	ลักษณะโดยทั่วไปโดยไส้เดือนดิน	13
ภาพประกอบ 2-2	รูปแบบโรงเรือนการเลี้ยงไส้เดือนดิน	24
ภาพประกอบ 4-1	ค่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ	58
ภาพประกอบ 4-2	ค่าอินทรียวัตถุของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ	60
ภาพประกอบ 4-3	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ	61
ภาพประกอบ 4-4	ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ	62
ภาพประกอบ 4-5	ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ	63
ภาพประกอบ 4-6	ค่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักอินทรีย์จากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	64
ภาพประกอบ 4-7	ค่าอินทรียวัตถุของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	65
ภาพประกอบ 4-8	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	66
ภาพประกอบ 4-9	ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	67
ภาพประกอบ 4-10	ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษโดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	68
ภาพประกอบ 4-11	ค่าทีเคเอ็นของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	70
ภาพประกอบ 4-12	ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	71
ภาพประกอบ 4-13	ค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	72
ภาพประกอบ 4-14	ค่าอินทรียวัตถุของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษโดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	73
ภาพประกอบ 4-15	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	74
ภาพประกอบ 4-16	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์	75

Mahasarakham University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประชากรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม วิถีชีวิตความเป็นชุมชนเมืองได้เข้ามาสู่ชุมชนขนาดเล็ก ทำให้มีการขยายตัวเป็นชุมชนที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ในอีกด้านหนึ่งเรื่องของปัญหาขยะจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ขณะเดียวกันขยะที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลตำบลหนองบัวระเหว มีแหล่งที่มาจากอาคาร บ้านเรือน ตลาด ขยะที่ทิ้งในแต่ละวัน ส่วนใหญ่เป็นประเภทขยะมูลฝอยสดหรือขยะมูลฝอยเปียก เช่น เศษอาหาร เศษเนื้อ เศษผัก ใบไม้และเปลือกผลไม้ รองลงมาเป็นขยะมูลฝอยทั่วไป เช่น เศษกระดาษ ถุงพลาสติก ซองขนม กล่องโฟม ซึ่งขยะมูลฝอยเหล่านี้ยังเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนในเขตเทศบาลตำบลหนองบัวระเหว บางส่วนปนเปื้อนมาจากในน้ำ ดิน ถ้าเราสามารถกำจัดขยะได้ตั้งแต่เริ่มต้นด้วยการคัดแยกขยะ ในส่วนที่ย่อยสลายได้ ออกจากขยะมูลฝอยอื่นๆ ก็จะทำให้มีปริมาณขยะลดลง

การกำจัดขยะมูลฝอยที่แยกได้โดยเฉพาะขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ สามารถใช้กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์และการกินของสัตว์หน้าดิน คือ ไส้เดือนดิน จะเป็นกระบวนการแปรรูปสารอินทรีย์ไปเป็นปุ๋ยหมัก ปุ๋ยมูลไส้เดือน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพดิน ซึ่งการใช้ไส้เดือนดินย่อยสลายขยะอินทรีย์ในครัวเรือนก็เป็นอีกวิธีการหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมมากและสามารถลดประมาณขยะอินทรีย์จากครัวเรือนได้ ภายในบ้านเรือนมักจะมีกิจกรรมต่างๆ ที่ก่อให้เกิดขยะอินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะกิจกรรมการประกอบอาหารของครอบครัวในแต่ละวัน จะมีขยะอินทรีย์จำพวกเศษผัก เปลือกผลไม้หรือเศษอาหารเหลือทิ้งเป็นประจำ ซึ่งในแต่ละครัวเรือนโดยเฉลี่ยจะทิ้งขยะอินทรีย์ต่างๆ เหล่านี้อย่างน้อยวันละประมาณ 1.5 - 3 กิโลกรัม ซึ่งขยะอินทรีย์เหล่านี้จะถูกใส่ถุงขยะแล้วทิ้งทุกวัน โดยรถเทศบาลจะมารับแล้วนำไปกำจัด จากการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลหนองบัวระเหวนั้น มีรูปแบบการจัดการขยะที่ไม่ถูกวิธี คือ ใช้วิธีการฝังกลบ แต่ในส่วนของการฝังกลบนั้น ก็ไม่ได้เป็นตามที่ทางสาธารณสุขได้กำหนดไว้ จะเป็นไปตามวิถีของชาวบ้านเท่านั้น คือ ใน 1 ปี จะนำรถไถไปไถกลบ เพื่อทำความสะอาด ปัญหาที่ตามมาก็คือ ปัญหากลิ่นเหม็นของกองขยะ ปัญหาแมลงวัน สัตว์นำโรคชนิดต่างๆ รวมถึงปัญหาควันไฟจากการเผาขยะมูลฝอย ดังนั้นหากมีการส่งเสริมการทำปุ๋ยหมัก, น้ำหมักชีวภาพ และการเลี้ยงไส้เดือนดินภายในบ้าน เพื่อกำจัดขยะอินทรีย์เหล่านี้ ก็จะสามารถลดปริมาณขยะลงได้เป็นจำนวนมาก โดยการเลี้ยงไส้เดือนดินภายในภาชนะต่างๆ เช่น อ่างพลาสติก ลิ้นชักพลาสติก บ่อซีเมนต์หรือกระถางต้นไม้ เมื่อมีเศษผัก เศษผลไม้ หรือ

Mahasarakham University

เศษอาหารเหลือ ก็สามารถนำไปเลี้ยงไส้เดือนดินและเพื่อให้ไส้เดือนดินช่วยย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยต่อไป โดยสามารถใส่เศษขยะอินทรีย์ได้ทุกวันและเมื่อครบ 30 - 60 วัน ก็สามารถแยกนำมูลไส้เดือนดินภายในภาชนะหรือน้ำหมักที่รองได้ไปใช้ปลูกต้นไม้ในบ้านได้ ดังนั้นการเลี้ยงไส้เดือนดินเพื่อกำจัดขยะอินทรีย์ต่างๆ ดังกล่าวน่าจะเป็นอีกทางออกหนึ่งสำหรับคนในเขตเทศบาลตำบลหนองบัวระเหว เนื่องจากการทำงานของไส้เดือนดินจะสามารถลดกลิ่นและย่อยสลายของเสียหรือมูลสัตว์ต่างๆ เหล่านั้นกลายเป็นปุ๋ยหมักได้อย่างรวดเร็วซึ่งสามารถนำไส้เดือนดินมาประยุกต์ใช้ได้ง่ายมาก

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษา เรื่อง “ปริมาณองค์ประกอบธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักจากกระดาษและขยะอินทรีย์ในชุมชน, ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยกระดาษและขยะอินทรีย์ในชุมชนและน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยกระดาษและขยะอินทรีย์ในชุมชน” เพื่อที่จะทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักที่ได้ของการทดลองและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง เพิ่มการใช้ประโยชน์จากขยะในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ลดมลพิษจากขยะและของเสีย ซึ่งเป็นการลดปัญหาขยะของคนในเขตเทศบาลตำบลหนองบัวระเหว จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำผลไปทำการกำจัดขยะอินทรีย์และเผยแพร่ให้กับประชาชนในพื้นที่และผู้ที่สนใจได้ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลความแตกต่างระหว่างธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลไส้เดือน จากการย่อยสลายขยะกระดาษและขยะอินทรีย์

1.2.1 เพื่อศึกษาผลความแตกต่างระหว่างธาตุอาหารหลักปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะกระดาษและขยะอินทรีย์ โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน

1.2.2 เพื่อศึกษาผลความแตกต่างระหว่างธาตุอาหารหลักของน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ย่อยสลาย ขยะกระดาษและขยะอินทรีย์โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ขยะมูลฝอยอินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษา เป็นขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลตำบลหนองบัวระเหว อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ

1.3.2 วิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมักจากกระดาษและขยะอินทรีย์ชุมชน, ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยกระดาษและขยะอินทรีย์ชุมชนและน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยกระดาษและขยะอินทรีย์ชุมชน โดยวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N), ฟอสฟอรัสที่

Mahasarakham University

เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P), โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K), ค่าการนำไฟฟ้า (EC), ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC), ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)

1.3.3 ไส้เดือนดินที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ไส้เดือนดินพันธุ์ท้องถิ่น *(Pheretima peguana)* ขี้ตาแร่ และสายพันธุ์ ยูดริลลัส ยูจีนิแอ *(Eudrilus eugeniae)* ชื่อสามัญ African Night Crawler (AF)

1.3.4 ระยะในการศึกษาทดลอง 90 วัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้แนวทางในการลดปริมาณมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดมูลฝอย ด้วยวิธีการนำขยะมูลฝอยอินทรีย์มาหมักทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ ซึ่งสามารถทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยอินทรีย์ได้

1.4.2 ทราบถึงคุณภาพและปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษและปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์, ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยกระดาษและปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยขยะอินทรีย์ชุมชนและน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยกระดาษและน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยขยะอินทรีย์ชุมชน

1.4.3 เกษตรกรนำปุ๋ยที่ได้มาใช้แทนปุ๋ยเคมีในการปลูกพืช ทำให้ลดต้นต้นทุนการผลิตทางการเกษตร

1.4.4 นำความรู้เกี่ยวกับการกำจัดขยะอินทรีย์ไปเผยแพร่ให้กับประชาชนในพื้นที่และผู้ที่สนใจดำเนินการทำปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลไส้เดือน สามารถนำไปใช้ปฏิบัติจริงในชุมชนตำบลหนองบัวระเหว

Mahasarakham University

บทที่ 2

ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมูลฝอย

มูลฝอยที่กล่าวถึงนี้ หมายความรวมถึงมูลฝอยที่ถูกปล่อยออกมาจากชุมชนเมือง ซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกันมากพอ ๆ กับมูลฝอยที่เป็นชนิดเดียวกันที่มาจากการเกษตร อุตสาหกรรมและจากแหล่งอื่นๆ รวมกัน วิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นเฉพาะมูลฝอยที่มาจากชุมชนเมืองเป็นหลัก เนื่องจากการสะสมของมูลฝอยมีผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของประชาชน

พระราชบัญญัติสาธารณสุขปี พ.ศ. 2484 ได้ให้คำนิยามคำว่า มูลฝอยไว้ว่า “มูลฝอย ได้แก่ เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า แก้ว มูลสัตว์ ซากสัตว์ รวมถึงวัตถุอื่น ๆ ที่เก็บกวาดได้จากถนนที่เลี้ยงสัตว์ และที่ชุมชน”

พจนานุกรมนักเรียนฉบับเฉลิมพระเกียรติ พ.ศ. 2540 ให้คำจำกัดคำว่า “มูลฝอย” หมายถึง เศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว ส่วนคำว่า “ขยะ” หมายถึง หยากเยื่อ มูลฝอย

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ให้คำจำกัดความคำว่า “มูลฝอย” หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะใส่อาหาร แก้ว มูลสัตว์ หรือ ซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น ๆ

พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 ให้ความหมายของคำว่า “มูลฝอย” คือ เศษอาหาร เศษผ้า เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่นๆ

ดังนั้น “มูลฝอย, ขยะ” จึงเป็นคำที่ใช้แทนกันได้และในบางครั้งมักจะพบว่ามีการนำคำทั้งสองมารวมเข้าด้วยกัน เป็น “ขยะมูลฝอย” หมายถึงของเสีย หรือบรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้วส่วนใหญ่เป็นของแข็ง รวมถึงเถ้า ซากสัตว์ มูลสัตว์ ฝุ่นละออง และเศษวัตถุที่ทิ้งแล้วจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย สถานที่ต่างๆ รวมถึงสถานที่สาธารณะ ตลาดและโรงงานอุตสาหกรรม

ฉะนั้นจึงแสดงให้เห็นว่ามูลฝอยเกิดจากกิจกรรมการดำรงชีวิตของมนุษย์ จึงเป็นเสมือนเงาของมนุษย์ก็จะพยายามขจัดออกไป แต่เมื่อกำจัดจากที่หนึ่งก็จะไปเกิดปัญหากับอีกที่หนึ่งกระทบต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ แต่ถ้ามนุษย์หันไปมองประโยชน์ของมูลฝอยและพยายามใช้มูลฝอยให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์แล้วสุดท้ายก็จะสามารถลดปัญหามลภาวะจากมูลฝอยในสิ่งแวดล้อมได้

การเกิดมูลฝอย

ในการจัดการมูลฝอยมีความจำเป็นต้องทราบถึงการเกิดมูลฝอยว่าเกิดขึ้นจากแหล่งใดบ้าง มีปริมาณและองค์ประกอบของมูลฝอยเป็นอย่างไร รวมถึงประเภทของมูลฝอยเป็นอย่างไรเพื่อที่จะทำให้

Mahasarakham University

การจัดการมูลฝอยเป็นไปอย่างถูกต้องและเหมาะสมถูกวิธีและเกิดประสิทธิภาพไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งอันจะมีผลต่อสุขภาพอนามัยได้ในที่สุด

1. แหล่งกำเนิดของมูลฝอย

แหล่งกำเนิดของมูลฝอยมักจะแบ่งตามการใช้ประโยชน์ของที่ดินได้ดังนี้คือ

1.1 มูลฝอยจากบ้านพักอาศัย (Residential Waste) เป็นมูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมการดำรงชีพของคนที่อาศัยอยู่ในบ้านพักอาศัยหรืออาคารชุด หรืออพาทเมนท์ ได้แก่ เศษอาหารจากการเตรียมอาหารหรือจากการเหลือใช้ เศษกระดาษ เศษพืชผัก ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก ใบไม้ใบหญ้า ภาชนะหรืออุปกรณ์ที่ชำรุดหรือเสื่อมคุณภาพ เฟอร์นิเจอร์เก่าที่ชำรุด เศษแก้ว ฯลฯ

1.2 มูลฝอยจากธุรกิจการค้า (Commercial Waste) หมายถึง มูลฝอยที่มาจากสถานที่ที่มีการประกอบกิจการค้าขายส่ง ขายปลีก หรือการบริการทางการค้าต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าจะเป็นกิจการค้าประเภทใด ได้แก่ อาคารสำนักงาน (office building) ตลาด ร้านขายอาหาร ร้านขายของชำ ร้านขายผลิตภัณฑ์ทางเกษตร โรงแรม โรงมหรสพ หรือโกดังเก็บสินค้า ซึ่งมักจะมีภาชนะเก็บมูลฝอยเป็นของตนเอง มูลฝอยที่เกิดขึ้นอาจมีเศษอาหาร เศษแก้ว พลาสติก เศษวัสดุสิ่งก่อสร้างต่างๆ หรืออาจมีของเสียอันตราย

1.3 มูลฝอยจากการเกษตร (Agricultural Wastes) แหล่งมูลฝอยที่สำคัญมักมาจากกิจกรรมเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นอาหาร มูลฝอยจากแหล่งดังกล่าวมักประกอบด้วย มูลสัตว์ เศษหญ้า เศษพืชผัก ภาชนะบรรจุยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น ในอดีตของเสียจากการเกษตรเหล่านี้ส่วนใหญ่ (ยกเว้นภาชนะบรรจุยาปราบศัตรูพืช) มักถูกนำมาไถกลบลงบนพื้นที่ที่จะทำการเพาะปลูก ซึ่งถือเป็นการหมุนเวียนเอาของเสียที่เกิดขึ้นนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดี แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการเร่งผลผลิตให้ได้ปริมาณมากขึ้นตามจำนวนของประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการนำเอาปุ๋ยเคมีมาใช้แทน ทำให้ปริมาณของมูลฝอยจากการเกษตรเพิ่มปริมาณมากขึ้น

1.4 มูลฝอยจากการพักผ่อนหย่อนใจ (Recreational Wastes) มูลฝอยจากสถานที่พักผ่อนหย่อนใจหรือสถานที่ท่องเที่ยวไม่ว่าจะเป็นแหล่งธรรมชาติ ได้แก่ ชายหาดต่างๆ เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ สระว่ายน้ำ เป็นต้น หรืออาจเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นแหล่งศิลปกรรม ได้แก่ โบราณสถานต่างๆ เช่น พิพิธภัณฑสถาน วัดวาอาราม ฯลฯ กิจกรรมในการพักผ่อนมักต้องมีการรับประทานอาหาร การรับประทานเครื่องดื่มของว่างต่างๆ ทำให้เกิดมูลฝอย ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่ามูลฝอยที่เกิดจากการตั้งแคมป์จะเกิดประมาณ 1 ปอนด์ต่อคนต่อวัน และชนิดของมูลฝอยนั้นขึ้นอยู่กับผู้ที่ไปพักผ่อนหย่อนใจนั้น ส่วนใหญ่มูลฝอยที่เกิดจากการพักผ่อนหย่อนใจจะเป็น เศษอาหาร เศษวัสดุ บรรจุภัณฑ์ทั้งหลาย เช่น กล่องกระดาษหรือพลาสติก ถุงกระดาษหรือพลาสติก กระป๋อง โลหะต่างๆ ขวดแก้วหรือพลาสติก ฯลฯ

Mahasarakham University

1.5 มูลฝอยจากโรงพยาบาล (Hospital Waste) มูลฝอยจากโรงพยาบาลมักถูกจัดไว้ในกลุ่มของมูลฝอยอันตราย เพราะอาจทำให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมได้หลายประการ เช่น อาจเป็นการแพร่กระจายเชื้อโรค ฯลฯ จึงนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่น่าจะพิจารณาจัดการแยกออกต่างหากจากมูลฝอยที่มาจากแหล่งอื่นๆ

1.6 มูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastes) มูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมนั้นหรือประเภทของอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ ได้แก่ พวกเศษอาหาร มูลฝอยแห้งต่างๆ เช่น เศษกระดาษ กระดาษแข็ง กล่องกระดาษฯลฯ ขี้เถ้า ของเสียอันตราย เป็นต้น

2. ประเภทของมูลฝอย (Types of Refuses)

มูลฝอยอาจมีขนาดแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่ขนาดเล็กจำพวกฝุ่นละอองไปจนถึงตัวถังรถยนต์ ล้วนแล้วแต่เป็นมูลฝอยทั้งสิ้น การแบ่งประเภทของมูลฝอย แบ่งออกได้เป็น 12 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดและลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

2.1 มูลฝอยสดหรือมูลฝอยเปียก (Garbage)

2.2 มูลฝอยแห้ง (Rubbish)

2.3 เถ้า (Ashes)

2.4 มูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Refuse)

2.5 ซากสัตว์ (Dead Animals)

2.6 มูลฝอยจากการเกษตรกรรม (Agricultural Wastes)

2.7 มูลฝอยของใช้ชำรุด (Bulky Wastes)

2.8 ซากรถยนต์ (Abandoned Vehicles)

2.9 เศษสิ่งก่อสร้าง (Construction and Demolition Wastes)

2.10 มูลฝอยจากการกวาดถนน (Street Wastes)

2.11 กากตะกอนของน้ำโสโครก (Sewage Treatment Residues)

2.12 กากของเสียอันตราย (Hazardous Wastes)

2.1 มูลฝอยสดหรือมูลฝอยเปียก (Garbage) หมายถึง มูลฝอยที่มีความชื้นสูง สามารถย่อยสลายด้วยวิธีทางชีวภาพ เช่น เศษอาหาร เศษผลไม้ มูลสัตว์ เป็นต้น มูลฝอยสดมีส่วนประกอบของอินทรียวัตถุในปริมาณที่สูงมากและย่อยสลายได้ง่าย ดังนั้นถ้ามูลฝอยสดถูกปล่อยไว้นานเกินควรก็จะเกิดการเน่าเปื่อย ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน จึงควรนำไปกำจัดภายในเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง

2.2 มูลฝอยแห้ง (Rubbish) หมายถึง มูลฝอยที่มีความชื้นต่ำแบ่งออกได้เป็น มูลฝอยที่ติดไฟได้ (Combustible Solid Waste) เช่น เศษกระดาษ ใบไม้แห้ง กิ่งไม้ เป็นต้น และมูลฝอยที่ติดไฟไม่ได้ (Non-combustible Solid Waste) เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ เป็นต้น มูลฝอยแห้งมีการย่อยสลายค่อนข้างช้าทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการเก็บรวบรวม หากเก็บไม่ดีจะเป็นที่อยู่อาศัยของ

Mahasarakham University

พาหะ นำโรค รวมทั้งอาจเป็นเชื้อเพลิงที่ดีอีกด้วย การเก็บรวมรวมมูลฝอยแห้งเพื่อนำไปกำจัดนั้น อาจเก็บเพียงสัปดาห์ละ 1 ครั้งหรือนานกว่านั้น เพราะไม่ย่อยสลายง่ายเหมือนมูลฝอยสด

2.3 เถ้า (Ashes) หมายถึง เศษสิ่งตกค้างที่เกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิงต่างๆ โดยเฉพาะเชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นของแข็ง เช่น ไม้ ถ่านไม้ ถ่านหิน เป็นต้น นอกจากนี้กากที่เหลือจากเตาเผามูลฝอย หรือการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงบางชนิดจะทำให้เกิดเถ้าบิน (Fly Ashes) ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศและอาจก่อให้เกิดเหตุรำคาญต่อชุมชน

2.4 มูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Refuse) มูลฝอยที่เกิดขึ้นจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีปริมาณและลักษณะแตกต่างกันตามขนาดและกิจกรรมของโรงงาน เช่น โรงงานน้ำอัดลม มักพบว่ามีเศษแก้ว เศษไม้ ฝาจุก โรงงานอาหารสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง มักพบว่ามีเศษเนื้อสัตว์และเศษเหล็ก เป็นต้น ปริมาณของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกำลังการผลิตของโรงงาน มูลฝอยที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทอาจ จะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและปัญหาด้านสาธารณสุขเพราะมีการปนเปื้อนด้วยสารเคมีและเชื้อจุลินทรีย์ ที่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมได้

2.5 ซากสัตว์ (Dead Animals) หมายถึง ซากสัตว์ที่ตายด้วยสาเหตุต่างๆ อาจตามธรรมชาติ เจ็บป่วยจนตายหรือตายจากอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่อาจถูกปล่อยไว้ตามถนนในที่สาธารณะหรือ ในที่พักอาศัย มูลฝอยเหล่านี้สามารถย่อยสลายได้ง่ายและรวดเร็ว เมื่อเน่าเปื่อยหรือย่อยสลายแล้ว จะส่งกลิ่นเหม็นเป็นที่น่ารังเกียจและอยู่ในสภาพที่ไม่น่าดูนอกจากนี้ ยังอาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื่อโรคได้อีกด้วย จึงจำเป็นต้องเก็บรวบรวมและนำไปกำจัดทันที

2.6 มูลฝอยจากการเกษตรกรรม (Agricultural Wastes) หมายถึง มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร ได้แก่ การทำนา การทำไร่ การประมง การเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น มูลฝอยที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ ได้แก่ มูลสัตว์ เศษหญ้า ใบไม้ กิ่งไม้ เศษอาหารสัตว์ ซากภาชนะบรรจุสารปราบศัตรูพืช ปุ๋ยหรือฮอร์โมน สารตกค้างของสารปราบศัตรูพืช ปุ๋ยหรือฮอร์โมน

2.7 มูลฝอยของใช้ชำรุด (Bulky Wastes) คือ มูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ ยางรถยนต์ที่เก่าเสื่อมสภาพแล้ว เฟอร์นิเจอร์ชำรุด เป็นต้น สิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชน บางชนิดต้องใช้เวลานานมากจึงจะเกิดการผุพังสิ้นสภาพไป ทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่ บางชนิดขังน้ำได้ ทำให้เกิดแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงพาหะนำโรค

2.8 ซากรถยนต์ (Abandoned Vehicles) หมายถึง ยานพาหนะต่างๆ เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถบรรทุก เครื่องจักรกลและชิ้นส่วนของยานพาหนะที่เสียหรือเสื่อมสภาพเป็นต้น เมื่อไม่สามารถซ่อมแซมเพื่อใช้งานได้ต่อไปอีก มักจะถูกนำไปจอดทิ้งในที่สาธารณะหรือสถานที่ทำการต่างๆ นอกจากนี้ได้มีการศึกษาพบว่าน้ำหนักของรถยนต์ที่หนักประมาณ 3,574 ปอนด์ ประกอบด้วยเหล็กกล้า 2,531 ปอนด์ เหล็กหล่อ 511 ปอนด์ ทองแดง 31 ปอนด์ สังกะสี 54 ปอนด์ อะลูมิเนียม 50 ปอนด์ ตะกั่ว 20 ปอนด์ ยาง 145 ปอนด์ แก้ว 87 ปอนด์ สารอื่นๆ ที่ติดไฟได้ 127 ปอนด์ สารอื่นๆ ที่ไม่ติดไฟ 15 ปอนด์

Mahasarakham University

2.9 เศษสิ่งก่อสร้าง (Construction and Demolition Wastes) ได้แก่ เศษไม้ เศษโลหะ เศษอิฐ และชิ้นส่วนของคอนกรีตที่เกิดจากการก่อสร้างหรือการรื้อถอนอาคาร ส่วนใหญ่ จะเป็นพวกวัตถุที่ย่อยสลายไม่ได้ หากปล่อยทิ้งไว้ก็จะทำให้เกิดการกีดขวาง ขาดความเป็นระเบียบ ไม่น่าดู โดยปกติแล้วนิยมนำไปกำจัดด้วยวิธีถมที่ลุ่มหรือใช้ปรับปรุงพื้นที่

2.10 มูลฝอยจากการกวาดถนน (Street Wastes) หมายถึงมูลฝอยที่เกิดจากการกวาดถนนหรือสถานที่สาธารณะต่าง ๆ เช่น เศษกระดาษ เศษหญ้า เศษหิน กิ่งไม้ ฝุ่นละออง เป็นต้น

2.11 กากตะกอนของน้ำโสโครก (Sewage Treatment Residues) เป็นขยะที่เกิดจากระบบการบำบัดน้ำเสียชุมชน เช่น เศษวัสดุต่าง ๆ เศษอาหารจากตะแกรง และกากตะกอนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่เปลี่ยนแปลงสภาพมาจากของเหลวเป็นของแข็ง ถือว่าเป็นมูลฝอยชนิดหนึ่งที่ต้องมีการกำจัดให้ถูกต้อง เพื่อไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและประชาชน เพราะกากตะกอนของน้ำโสโครก นอกจากมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ปะปนมาจำนวนหนึ่งแล้ว ยังอาจพบเชื้อโรคหรือสารเคมีที่เป็นพิษอีกด้วย ดังนั้นวิธีการรวบรวมและกำจัดกากตะกอนน้ำโสโครกจะต้องจัดทำเป็นพิเศษ

2.12 กากของเสียอันตราย (Hazardous Wastes) หมายถึง มูลฝอยที่มีสารพิษ มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือระเบิดได้ มูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยกัมมันตรังสี จะต้องมีการจัดการเป็นพิเศษ เพราะอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อมได้

3. ปริมาณของมูลฝอย (Quantity of Refuse)

องค์ประกอบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณมูลฝอย

ปริมาณมูลฝอยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง สามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอ ผู้มีหน้าที่ในการจัดการมูลฝอยจำเป็นต้องบันทึกปริมาณมูลฝอยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการกำจัด การเก็บขน การวางแผนการปรับปรุงการปฏิบัติงาน หรือการจัดการงบประมาณ ตลอดจนการวางแผนการจัดการในอนาคต องค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของมูลฝอย มีดังนี้

3.1 ลักษณะที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของท้องถิ่น (Geographical Location)

3.2 ความหนาแน่นของประชากร (Population Density)

3.3 ฤดูกาล (Season)

3.4 อุปนิสัยของประชากรในชุมชน (Habit of People in Community)

3.5 สภาวะทางเศรษฐกิจ (Economic Status)

3.6 การบริการเก็บรวบรวมและกำจัดมูลฝอย (Collection Services and Disposal)

3.7 กฎหมายข้อบังคับและความร่วมมือของประชาชน

Mahasarakham University

3.1 ลักษณะที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของท้องถิ่น (Geographical Location) หมายถึง สถานที่ต่างกัน ทำให้มูลฝอยที่เกิดขึ้นต่างกัน เช่น สถานที่ตั้งอยู่ริมทะเล มักพบเศษปลา เศษเปลือกหอย ได้มากกว่ามูลฝอยชนิดอื่น ๆ

3.2 ความหนาแน่นของประชากร (Population Density) บริเวณที่มีผู้อาศัยหนาแน่น จะมีปริมาณมูลฝอยมากกว่าบริเวณที่มีผู้อาศัยอยู่น้อย

3.3 ฤดูกาล (Season) ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณมูลฝอยมาก เช่น ฤดูกาลที่มีผลไม้ ปริมาณมูลฝอยจำพวกเปลือกและผลไม้จะมาก เพราะเหลือจากการบริโภคของประชาชนและยิ่งหากราคาผลไม้ในปีนั้น ๆ มีราคาถูก จะทำให้มีเปลือกผลไม้และเศษผลไม้เหลือทิ้งในปีนั้นๆ มากขึ้น

3.4 อุปนิสัยของประชาชนในชุมชน (Habit of People in Community) อุปนิสัยของประชาชนในชุมชนที่มีอุปนิสัยรักความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย จะมีปริมาณมูลฝอยในการเก็บขนมากกว่าประชาชนที่มีอุปนิสัยไม่รักความเป็นระเบียบ ซึ่งจะทิ้งมูลฝอยกระจัดกระจาย ไม่รวบรวม เป็นที่เป็นทาง ปริมาณมูลฝอยในการเก็บขนจึงน้อย แต่จะพบตามถนน แม่น้ำลำคลอง ที่สาธารณะ เป็นต้น

3.5 สภาวะทางเศรษฐกิจ (Economic Status) ชุมชนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดี ย่อมมีกำลังซื้อสินค้าสูงกว่าชุมชนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ ทำให้มีปริมาณมูลฝอยมากกว่า

3.6 การบริการเก็บรวบรวมและกำจัดมูลฝอย (Collection Services and Disposal Methods) องค์ประกอบนี้มีผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณมูลฝอย หากการบริการเก็บขนดี ประชาชนก็จะนำมูลฝอยออกมากำจัด ทำให้ปริมาณมูลฝอยสูงขึ้น แต่ถ้าบริการเก็บขนมูลฝอยไม่สม่ำเสมอ ประชาชนก็ไม่กล้านำมูลฝอยออกมาทิ้ง ปริมาณมูลฝอยก็น้อยลง

3.7 กฎหมายข้อบังคับและความร่วมมือของประชาชน (Law and People Participation) การบังคับใช้กฎหมายและความร่วมมือของประชาชน มีส่วนทำให้ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นลดลง

4. ผลกระทบของมูลฝอยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

จากการเพิ่มจำนวนของประชากรและความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและเศรษฐกิจ ทำให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอยล้นบ้านหรือล้นเมือง และสร้างปัญหาในการจัดการมูลฝอยให้เกิดประสิทธิภาพจนเป็นที่พอใจของทั้งองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในด้านการจัดการและประชาชนผู้เป็นเหตุแห่งการเกิดมูลฝอย ในเมืองใหญ่หลายเมืองของประเทศต่างๆ ทั่วโลกต่างก็มีปัญหาในการจัดการมูลฝอย

4.1 ผลกระทบทางด้านสุขภาพอนามัย

มูลฝอยซึ่งมีความหมายถึงสิ่งของที่ใช้แล้วหรือสิ่งของที่ไม่ต้องการถูกทิ้งนี้มีส่วนประกอบหลายอย่างคลุกเคล้ากันอยู่และอาจมาจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยต่างๆ มูลฝอยบางชนิด

Mahasarakham University

อาจมีการปนเปื้อนเชื้อโรคหรือสารเคมีเป็นพิษหรือสารก่อให้เกิดอันตรายอยู่ เช่น มูลฝอยที่มาจากโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลหรือห้องปฏิบัติการต่างๆ เหล่านี้ถ้าหากมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อโรคได้ นอกจากจะเป็นตัวการที่ทำให้เกิดโรคแล้วยังอาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงและสัตว์นำโรคต่างๆ เช่น แมลงสาป แมลงหวี่ แมลงวัน หนู เพราะในมูลฝอย อาจมีเศษอาหาร ซึ่งแมลงและสัตว์นำโรคดังกล่าวต้องการ ทำให้เกิดการแพร่กระจายเพิ่มจำนวนขึ้นและเป็นพาหะนำโรคไปสู่มนุษย์ สิ่งดังกล่าวนี้อาจก่อให้เกิดผลต่อสุขภาพอนามัยทางด้านร่างกายมากกว่าจิตใจ แต่ผลของการจัดการมูลฝอยที่ไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยทางด้านจิตใจโดยทางอ้อมได้ เช่น สภาพอันไม่น่าดูของมูลฝอย กลิ่นเน่าเหม็นของมูลฝอย การเป็นที่เพาะพันธุ์ของแมลงและสัตว์ ฯลฯ

4.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

มูลฝอยมักมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบอยู่มากบ้างน้อยบ้างแล้วแต่ประเภทและแหล่งกำเนิดของมูลฝอยโดยเฉพาะอย่างยิ่งมูลฝอยเปียกซึ่งถือเป็นแหล่งของอาหารที่ดีของทั้งจุลินทรีย์ แมลงหรือสัตว์นำโรคทำให้เกิดการย่อยสลาย แยกสลายหรือการกินมูลฝอยดังกล่าวผลที่ตามมา คือ การเกิดแก๊สต่างๆ หรือของเสียขึ้น หากมีการปล่อยทิ้งไว้หรือกองไว้บนพื้นดินโดยไม่มีการจัดการให้เหมาะสมอาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางดิน มลพิษทางน้ำหรือมลพิษทางอากาศได้ เช่น การเกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ปล่อยสู่บรรยากาศ การละลายชะล้างของน้ำฝนผ่านกองมูลฝอยสู่แหล่งน้ำหรือการ เทกองมูลฝอยบนดินทำให้เกิดมลพิษทางดิน ฯลฯ

4.3 ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจและสังคม

ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอันเนื่องมาจากการจัดการมูลฝอยที่ไม่เหมาะสมนี้เป็นผลกระทบที่เกิดโดยทางอ้อมมองดูเหมือนเป็นเรื่องไกลตัว อาจมองดูว่าเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นต่อส่วนรวม ถ้าไม่ได้เกิดขึ้นกับตนเองหรือญาติพี่น้องของตนเองก็มักไม่เกิดการตะหนักถึงผลเสียที่อาจจะเกิดขึ้นนี้ อันได้แก่ การจัดการมูลฝอยไม่เหมาะสมปล่อยให้มีการทิ้งมูลฝอยไม่เลือกที่ถือเป็นการทำลายความเป็นสง่าราศีของบ้านเมืองหรือประเทศชาติหรือหากมีที่ดินหรือบ้านเรือนที่อยู่อาศัยอยู่ใกล้ที่เก็บรวบรวมและกำจัดมูลฝอยก็มักทำให้ที่ดินในบริเวณดังกล่าวมีราคาถูกลงเมื่อเทียบกับที่ที่อยู่ไกล เป็นต้น

5. การคัดแยกประเภทมูลฝอย

ในปัจจุบันยังไม่มีรูปแบบที่ชัดเจนแน่นอนและส่วนใหญ่แล้วจะมีการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอย กันเป็นทอดๆ โดยเริ่มจากแหล่งกำเนิดของมูลฝอยไปจนถึงระบบกำจัดมูลฝอยบางชนิด ที่สามารถใช้ได้ไปจำหน่ายเท่านั้น และส่วนใหญ่ขยะมูลฝอยที่ถูกคัดแยกประเภทจะเป็นมูลฝอยสภาพดี วัสดุต่างๆ ที่ถูกคัดแยกมาจากมูลฝอยก็จะถูกขายไปให้กับพ่อค้าคนกลาง ซึ่งจะนำไปขายให้กับร้านรับซื้อของเก่าอีกต่อหนึ่งที่ร้านนี้จะทำการคัดแยกประเภทต่าง ๆ พร้อมทั้งทำความสะอาดวัสดุ

Mahasarakham University

บางประเภทก่อนที่จะนำไปขายต่อให้กับผู้รับซื้อของเก่ารายใหญ่ ซึ่งเป็นผู้ซื้อขายที่ติดต่อโดยตรงกับผู้ใช้วัสดุเหล่านี้ เพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ต่อไป

การคัดแยกประเภทมูลฝอยที่จะให้ประสิทธิภาพที่สูงขึ้นไปอีก ก็คือจะต้องให้มีการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดของมูลฝอยหรือการคัดแยกประเภทมูลฝอยก่อนนำทิ้ง ควรเผยแพร่หลัก 7 R ในการคิดก่อนทิ้งมูลฝอย

1. REFUSE การปฏิเสธหรือหลีกเลี่ยงบรรจุภัณฑ์ที่สร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม
2. REPAIR การซ่อมแซมเครื่องใช้ ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ต่อไป
3. RECYCLE การแยกขยะที่ใช้ประโยชน์ได้ให้ง่ายต่อการจัดเก็บและส่งแปรรูป
4. REFILL การเลือกใช้สินค้าชนิดเติม ทำให้ใช้บรรจุภัณฑ์ที่น้อยกว่า
5. REUSE การนำบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่
6. REDUCE การลดการบริโภคและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานสิ่งของ
7. RETURN การเลือกใช้สินค้าที่สามารถส่งคืนบรรจุภัณฑ์กลับสู่ผู้ผลิต

6. ระบบกำจัดขยะมูลฝอย

การกำจัดที่ถูกสุขลักษณะและก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมน้อย ปัจจุบันที่ยอมรับมีอยู่ 3 วิธีคือ

6.1 ระบบฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ (Sanitary Landfill)

เป็นการกำจัดมูลฝอยที่ถูกสุขลักษณะโดยไม่ก่อให้เกิดเหตุรำคาญและอันตรายต่อสุขภาพอนามัยและสภาวะแวดล้อม หลังจากฝังกลบสามารถใช้พื้นที่เป็นสนามเด็กเล่น สวนสาธารณะ เป็นต้น การฝังกลบต่างจากการฝังธรรมดาที่มีการบดอัดมูลฝอยให้ยุบตัวแน่นแล้วนำดินมากลบ พร้อมกับบดอัดแน่นอีกครั้ง การกำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบมีอยู่ 2 วิธีด้วยกันคือ

6.1.1 แบบถมที่ (Area Method) เป็นการฝังกลบในพื้นที่ที่เป็นหลุมหรือที่ต่ำและต้องการถมให้สูงขึ้นกว่าเดิมมีขั้นตอนดังนี้

1) เทมูลฝอยลงไป (Dump)
2) เกลี่ยมูลฝอยให้กระจาย (Spread)
3) บดอัดให้แน่น (Compact 1)
4) ใช้ดินกลบ (Cover)
5) บดอัดให้แน่น (Compact 2)

6.1.2 แบบขุดร่อง (Trench Method) เป็นการฝังกลบในพื้นที่ที่เป็นที่ราบและไม่ต้องการให้พื้นที่สูงขึ้นอีก โดยขุดเป็นร่อง มีขั้นตอนดังนี้

1) ขุดเป็นร่อง
2) ความกว้างของร่องขนาด 2.5 เท่าของเครื่องจักรกลที่ใช้
3) ความลึกระหว่าง 3-5 เมตร (แต่ต้องไม่ถึงระดับน้ำใต้ดิน)

Mahasarakham University

4) การฝังกลบใช้วิธีเดียวกับแบบถมที่

6.2 ระบบการเผาในเตาเผา (Incineration)

หมายถึง การเผามูลฝอยในเตาที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศและควรมีความร้อนสูงในขณะที่เผามูลฝอย โดยปกติจะอยู่ระหว่าง 700-1,100 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 760 องศาเซลเซียส จะทำให้การเผาไหม้ไม่มีกลิ่นรบกวนและมูลฝอยและถูกเผาไหม้โดยสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

การกำจัดมูลฝอยโดยวิธีการเผาด้วยเตาเผามูลฝอย จะช่วยประหยัดเนื้อที่ในการกำจัดมูลฝอย และยังให้ผลพลอยได้เป็นพลังงานความร้อนนำมาใช้ประโยชน์ แต่การลงทุนในการกำจัดค่อนข้างสูงและ เสียค่าดำเนินงานสูงด้วย

6.3 ระบบการหมักมูลฝอย (Composting)

หลักการหมักขยะเพื่อทำปุ๋ย อาศัยขบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในมูลฝอย โดยเฉพาะจุลินทรีย์พวกที่ต้องการออกซิเจนภายใต้สภาวะที่เหมาะสมในด้านความชื้น อุณหภูมิปริมาณออกซิเจนรวมทั้งอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน เพื่อให้ได้แร่ธาตุที่ค่อนข้างคงรูปมีสีดำ ค่อนข้างแห้ง และมีคุณค่าของสารอาหารบำรุงดิน

2.2 ไส้เดือน (Earthworm)

ไส้เดือนตามพจนานุกรมของมติชนระบุไว้ว่าเป็นชื่อของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิด บางชนิดลำตัวมีปล้องบางชนิดไม่มี เช่นไส้เดือนดินลำตัวเป็นปล้องมักมีชุกชุมตามดินชื้นร่วนซุย ตามใต้กองขยะมูลฝอย ไส้เดือนฝอยรากปนลำตัวเป็นริ้วไม่เป็นปล้องเป็นปรสิตตามรากผักถั่วและต้นไม้ ประโยชน์ของไส้เดือนดินไม่เพียงช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้ดีขึ้น

อาหารของไส้เดือนดินนั้นจะไม่กินของมีชีวิตแต่เข้าย่อยสารอินทรีย์ที่เริ่มเน่าเปื่อย โดยเฉพาะสารอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่สูงเช่นในขยะอินทรีย์หรือเศษอาหารจากตลาดหรือจากชุมชน

ลักษณะโดยทั่วไปของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินมักพบโดยทั่วไปในดิน เศษกองซากพืช มูลสัตว์ ที่ ๆ มีความชื้นพอสมควร ปัจจุบันไส้เดือนมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด โดยมีโครงสร้างที่มีลักษณะเหมือนกัน (ภาพประกอบ 2-1) คือ

1. เป็นสัตว์ที่มีลำตัวยาวลำตัวเป็นปล้องทั้งภายนอกและภายในร่างกายโดยมีเยื่อกั้นระหว่างปล้อง

2. มีช่องลำตัวที่แท้จริงแบบ Schizocoelomate ซึ่งเป็นซีลอมที่เกิดจากเนื้อเยื่อชั้นกลางแยกออกเป็นช่อง และช่องนี้ขยายตัวออกจนเป็นซีลอม

Mahasarakham University

3. ผนังลำตัวชั้นนอกสุดเป็นคิวติเคิล ที่ประกอบด้วยสารจำพวกโพลีแซคคาไรด์เจลาติน และ ชั้นอิพิเดอร์มิส มีเซลล์ต่อมชนิดต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่สร้างน้ำเมือกทำให้ผิวลำตัวชุ่มชื้นถัดลงไปเป็นกล้ามเนื้อตามขวาง และกล้ามเนื้อตามยาวและชั้นในสุดเป็นเยื่อบุช่องท้องแบ่งแยกระหว่างช่องลำตัวกับผนังร่างกาย

4. มีขนแข็งสั้นที่เป็นสารจำพวกไคตินงอกออกมาในบริเวณรอบลำตัวของแต่ละปล้อง

5. มีระบบทางเดินอาหารที่สมบูรณ์ คือมีปาก และ ทวารหนัก โดยมีลำไส้เป็นท่อตรงยาว ตลอดลำตัว

6. ระบบขับถ่ายประกอบด้วยอวัยวะที่เรียกว่า เนฟริเดีย ตั้งอยู่บริเวณด้านข้างของลำตัว ปล้องละ 1 คู่

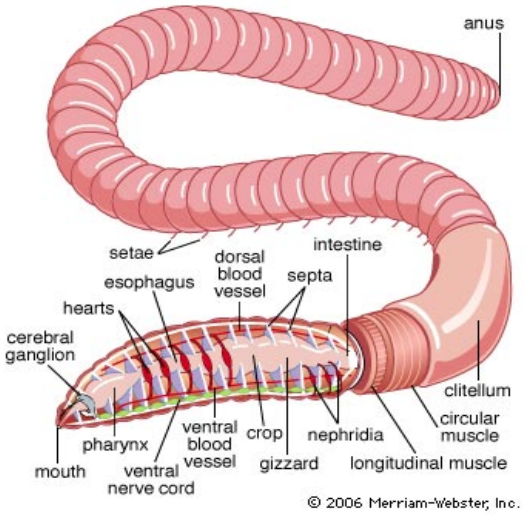
7. ระบบหมุนเวียนโลหิตเป็นแบบปิด

8. ระบบแลกเปลี่ยนก๊าซเป็นแบบการแพร่ผ่านผนังลำตัว

9. มีระบบประสาท ประกอบด้วย ปมประสาทสมองด้านหลังลำตัวในบริเวณส่วนหัว 1 คู่ เส้นประสาทรอบคอหอย 1 คู่ และเส้นประสาทด้านท้องทอดตามความยาวของลำตัวอีก 1 คู่

10. มีอวัยวะรับสัมผัส ประกอบด้วย ปุ่มรับรส กลุ่มเซลล์รับแสง

11. เป็นสัตว์ที่มีสองเพศอยู่ในตัวเดียวกัน คือ ประกอบด้วย รังไข่ และถุงอัณฑะ



ที่มา : อานัฐ ตันโช (2550)

ภาพประกอบ 2-1 ลักษณะโดยทั่วไปโดยไส้เดือนดิน

Mahasarakham University

ลักษณะของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินจัดอยู่ในไฟลั่มแอนเนลิดา *(PhylumAnnelida)* ชั้นซีโตโพดา *(Class Chaetopoda)* ตระกูลโอลิโกซีตา *(Order Oligochaeta)* วงศ์แลมบริซิลี *(Family Lambricidae)* ไส้เดือนดินชนิดต่างๆ เท่าที่รู้จักกันมีประมาณ 1,800 ชนิด ไส้เดือนดินที่พบมากในแถบยุโรปและอเมริกาเป็นไส้เดือนดินชนิด *Lumbricus terrestris* ส่วนไส้เดือนดินที่พบมากในประเทศไทยแถบเอเชียอาคเนย์ ได้แก่ Pheretimapeguana และ Pheretima มีรูปร่างทรงกระบอกยาว หัวท้ายเรียวแหลม ยาวประมาณ 10-20 เซนติเมตร เมื่อโตเต็มที่จะมี 120 ปล้อง มีช่องระหว่างปล้องคั่นแต่ละปล้องไว้ แต่ละปล้องมีเดือยเล็ก ๆ เรียงอยู่ประมาณ 56 อัน ไม่มีส่วนหัวที่ชัดเจน ไม่มีตา ไม่มีหนวดเหมือนในตัวแม่เพรียงแต่มีไคลเตลลัม เมื่อถึงระยะสืบพันธุ์ไคลเตลลัมจะเห็นได้ชัดเจนอยู่ตรงปล้องที่ 14-16 บนร่างกาย

การผสมพันธุ์ของไส้เดือน

ไส้เดือนดินมีเพศเป็นกะเทยมีทั้งรังไข่และอัณฑะอยู่ในตัวเดียวกันแต่ไม่ผสมในตัวเอง เนื่องจากตำแหน่งของอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งสองเพศไม่สัมพันธ์กันและมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ไม่พร้อมกัน ไส้เดือนดิน ทั้งสองตัวจึงต้องมีการแลกเปลี่ยนสเปิร์มซึ่งกันและกัน และเกิดการปฏิสนธิแบบข้ามตัวการผสมพันธุ์ เริ่มด้วยไส้เดือนดินสองตัวจับคู่กลับหัวกลับหางเอาท้องประกบกันโดยให้รูตัวผู้ของตัวหนึ่งไปตรงกับ รูสเปิร์มช่องใดช่องหนึ่งของไส้เดือนดินอีกตัวหนึ่ง จากนั้นแต่ละฝ่ายก็จะปล่อยสเปิร์มเข้าไปเก็บไว้ใน ถุงสเปิร์มของอีกตัวหนึ่ง เสร็จแล้วจึงแยกออกจากกัน ลักษณะเช่นนี้จึงเป็นการผสมข้ามตัวต่อมา เมื่อไข่สุก ไคลเตลลัม จะเริ่มสร้างถุงไข่ขึ้น ถุงไข่เกิดขึ้นจากไคลเตลลัม ปล่อยน้ำเมือกออกมานอกร่างกาย เมื่อถูกกับอากาศจะแห้งกลายเป็นถุงไข่ที่สุกแล้วจะออกจากรูออกไข่ตรง ปล้องที่ 14 เข้าไปอยู่ในถุงไข่ที่สร้างเสร็จแล้ว จากนั้นถุงไข่จะค่อยๆ เลื่อนออกมาทางส่วนหัวและรับสเปิร์มมาติกา ตรงปล้องที่ 9, 8 และ 7 มาผสมกับไข่ในถุงไข่ ต่อมาถุงไข่จะไปข้างหน้าจนหลุดออกจากหัวแล้วผนึกติดกันกลายเป็นถุงตกอยู่บนพื้นดินเจริญเติบโตเป็นไส้เดือนดินต่อไป โดยไม่มีระยะตัวอ่อนเลย

ระบบย่อยอาหารของไส้เดือน

ทางเดินอาหารมีลักษณะเป็นท่อตรง เริ่มตั้งแต่ปากจนถึงทวารหนักทางเดินอาหารแบ่งเป็นส่วนๆ และแบ่งหน้าที่กันโดยเฉพาะดังนี้

1. ปากอยู่ใต้ริมฝีปากบน (Prostomium) นำไปสู่ช่องปาก (Buccal Cavity) จนถึงปล้องที่ 3

2. คอหอย (Pharynx) เป็นกล้ามเนื้อใหญ่แข็งแรง ช่วยในการดูดอาหารเข้าปาก อยู่ระหว่างปล้องที่ 3 ถึง ปล้องที่ 6 บริเวณนี้มีต่อมน้ำลายสร้างน้ำลายซึ่งช่วยหล่อลื่นอาหาร

3. หลอดอาหาร (Esophagus) อยู่ระหว่างปล้องที่6 ถึงปล้องที่ 14 ตอนต้น ๆ ของหลอดอาหารจะพองโตออกเป็นที่พักอาหาร (Crop) และกึ๋น (Gizzard) กึ๋นเป็นกล้ามเนื้อแข็งแรงทำหน้าที่บดอาหารให้ละเอียดหลอดอาหารส่วนท้ายจะเป็นท่อขนาดเล็ก

Mahasarakham University

4. ลำไส้ (Intestine) ตั้งต้นจากปล้องที่ 14 ไปจนถึงทวารหนักในปล้องสุดท้าย ลำไส้ตรงปล้อง ที่ 25 มีงวงลำไส้ (Intestinal Caeca) หรือไส้ติ่งยื่นออกมาทั้งสองข้างของลำไส้ยื่นขึ้นไปทางด้านหน้าจนถึงปล้องที่ 22 ภายในงวงลำไส้มีน้ำย่อยสามารถย่อยและดูดซึมอาหารได้

อาหารของไส้เดือนดินเป็นเศษใบไม้และหญ้าเมื่อกินเข้าไปแล้วจะเก็บไว้ที่ถุงพักอาหารชั่วคราว แล้วส่งให้กึ๋นทำหน้าที่บดอาหารให้ละเอียด ภายในกึ๋นมีเม็ดทรายช่วยทำให้อาหารละเอียดยิ่งขึ้น อาหาร จะถูกย่อยและดูดซึมภายในบริเวณลำไส้ ส่วนกากอาหารจะถูกขับออกทางทวารหนัก ส่วนมากไส้เดือนดิน กินพวกพืช เศษหญ้า เศษผัก เป็นอาหาร ทั้งนี้ สังเกตได้ว่าหลังจากที่ไส้เดือนดินขึ้นมาบนพื้นดิน เพื่อหาอาหารกินแล้ว จะมีเศษหญ้าเศษพืชต่าง ๆ ปกคลุมอยู่ตามรูที่มันอาศัยอยู่ นอกจากกินเศษพืชต่างๆ เป็นอาหารแล้ว ไส้เดือนดินยังกินสัตว์เล็ก ๆ เช่น แมลงและตัวอ่อนของแมลงเป็นอาหารอีกด้วย ดังนั้นจึงจัดไส้เดือนดินอยู่ในสัตว์จำพวกกินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivorous) ในช่วงฤดูแล้ง ไส้เดือนดินออกหากินลำบาก เพราะผิวดินแห้งแข็ง ไส้เดือนดินไม่สามารถที่จะโผล่ขึ้นมาหากินบนพื้นดินได้ในช่วงเวลานี้ ไส้เดือนดินจะต้องแยกอาหารที่มีปะปนอยู่ในดินภายในลำตัวของมันเอง โดยแยกกากอาหารหรือดินที่ย่อยไม่ได้ออกทางทวารหนักจะสังเกตได้ว่ากองดินที่อยู่เหนือรูที่ไส้เดือนดินอาศัยอยู่นั้นจะสูง ทั้งนี้เพราะมีกากอาหารถ่ายออกมามาก อีกประการหนึ่งจะสังเกตได้ว่าในเวลาอาหารสมบูรณ์ เช่น ในฤดูฝน ไส้เดือนดินมักจะขุดรูอยู่ตามผิวดินตื้น ๆ เพื่อสะดวกต่อการหาอาหาร แต่เมื่อถึงฤดูหนาวหรือฤดูร้อนไส้เดือนดินจะยิ่งอยู่ลึกลงไปทุกที ทั้งนี้ก็เพราะว่ามันแยกอาหารจากดินลึกลงไป เมื่ออาหารที่บริเวณตื้นๆ ไม่พอมันก็จำเป็นต้องขุดลึกลงไปอีก

ระบบขับถ่ายของไส้เดือน

อวัยวะขับถ่ายของใส้เดือนดิน คือ ไต หรือเนฟรีเดีย (Nephridia) มีประจำอยู่ทุกปล้องๆ ละ 1 คู่ ยกเว้น 3 ปล้องแรกและปล้องสุดท้ายจะไม่มี เนฟริเดียแต่ละอันประกอบด้วยส่วนต่างๆ เนโฟรสโตม (Nephrostome) เป็นรูเปิดอยู่ภายในช่องตัว บริเวณนี้มีซีเลียสำหรับโบกพัดของเสียจากช่องตัวเข้าไปในรูเปิดนี้ต่อจากเนโฟรสโตมเป็นท่อยาวแคบ เรียกว่า ท่อไต (Nephriduct) ขดไปมาปลายท่อขับถ่ายเป็นกระเปาะโตขึ้นทำหน้าที่กระเพาะปัสสาวะ (Bladder) และเปิดภายนอกตัวที่รูขับถ่าย (Nephridiopore) ตรงบริเวณด้านท้องค่อนมาทางด้านข้างทั้งสองข้างเนฟริเดียตรงส่วนของเนโฟรสโตม จะเกาะติดกับเยื่อกั้น (Septum) และทะลุไปทางด้านหน้า ส่วนท่อขับถ่ายและรูขับถ่ายจะอยู่ในปล้องหลังถัดมา เนฟริเดียนอกจากจะรับของเสียที่เป็นของเหลวจากช่องตัวแล้ว ยังรับของเสียจากเส้นเลือดฝอย ที่มาพันรอบๆ ท่อขับถ่ายโดยวิธีซึมแพร่ด้วย

การหายใจ

ไส้เดือนดินยังไม่มีอวัยวะสำหรับหายใจโดยเฉพาะการหายใจเกิดขึ้นที่ผิวหนังโดยกระแสเลือดในเส้นเลือดฝอยบริเวณคิวติเคิลของผนังลำตัวจะทำหน้าที่รับก๊าซออกซิเจนพร้อมกับปล่อยก๊าซคาร์บอนออกไซด์ ออกมาทางผิวของผนังร่างกายเช่นกัน ก๊าซออกซิเจนจะรวมตัวกับฮีโมโกลบินในน้ำเลือดและถูกนำไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ทั่วร่างกาย

Mahasarakham University

บทบาทด้านที่เป็นประโยชน์ของไส้เดือนดิน

1. ช่วยพลิกกลับดิน นำดินด้านล่างขึ้นมาด้านบนโดยการกินดินที่มีแร่ธาตุบริเวณด้านล่างและถ่ายมูลบริเวณผิวดินด้านบน ช่วยให้เกิดการผสมคลุกเคล้าแร่ธาตุในดิน นำแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในชั้นใต้ดินขึ้นมาด้านบนให้พืชดูดนำไปใช้ได้

2. ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน ซากพืช ซากสัตว์ และอินทรียวัตถุต่าง ๆ ทำให้ธาตุต่างๆ อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น ไนโตรเจน ในรูปแอมโมเนียและไนเตรท และอีกหลายชนิด รวมทั้ง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและวิตามินจะถูกปลอดปล่อยออกมาด้วย

3. ช่วยเพิ่มและแพร่กระจายจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ต่อพืช เช่น ไรโซเบียมและไมคอร์ ไรซา ในบริเวณรากพืช

4. การชอนไชของไส้เดือนดิน ทำให้ดินร่วนซุย การถ่ายเทน้ำและอากาศดี ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น เพิ่มช่องว่างในดินทำให้รากพืชชอนไชได้ดี

แนวทางการนำไส้เดือนดินมาใช้ประโยชน์

1. นำมาย่อยสลายขยะอินทรีย์และเศษอาหารจากบ้านเรือนเพื่อผลิต ปุ๋ยหมักมูล ไส้เดือนดิน นำมาใช้ในการเกษตรลดต้นทุนการซื้อปุ๋ยเคมี

2. นำมาใช้เลี้ยงสัตว์ เนื่องจากมีปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงมาก ช่วยลดค่าใช้จ่ายในค่าอาหารสัตว์

3. ใช้ฟื้นฟูสภาพดินที่เสื่อมโทรม เช่น ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและเหมืองแร่เก่า

4. ใช้เป็นดัชนีทางสิ่งแวดล้อมในการตรวจสอบธาตุโลหะหนักและสารเคมีที่ปนเปื้อนในดิน

5. ใช้เป็นอาหาร ยาบำบัดโรค ยาบำรุงทางเพศหรือใช้เป็นเครื่องสำอาง

6. ใช้เป็นดัชนีทางสิ่งแวดล้อมในการตรวจสอบธาตุโลหะหนักและการปนเปื้อนสารเคมีทางการเกษตรในดิน

สายพันธุ์ไส้เดือนดินที่นิยมใช้ทางการค้าและเลี้ยงเพื่อกำจัดขยะ

อายซิเนีย ฟูทิดา (*Eisenia foetida*) ชื่อสามัญ The Tiger worm, Manure Worm, Compost Worm

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ อายซิเนีย ฟูทิดา เป็นไส้เดือนสีแดงที่มีลำตัวกลม ขนาดเล็ก ลำตัวมีสีแดงสด เห็นปล้องแต่ละปล้องแบ่งอย่างชัดเจน สามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้รวดเร็วและมีกลิ่นตัวที่รุนแรง ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังนี้

1. ลำตัวมีขนาด 35-130 x 3-5 มิลลิเมตร
2. ลำตัวมีสีแดง ร่องระหว่างปล้องและบริเวณปลายมีสีเหลือง
3. มีอายุยืนยาว 4 - 5 ปี แต่มักอยู่ได้ 1- 2 ปี เมื่อเลี้ยงภายในบ่อ
4. สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ
5. สร้างถุงไข่ได้โดยเฉลี่ยประมาณ 150 – 198 ถุง/ตัว/ ปี

Mahasarakham University

6. สร้างไข่ได้ประมาณ 900 ฟอง/ตัว/ ปี

7. ใช้เวลาในการฟักเป็นตัว ประมาณ 32 – 40 วัน (ขึ้นอยู่กับฤดูกาล) โดยเฉลี่ยฟัก 3 ตัว/ถุงไข่

8. ใช้เวลาในการเติบโตเต็มวัย 3 – 6 เดือน (ขึ้นอยู่กับฤดูกาล)

9. อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน กินเศษซากอินทรียวัตถุที่เน่าสลายและมีอนุภาคขนาดเล็ก

โดยทั่วไปประเทศในแถบยุโรป และ อเมริกา ส่วนมากมักจะใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* หรือ สายพันธุ์ใกล้เคียงกันคือ สายพันธุ์ *Eisenia Andrei* ในการกำจัดขยะอินทรีย์ซึ่งมีหลายเหตุผลที่ทำให้เลือกใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ คือไส้เดือนสายพันธุ์ที่มีอยู่ทั่วไปในบริเวณที่มีขยะอินทรีย์อยู่ โดยพวกมันจะสร้างกลุ่มและเจริญเติบโตอยู่ในกองขยะอินทรีย์เหล่านั้น และมีความทนทานต่อช่วงอุณหภูมิที่กว้างและสามารถดำรงชีวิตอยู่ในขยะอินทรีย์ที่มีความชื้นได้หลายระดับ โดยรวมแล้วจะเป็นไส้เดือนสายพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมดีมากและเลี้ยงง่ายเหมาะสมในการนำมาเลี้ยงในขยะอินทรีย์ได้หลายชนิดที่ปะปนกันและพบว่าเมื่อนำมาเลี้ยงร่วมกับไส้เดือนดินสายพันธุ์อื่นภายในฟาร์ม พบว่า จะมีความทนทานมากกว่าไส้เดือนสายพันธุ์อื่น ๆ

ยูดริลลัส ยูจีนิแอ (*Eudrilus eugeniae*) ชื่อสามัญ African Night Crawler ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังนี้

1. ลำตัวมีขนาด 130 – 250 x 5 – 8 มิลลิเมตร
2. ลำตัวมีสีน้ำตาลแดงปนเทา
3. สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ
4. จับคู่ผสมพันธุ์ใต้ดิน
5. สร้างถุงไข่ได้โดยเฉลี่ยประมาณ 162 – 188 ถุง/ตัว/ปี
6. ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวประมาณ 13 – 27 วัน โดยเฉลี่ยฟัก 2 ตัว/ถุงไข่
7. ใช้เวลาในการเติบโตเต็มวัย 6 – 10 เดือน
8. อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน กินเศษซากอินทรียวัตถุที่เน่าสลายเป็นอาหาร
9. มีอายุยืนยาว 4 – 5 ปี

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ African Night Crawler มีขนาดลำตัวค่อนข้างใหญ่ สามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็วและไต่ขึ้นขอบบ่อได้เก่งมาก มีการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้กันอย่างกว้างขวางไส้เดือนดิน สายพันธุ์นี้มีความเหมาะสมมากในการนำมาผลิตเป็นโปรตีนสำหรับเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากมีขนาดใหญ่และ มีอัตราการแพร่พันธุ์สูงมากแต่มีข้อเสียตรงที่ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ไม่ค่อยทนทานต่ออุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม เลี้ยงยากและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ยากด้วย สำหรับในด้านการนำมาใช้จัดการขยะพบว่า ไส้เดือนสายพันธุ์นี้มีความสามารถในการย่อยสลายขยะในปริมาณมากได้อย่างรวดเร็ว เป็นไส้เดือนดินสายพันธุ์ในเขตร้อน ซึ่งจะชอบอุณหภูมิที่ค่อนข้างร้อน โดยจะเจริญเติบโตได้ไม่ดีในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียสและจะตายในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ดังนั้น

Mahasarakham University

การเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ในประเทศไทยเขตหนาวจะถูกจำกัดการเลี้ยงเฉพาะภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวเท่านั้นถึงจะเลี้ยงได้ สำหรับการเลี้ยงแบบภายนอกโรงเรือนจะเหมาะสมกับเฉพาะพื้นที่ในเขตร้อนหรือกึ่งร้อนเท่านั้น

ลัมบริคัส รูเบลลัส (*Lumbricus rebellus*) ชื่อสามัญ Red worm, Red Marsh Worm, Red Wriggler

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ ลัมบริคัส รูเบลคัส รูเบลลัส เป็นไส้เดือนดินสีแดงที่มีลำตัวแบนและมีลำตัวขนาดกลางไม่ใหญ่มาก โดยจะมีลำตัวใหญ่กว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์อายซิเนีย ฟูทิดา และเล็กกว่าไส้เดือนดิน สายพันธุ์อัฟริกัน ไนท์ ครอเลอร์ ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังนี้

1. ลำตัวมีขนาด 60–150 x 4– 6 มิลลิเมตร
2. ผิวบริเวณท้องมีสีขาวขุ่น บริเวณด้านหลังมีสีแดงสด ร่องระหว่างปล้องมีสีเหลือง
3. เป็นไส้เดือนดินในกลุ่ม อิพิจีนิค อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน หรือในกองมูลสัตว์
4. กินเศษซากพืชที่เน่าเปื่อย ขยะอินทรีย์ และมูลสัตว์เป็นอาหาร
5. สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศอย่างแท้จริง
6. จับคู่ผสมพันธุ์ใต้ดิน
7. สามารถผลิตถุงไข่ได้ 79–106 ถุง/ตัว/ปี
8. ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวประมาณ 24– 45 วัน โดยเฉลี่ยฟัก 2 ตัว ถุงไข่
9. ใช้เวลาเจริญเติบโตเต็มวัย 5– 6 เดือน
10. มีชีวิตยืนยาว 2–3 ปี

ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้พบได้ทั่วไปในดินที่มีความชุ่มชื้นหรือบริเวณที่มีมูลสัตว์หรือกากสิ่งปฏิกูล ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้มีความทนทานต่อสภาพอุณหภูมิและความชื้นในช่วงกว้าง ไม่ค่อยเคลื่อนไหวมากกินเศษซากอินทรียวัตถุได้มากและเร็ว เป็นไส้เดือนดินพันธุ์การค้าที่มีความเหมาะสมและนิยมนำมาใช้ย่อยสลายขยะอินทรีย์เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยหมักในต่างประเทศ

ฟีเรททิมา พีกัวนา (*Pheretima peguana*) ชื่อท้องถิ่น ขี้ตาแร่

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ ฟีเรททิมา พีกัวนา เป็นไส้เดือนดินสีแดงที่มีลำตัวกลมขนาดปานกลาง โดยมีขนาดใกล้เคียงกับไส้เดือนสายพันธุ์ แอฟริกันไนท์ครอเลอร์ ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังนี้

1. ลำตัวมีขนาด 130–200 x 5–6 มิลลิเมตร
2. ลำตัวมีสีน้ำตาลแดงเข้ม
3. สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ
4. จับคู่ผสมพันธุ์บริเวณผิวดิน
5. สร้างถุงไข่ได้โดยเฉลี่ยประมาณ 24– 40 ถุง/ตัว/ปี
6. ใช้เวลาในการฟักเป็นตัวประมาณ 25– 30 วัน โดยเฉลี่ยฟัก 10 ตัว/ถุงไข่
7. ใช้เวลาในการเติบโตเต็มวัย 5– 6 เดือน

Mahasarakham University

8. อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน ใต้กองมูลสัตว์ เศษหญ้า กินเศษซากอินทรียวัตถุที่เน่าสลายและมูลสัตว์เป็นอาหาร

9. มีอายุยืนยาว 2– 4 ปี

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ ฟีเรททิมา พีกัวนา เป็นไส้เดือนดินสีแดงที่พบได้ทั่วไปในแถบเอเชีย ซึ่งในประเทศไทยก็พบเช่นกัน ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้เป็นไส้เดือนดิน ที่มีลำตัวขนาดกลาง อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีอินทรียวัตถุมาก เช่นใต้กองปุ๋ยหมัก ใต้กองมูลวัวในโรงเลี้ยงวัวนม ใต้เศษหญ้าที่ตัดทิ้ง โดยจะอาศัยอยู่บริเวณผิวดินไม่ขุดรูอยู่ในดินที่ลึกเหมือนกับไส้เดือนพันธุ์สีเทา ที่จะอาศัยอยู่ในสวนผลไม้ หรืออยู่ในชั้นดินที่ลึกลงไป ไส้เดือนพันธุ์นี้โดยทั่วไปในภาคเหนือ เรียกว่า “ขี้ตาแร่” ซึ่งชาวบ้านมักใช้เป็นเหยื่อตกปลา ลักษณะพิเศษของไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ คือมีความตื่นตัวสูงมาก เมื่อถูกจับตัวจะดิ้นอย่างรุนแรงและเคลื่อนที่หนีเร็วมาก นอกจากนี้การนำไปใช้กำจัดขยะอินทรีย์ พบว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้สามารถกินขยะอินทรีย์จำพวกเศษผัก ผลไม้ หมดอย่างรวดเร็ว ซึ่งจาการทดลองนำไส้เดือนสายพันธุ์ขี้ตาแร่ มากำจัดขยะ จะถูกย่อยหมดภายใน 2-3 วัน นอกจากไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้กินอาหารเก่งแล้วยังสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว

ฟีเรททิมา โพสธูมา (*Pheretima posthuma*) ชื่อท้องถิ่น ขี้คู้

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ ฟีเรททิมา โพสธูมา เป็นไส้เดือนดินสีเทาที่มีลำตัวกลมขนาดใหญ่ โดยมีขนาดใหญ่กว่า ไส้เดือนแดงพันธุ์ ฟีเรททิมา พีกัวนา ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังนี้

1. ลำตัวมีขนาด 200– 250 x 6– 10 มิลลิเมตร
2. ลำตัวมีสีเทาวาว
3. สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ
4. อาศัยอยู่บริเวณผิวดินในฤดูฝน กินเศษซากอินทรียวัตถุที่เน่าเปื่อย ในฤดูร้อนและฤดูหนาวจะอาศัยอยู่ในดินที่ลึกลงไปและกินดินหรืออินทรียวัตถุในดินที่เน่าเปื่อย
5. เข้าสู่สภาพการหยุดนิ่ง ในช่วงที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม
6. มีอายุยืนยาวหลายปี

ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้มักพบอยู่ใต้ดินภายในสวน สนามหญ้า หรือพื้นดินในป่า ซึ่งลำตัวจะมีสีเทาผิวเป็นมันวาว สะท้อนกับแสงอาทิตย์จะออกเป็นสีรุ้ง เมื่อจับจะดิ้นอย่างรุนแรง และเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วมาก แพร่พันธุ์และเจริญเติบโตได้น้อย อาศัยอยู่ในดินที่ค่อนข้างลึก และจะขุดรูแบบชั่วคราวจากลักษณะนิสัยดังที่กล่าวไส้เดือนสายพันธุ์นี้ ไม่เหมาะในการนำมาใช้ย่อยสลายขยะอินทรีย์

ลัมบริคัส เทอเรสทริส (*Lumbricus terrestris*) ชื่อสามัญ Night crawler ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังนี้

1. ลำตัวมีขนาด 90 – 300 x 6 – 10 มิลลิเมตร
2. ผิวบริเวณท้องมีสีเทาขุ่น ผิวบริเวณด้านหลังมีสีเทา

Mahasarakham University

3. เป็นไส้เดือนดินในกลุ่ม แอนเนซิค

4. กินเศษซากใบไม้ที่เน่าเปื่อยที่อยู่ใต้ดิน และดินบางส่วนที่เป็นอาหาร

5. อาศัยอยู่ในรูที่ถาวร ที่ความลึก 2.4 เมตร

6. สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศอย่างแท้จริง

7. สร้างถุงไข่ได้ 38 ถุง/ตัว/ปี

8. ใช้เวลาเติบโตเต็มไวประมาณ 1 ปี

9. สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ 862-887 วัน หรือมากกว่า 6 ปี

10. สามารถแพร่กระจายกลุ่มได้ประมาณ 3 – 5 เมตร/ปี

โพลีฟีเรททิมา อีลองกาตา (*Polypheretima elongate*)

ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้เคยนำมาทดลองใช้ในกระบวนการกำจัดขยะอินทรีย์ เช่น ขยะที่ได้จากเทศบาลขยะหรือของเสียที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์ ของเสียจากมนุษย์ สัตว์ปีก มูลวัว และเศษเหลือทิ้งจากการผลิตเห็ดในอินเดีย ซึ่งในประเทศอินเดียได้ใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ในการทำปุ๋ยหมักทางการค้าที่สะดวกและได้ผลดีโดยสามารถย่อยสลายขยะที่เป็นกากได้ 8 ตัน/วัน ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้พบเฉพาะในเขตร้อน และไม่สามารถดำรงชีวิตรอดได้ในเขตหนาว

เดนโดรแบนา วีนาตา (*Dendrobaena veneta*)

ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้มีลำตัวขนาดใหญ่ และมีศักยภาพพอสำหรับนำไปใช้ในขบวนการผลิต ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้จะอาศัยอยู่ในดิน เจริญเติบโตได้ช้าและแพร่พันธุ์ได้ไม่ค่อยเร็วนัก ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ไม่เหมาะสมหรือมีความเหมาะสมน้อยมากสำหรับนำไปใช้ในการย่อยสลายขยะอินทรีย์

เพอริโอนีกซ์ เอกซ์คาวาตัส (*Perionyx excavatus*)

ไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้เป็นไส้เดือนดินในเขตร้อน ซึ่งขยายพันธุ์ได้รวดเร็วและเลี้ยงง่ายเหมือนกับไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* และในการเก็บเกี่ยวผลผลิตหรือแยกไส้เดือนดินออกจากปุ๋ยหมักได้ง่ายมาก แต่มีข้อเสียคือ มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมได้ค่อนข้างต่ำ สำหรับการเลี้ยงไส้เดือนสายพันธุ์นี้ในเขตหนาว แต่ในสภาพเขตร้อนจะเหมาะสมมากสำหรับการเลี้ยงไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้ เนื่องจากเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่พบได้ทั่วไปในเอเชีย และมีการนำมาใช้ในขบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในประเทศฟิลิปปินส์ และออสเตรเลีย

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อไส้เดือนดิน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อไส้เดือนดิน ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) การระบายอากาศและความเข้มข้นของกาซคาร์บอนไดออกไซด์ ชนิดและโครงสร้างของดิน (ที่อยู่) ปริมาณอินทรียวัตถุ และ แหล่งอาหาร รวมทั้งศัตรูของไส้เดือน

ไส้เดือนดินมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 70 – 80 % ของน้ำหนักตัว กิจกรรมต่างๆ ของไส้เดือนดินจะขึ้นอยู่กับความชื้นของดิน ซึ่งมีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวไส้เดือนดิน ไส้เดือนดินจะ

Mahasarakham University

เจริญเติบโตได้ดี ในระดับความชื้นที่แตกต่างกัน แต่โดยมากจะชอบอาศัยอยู่ในดินที่มีความชื้นประมาณ 60 – 80 %

สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับไส้เดือนดินจะอยู่ประมาณ 15 – 28 องศาเซลเซียส โดยไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนจะทนต่อช่วงอุณหภูมิที่สูงได้ดีกว่าไส้เดือนดินที่อาศัยในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว

ไส้เดือนดินเกือบทุกชนิดจะชอบดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง (pH เท่ากับ 7.0) แต่ไส้เดือนดินสามารถอาศัยอยู่ในดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5 – 8 ได้ การใช้ปูนขาวเจือจางน้ำพ่นลงไปในบ่อเลี้ยงสามารถปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ต่ำให้สูงขึ้นได้

ชนิดและโครงสร้างของดินส่งผลต่อประชากรของไส้เดือนดินทางอ้อม โดยเนื้อดินที่เหนียวและแน่นหรือมีส่วนผสมของกรวดทรายอยู่มาก จะส่งผลให้ไส้เดือนดินเคลื่อนที่ได้ยากและมีแหล่งอาหารอยู่น้อย การระบายน้ำและอากาศไม่ดี ทำให้ประชากรไส้เดือนดินอยู่น้อย นอกจากนี้ไส้เดือนดินยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในดินทั่วไปที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ ระหว่าง 0.01 – 11.5 % ดินที่มีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่สูงจะส่งผลเสียต่อ ไส้เดือนดิน

ในดินที่มีอินทรียวัตถุน้อยจะพบไส้เดือนดินอาศัยอยู่น้อย ในทางตรงกันข้ามบริเวณดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุมากก็จะพบไส้เดือนในปริมาณมาก ซึ่งปริมาณอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้นในดินจะส่งผลให้ดินมีโครงสร้างที่ดีขึ้นเหมาะต่อการอาศัยอยู่ของไส้เดือนดิน และปริมาณอินทรียวัตถุเหล่านี้ยังเป็นแหล่งอาหารของไส้เดือนดินด้วย ซึ่งอาหารของไส้เดือนดินจะประกอบด้วย ดิน เศษอินทรียวัตถุที่เน่าเปื่อย จุลินทรีย์ขนาดเล็กรวมถึงกรวดทรายซึ่งไส้เดือนดินจะกินกรวดทรายเข้าไปเพื่อช่วยในการย่อยอาหาร

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเลี้ยงไส้เดือนดิน

1. อุณหภูมิ 15-25 °C (จำกัด 4-30 °C)
2. ความชื้น 80-90 % (จำกัด 60-90 %)
3. ความต้องการอากาศ
4. ความเข้มข้นของแอมโมเนีย ต่ำกว่า 0.5 มก./ล
5. ความเข้มข้นของเกลือ ต่ำกว่า 0.5 %
6. pH 5-9
7. ความมืด
8. อากาศระบาย

ศัตรูทางธรรมชาติของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์ผู้ล่าที่มีกระดูกสันหลังหลายชนิด ซึ่งไส้เดือนดิน มักจะถูกกินโดยสัตว์ปีกหลายชนิด เช่น นกชนิดต่างๆ เป็ด ไก่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบสัตว์เลื้อยคลาน อย่าง งู จิ้งจก ตุ๊กแก กบ และสัตว์แทะอย่างหนู ก็จะล่าไส้เดือนเป็นอาหารเช่นเดียวกัน ตัวอย่างของนก ที่กินไส้เดือนดินเป็นอาหาร เช่น นกสีดำ นกสตาร์ลิ่ง นกกระสา นกนางนวล

Mahasarakham University

นกกินหนอน นกโรบิ้น ซึ่งเป็นนกขนาดเล็กมีขนตรงหน้าอกสีแดง เป็นต้น นอกจากนี้สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น เม่น ตัวตุ่น หมาจิ้งจอกและสุกร ก็กินไส้เดือนดินเช่นกัน และปลาอีกหลายชนิดที่กินไส้เดือน เช่น ปลาช่อน ปลาชะโด เป็นต้น

การเลี้ยงไส้เดือนดินและการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ อาหารและค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ไส้เดือนดินและการทำปุ๋ยหมัก

พันธุ์ไส้เดือนดินที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก เช่น Eisenia fetida *(the tiger worm)* Lumbricidae *Eisenia Andrei*, *Eudrilus eugemiae (African night crawler) Dendrobaena veneta*, เศษซากอินทรียวัตถุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักเศษวัสดุเหลือใช้ทุกชนิดจากภาคการเกษตร อุตสาหกรรม หรือ ขยะอินทรีย์จากชุมชน มูลสัตว์ เช่น มูลม้า วัว หรือควาย วัสดุอื่นๆ เช่น ฟางข้าว ต้นกล้วย ผักตบชวา เปลือกข้าว และใบกระถิน

การย่อยสลายขยะของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทยพันธุ์ฟีเรทธิมา พีกัวน่า (*Pheretima peguana*) และไส้เดือนดิน สายพันธุ์ต่างประเทศ พันธุ์แลมบริคัสรูเบลลัส *(Lumbricusrubellus)* โดยใช้อัตราส่วนปริมาณไส้เดือน ต่อ ปริมาณขยะเท่ากับ 1 : 2 กิโลกรัม (ไส้เดือนสายพันธุ์ไทย 1 กก. มี 1,200 ตัว ส่วนไส้เดือนสายพันธุ์ต่างประเทศ 1 กก. มี 970 ตัว) พบว่า ไส้เดือนดินสายพันธุ์ต่างประเทศ พันธุ์แลมบริคัสรูเบลลัส (*Lumbricus rubellus*) มีความสามารถในการย่อยสลายขยะได้เร็วกว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ไทยพันธุ์ฟีเรทธิมาพีกัวน่า (*Pheretima peguana*) โดยใช้เวลาในย่อยสลายขยะน้อยกว่า 2 เท่าของไส้เดือนสายพันธุ์ไทยและไส้เดือนดินทั้งสองสายพันธุ์ใช้เวลาในการย่อยเศษผลไม้ได้รวดเร็วที่สุดและใช้เวลาในการย่อยเศษอาหารและเศษผักใกล้เคียงกัน

สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่มีความเป็นพิษต่อไส้เดือนดิน ได้แก่ อัลดิคาร์ป เบนโนมิล บีเอชซี คาร์บาริล คาร์โบฟูราน คลอร์เดน เอนดริน เฮบตาคลอร์ มาลาไธออน พาราไธออน เป็นต้น

รูปแบบที่เหมาะสมในการใช้ไส้เดือนดินกำจัดขยะ

1. การกำจัดขยะเพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในระดับครัวเรือน (แบบหลังบ้าน)
2. การกำจัดขยะเพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในระดับชุมชน (แบบโรงเรือน)

โรงเรือนในการเลี้ยงไส้เดือน

โรงเรือนกำจัดขยะเพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินต้องมีหลังคากันฝนและพรางแสง เนื่องจากไส้เดือนดินไม่ชอบแสงสว่างในบริเวณบ่อเลี้ยงต้องมีตาข่ายปิดด้านบน หรือใช้ตาข่ายกั้นบริเวณด้านข้างรอบโรงเรือนเพื่อป้องกันศัตรูของไส้เดือน

บ่อเลี้ยงไส้เดือน กว้าง ประมาณ 1 เมตร ความยาวแล้วแต่ต้องการและมีความลึกไม่เกิน 0.5 เมตร จะใช้เป็นบ่อเลี้ยงที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน จากวัสดุอินทรีย์ได้ดี และสะดวกในการจัดการ

Mahasarakham University

บ่อเก็บน้ำหมักมูลไส้เดือนดินควรก่อสร้างบริเวณด้านข้างโรงเรือนหรือด้านหลังโรงเรือน ให้น้ำหมักจากบ่อเลี้ยงไส้เดือนไหล เข้าไปเก็บไว้ในบ่อเก็บน้ำหมักได้ง่าย ขนาดของบ่อเก็บน้ำหมักจะมีขนาดเล็กกว่าบ่อเลี้ยงไส้เดือนตามความเหมาะสมของปริมาณ น้ำหมักที่ได้

การเตรียมวัสดุรองพื้นเพื่อเป็นที่อาศัยของไส้เดือนดิน

ใช้วัสดุอินทรีย์สด เป็นวัสดุรองพื้นหนาประมาณ 6 นิ้ว โดยเน้นส่วนที่เป็นผักสีเขียว วัชพืช ขยะสดโดยจะใช้ปุ๋ยคอกโรยบนหน้า ให้หนาประมาณ 2 นิ้ว โรยปูนขาวให้ทั่วบริเวณ แล้วจึงให้ความชื้นเล็กน้อย ประมาณ 20 % ของน้ำหนักขยะสดหรือให้เปียกชุ่มแต่ไม่ให้มีน้ำแช่ขังทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน จะพบว่าเกิดขบวนการหมัก สังเกตได้โดยมีความร้อนที่สูงขึ้นทิ้งไว้ประมาณ 4-6 สัปดาห์ ความร้อนที่เกิดขึ้นจะหายไปหรืออาจจะเร็วกว่านี้ ถ้ามีการหมักในกองที่มีความหนาน้อยกว่าที่กำหนดไว้ การหมักที่สมบูรณ์จะทำวัสดุมีสีเข้มจนเป็นสีน้ำตาลมีลักษณะร่วนซุยไม่มีกลิ่น

การให้อาหารที่เป็นเศษอินทรียวัตถุกับไส้เดือนดินในบ่อเลี้ยงนำขยะสดจากชุมชนมาแยกวัสดุที่ไม่ย่อยสลายเช่นถุงพลาสติกต่าง ๆ ออก ปริมาณขยะสดที่ควรเตรียมให้ไส้เดือนดิน ควรจะมีการเตรียมการหมักให้เริ่มบูดเสียก่อน นำมาใส่ในบ่อเลี้ยงไส้เดือนความหนาไม่เกิน 10 เซนติเมตร เนื่องจากถ้าหนามากกว่านี้จะทำให้เกิดความร้อน

การแยกไส้เดือนออกจากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แสงไฟไล่ ใช้ตะแกรงร่อนด้วยมือ ในกรณีที่มีมูลไส้เดือนปริมาณน้อย และใช้เครื่องร่อนขนาดใหญ่ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ช่วยแยกไส้เดือนดินออกมาจากกองปุ๋ยหมักในกรณีที่มีปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในปริมาณมาก

ปัญหาและการจัดการโรงเรือนเลี้ยงไส้เดือนดิน

ความร้อนจัดการโดยควบคุมความหนาของขยะที่ให้กลิ่น การจัดการสามารถใช้น้ำหมักมูลไส้เดือนในบ่อ หรือใช้กากน้ำตาลรดก็สามารถกำจัดกลิ่นได้บ่อเลี้ยงมีสภาพเป็นกรด แก้ไขได้โดยการใช้ปูนขาว โรยบาง ๆ บริเวณผิวดิน และรดน้ำตามเดือนละครั้งศัตรูของไส้เดือนดิน เช่น เป็ด ไก่ นก พังพอน กบ หนู งู

การจัดการโรงเรือน

ในขณะที่ไส้เดือนกำลังกินขยะสดที่ให้ในปริมาณที่เหมาะสม จะพบว่าชั้นของไส้เดือนในกระบะจะมีความสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ การจัดการอาหารที่ให้กับไส้เดือนดินกินหมดในระยะเวลา 2-3 วัน จึงเป็นสิ่งที่เหมาะสม ทำให้สามารถคำนวณจำนวนของไส้เดือนดินที่มีอยู่ในโรงเรือนได้ อีกทั้งยังทำให้กำหนดปริมาณของปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักจากมูลไส้เดือนดินที่สามารถผลิตได้อีกด้วย หลักการในการจัดการโรงเรือน (ภาพประกอบ 2-2) ก็คือ การพยายามควบคุมไม่ให้เกิดความร้อนขึ้นในกระบะที่ไส้เดือนดินอาศัยอยู่ เนื่องจากจะเป็นสิ่งที่จำกัดการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน และลดจำนวนไส้เดือนดินรวมถึงลดการกินขยะสดที่จัดเตรียมเอาไว้ด้วย สำหรับเทคนิคการแยกไส้เดือนดินออกจากปุ๋ย

Mahasarakham University

หมักมูลสัตว์ชนิดนี้นั้น สามารถทำได้หลายเทคนิค เช่น การใช้แสงไฟไล่ เนื่องจากไส้เดือนดินไม่ชอบแสง หรือใช้ตะแกรงร่อนด้วยมือก็ได้

ที่มา : อานัฐ ตันโช (2550)

ภาพประกอบ 2-2 รูปแบบโรงเรือนการเลี้ยงไส้เดือนดิน

2.3 ปุ๋ยหมัก (compost)

ปุ๋ยหมัก (compost) คือ ปุ๋ยที่ได้จากการหมักสารอินทรีย์ให้สลายตัวผุพังตามธรรมชาติ โดยนำ สิ่งเหล่านั้นมากองรวมกัน รดน้ำให้ชื้น แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดการย่อยสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จึงนำไปใช้ปรับปรุงบำรุงดิน

ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

ด้านการเกษตร

1. ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด - ด่าง ในดินและน้ำ
2. ช่วยปรับสภาพโครงสร้างของดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำและอากาศได้ดียิ่งขึ้น
3. ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินให้เป็นธาตุอาหารแก่พืช พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้เลย โดยไม่ต้องใช้พลังงานมากเหมือนการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์
4. ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชให้สมบูรณ์ แข็งแรงตามธรรมชาติ ต้านทานโรคและแมลง
5. ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช ทำให้ผลผลิตสูง และคุณภาพของผลผลิตดีขึ้น
6. ช่วยให้ผลผลิตคงทน เก็บรักษาไว้ได้นาน

ด้านปศุสัตว์

1. ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากฟาร์มสัตว์ ไก่ สุกร ได้ภายใน 24 ชม.
2. ช่วยกำจัดน้ำเสียจากฟาร์มได้ภายใน 1 - 2 สัปดาห์

Mahasarakham University

3. ช่วยป้องกันโรคอหิวาห์และโรคระบาดต่าง ๆ ในสัตว์แทนยาปฏิชีวนะ และอื่นๆได้

4. ช่วยกำจัดแมลงวัน ด้วยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวัน ไม่ให้เข้าดักแด้เกิดเป็นตัวแมลงวัน

5. ช่วยเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานโรค ให้ผลผลิตสูงและอัตราการรอดสูง

ด้านการประมง

1. ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้

2. ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

3. ช่วยรักษาโรคแผลต่าง ๆ ในปลา กบ จระเข้ ฯลฯ ได้

4. ช่วยลดปริมาณขี้เลนในบ่อ ช่วยให้เลนไม่เน่าเหม็น สามารถนำไปผสมเป็นปุ๋ยหมักใช้กับพืชต่างๆได้ดี

ด้านสิ่งแวดล้อม

1. ช่วยบำบัดน้ำเสียจากการเกษตร ปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชนและ สถานประกอบการทั่วไป

2. ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากกองขยะ การเลี้ยงสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชนต่าง ๆ

3. ปรับสภาพของเสีย เช่น เศษอาหารจากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงสัตว์และการเพาะปลูกพืช

4. กำจัดขยะด้วยการย่อยสลายให้มีจำนวนลดน้อยลง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

5. ช่วยปรับสภาพอากาศที่เสียให้สดชื่นและมีสภาพดีขึ้น

2.4 ปุ๋ยชีวภาพ

ปุ๋ยชีวภาพ (Biofertilizer) หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการย่อยสลายของวัสดุชีวภาพไม่ว่าจะเป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ เป็นต้น หรือผลพลอยได้ชีวภาพที่ได้จากอุตสาหกรรมการเกษตร อาทิเช่น ชานอ้อย เศษผัก หรือผลไม้จากอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง เป็นต้น ให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งการย่อยสลายวัสดุชีวภาพเหล่านี้มักจะเป็นผลมากจากกิจกรรมของจุลินทรีย์

เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพได้มาจากวัสดุธรรมชาติดังนั้นจึงไม่มีผลเสียต่อทั้งผู้ใช้ ผู้บริโภค และสภาพแวดล้อม ในทางตรงกันข้ามปุ๋ยชีวภาพจะช่วยปรับสภาพของดินทั้งในด้านกายภาพ คือ ความร่วนซุย ง่ายต่อการระบายน้ำและอากาศ อุ้มน้ำได้ดี รวมทั้งด้านเคมี คือทำให้แร่ธาตุอาหารในดินอยู่ในสภาพที่ต้นพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ตลอดจนการเพิ่มแร่ธาตุที่จำเป็นให้แก่ดิน

Mahasarakham University

ประเภทของปุ๋ยชีวภาพ

ปุ๋ยชีวภาพมีหลายชนิดหลายประเภท ซึ่งอาจจะแบ่งแยกได้ตามชนิดของจุลินทรีย์ หรือตามประเภทของธาตุอาหารที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ให้กับพืช ซึ่งธาตุอาหารหลักได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ธาตุอาหารเหล่านี้จะมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ให้ธาตุไนโตรเจน

ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุหลักที่มีความสำคัญต่อพืชมาก ดินที่ทำการเพาะปลูกจึงมักขาดธาตุไนโตรเจน เนื่องจากสามารถสูญเสียจากดินได้ง่ายโดยธรรมชาติและโดยการกระทำของจุลินทรีย์บางชนิดในขบวนการ Denitrification จะทำให้ธาตุไนโตรเจนในดินแปรรูปและสูญเสียในสภาพที่เป็นก๊าซจึงควรมีการเติมธาตุไนโตรเจนลงในดิน การตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพที่เกิดจากกิจการของจุลินทรีย์สามารถนำธาตุไนโตรเจนให้กลับมาในปริมาณ 170 ล้านตันต่อปี ซึ่งถ้าได้นำมาใช้ในการเกษตรก็สามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้ส่วนหนึ่ง จุลินทรีย์กลุ่มนี้จะมีเอ็นไซม์ไนโตรจิเนสสามารถเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนให้กลายเป็นกรดอะมิโนและสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ ให้พืชนำไปใช้ จุลินทรีย์พวกที่ตรึงไนโตรเจนได้นี้จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ พวกที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืชจึงจะตรึงไนโตรเจนได้และกลุ่มที่ตรึงไนโตรเจนได้เองอย่างอิสระ

2. กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญอีกธาตุหนึ่งที่พืชต้องการมาก พืชมักจะได้รับธาตุฟอสฟอรัสไม่เพียงพอ ทั้งที่บางครั้งดินมีธาตุนี้อยู่เป็นจำนวนมากแต่เนื่องจากฟอสฟอรัสมีการละลายไม่ดี และมักอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์แก่พืช ถ้าหากมีความเป็นกรด-ด่างต่ำหรือสูงเกินไป กิจกรรมของจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้อไมโคไรซ่าสามารถช่วยดูดธาตุอาหารฟอสฟอรัสให้กับพืช และกิจกรรมของจุลินทรีย์บางชนิดจะสามารถช่วยย่อยสลายธาตุฟอสฟอรัสออกจากหินฟอสเฟต กลุ่มจุลินทรีย์ที่จะช่วย ดูดซับธาตุฟอสฟอรัสให้กับพืชได้ (Phosphate Absorbing Microorganisms) จุลินทรีย์พวกนี้ ได้แก่ เชื้อไมโคไรซ่า ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในรากพืชในระบบพึ่งพาซึ่งกันและกัน

3. กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ให้ธาตุโพแทสเซียม

ธาตุโพแทสเซียมมีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์พวกโปรตีน แป้ง และไขมัน ธาตุนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในดินในลักษณะแร่ธาตุ (Lattice Potassium) ที่อยู่ใน 3 ลักษณะ คือ ถูกตรึงไว้ (Fixed) ละลายน้ำได้ (Dissolvable) และที่มีประจุและเปลี่ยนได้ (Exchangeable) ในการที่จะทำให้โพแทสเซียมอยู่ในสภาพที่นำไปใช้ได้มี 3 วิธี คือ 1. สลายทางกายภาพ 2. สลายทางเคมี 3. สลายทางอินทรีย์ ซึ่งการสลายทางอินทรีย์ จะมีผลเร็วและประหยัดที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้จุลินทรีย์พวก Bacteria เข้าช่วยย่อยจะทำให้พืชสามารถนำธาตุโพแทสเซียมไปใช้ได้

Mahasarakham University

4. กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ให้ธาตุอื่นๆ

ธาตุอาหารอื่นๆ เช่น ธาตุอาหารรองพวกแคลเซียม เหล็ก สังกะสี มักมีอยู่ในดินในสภาพที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ การใช้จุลินทรีย์เข้าช่วยย่อยสามารถทำให้ได้ธาตุอาหารรองที่มีในดินเป็นประโยชน์แก่พืชได้เพิ่มขึ้น เช่น เชื้อไมโคไรซ่า

อินทรียวัตถุเกือบทุกชนิดสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่มีในดิน ขบวนการย่อย จะซับซ้อนโดยแต่ละกระบวนการและขั้นตอนในการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์หลายชนิด แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการย่อยที่ทำให้เกิดสารที่เป็นประโยชน์แตกต่างกันไป

การผลิตปุ๋ยชีวภาพ

หลักการผลิตปุ๋ยชีวภาพก็คือ การผลิตเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วในปริมาณมากพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ จุลินทรีย์ที่สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพมีมากมายหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีวิธีการเลี้ยงขยายเพื่อเพิ่มจำนวนแตกต่างกันไป จุลินทรีย์ที่สามารถเลี้ยงให้เจริญเติบโตได้เร็วในอาหารเลี้ยงเชื้อจะสามารถผลิตได้ในปริมาณมากในระยะเวลาอันสั้นและยุ่งยากน้อยกว่าพวกที่ไม่สามารถเลี้ยงให้เจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อ การผลิตให้ได้เชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีวิธีการและขั้นตอนแตกต่างกันไป แต่สิ่งที่ต้องคำนึงในการผลิตปุ๋ยชีวภาพ คือ 1) เชื้อที่นำมาต้องบริสุทธิ์ ไม่มีการปนเปื้อนและมีประสิทธิภาพดี 2) ต้องผลิตให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่บริสุทธิ์ 3) ผลิตให้ได้ปริมาณที่เพียงพอในการที่จะนำไปใช้ต่อไป

2.5 จุลินทรีย์ (EM)

จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganism) หรือเรียกสั้นๆ ว่า EM นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นชื่อ ศาสตราจารย์ ดร.เทรูโอะ ฮิงะ จากมหาวิทยาลัยริวกิว ประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้ค้นพบ จุลินทรีย์ EM หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ สามารถแปรสภาพวัสดุเหลือใช้ประเภทอินทรียสารได้ ซึ่งเทคนิคนี้เป็นการนำเอากลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ ไปใช้ในการปรับปรุงสภาวะของดินให้ดีขึ้น ช่วยในการลดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และยังช่วยให้พืชใช้ปุ๋ยหรือสารอินทรีย์ในดินได้ง่ายกว่าเดิม

จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่เป็นส่วนประกอบของ EM ได้แก่

1. จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (Photosynthetic Bacteria)
2. จุลินทรีย์ Actinomycetes และ พวกมีแบคทีเรียตรึงไนโตรเจน (Azotobacter)
3. จุลินทรีย์พวกที่สามารถผลิตกรดแลคติค (Lactic Acid Bacteria) เช่น แลคโตบาซิลลัส
4. จุลินทรีย์พวกยีสต์ (Yeast) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพวก แซคคาโรไมซีส พวกที่อยู่ได้ทั้งสภาพมี หรือไม่มีอากาศ (ออกซิเจน)

Mahasarakham University

5. จุลินทรีย์พวก ฟิลาเมทัลฟังไจ (Fermenting Fungi) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกแอสเปอจิลลัส (Aspergillus)

คุณลักษณะของจุลินทรีย์ EM พอจะสรุปได้ดังนี้

1. เป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นหอม อมเปรี้ยว อมหวาน
2. เก็บได้นานเป็นปี ในที่ร่ม ไม่ต้องแช่เย็น แต่ควรปิดฝาภาชนะให้แน่น
3. มีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดเมื่อเก็บไว้ไม่เกิน 3 เดือน
4. ทำงานได้ไม่ดีในสภาพที่มี สารเคมี เช่น ปุ๋ยหรือยาปราบศัตรูพืช
5. ไม่มีอันตรายต่อคน สัตว์ พืช และแมลง สามารถเพาะขยายเป็นหัวเชื้อเพื่อการใช้งานได้

2.6 น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ คือ การนำเอาพืชผัก ผลไม้ สัตว์ ชนิดต่าง ๆ มาหมักกับน้ำตาล ทำให้เกิดจุลินทรีย์ ที่เป็นประโยชน์จำนวนมาก ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะไปช่วยสลายธาตุอาหารต่างๆ ที่อยู่ในพืช มีคุณค่าในแง่ของธาตุอาหารพืช เมื่อถูกย่อยสลายโดยกระบวนการย่อยสลายของแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์ สารต่างๆ จะถูกปลดปล่อยออกมา เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง จุลธาตุ ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต เอนไซม์ วิตามิน ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ น้ำหมักชีวภาพ มี 3 ประเภท คือ

1. น้ำหมักชีวภาพจากพืชสดสีเขียว
2. น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้สุก
3. สารขับไล่แมลง

น้ำหมักชีวภาพ มี 2 ประเภท คือ

1. น้ำหมักชีวภาพจากพืช ทำได้โดยการนำเศษพืชสด ผสมกันน้ำตาลทรายแดงหรือกากน้ำตาล อัตราส่วน กากน้ำตาล 1 ส่วน พืชผัก 3 ส่วน หมักรวมกันในถังปิดฝา หมักทิ้งไว้ประมาณ 3-7 วัน เราจะได้ของเหลวข้น ๆ สีน้ำตาล ซึ่งเราเรียกว่า น้ำหมักชีวภาพจากพืช
2. น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ มีขั้นตอนทำคล้ายกับน้ำหมักจากพืช แตกต่างกันตรงวัตถุดิบจากสัตว์ เช่น หัวปลา ก้างปลา หอยเชอรี่ เป็นต้น

ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ

1. เร่งการเจริญเติบโตของพืช
2. เพิ่มคุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้น
3. เป็นสารเสริมสุขภาพในคนและสัตว์
4. ฉีดพ่นก่อนไถกลบตอซังทำให้ตอซังนิ่ม
5. เป็นสารเร่งและเป็นธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยหมัก

Mahasarakham University

6. เร่งการออกดอกของพืช

7. เป็นสารไล่แมลงศัตรูพืช

8. บำบัดกลิ่นเหม็นในปศุสัตว์

9. บำบัดน้ำเสียในการประมง

10. ปรับสภาพสมดุลของสิ่งแวดล้อม

11. แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชำระล้าง

เคล็ดลับในการทำน้ำหมักให้ได้ผลดี

1. ควรเลือกใช้เศษพืชผัก ผลไม้ หรือเศษอาหารที่ยังไม่บูดเน่า สับหรือบดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ในภาชนะที่มีปากกว้าง เช่น ถังพลาสติก หรือโอ่ง หากมีน้ำหมักชีวภาพอยู่แล้วให้เทผสมลงไปแล้วลดปริมาณกากน้ำตาลลง ปิดฝาภาชนะทิ้งไว้ จนได้เป็นน้ำหมักชีวภาพ จากนั้นกรอกใส่ขวดปิดฝาให้สนิท รอการใช้งานต่อไป

2. ในระหว่างการหมัก ห้ามปิดฝาภาชนะจนแน่นสนิทเพราะอาจทำให้ระเบิดได้เนื่องจากระหว่างการหมักจะเกิดก๊าซต่างๆ ขึ้น เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน เป็นต้น

3. ไม่ควรเลือกพืชจำพวกเปลือกส้ม ใช้ทำน้ำหมัก เพราะมีน้ำมันที่ผิวเปลือกจะทำให้จุลินทรีย์ไม่ย่อยสลาย

2.7 ธาตุอาหารของพืช

ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชที่มาจากดินมี 13 ธาตุ พืชจะขาดธาตุใดธาตุหนึ่งไม่ได้ อย่างไรก็ตาม ดินส่วนใหญ่จะมีธาตุอาหารที่พืชต้องการอยู่ พืชจึงไม่ค่อยขาดธาตุอาหารเหล่านี้ทุกธาตุ แต่จะขาดเพียงบางธาตุเท่านั้น ธาตุที่พบว่าขาดได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และสังกะสี โดยสังกะสีจะพบอาการขาดมากที่สุด สำหรับธาตุฟอสฟอรัสนั้นส่วนมากมักจะใส่ปุ๋ยชนิดนี้มากเกินความต้องการของพืช อย่างไรก็ตาม ไม่ได้หมายความว่าส่วนทั้งหมดจะขาดธาตุที่กล่าวมาข้างต้นทุกธาตุเพราะดินแต่ละบริเวณมีปริมาณธาตุอาหารที่พืชจะดูดไปใช้ได้ไม่เท่ากัน และแต่ละส่วนก็มีประวัติการใส่ปุ๋ยและการจัดการต่าง ๆ เช่น การใส่ปูน การใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และการปล่อยให้มีหญ้าขึ้นในสวนในปริมาณที่แตกต่างกัน จึงทำให้แต่ละสวนมีความต้องการปุ๋ยในปริมาณที่แตกต่างกันด้วย

แหล่งที่มาของธาตุอาหารพืช

1. ธาตุอาหารของพืชที่ได้มาจากน้ำและอากาศได้แก่ คาร์บอน (C), ไฮโดรเจน (H), และออกซิเจน (O)

Mahasarakham University

2. ธาตุอาหารของพืชที่ได้มาจากดิน แบ่งออกได้เป็น 2 พวก ดังนี้คือ

2.1 ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก (Macronutrients) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากเมื่อเทียบกับธาตุอาหารอื่นๆ ได้แก่ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S)

2.2 ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย (Micronutrients) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับธาตุอาหารอื่นๆ แต่มีความสำคัญ ได้แก่ แมงกานีส (Mg), เหล็ก (Fe) , โบรอน (B), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu), โมลิบดินัม (Mo), คลอรีน (Cl) และนิกเกิล (Ni)

ไนโตรเจน (N)

เป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช ในไม้ผลไนโตรเจนมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต การออกดอก การติดผล การเจริญเติบโตของผล และคุณภาพของผล ไนโตรเจน เป็นธาตุที่เปลี่ยนรูปและสูญเสียไปจากดินได้ง่าย ดินส่วนใหญ่มักมีไนโตรเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (อาจอยู่ในรูปปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้พืชได้รับไนโตรเจนอย่างเพียงพอ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่ถ้าพืชขาดไนโตรเจนจะทำให้พัฒนาการของดอกและการติดผลเกิดได้ไม่ดี อย่างไรก็ตาม ถ้ามีไนโตรเจนมากเกินไป ก็จะทำให้มีการเจริญเติบโต ทางใบและกิ่งก้านมากเกินไป มีผลทำให้พืชออกดอกช้า

1. อิทธิพลของไนโตรเจนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ธาตุไนโตรเจนช่วยให้พืชเจริญเติบโตและมีความแข็งแรง ส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น ทำให้พืชมีสีเขียวเข้มและพืชอวบขึ้น ธาตุไนโตรเจนยังเป็นส่วนที่สำคัญของสารประกอบต่างๆ ที่มีความสำคัญในขบวนการเมตาโบลิซึม เช่น Chlorophyll และ Nucleotides นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำย่อย ฮอร์โมน และวิตามินอีกด้วย ธาตุไนโตรเจนจะมีอยู่มากในส่วนที่พืชอ่อนมากกว่าในส่วนแก่และมีอยู่มากในใบและในเมล็ด โดยทั่วไปถ้าพืชขาดธาตุนี้มักจะมีอาการดังนี้คือ พืชจะสูญเสียสีเขียว โดยเฉพาะบริเวณใบล่างของพืช กล่าวคือพืชจะมีสีเหลืองผิดปกติ ลำต้นผอมสูง กิ่งก้านเล็ก พืชเจริญเติบโตได้ช้ามาก

2. รูปของไนโตรเจนในดิน

2.1 อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic Nitrogen) ในอินทรียวัตถุ เช่น ในรูปของกรดอะมิโน เป็นต้น กล่าวคือ อินทรียวัตถุในดินมีไนโตรเจนอยู่ประมาณถึง 5% (% ไนโตรเจน x 20 = % อินทรียวัตถุ)

2.2 อยู่ในรูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) ซึ่งถูกตรึงอยู่ระหว่างแผ่นผลึกของแร่ดินเหนียวพวก 2 : 1 Type เช่น Vermiculite, Illite และ Montmorillonite ซึ่งแอมโมเนียมที่อยู่ในรูปการตรึงนี้จะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์และพืชอย่างช้าๆ

2.3 อยู่ในรูปของสารประกอบแอมโมเนียมและไนเตรตที่ละลายน้ำได้ ซึ่งเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ที่พืชใช้ได้ทันที

Mahasarakham University

3. การแปรสภาพของไนโตรเจนในดิน

3.1 ขบวนการที่เรียกว่า Aminification

3.2 ขบวนการที่เรียกว่า Ammonification

3.2.1 ถูกพวกจุลินทรีย์ต่างๆในดินนำไปใช้ประโยชน์

3.2.2 ถูกพืชชั้นสูงนำไปใช้ประโยชน์

3.3.3 ถูกตรึง (fixed) ไว้ระหว่างผลึกของแร่ดินเหนียวบางชนิด

3.3.4 ถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียในดินให้เป็นไนไตรท์ (NO^{2-}) และไนเตรท (NO^{3-}) ตามลำดับ โดยขบวนการที่เรียกว่า Nitrification

3.4 ขบวนการที่เรียกว่า Nitrification

การเปลี่ยนแปลงของไนเตรทที่เกิดขึ้นจากขบวนการนี้จะมีอยู่ 4 ทางด้วยกันดังนี้คือ

1. ถูกพวกจุลินทรีย์ต่างๆ ในดินนำไปใช้ประโยชน์
2. ถูกพืชชั้นสูงนำไปใช้ประโยชน์
3. สูญหายไปโดยการชะล้าง
4. สูญหายไปจากดินในรูปแก๊ส

สภาพต่างๆ ของดินที่มีอิทธิพลต่อขบวนการ Nitrification มีดังนี้คือ

1. การถ่ายเทอากาศ
2. อุณหภูมิ
3. ปริมาณน้ำในดิน
4. ปริมาณของไอออนที่อาจแลกเปลี่ยนได้ที่เป็นด่าง
5. ปุ๋ย
6. ปริมาณของคาร์บอนและไนโตรเจนในดิน

4. การได้รับการสูญเสียของไนโตรเจนในดิน

4.1 การได้รับไนโตรเจนของดิน

4.1.1 ได้จากปุ๋ยวิทยาศาสตร์ที่ใส่ลงให้แก่ดิน

4.1.2 ได้จากเศษเหลือของพืชและพวกมูลสัตว์ต่างๆ ที่ใส่ให้แก่ดิน

4.1.3 ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน

4.1.4 ได้จากการตรึงแก๊สไนโตรเจนจากอากาศ

4.1.5 มากับฝน และหิมะที่ตกมา

4.2 การสูญหายของไนโตรเจนจากดิน

4.2.1 พืชนำไปใช้ประโยชน์

4.2.2 สูญหายโดยกระบวนการชะล้าง

4.2.3 สูญหายไปจากดินในรูปของแก๊ส

Mahasarakham University

4.2.4 สูญหายเนื่องจากการพังทลายของดิน

5. การจัดการเกี่ยวกับไนโตรเจนในดิน

5.1 การรักษาระดับของไนโตรเจนในดินให้เพียงพออยู่เสมอ

5.2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้เหมาะสมกับเวลาที่พืชต้องการมากที่สุด

ฟอสฟอรัส (P)

พบในพืชประมาณ 0.1 – 0.4 เปอร์เซ็นต์ หรือน้อยกว่าไนโตรเจนประมาณ 10 เท่า ฟอสฟอรัส มีหน้าที่เกี่ยวกับการถ่ายเทพลังงาน ซึ่งเป็นกระบวนการทางสรีระวิทยาที่สำคัญอย่างยิ่ง พลังงานที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและเมตาโบลิซึมของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตจะถูกเก็บไว้ในรูปของสารประกอบฟอสเฟต (อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต, ATP) ถึงแม้ว่าฟอสฟอรัสจะมีหน้าที่สำคัญในพืชก็ตาม แต่ปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชต้องการไม่มากเหมือนไนโตรเจนและโพแทสเซียม นอกจากนั้น การดูดใช้ฟอสฟอรัสของพืชยังขึ้นกับระบบรากของพืช เพราะฟอสฟอรัสจัดเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ในดิน หรือเมื่อย้ายปลูกใหม่ๆ ระบบรากพืชยังไม่แผ่ขยายมากนัก การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจึงเป็นสิ่งจำเป็น แต่เมื่อพืชเจริญเติบโตดีแล้ว การปรับปรุงดินโดยการปรับค่าความเป็นกรด–ด่าง ให้เหมาะสมจะทำให้พืชสามารถดูดฟอสฟอรัสไปใช้ได้มากขึ้น ส่วนใหญ่เชื่อกันว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะช่วยให้พืชออกดอกและผลแก่เร็ว จึงมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสกันมาก ส่วนใหญ่จะมีมากกว่าความต้องการของพืชประกอบกับการที่ฟอสฟอรัสสูญหายจากดินไปค่อนข้างยาก จึงพบว่ามีการสะสมของฟอสฟอรัสในดินสูงเกินความต้องการของพืช ฟอสฟอรัสที่มากเกินไปในดินจะทำปฏิกิริยากับจุลธาตุโดยเฉพาะสังกะสี เหล็กและแมงกานีสทำให้ทั้ง 3 ธาตุนี้ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช แสดงว่าถ้าดินมีฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอแล้วไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสให้กับพืชอีก การลดปุ๋ยฟอสฟอรัสลงทำให้เกษตรกรสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายมากขึ้นเพราะปุ๋ยฟอสฟอรัสมีราคาแพง นอกจากนั้นการจัดการธาตุฟอสฟอรัสที่เหมาะสมยังทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีอีกด้วย เนื่องจากพืชจะได้รับจุลธาตุอย่างเพียงพอ

ธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของ phospholipids ซึ่งเป็นแหล่งที่ให้พลังงานแก่พืช และเป็นองค์ประกอบของ nucleoproteins ซึ่งจะมีความสำคัญเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบของ phytin ซึ่งเปรียบเสมือนหนึ่งเป็นที่สะสมฟอสเฟตในเมล็ดพืช สำหรับให้พืชนำไปใช้ในการสร้างสารที่ให้พลังงาน ในขณะที่พืชเริ่มงอกยังไม่มีรากที่จะดูดเอาฟอสเฟตในดินขึ้นมาใช้ได้ ถ้าพืชได้รับธาตุฟอสฟอรัสไม่เพียงพอแล้ว โดยทั่วไปแล้วการเจริญเติบโตของพืชจะถูกจำกัดลง ต้นพืชแคระ แกรนแก่ช้ากว่าปกติ การเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของรากมีน้อย ดอกและผลไม่สมบูรณ์ ใบและลำต้น จะมีสีม่วง

1. ชนิดของฟอสฟอรัสในดิน

1.1 ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ Phytin, Nucleic Acid และ Phospholipid

Mahasarakham University

1.2 ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปสารประกอบอนินทรีย์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

1.2.1 แคลเซียมฟอสเฟต

1.2.2 เหล็กและอลูมิเนียมฟอสเฟต

2. รูปของฟอสเฟตในดิน แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทด้วยกัน ดังนี้คือ

2.1 รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ช้ามาก เช่น Apatites, Aged Fe, Mn and Al Phosphates, Stable Organic Phosphate

2.2 รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้อย่างช้าๆ เช่น Freshy Fe, Mn and Al Phosphates (Small Crytals) and Mineralized Organic Phosphate

2.3 รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทันที Water-soluble เช่น NH^{+4} phosphates, $Ca(H_2PO_4)_2$ Water-insoluble เช่น $Ca(H_2PO_3)_2$, $CaHPO_4$

3. รูปและการแพร่กระจายของฟอสฟอรัสในดิน

4. ปัจจัยที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในรูปสารประกอบอนินทรีย์

4.1 pH ของดินพืชดูดธาตุฟอสฟอรัสในรูปไอออนลบซึ่งละลายน้ำได้ คืออยู่ในรูป $H_2PO_4^-$ และ HPO_4^{2-}

4.2 ขบวนการตรึงฟอสเฟตโดยเหล็ก อะลูมิเนียม และแมงกานีส ที่ละลายน้ำได้ดินที่เป็นกรดมากๆ นั้นจะมีเหล็ก อะลูมิเนียม และแมงกานีส ละลายอยู่มาก มักจะทำปฏิกิริยากับ $H_2PO_4^-$ ซึ่งจะทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำและไม่เป็นประโยชน์กับพืช

4.3 ขบวนการตรึงฟอสเฟตโดยไฮดรัสออกไซด์ของเหล็ก, อะลูมิเนียม และแมงกานีส

4.4 ขบวนการตรึงฟอสเฟตโดยแร่ดินเหนียว

5. ขบวนการตรึงฟอสเฟตโดยแคลเซียมไอออน และแคลเซียมคาร์บอเนต

6. อำนาจในการตรึงฟอสฟอรัสในดิน ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของส่วนประกอบดินนั้น ๆ เช่น pH ของดิน, ปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณของ Fe, Al, Ca, Mg ซึ่งอยู่ในปริมาณที่จะสามารถทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัสได้ และชนิดและปริมาณของ Silicate Clay ในดิน เป็นต้น

7. อิทธิพลของอินทรียวัตถุในดินที่มีต่อความเป็นประโยชน์ของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสโดยทั่วๆไป นั้นการตรึงฟอสฟอรัสในดินจะลดลงถ้าอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น

8. การได้มาและการสูญเสียฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

8.1 การได้มา – เศษเหลือของพืช และมูลสัตว์ (ปุ๋ยวิทยาศาสตร์, จากดินแร่ และอินทรียวัตถุในดิน)

8.2 การสูญเสีย – พืชนำไปใช้ประโยชน์ (การถูกชะล้าง, การพังทลายของดิน และ Fixation)

Mahasarakham University

9. การควบคุมความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน

9.1 การใส่ปูนเพื่อรักษาระดับ pH ของดินให้อยู่ในช่วงระหว่าง 6.0 ถึง 7.0 นั้น จะทำให้มีการตรึงฟอสเฟสเกิดขึ้นด้วย

9.2 การใส่ปุ๋ย ควรใส่แบบโรยเป็นแถบ ปุ๋ยที่ใส่ควรเป็นปุ๋ยที่ทำเป็นก้อน

9.3 การรักษาระดับอินทรียวัตถุในดินให้สูงอยู่เสมอจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น

การแพร่กระจายของฟอสฟอรัสในดิน (Distribution of Phosphorus)

ฟอสฟอรัสพบว่ากระจายอยู่ในรูปของผลึกเล็กๆ ของแร่ Apatite และแร่อื่นๆ ซึ่งจะค่อยๆ สลายตัวทีละน้อยให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับพืช (Available phosphorus) แร่อื่นๆ เช่น quartz silicate clay และไม่ละลายน้ำจะมี ความต้านทานต่อการผุพังสลายตัวได้นานกว่า Apatite

ฟอสฟอรัสที่อยู่ในดิน (Soluble phosphorus in soil)

อนุมูลของฟอสเฟสในดินอาจเกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบ คือ และ PO_4^{2-} พืชจะดูด $H_2PO_4^-$ ได้มากที่สุด สัดส่วนจะขึ้นอยู่กับ pH ของดินในระดับต่างๆที่ pH ประมาณ 2.5-6 จะมีปริมาณอนุมูล $H_2PO_4^-$ มากที่สุด แต่ถ้าระดับ pH สูงขึ้นดินมีอนุมูล $H_2PO_4^-$ HPO_4^{2-} มากกว่า PO_4^{2-} จะเกิดที่ระดับ pH ของดินสูงมากจนอาจถือได้ว่าไม่มีความสำคัญในด้านการเป็นธาตุอาหารพืช

ฟอสฟอรัสที่อยู่ในพืช (Soluble Phosphorus in Plant)

ฟอสฟอรัสที่พืชดูดไปจะเข้าไปอยู่ตามเซลล์ที่มีชีวิตของพืช และจะมีมากในส่วนที่เป็น reproductive part ฟอสฟอรัสจะรวมกับ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจนและแร่ธาตุอื่นๆ เป็น complex organic molecule นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของยีนในนิวเคลียสเซลล์พืช ถ้าพืชมีฟอสฟอรัสไม่เพียงพอจะไม่สามารถแบ่งตัวได้ พืชที่ขาดจะมีอาการแคระแกร็น แก่ช้า และให้เมล็ดลีบ พืชที่ให้เมล็ดจะมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด

การสูญเสียฟอสฟอรัสจากดิน (Losses from soils) ได้ 4 ทางด้วยกัน คือ

1. พืชดูดไปใช้ (Crop removal)
2. สูญเสียโดยการชะล้าง (Leaching)
3. สูญเสียในรูปก๊าซ (Volatilization)
4. สูญเสียโดยการพังทลายเซาะกร่อน (Erosion)

วัฏจักรของฟอสฟอรัส (The phosphorus cycle)

Inorganic phosphorus ion จะถูกดูดซึมอยู่บนส่วนที่มีประจุบวกของอนุภาคดินเหนียว และอินทรียวัตถุในดินฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซึม และสามารถประกอบอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เป็นของแข็งจะอยู่ในสภาพสมดุลกับฟอสฟอรัสที่ละลายได้ (dissolved P)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้คือ $H_2PO_4^-$ และ HPO_4^{2-} ในดินนั้นมีปริมาณน้อยมาก ในดินบางชนิดมีน้อยกว่า 0.1 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ กระนั้นก็ตามเป็นที่เชื่อว่าฟอสฟอรัสทั้งหมดหรือเกือบ

Mahasarakham University

ทั้งหมดของพืชมาจากสารละลายในดิน พืชส่วนใหญ่ดูดฟอสฟอรัสประมาณ 10 ถึง 30 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อเฮกตาร์ต่อปี จึงเป็นที่ยอมรับว่าต้องมีการแทนที่ของฟอสฟอรัสที่หายไป การแทนที่อาจมาจากขบวนการ mineralization ของอินทรียวัตถุ หรือจากปฏิกิริยาการรักษาสมดุลระหว่างฟอสฟอรัสที่ละลายได้ กับฟอสฟอรัสไอออนที่ถูกดูดซึมอยู่หรือระหว่างฟอสฟอรัสที่ละลายได้กับสารประกอบที่เป็นของแข็ง

ปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินและการตอบสนองของพืช พอจะกล่าวได้ 5 ประเภทคือ

1. อาการขาด (Deficiency Symptoms)

โดยปกติอาการขาดฟอสฟอรัสจะเห็นได้ไม่แน่นอน อาจจะต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางเคมีหรือทดลองกับปุ๋ยฟอสเฟต แต่ถ้าขาดฟอสฟอรัสรุนแรงก็จะทำให้พืชมีใบเหลือง หรืออาจสีเขียวเข้มหรือสีเขียวแกมน้ำเงินซึ่งอาจจะมีสีม่วงแทรก การขาดฟอสฟอรัสทำให้ลำต้นบาง ใบเล็กและการแตกแขนงของสำต้นโดยจำกัด

2. การเจริญเติบโตของราก (Root Growth)

ฟอสฟอรัสมีส่วนช่วยในการเจริญเติบโตของราก

3. Development and maturity

ถ้าฟอสฟอรัสในดินที่เป็นประโยชน์กับพืชมีจำนวนมาก พืชอ่อนจะดูดซึมฟอสฟอรัสอย่างรวดเร็ว ปริมาณของฟอสฟอรัสจะทำให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

4. การตอบสนองตลอดฤดูปลูก (Response throughout the season)

การใส่ปุ๋ยในการเจริญเติบโตระยะแรกจำเป็นกว่าการใส่ปุ๋ยระยะหลัง

5. Disease incidence

มีผู้พบว่าโรคราน้ำค้างในข้าวบาร์เล่ย์จะลดลงถ้ามีธาตุฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น และยังพบอีกว่า fungal root rot จะเป็นมากถ้ามีฟอสฟอรัสไม่เพียงพอในดิน

โพแทสเซียม (K)

หน้าที่ของโพแทสเซียมจำเป็นต่อการสังเคราะห์โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต การทำงานของคลอโรฟิลล์และเอนไซม์หลายชนิด การเคลื่อนย้ายแป้ง และน้ำตาลในพืช ควบคุมการเปิดปิดของปากใบ การวิเคราะห์จะเป็นตัวชี้บ่งที่ดีของสถานะธาตุอาหารในพืช สำหรับการวิเคราะห์ดินจะช่วยบอกให้รู้ว่าดิน มีปริมาณโพแทสเซียมเพียงพอสำหรับพืชดูดไปใช้ได้หรือไม่ ถ้าใบแสดงอาการขาดโพแทสเซียมให้เห็นเด่นชัด แสดงว่าระบบการทำงานภายในของพืชเสียหาย ซึ่งจะมีผลเสียต่อพืชในระยะยาวและควรป้องกันไม่ให้เกิดปัญหานี้ โดยการวิเคราะห์ใบและดินอย่างสม่ำเสมอ อาการขาดโพแทสเซียมในไม้ผลขั้นแรก คือ พืชจะชะงักการเจริญเติบโตอาการต่อไป คือ ใบแก่มีสีเหลืองซีดโดยเริ่มจากขอบใบและปลายใบ ในพืชบางชนิดจะพบจุดสีน้ำตาลไหม้กระจายทั่วทั้งใบหรือพบจุดสีแดง หรือเหลืองระหว่างเส้นใบในใบอ่อน ถ้าอาการรุนแรงใบจะแห้งและร่วงก่อนกำหนดเวลา การมีโพแทสเซียมในดินหรือพืชมากเกินไปจะมีผลเสียต่อพืชเช่นเดียวกัน คือ จะทำให้การดูดใช้ธาตุแมกนีเซียมและแคลเซียมของพืชลดลง

Mahasarakham University

เมื่อมีการใส่โพแทสเซียมในอัตราสูง จึงแนะนำให้ใส่ปุ๋ยที่มีแมกนีเซียมและแคลเซียมร่วมด้วย แคลเซียมมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของเนื้อเยื่อและเซลล์พืช จำเป็นต่อการแบ่งเซลล์ การเจริญเติบโตของเซลล์และเป็นธาตุที่กระตุ้นให้เอนไซม์หลายชนิดทำงาน แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการสังเคราะห์แสง นอกจากนั้นยังเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการสังเคราะห์แสง และมีส่วนช่วยในการเคลื่อนย้ายน้ำตาลภายในพืชในดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำหรือเป็นกรดและมีเนื้อดินหยาบ

โพแทสเซียม เป็นธาตุที่ต่อขบวนการสร้างแป้งและน้ำตาลและการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลภายในพืชและมีอิทธิพลต่ออัตราการหายใจและการคายน้ำของพืช เมื่อเข้าอยู่ในพืชจะอยู่ในรูปของไอออน (ionic form) จึงสูญหายไปจากพืชโดยการชะล้างได้ง่าย โพแทสเซียมช่วยทำให้ผนังเซลล์ของพืชหนาขึ้นและลำต้นแข็งแรงขึ้น ถ้าขาดก็จะทำให้พืชล้มได้และยังช่วยเพิ่มน้ำตาลในพืชพวกอ้อยด้วย พวกพืชหัว (root crops) ต้องการโพแทสเซียมในปริมาณสูง ถ้าขาดจะแสดงอาการออกมาเช่น ขอบใบไหม้ สำหรับข้าวโพด ถ้าขาดโพแทสเซียมจะแสดงอาการขาดออกมาโดยที่ปลายใบและขอบใบจะมีสีเหลือง เป็นต้น

รูปและความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมในดิน

รูปของโพแทสเซียมถ้าแบ่งตามความเป็นประโยชน์แล้วจะสามารถแบ่งออกได้ 3 พวก ด้วยกันโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ไม่ได้ทันที (relatively unavailable form) ได้แก่ โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปของแร่ feldspars และ micas เป็นต้น และที่มีอยู่ในดินเป็นปริมาณมากคือประมาณ 90-98 % ของโพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินทั้งหมด แร่เหล่านี้จะสลายตัวได้อย่างช้าๆ และจะปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

1. โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้อย่างช้าๆ (Slowly Available Form)

โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้อย่างช้าๆ ได้แก่ โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปของโพแทสเซียมที่ถูกตรึง (Fixed) อยู่ในระหว่างผลึกของแร่ดินเหนียวประเภท 2 : 1 โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปนี้เรียกชื่อว่า Nonexchangeable Potassium และพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกเสียจากโพแทสเซียมที่ถูกตรึงนี้จะถูกปลดปล่อยออกมาเสียก่อนการที่มันจะถูกปลดปล่อยออกมาได้ช้าเร็วขึ้นกับความสมดุลที่มีกับโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่อาจแลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K) และที่อยู่ในรูปของไอออนในสารละลาย (Soil Solution K)

2. โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที (Readily Available Form)

โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ได้แก่ โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปของ K^+ ใน Soil Solution และโพแทสเซียมที่ถูกดูดซับที่ผิวของสารคอลลอยด์ซึ่งอยู่ในรูปของ Exchangeable K โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปของ K^+ ในสารละลายในดินนั้น พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้

Mahasarakham University

ง่ายกว่าแต่ในขณะเดียวกันก็จะถูกชะล้างให้สูญหายไปได้ง่ายกว่าโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปของ K แต่โพแทสเซียมทั้งสองรูปนี้จะอยู่ในสภาพที่สมดุลซึ่งกันและกันตลอดเวลา กล่าวคือ เมื่อพืชดูดเอาโพแทสเซียมในสารละลายในดินไปใช้ก็จะทำให้เกิดการเสียสมดุล โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปของ Exchangeable K ก็จะถูกปลดปล่อยให้ออกมาอยู่ในรูปของ K^+ ใน Soil Solution เพื่อรักษาสภาพที่สมดุลไว้ แต่ถ้ามีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ลงไปในดินสมการก็จะเปลี่ยนไปในทางตรงกันข้ามอีก

การได้มาและการสูญเสียโพแทสเซียมในดิน

1. ถูกพืชดูดไปใช้ พืชดูดโพแทสเซียมไปใช้ในปริมาณที่สูงพอ ๆ กับไนโตรเจนแต่จะสูงกว่าฟอสฟอรัสมาก ส่วนใหญ่แล้วพืชมักจะดูดโพแทสเซียมในดินนำโพแทสเซียมไปใช้ในปริมาณที่มากกว่าพืชจะต้องการใช้จริงๆ โดยที่ไม่ทำให้ผลผลิตพืชเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด

2. ถูกชะล้างสูญหายไป โพแทสเซียมจะถูกชะล้างให้สูญหายไปมากในดินที่มีเนื้อหยาบมากกว่าในดินที่มีเนื้อละเอียด โดยเฉพาะเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้กับดินทรายนั้น ปรากฏว่าโพแทสเซียมจะถูกชะล้างมาก

3. สูญหายไปเนื่องจากการพังทลายของดิน การสูญเสียโพแทสเซียมแบบนี้จะมีน้อยกว่าไนโตรเจน ทั้งนี้ก็เพราะว่าโพแทสเซียมจะมีการกระจายทั่วไปโปรไฟล์ของดินดังนั้น เมื่อโพแทสเซียมในดินชั้นบนสูญหายไปเนื่องจากการพังทลายของดินก็จะยังมีโพแทสเซียมซึ่งอยู่ในดินชั้นล่างทดแทน

4. ถูกตรึงอยู่ระหว่างแผ่นผลึกของแร่ดินเหนียวในดิน ทำให้โพแทสเซียมอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก แต่ก็มีผลดีในแง่ที่ว่าเป็นการรักษาโพแทสเซียมไว้ในดินไม่ให้สูญหายไปโดยการถูกชะล้างและนอกจากนี้โพแทสเซียมที่ถูกตรึงยังจะถูกปลดปล่อยออกมาให้เป็นโพแทสเซียมที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตรึงโพแทสเซียมในดิน

1. อิทธิพลของสารคอลลอยด์ต่าง ๆ ดินที่มีแร่ดินเหนียวพวก 2 : 1 เช่นมี Kaolinite อยู่มาก จะมีการตรึงโพแทสเซียมได้น้อย แต่ถ้าดินมีแร่ดินเหนียวพวก 2 : 1 เช่น Vermiculite, Illite และ Montmorillonite อยู่เป็นจำนวนมากนั้นจะมีการตรึงโพแทสเซียมได้มากแต่เป็นที่น่าสังเกตว่า Vermiculite, Illite นั้นจะมีการตรึงโพแทสเซียมได้มากกว่า Montmorillonite

2. อิทธิพลของปูน การใส่ปูนลงไปในดิน จะทำให้โพแทสเซียมที่จะถูกชะล้างไปมีน้อยลงทั้งนี้ก็เพราะว่า Ca^{2+} จากปูนจะไปช่วยลดความเป็นกรดของดิน และดินก็จะอิ่มตัวไปด้วย Ca^{2+} ซึ่งปกติแล้ว K^+ จะไล่ที่ Ca^{2+} ได้ง่ายกว่าที่จะไล่ H^+ หรือ Al^{3+} ดังนั้นจึงทำให้มี K^+ ถูกดูดซับที่ผิวอนุภาคของดินได้มากขึ้น ด้วยเหตุนี้ปริมาณโพแทสเซียมที่จะถูกชะล้างให้สูญหายไปโดยน้ำนั้นก็จะมีน้อยลงแต่ถ้าหากในดินมี $CaCO_3$ มากเกินไปก็จะทำให้เกิดการขาดโพแทสเซียมในดินขึ้นได้

Mahasarakham University

ระดับการประเมินของธาตุอาหารหลักต่อการเจริญเติบโตของพืช

ตาราง 2-1 ระดับธาตุไนโตรเจนในดินกับการประเมิน (N)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (N) (%)	**ระดับการประเมิน**	**ข้อเสนอแนะ**
<0.025	ต่ำมาก	ขาดแคลนมาก
0.025-0.050	ต่ำ	ขาดแคลน
0.050-0.075	ค่อนข้างต่ำ	ควรใส่ธาตุเพิ่มเติม
0.075-0.125	ปานกลาง	เพียงพอบางพืช
0.075-0.175	ค่อนข้างสูง	เพียงพอ
0.125-0.255	สูง	เพียงพอ
>0.225	สูงมาก	เพียงพอ

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

ตาราง 2-2 ระดับธาตุฟอสฟอรัสในดิน (P)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) ($mgkg^{-1}$)	**ระดับการประเมิน**	**ข้อเสนอแนะ**
<3	ต่ำมาก	ต้องปรับปรุงอย่างมาก
3-6	ต่ำ	ต้องปรับปรุง
6-10	ค่อนข้างต่ำ	ควรปรับปรุง
10-15	ปานกลาง	เหมาะสมสำหรับบางพืช
15-25	ค่อนข้างสูง	เพียงพอสำหรับพืชทั่วไป
25-45	สูง	เพียงพอสำหรับบางพืช
>45	สูงมาก	เพียงพอ

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

Mahasarakham University

ตาราง 2-3 ระดับธาตุโพแทสเซียมในดิน (K)

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (K) ($mgkg^{-1}$)	ระดับการประเมิน	ข้อเสนอแนะ
30	ต่ำมาก	ต้องปรับปรุงอย่างมาก
30-60	ต่ำ	ต้องปรับปรุง
60-90	ค่อนข้างต่ำ	ควรปรับปรุง
90-120	ปานกลาง	เหมาะสมสำหรับบางพืช
>120	สูงมาก	เพียงพอ

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรด-ด่างของสสาร วัดกันด้วยหน่วย pH ซึ่งโดยปกติจะมีค่าอยู่ที่ 0-14 ดังนั้น หากในดิน มีค่า pH เท่ากับ 7 ก็แสดงว่ามีความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง แต่ถ้ามีค่า pH ต่ำกว่า 7 ก็แสดงว่า ดินมีความเป็นกรดมาก กลับกันหากดินมีค่า pH สูงกว่า 7 ก็แสดงว่ามีความเป็นด่างสูง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วดินมักจะมีค่าความเป็นกรดอยู่ที่ 3 และมีค่าความเป็นด่างอยู่ที่ 10 โดยมีปัจจัยแวดล้อมอย่างสารอาหารที่ดินได้รับ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ ที่ทับถม และปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยต่อปีเป็นส่วนประกอบ ซึ่งดินที่มีค่า pH ประมาณ 6.5 จะเป็นดินที่ปลูกต้นไม้ได้ดีที่สุด เพราะมีค่าค่อนข้างเป็นกลาง แต่จะมีพืชบางชนิด เช่น บลูเบอร์รี่, ชวนชม, ดอกพุด ที่จะเจริญเติบโตได้ดีในค่าความเป็นกรด จึงต้องใช้ดินที่มีค่า pH อยู่ที่ 4.5-5.5 เป็นต้น เรียกว่าหาก่อนปลูกต้นไม้ มีการศึกษาเรื่องค่า pH ในดินไว้แต่แรก ต้นไม้ก็จะเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

ค่า pH ในดินไม่ได้มีผลโดยตรงกับการเจริญเติบโตของพืช แต่มีส่วนช่วยให้พืชสามารถดูดซับสารอาหารจากดินได้ดีขึ้นเท่านั้น ซึ่งถ้าหากพืชเจริญเติบโตในดินที่มีค่าความเป็นกรดต่ำเกินไป ใบก็จะเหลือง เนื่องจากไม่สามารถดูดธาตุเหล็กเข้าไปบำรุงต้นได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นดินที่จะเหมาะกับการปลูกพืช จึงต้องมีค่าความเป็นกรดอยู่พอสมควร เพื่อที่ความเป็นกรดจะได้แปลงธาตุอาหารให้พืชดูดกินได้สะดวก แต่ถึงอย่างนั้นค่า pH ก็มีผลเสียต่อพืชอยู่เช่นกัน โดยหากดินมีค่า pH ต่ำ ธาตุแมงกานีสในดินก็จะกลายเป็นพิษต่อพืช เป็นสาเหตุให้พืชมีใบเหลือง ใบแห้ง และตายได้ในที่สุด และถ้าหากค่า pH ในดินต่ำมากจนเกินไป ดินก็จะดูดซับสารอะลูมิเนียมแทนธาตุอาหารจำเป็น ต้นไม้จึงเติบโตช้า เพราะไม่ได้กินอาหารที่มีประโยชน์ แต่ถ้าดินมีค่า pH อยู่ในระดับที่เหมาะสม ก็จะช่วยให้สารอาหาร และสิ่งมีชีวิตในดินเจริญเติบโตได้ดี อีกทั้งยังช่วยแปลงธาตุไนโตรเจนให้พืชสามารถดูดซับได้ ส่งผลให้พืชงอกงามสุขภาพดีอีกด้วย ดังตาราง 2.4 และตาราง 2.5

Mahasarakham University

ตาราง 2-4 การประเมินระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง มีผลกระทบต่อดิน

ความเป็นกรด – ด่าง	ระดับการประเมิน	ข้อเสนอแนะ
< 4.5	กรดจัดอย่างรุนแรง	ต้องทำการปรับปรุงอย่างมาก
4.5 – 5.0	กรดจัดมาก	ควรมีการปรับปรุง
5.1 – 5.5	กรดจัด	ไม่เหมาะสม ดินมีการปรับปรุง
5.6 – 6.0	กรดปานกลาง	จะดีขึ้นถ้ามีการปรับปรุง
6.1 – 6.5	กรดเล็กน้อย	เหมาะสม
6.6 – 7.3	กลาง	เหมาะสม
7.4 – 7.8	ด่างเล็กน้อย	เหมาะสมปานกลาง
7.9 – 8.4	ด่างปานกลาง	ควรมีการปรับปรุง
8.5 – 9.0	ด่างจัด	ไม่เหมาะสม
> 9.1	ด่างจัดมาก	ไม่เหมาะสม

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

ตาราง 2-5 การประเมินระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง มีผลกระทบต่อดินและพืช

ความเป็นกรด – ด่าง	การประเมิน	ผลกระทบต่อพืช
> 7.0	ด่าง	พืชดูดธาตุอาหารบางธาตุได้น้อยโดยเฉพาะจุลธาตุ ต้องได้รับการปรับปรุง
6.0-7.0	กรดอ่อน	พืชเจริญเติบโตได้ดี
5.5-6.0	กรดปานกลาง	ผลกระทบต่อพืชบางชนิด ดินต้องได้รับการปรับปรุง
4.5-5.5	กรดจัด	ผลกระทบต่อพืชบางชนิด ธาตุบางชนิดละลายได้ จนเป็นพิษต่อพืช ดินต้องได้รับการปรับปรุง
< 4.5	กรดรุนแรง	ธาตุหลายชนิดละลายได้จนเป็นพิษต่อพืช ดินต้องได้รับการปรับปรุง

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก Cation Exchange Capacity (CEC)

ดินส่วนใหญ่จะมีประจุลบทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวกได้ เช่น แอมโมเนียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น ทำให้เวลาใส่ปุ๋ยที่มีประจุบวกลงในดินทำให้ไม่

Mahasarakham University

สูญหายไปจากดินในชั้นรากพืชได้ง่าย ปฏิกิริยา Cation Exchange เป็นปฏิกิริยาที่ย้อนกลับไปมาได้ (Reversible Process) ตัวอย่างเช่น เมื่อใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมลงไปในดิน แอมโมเนียมซึ่งมีประจุบวกจะเข้าไปแทนที่ cation ชนิดอื่นๆบน Exchange Site ในอนุภาคดินเหนียว เมื่อดินมีความชื้นเพียงพอจะค่อย ๆ ปลดปล่อยแอมโมเนียมออกมาอยู่ใน Soil Solution รากพืชจะดูดซึมธาตุอาหารเหล่านี้ไปใช้ในการเจริญเติบโต เมื่อแอมโมเนียมใน Soil Solution ลดลง ทำให้สมดุลระหว่างแอมโมเนียมใน Exchange Site และ ใน Soil Solution เปลี่ยนไป กระบวนการ Reversible Exchange Reaction จะปลดปล่อยแอมโมเนียมออกมาอยู่ใน Soil Solution มากขึ้นเพื่อให้เกิดสมดุลใหม่ และจะเกิดเช่นนี้ตลอดเวลา ทำให้พืชสามารถใช้ธาตุอาหารได้ต่อเนื่อง ดังนั้นถ้าดินมีค่า CEC สูงจะสามารถดูดยึดธาตุอาหารพืชไว้ได้มาก

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินมีอิทธิพลต่อค่า CEC เป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะประจุลบในดิน มีสองส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นประจุลบแบบถาวร (Permanent Charge) และ ส่วนที่สองเป็นแบบ pH Dependent charge สำหรับวิธีการวิเคราะห์หาค่า CEC มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดลอง หรือการวิจัยเฉพาะทางตามวัตถุประสงค์ของผู้ทำการวิจัย ในที่นี้ใช้วิธี Sodium Acetate Saturation

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกหรือ CEC จะรายงานในหน่วยของ milliequivalent per 100 g soil หรือในหน่วยของ SI unit จะรายงานเป็น cmol/kg soil โดยที่ 1 meq/100g = 1 cmol/kg

ดินทรายจะมีค่า CEC ต่ำ ดินเหนียวจะมีค่า CEC สูง ค่า CEC จะบ่งบอกชนิดของแร่ดินเหนียวในดินนั้น โดยดินเหนียวประเภท 2 : 1 clay จะมีค่า CEC สูง แต่ดินเหนียวประเภท 1 : 1 clay จะมีค่า CEC ต่ำ นอกจากนี้อินทรียวัตถุเป็นแหล่งที่ทำให้ดินมีด่า CEC สูงได้เช่นกัน

ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity)

EC (Electric Conductivity) คือ ค่าการนำไฟฟ้า การวัดค่า EC ทำให้เราทราบความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งแสดงเป็นมิลลิโม (millimhos) ต่อเซนติเมตร (mMho/cm) หรือ มิลลิซิเมน (millisiemen) ต่อเซนติเมตร (mS/cm) ค่า 1 mMho/cm = 1 mS/cm ประมาณ 650 ppm. ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืชปกติควรอยู่ระหว่าง 1,000 - 1,500 ppm. เพื่อให้แรงดันออสโมติก (Osmotic Pressure) ของกระบวนการดูดซึมของรากเกิดได้สะดวก ค่า EC ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 1.5 -3.0 mS/cm ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืช ค่า EC สูงจะเป็นอันตรายต่อพืช ต้องเจือจางด้วยน้ำ ถ้าค่า EC ต่ำ ต้องเพิ่มความเข้มข้นให้เพียงพอ เนื่องจากพืชใช้สารละลายตลอดเวลา ดังนั้น ค่า EC จะเปลี่ยนแปลงเสมอ จำเป็นต้องตรวจวัดทุกวันและปรับค่าตามความจำเป็น

ค่า EC (Electric Conductivity) หรือปริมาณเกลือที่ละลายได้ หมายถึง ปริมาณเกลือในดิน ที่สามารถละลายออกมาได้มากน้อยขึ้นอยู่กับค่า EC ที่วัดได้ถ้าค่า EC มีค่ามากก็แสดงว่าดินชนิดนั้นมี ความเค็มมากกว่าดินที่มีปริมาณค่าของ EC ที่น้อยกว่า ค่า EC มีหน่วยวัดเป็นมิลลิโมท์

Mahasarakham University

ต่อเซนติเมตร (mmho/cm) โดยทำการวัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระดับความเค็มของดินถ้ามีอยู่มาก จะกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืช อย่างไรก็ตามพืชบางชนิด อาจจะทนต่อระดับความเค็ม ของเกลือได้ดีกว่าพืชอีกชนิดหนึ่งได้และเราสามารถคัดเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมปลูกในพื้นที่มีปัญหา ด้านความเค็ม ดังตาราง 2.6

ตาราง 2-6 ระดับความเค็มของดินและผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

ค่า EC (mmho/cm)	ระดับความเค็ม	ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช
<2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช
2-4	เค็มเล็กน้อย	ผลผลิตพืชไม่ทนเค็มทั่วไปจะลดลง
4-8	เค็มปานกลาง	มีผลต่อพืชหลายชนิด
8-16	เค็มมาก	พืชทนเค็มเท่านั้นที่เจริญเติบโตได้ดี
>16	เค็มมากที่สุด	เฉพาะพืชที่ทนเค็มมากบางชนิดเท่านั้นที่จะขึ้นได้ดี

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2548ก)

การดูดกินธาตุอาหารของพืช (Nutrient Uptake)

ธาตุอาหารในดินที่พืชสามารถจะนำไปใช้ได้นั้นมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกันดังนี้คือ

1. ธาตุอาหารที่อยู่ในรูปของสารละลายดิน (Free Ions)

2. ธาตุอาหารที่อยู่ในรูปของไอออนที่ถูกพวกคอลลอยด์ในดินดูดยึดเอาไว้ (Adsorped Ions) ซึ่งไอออนที่ถูกยึดไว้นี้สามารถที่จะถูกไล่ที่หรือแลกเปลี่ยนได้

กลไกในการดูดกินธาตุอาหารของพืช

พืชดูดกินธาตุอาหารทางรากขนอ่อน ซึ่งขบวนการในการดูดกินธาตุอาหารของพืชนั้นพอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอนด้วยกันดังนี้ คือ

1. ขบวนการที่ธาตุอาหารในดินเคลื่อนที่ไปที่รากพืช ได้แก่ขบวนการดังต่อไปนี้คือ

1.1 ขบวนการแลกเปลี่ยนไอออนและสัมผัสไอออน

ขบวนการแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange) คือขบวนการแลกเปลี่ยนไอออนในดินระหว่างรากพืชกับสารละลายในดิน ขบวนการสัมผัสไอออน (Contact Exchange) คือขบวนการแลกเปลี่ยนไอออนในดินระหว่างรากพืชกับสารละลายคอลลอยด์ในดิน

1.2. การเคลื่อนที่ของไอออนที่ไปกับน้ำ (Mass Flow)

Mahasarakham University

1.3 การเคลื่อนที่ของไอออนแบบ Diffusion การเคลื่อนที่ของไอออนจากบริเวณที่ที่มีความเข้มข้นของไอออนสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของไอออนต่ำกว่า

2. ขบวนการที่ธาตุอาหารเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในเซลล์ของรากพืช

การดูดกินธาตุอาหาร

อาหารพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จากปุ๋ยละลายในดินเป็นจำนวนมาก กล่าวคือ เมื่อพืชดูดธาตุอาหารพวกไอออนต่างๆ จากสารละลายในดินไปแล้ว สารละลายในดินก็จะได้รับไอออนชดเชยจากพวกแร่ดินเหนียวและฮิวมัส โดยวิธีการที่เรียกว่า Cation Exchange และได้จากการสลายตัวโดยช้าๆ ของพวกแร่ต่างๆ ในดิน และได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ แต่ว่าปกติแล้วอัตราการชดเชยของธาตุอาหารนั้นมักจะไม่เร็วพอกับที่พืชต้องการสำหรับการให้ผลผลิตสูงสุด ดังนั้นการใส่ปุ๋ยจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างหนึ่ง แต่การใส่ปุ๋ยมากเกินไปนั้นก็อาจจะทำให้พืชดูดธาตุอาหารนั้นๆ เข้าไปเกินกว่าความต้องการขึ้น

การสูญเสียธาตุอาหารไปจากดิน

ธาตุอาหารในดินอาจจะมีการสูญเสียไปจากดินได้ 4 ทางด้วยกัน คือ

1. สูญเสียไปกับผลผลิตของพืชที่ถูกนำออกไปจากพื้นที่ที่ปลูกพืชนั้น ทั้งนี้ก็เพราะว่าพวกเมล็ด, ผล, ต้นหรือใบของพืชนั้นจะมีธาตุอาหารเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยเสมอ

2. สูญเสียไปกับน้ำที่ไหลซึมลึกไปในดิน (percolating water)

3. สูญเสียไปกับดินที่ถูกกัดเซาะ และถูกพัดพาไปโดยน้ำหรือลมที่เรียกว่า soil erosion

4. สูญเสียไปโดยการระเหิด (volatilization) เนื่องจากการแปรสภาพทางเคมีหรือชีวเคมีของธาตุอาหารในดิน เช่น การสูญเสียไนโตรเจนโดยขบวนการที่เรียกว่า denitrification

มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

ด้วยปัจจุบัน มีการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงบำรุงดิน ตลอดจนมีการนำเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน เพิ่มคุณค่าของธาตุอาหารพืชทำให้มีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการควบคุมมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อเป็นการรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกร กรมวิชาการเกษตรจึงกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ซึ่งรายละเอียด มีดังต่อไปนี้

Mahasarakham University

ตาราง 2-7 มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์

ลำดับที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
1	ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5x12.5 มิลลิเมตร
2	ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
3	ปริมาณหิน และกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
4	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ต้องไม่มี
5	ปริมาณอินทรียวัตถุ	ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
6	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	5.5 – 8.5
7	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20 : 1
8	ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 6 ds/m
9	ปริมาณธาตุอาหารหลัก -ไนโตรเจน (total N) -ฟอสฟอรัส (total P_20_5) -โพแทสเซียม (total K_20)	 ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
10	การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
11	สารหนู (Arsenic) แคดเมียม (Cadmium) โครเมียม (Chromium) ทองแดง (Copper) ตะกั่ว (Lead) ปรอท (Mercury)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2548ข)

มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ของกลุ่มควบคุมปุ๋ย สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร รายละเอียดดังนี้

Mahasarakham University

ตาราง 2-8 มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ

ลำดับที่	ลักษณะ	ค่ามาตรฐาน
1	ปริมาณธาตุอาหารหลัก -ไนโตรเจน (total N) -ฟอสฟอรัส (total P_20_5) -โพแทสเซียม (total K_20)	ไม่ต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ไม่ต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ไม่ต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่า 1.5เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
2	ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter)	ไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก
3	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20:1
4	ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	ไม่เกิน 10 dS/m
5	ปริมาณโซเดียม (Na)	ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
6	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	ไม่เกิน 4.0
7	ปริมาณฮอร์โมน -ออกซิน -จิบเบอร์เรลลิน -ไซโตไคนิน	 ไม่ต่ำกว่า 0.1 mg/L ไม่ต่ำกว่า 5.0 mg/L ไม่ต่ำกว่า 0.1 mg/L
8	ปริมาณสารสกัดอินทรีย์	ไม่ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
9	สารพิษและธาตุโลหะหนัก -สารหนู (Arsenic) - แคดเมียม (Cadmium) -โครเมียม (Chromium) -ทองแดง (Copper) -ตะกั่ว (Lead) -ปรอท (Mercury) -สังกะสี (Zinc)	 -ไม่เกิน 0.25 mg/L -ไม่เกิน 0.03 mg/L -ไม่เกิน 0.50 mg/L -ไม่เกิน 1.00 mg/L -ไม่เกิน 0.20 mg/L -ไม่เกิน 0.005 mg/L -ไม่เกิน 5.00 mg/L
10	ผลวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคมนุษย์, สัตว์ และพืช	

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2550)

Mahasarakham University

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

คมสัน สัมพันธ์กิจ (2547) ได้ศึกษาการหมักมูลสุกรกับขี้เลื่อยและเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการ เกษตร 3 ชนิด ได้แก่ เปลือกถั่วเหลือง และแกลบ โดยหมักแบบใช้ออกซิเจนในกล่องหมักที่ทำจากไม้อัดขนาดความจุประมาณ 0.5 ลูกบาศก์เมตรที่มีการเจาะรูระบายอากาศโดยรอบ ซึ่งอัตราส่วนผสมของวัสดุหมักเริ่มต้นหมักระหว่างมูลสุกรกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทั้ง 3 ชนิด ชนิดละ 4 อัตราส่วน โดยน้ำหนักแห้ง คือ 1:1 2:1 3:1 และ 5:1 ควบคุมความชื้นของวัสดุหมักให้อยู่ช่วงร้อยละ 50-60 พลิกวัสดุหมักทุก 4 วันตั้งแต่เริ่มต้นหมักจนถึงวันที่ 28 ของการหมักและทุก 7 วัน ในช่วงวันที่ 29-56 ของการหมักและทุก 10 วัน ตั้งแต่วันที่ 57 จนสิ้นสุดระยะเวลาการหมักรวมทั้งสิ้น 120 วัน พบว่า การหมักปุ๋ยจากมูลสุกรกับเปลือกถั่วเหลืองทุกอัตราส่วนได้ผลดี โดยใช้เวลาหมักจนได้ที่ประมาณ 41 44 และ 46 วัน ตามลำดับ มีปริมาณธาตุอาหาร N:P:K เท่ากับ 3.0:2.8:2.9 3.0:3.4:2.7 2.7:3.5:2.6 และ 3.7:4.6:2.7 กรัม/100 กิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ ขณะที่การหมักปุ๋ยจากมูลสุกรกับขี้เลื่อยได้ผลดีที่อัตราส่วนผสม 2:1 3:1 และ 5:1 โดยใช้เวลาหมักจนได้ที่ 33 41 และ 34 วัน ตามลำดับ มีปริมาณธาตุอาหาร N:P:K เท่ากับ 2.5:2.6:1.2 2.9:3.2:1.3 และ 2.8:2.9:1.6 ตามลำดับ และการหมักปุ๋ยจากมูลสุกรกับแกลบได้ผลดี ที่อัตราส่วนผสม 2:1 3:1 และ 5:1 โดยใช้เวลาหมักจน ได้ที่ ประมาณ 27 36 และ 38 วันตามลำดับ มีปริมาณธาตุอาหาร N:P:K เท่ากับ 1.9:2.6:1.2 2.4:3.3:1.7 และ 2.6:3.4:1.7 ตามลำดับ โดยปุ๋ยหมักที่ได้จากทุกการทดลองมีค่า pH ช่วง 6.0-7.5 มีค่าการนำไฟฟ้าช่วง 2.30-6.67 มิลลิซีเมน/เซนติเมตร ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในช่วง 77.-106.5 มิลลิอิควิวาเลนต์/100 กรัม โดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก และไม่พบเชื้อ *Salmonella Shigella Staphylococcus aureas Chlorera* และ *Streptococcus* ในปุ๋ยหมักที่ได้ ส่วนการหมักปุ๋ยหมักจากมูลสุกรกับขี้เลื่อย และการหมักปุ๋ยจากมูลสุกรกับแกลบ ที่อัตราส่วนผสม 1:1 พบว่า ปฏิกิริยาการหมักเกิดขึ้นได้ไม่ค่อยดีนัก เนื่องจากเป็นอัตราส่วนผสมที่ไม่เหมาะสมต่อการหมัก

ธันวดี ศรีธาวิรัตน์ (2547) ได้ศึกษากระบวนการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยกระบวนการทำปุ๋ยหมัก มีการควบคุม C/N ratio เริ่มต้นที่ 30 และความชื้นตลอดกระบวนการหมักอยู่ระหว่างร้อยละ 50-60 พบว่า ปริมาณเศษอาหารต่อวัสดุหมักซึ่งได้แก่ เศษผักผักตบชวา และฟางข้าวที่เหมาะสมเท่ากับ 1:4 และในระหว่างการหมักปริมาณคาร์บอนมีแนวโน้มค่อยๆ ลดลงตลอดระยะเวลาหมัก โดยในวันที่ 90 ของการหมักปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 30.5-31.15 ปริมาณไนโตรเจน ค่อยๆ เพิ่มขึ้นโดยผักตบชวามีปริมาณสูงสุด เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทำปุ๋ยหมักและวิเคราะห์ธาตุอาหาร พบว่า ปุ๋ยหมักทุกชุดการทดลองมีธาตุไนโตรเจนสูงกว่ามาตรฐานปุ๋ยของกรมพัฒนาที่ดิน โดยปุ๋ยหมักที่ได้จากผักตบชวามีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด ขณะที่ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยของกรมพัฒนาที่ดิน

Mahasarakham University

นริสรา พานพ่วง และสาวิตรี จันทรานุรักษ์ (2555) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชที่มีอยู่ในปุ๋ย 3 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือนโดยไส้เดือนดิน Eudrilus eugeniae และปุ๋ยหมักพด.1 ที่ใช้วัตถุดิบเริ่มต้นเป็นมูลโคและเศษผัก ในอัตราส่วน 3:1 โดยน้ำหนัก พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสเฟตทั้งหมด ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดในปุ๋ยมูลไส้เดือน ซึ่งแตกต่างจากปุ๋ยหมักธรรมชาติ และปุ๋ยหมัก พด.1 อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมา คือ ปุ๋ยหมักธรรมชาติ และปุ๋ยหมัก พด.1 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดพบว่าปุ๋ยทั้งสามชนิดมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยปุ๋ยหมัก พด.1 ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยหมักธรรมชาติ มีปริมาณโพแทสทั้งหมดร้อยละ 3.69 3.38 และ 3.10 ตามลำดับ

นันทวุฒิ จำปางาม (2553) ได้ศึกษา การใช้ไส้เดือนดินในการจัดการของเสียอุตสาหกรรมการเกษตรและดินปนเปื้อนแคดเมียม พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดิน 50 มก./กก. และสารไซยาไนด์ที่ปนเปื้อนในกากซิตริก ผ่านการทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน โดยใช้อัตราส่วนของกากของเสียอุตสาหกรรมที่แตกต่างกันในชุดดินน้ำพอง (Ng) และชุดดินพิมาย (Pm) ที่ 0, 15, 30 และ 60 วัน จากการทดลองการใส่กากซิตริกในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทำให้ปริมาณแคดเมียมมีสภาพพร้อมใช้ทางชีวภาพ (Bioavailability) Total Cd ลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% การลดปริมาณของสารไซยาไนด์ของชุดดินทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยอัตราส่วนที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลต่อการลดลงของสารแคดเมียมในดินทั้งสองชนิดและในลำตัวของไส้เดือนดิน และจากการศึกษาพบว่ากระบวนการทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน นอกจากจะมีประโยชน์ในการเปลี่ยนกากของเสียที่ไม่มีประโยชน์เป็นปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพสูงแล้วยังสามารถช่วยลดการปนเปื้อนของสารโลหะในดินและสารมลพิษของกากของเสียโรงงานอุตสาหกรรม และไส้เดือนดินยังสามารถเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของดิน (bio-indicator) ที่ปนเปื้อนดลหะหนักได้ดีอีกด้วยและยังสามารถช่วยลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืนต่อไป

ภัทรา วงษ์พันธ์กมล (2547) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์จากเศษผักและ เศษใบไม้แห้งของเชื้อจุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมัก พบว่า เมื่อสิ้นสุดการหมักที่เวลา 45 วัน อุณหภูมิถังหมัก อยู่ระหว่าง 21.7-22.2 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.71-8.0 อัตราส่วนคาร์บอน : ไนโตรเจนเท่ากับ 28.59-31.40 การลดลงของมวลเท่ากับร้อยละ 46.62-59.39 ความชื้นของถังหมักถูกควบคุมไว้ที่ร้อยละ 50-60 สาหรับธาตุไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียม ของชุดหมักด้วยน้ำกลั่นเท่ากับร้อยละ 1.35 : 0.11 : 2.36 ชุดหมักด้วย EM1 จากบริษัทอีเอ็ม คิวเซ จำกัด เท่ากับร้อยละ 1.26 : 0.14 : 3.36 และชุดหมักด้วย EM2 จากห้างหุ้นส่วนจากัดหนองบัวอุบล เท่ากับร้อยละ 1.35 : 0.17 : 2.78 และชุดหมักด้วย DMO จากแม่ปิง เกษตรธรรมชาติ เท่ากับร้อยละ 1.26 : 0.19 : 3.30 แสดงว่า จุลินทรีย์ DMO มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายเศษผักและใบไม้แห้งดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ EM

Mahasarakham University

รินทร์ชนิศ กุลพรพิพัชญ์ (2558) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ผลิตจากโคที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน รวมถึงผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้า ทำการศึกษาในรูปแบบการทดลองแบบกะ โดยมีชุดการทดลองทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง ที่เกิดจาการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนและดินด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย 0:10 (ชุดควบคุม), 1:9, 2:8, 3:7, 4:6 และ 5:5 โดยปริมาตร ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การเติมปุ๋ยมูลไส้เดือนจะเพิ่มค่าการแทรกซึมของน้ำผ่านผิวดิน ความพรุน ความชื้น ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ประมาณธาตุอาหาร (N P K) การนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณอินทรียวัตถุของดิน แต่จะลดความหนาแน่นรวมของดิน สำหรับผลการเจริญเติบโตของพืช พบว่า การเติมปุ๋ยมูลไส้เดือนจะเพิ่มขนาดความสูงของลำต้น ความกว้างและความยาวของใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นและน้ำหนักของต้นคะน้า และอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะใช้ในการปรับปรุงดินสำหรับการปลูกคะน้า คือ ที่อัตราส่วน 3:7

ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ (2546) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้แห้งและขยะอินทรีย์ด้วยวิธีหมักแบบใช้ออกซิเจน พบว่า สภาวะการหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับเศษใบไม้สับและมูลค้างคาวต้องมีการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักอย่างสม่ำเสมอเป็นสภาวะที่เหมาะสม ซึ่งมีค่าอุณหภูมิกองปุ๋ยระหว่าง 21-38 องศาเซลเซียส มีความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 6-8 ทำให้ได้ปุ๋ยที่มีคุณภาพทางธาตุอาหารตามสัดส่วน ของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เหมาะสมเท่ากับ 1.69 : 0.41 : 1.20

วนิดา สังข์ชื่น (2554) ได้ศึกษากระบวนการผลิตและประสิทธิภาพปุ๋ยน้ำหมักต่อการผลิตข้าวของเกษตรกรในอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้และเข้าใจในกระบวนการผลิตปุ๋ยน้ำหมัก ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับความรู้จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและสื่อโทรทัศน์ การใช้ปุ๋ยน้ำหมักในการผลิตข้าวเกษตรกรให้เหตุผลว่า เป็นการลดต้นทุนการผลิตและทำให้ผลิตผล มีคุณภาพดีขึ้น รวมทั้งใช้สะดวกและสามารถผลิตได้เอง ส่วนสูตรน้ำหมักที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูง มี 3 สูตร ได้แก่ ปุ๋ยน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยใช้ในระยะเตรียมดิน ปุ๋ยน้ำหมักปลาและหอยเชอรี่ ใช้ในระยะการเจริญเติบโตของข้าว และปุ๋ยน้ำหมักไข่ไก่หรือฮอร์โมนไข่ใช้ระยะอายุข้าว 60 วัน หรือข้าวเริ่มตั้งท้อง เนื่องจากปุ๋ยทั้งสามสูตรนี้ทำได้ง่าย สะดวก หาวัสดุได้ในท้องถิ่น และสามารถลดต้นทุนในการผลิตข้าวได้ หากนำปุ๋ยน้ำหมักไปใช้ในระยะที่เหมาะสมจะทำให้ต้นข้าวแข็งแรง ต้านทานโรคและทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น

วิภาวดี อ้นท้วม และคณะ (2553) ได้ศึกษาการอยู่รอดของเชื้อในปุ๋ยมูลสัตว์ 4 ชนิด เป็นเวลา 21 วัน พบว่า *Escherichia coli* ในปุ๋ยมูลค้างคาวและปุ๋ยมูลสุกรเก็บที่ 25 องศาเซลเซียส มีชีวิตรอดได้ 12 วัน ในขณะที่เซลล์ *E. coli* ในปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่รอดชีวิตได้ 6 วัน เมื่ออุณหภูมิเพิ่มเป็น 40 องศาเซลเซียส พบว่า เชื้อ *E. coli* ในปุ๋ยมูลค้างคาวรอดชีวิตได้ 6 วัน แต่ไม่พบเซลล์รอดชีวิตในปุ๋ยมูลสุกร ปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่หลังจากเก็บ 1 วัน ส่วน *Salmonella enteritica* serovar Hvittingfoss และ Augustenborg ในปุ๋ยมูลค้างคาวและปุ๋ยมูลสุกรเก็บที่ 25 องศาเซลเซียส รอดชีวิต 21 วัน ในปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่รอดชีวิตได้ 18 และ 15 วัน ตามลำดับ เซลล์รอดชีวิตในปุ๋ยมูลค้างคาว

Mahasarakham University

และปุ๋ยมูลวัวเก็บที่ 40 องศาเซลเซียสได้ 6 วัน ส่วนในปุ๋ยมูลสุกรรอดชีวิตได้ 3 วัน และไม่พบเซลล์ทั้งสองชีโรวาร์รอดชีวิตในปุ๋ยมูลไก่ใน 1 วัน ของการเก็บ ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของเซลล์แบคทีเรียสองชนิดนี้ คือ อุณหภูมิและชนิดของปุ๋ย

วิศรุต วิชัยวิทย์ และคณะ (2555) ได้ศึกษาปริมาณของอินทรีย์คาร์บอน ในปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน ที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทขยะอินทรีย์ผสมมีร้อยละอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด เท่ากับ 20.97±1.14 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขยะอินทรีย์ประเภทอื่นๆ รองลงมาได้แก่ เศษอาหารมีร้อยละอินทรีย์คาร์บอน เท่ากับ 18.75±0.54 เปลือกผลไม้มีร้อยละอินทรีย์คาร์บอน เท่ากับ 17.23±1.10 พืชใบมีร้อยละอินทรีย์คาร์บอน เท่ากับ 16.13±2.73 และน้อยที่สุดได้แก่พืชหัวมีอินทรีย์คาร์บอน เท่ากับ 15.67±0.82 ซึ่งจะพบว่าอินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ผสมจะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับขยะอินทรีย์ประเภทอื่นๆ

ศศิธร กู้สุวรรณวิจิตร (2549) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากมันสำปะหลังร่วมกับวัสดุหมัก 4 ชนิด ได้แก่ กากน้ำตาล ดินปลวก มูลโค และน้ำหมักชีวภาพ การศึกษาความสัมพันธ์ของวัสดุหมักแต่ละชนิดต่อกระบวนการทำปุ๋ยหมักแบบกะโดยการประยุกต์ใช้ Plackett-Burman Design พบว่า มันสำปะหลัง มูลโค น้ำหมักชีวภาพ กากน้ำตาล ยกเว้นดินปลวกเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญต่อการใช้เป็นวัสดุหมักโดยที่มันสำปะหลังมีผลกระทบทางลบสูงสุดต่ออัตราการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะที่มูลโคมีผลกระทบทางบวกสูงสุด ส่วนดินปลวกไม่มีผลต่ออัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับประสิทธิภาพในการย่อยสลาย ในชุดทดลองที่ใช้ดินปลวกหรือดินลูกรังเป็นส่วนผสมไม่แตกต่างจากชุดที่ไม่มีการใส่ดินเป็นส่วนผสม อย่างไรก็ตาม การใช้ดินเป็นส่วนผสมอาจช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักได้ส่วนการศึกษาผลของปริมาณน้ำหมักชีวภาพต่อการทำปุ๋ยหมักแบบกะจากมันสำปะหลังโดยแปรผันปริมาณน้ำหมักชีวภาพ 6 ระดับ คือ 0.14, 0.18, 0.20, 0.21, 0.23 และ 0.24 กิโลกรัม/กิโลกรัม วัสดุหมักรวมทั้งหมด พบว่า ปริมาณน้ำหมักชีวภาพที่เติมลงไป มีผลต่อความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ความชื้น อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน และกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่วัดในรูปอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในระหว่างกระบวนการทำปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยประสิทธิภาพในการย่อยสลายพิจารณาในรูป ค่าคงที่ของการย่อยสลายคาร์บอนทั้งหมดสูงสุดในชุดทดลองที่เติมน้ำหมักชีวภาพในสัดส่วน 0.18-0.21 กิโลกรัม/กิโลกรัม วัสดุหมักรวมทั้งหมด

สมพร ชุนลือชานนท์ (2549) ได้ศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพเพื่อเพิ่มธาตุอาหารพืช พบว่า จุลินทรีย์ที่แยกและรวบรวมได้จากดินในพื้นที่ทำการเกษตรในภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วยจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน ได้แก่ Azotobacter 200 isolates, Beijerinckia 70 isolates และ Azospirillum 50 isolates เมื่อนำเชื้อที่คัดเลือกได้ไปใส่ในปุ๋ยหมักที่ทำจากกากขี้หม้อกรองน้ำตาล (Filter Cake) พบว่า ทำให้มีไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 15% และฟอสฟอรัสเพิ่ม 139% โดยปุ๋ยที่ได้จากส่วนผสมดังกล่าวเรียกว่า ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ มีสมบัติคือ total N 0.53%

Mahasarakham University

total P 2.49% extractable P 6,776 ppm exchangeable K 749 ppm และเมื่อนำปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ ไปทดสอบกับการตอบสนองของ ข้าว ข้าวโพดและอ้อยในกระถาง ใช้อัตรา 500, 1,000 และ 1,500 กิโลกรัม/ไร่ ทั้งที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอย่างเดียว พบว่า การตอบสนองของพืชต่ออัตราการใช้ปุ๋ยดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องจากปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์–ชีวภาพมีอยู่ในระดับไม่สูงมากและจุลินทรีย์ที่ตรวจนับได้หลังจากบ่มในปุ๋ยหมักแล้วยังอยู่ในระดับต่ำ เมื่อปรับปรุงคุณภาพปุ๋ยหมักโดยผสมปุ๋ยหมักจากเปลือกข้าวกับปุ๋ยหมักที่ทำจากกากหม้อกรองน้ำตาลในอัตรา 1:1 และผสมเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายโพแทสเซียมและแร่เฟลด์สปาร์ด้วย เมื่อหมักปุ๋ย 8 สัปดาห์ พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพที่ปรับปรุงใหม่มีสมบัติ คือ total N 1.4-1.8% total P_2O5 3.6-5.2% extractable P_2O5 1.2-1.9% total K_2O 1.0-1.5% exchangeable K_2O 0.8-1.0% OM 14.6-17.0% C/N ration 4.9-6.2 Ca 3.8-6.21% Fe 0.9-2.5% Zn 256-382 ppm และ Cu 25-58 ppm และทดลองกับพืช 3 ชนิดในดินเนื้อหยาบและละเอียด พบว่า การตอบสนองของข้าว ข้าวโพดและ อ้อยที่ปลูกในดินเนื้อหยาบ มีมากกว่าดินเนื้อละเอียด โดยที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพอัตรา 2,000 กิโลกรัม/ไร่ขึ้นไป ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยผลผลิตของข้าว ข้าวโพด และอ้อยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 26-34% 14-34% และ 23-32% ตามลำดับ

สามารถ ใจเตี้ย (2555) ได้ศึกษาส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชชนิดอื่นและจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือนดินและปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้จากการใช้ไส้เดือนดินย่อยสลาย ขยะชุมชนมีความแตกต่างกันตามชนิดของขยะชุมชนที่ใช้ทำปุ๋ยหมักการผสมอินทรียวัตถุหลายชนิดในการผลิตปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดินจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชได้

สุทธี พลรักษา (2552) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยใช้สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า การหมักผักตบชวาผสมมูลวัวอัตราส่วน 3:1 ทำการหมักแบบใช้ออกซิเจน 3 รูปแบบคือ บ่อที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ บ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:100 และ 1:50 ควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงร้อยละ 50–70 วัดอุณหภูมิและความชื้นทุกวัน พลิกกลับกองปุ๋ยหมัก ทุก 10 วัน พบว่า สารเร่งชีวภาพที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลมีกลิ่นหอมหมักดอง วัดค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 3.5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ย่อยเซลลูโลสได้เท่ากับ 1.2 x 107 CFU/ml จากนั้นนำสารเร่งชีวภาพที่ได้ไปใช้เป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการทำปุ๋ยหมักของทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า บ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1 : 50 ใช้เวลาหมักเร็วกว่าบ่อที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ คิดเป็นร้อยละ 17.01 แตกต่างกันทางสถิติ มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมักแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) และสภาพความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยหมักในทุกรูปแบบบ่อไม่แตกต่างกัน โดยสรุป การใช้สารเร่งชีวภาพที่อัตราส่วนความเข้มข้นมากทำให้เกิดการย่อยสลายเร็วกว่าและมีอุณหภูมิสูงกว่าการใช้สารเร่งชีวภาพอัตราส่วนความเข้มข้นน้อย แต่อัตราส่วนของสารเร่งชีวภาพไม่มีผลต่อปริมาณของธาตุอาหารหลัก และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในปุ๋ย

Mahasarakham University

หมักจากผักตบชวาผสมมูลวัว จึงควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรนาสารเร่งชีวภาพไปใช้ในการลดระยะเวลาการทำปุ๋ยหมักต่อไป

สุธีรา สุนทรารักษ์ (2553) ได้ศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทาง การเกษตร ได้แก่ เศษผัก ฟางข้าว ผักตบชวา และเศษใบไม้ (ใบจามจุรี) พบว่า ปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษใบจามจุรี มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยหมักในทุกกรรมวิธี ทั้งในด้านลักษณะภายนอกและปริมาณธาตุอาหารหลัก เนื้อปุ๋ยหมักมีลักษณะอ่อนนุ่ม ยุ่ย ขาดง่าย มีกลิ่นคล้ายดิน สีของวัสดุหมักมีสีน้ำตาลเข้มและมีการย่อยสลายได้ดีกว่าทุกกรรมวิธีทั้ง ๆ ที่ไม่มีการตัดย่อยเศษวัสดุก่อนทำการหมัก อีกทั้งมีปริมาณธาตุอาหารหลัก จัดอยู่ในเกณฑ์สูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแม้ว่าจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่น้อยกว่าปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับผักตบชวา แต่ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จึงสรุปได้ว่า ปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษใบจามจุรีสามารถใช้ประโยชน์ทางการเกษตรโดยการนำมาเป็นปุ๋ยหมักได้และเพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

อนุวัฒน์ ยินดีสุข (2550) ได้ศึกษาธาตุอาหารหลักในน้ำหมักที่ได้จากขยะอินทรีย์ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อศึกษาเปรียบปริมาณของไนโตรเจนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในน้ำหมักที่ได้จากการหมักหัวมันเทศ หัวผักกาด ยอดข้าวโพดชานอ้อย กระดูกหัวหมูและต้นกล้วย โดยใช้สัดส่วนของหัวเชื้อจุลินทรีย์ กากน้ำตาล น้ำสะอาดและเศษวัสดุ เท่ากับ 5 ลิตร :5 ลิตร : 50 ลิตร : 15 กิโลกรัม ทิ้งไว้ประมาณ 3 เดือน แล้วนำสารละลายไปวิเคราะห์หาธาตุสารอาหารหลัก ผลการทดลอง พบว่าน้ำหมักจากหัวมันเทศ ให้ปริมาณไนโตรเจนสูงสุด ร้อยละ 1.31 น้ำหมักจากกระดูกหัวหมู ให้ปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด ร้อยละ 0.06 และน้ำหมักจากมันเทศ ให้ปริมาณโพแทสเซียมสูงสุด ร้อยละ 0.70

อภิญญา แสงสุวรรณ (2545) ได้ทำการศึกษาการผลิตน้ำสกัดชีวภาพจากเศษผัก โดยเปรียบเทียบการหมักแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ พบว่า การให้อากาศเหมาะแก่กระบวนการหมักชีวภาพจะช่วยส่งเสริมการย่อยเศษผักให้มีการสลายตัวได้ดีกว่าแบบไม่ใช้อากาศในการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมัก พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมัก ทั้ง 2 แบบ จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลงจนมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำสุดที่วันที่ 7 ของการหมัก เท่ากับ 3.61 และ 3.74 แต่หลังจากระยะการหมักยาวนานขึ้น พบว่า การหมักแบบไม่เติมอากาศจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง คงที่ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 3.5-3.6 ส่วนการหมักแบบเติมอากาศ พบว่า หลังวันที่ 7 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมักชีวภาพจะเพิ่มสูงขึ้น

อมลณัฐ ฉัตรตระกูล (2555) ได้ศึกษาและพบว่า การให้ปุ๋ยมูลแพะ+ปุ๋ยยูเรียแต่งหน้าตามแบบของเกษตรกรให้จำนวนต้นต่อกอของข้าวเฉลี่ย และจำนวนรวงต่อกอของข้าวสูงสุด ส่วนปุ๋ยหมักฝักมะขามให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดขณะที่จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อรวง ปุ๋ยมูลแพะร่วมกับปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยหมักฝักมะขามให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดขณะที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดสมบูรณ์ปุ๋ยหมักฝักมะขามให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ส่วนน้ำหนักของเมล็ดสมบูรณ์เฉลี่ยต่อ 1000 เมล็ด ปุ๋ยมูลแพะร่วมกับปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยมูลสุกรให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ขณะที่ปุ๋ยหมักฝักมะขามและชุดควบคุมที่ให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่ำสุด

Mahasarakham University

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Kamitani และ Kaneko (2007) ทำการศึกษา ไส้เดือนชนิดพิเศษที่สะสมโลหะหนักบนพื้นที่ flood plains ในญี่ปุ่นพบว่า เราจำแนกไส้เดือนบนพื้น Flood Plains โดยดูจากการเจือปนของโลหะหนัก (Cu, Zn, Cd และ Pb) บนพื้นที่เหมืองแร่เก่าในใจกลางญี่ปุ่น โดยเปรียบเทียบจากความอุดมสมบูรณ์ทางชีวภาพ และระดับความเข้มข้นของโลหะหนักในเนื้อเยื่อทั้งหมดมี 6 ชนิด แบ่งเป็น 3 แฟมิลี่ ซึ่งประกอบด้วย Megascolecidae, Moniligastridae, และ Lumbricidae โดยคุณสมบัติของดิน, ค่า pH ที่เฉพาะและดินเหนียวเล็กน้อยจะมีอิทธิพลสูงต่อโครงสร้างของสังคมไส้เดือน อย่างไรก็ตามจากการสังเกตการณ์สะสมของโลหะหนักได้ว่าชนิด Megascolecidae และ Lumbricidae มีการสะสมที่ต่ำ และ Moniligastridae จะสูงภายใน *Moniligastridae*, *Drawida sp*. จะสะสม Cu และ Pb สูงอย่างเด่นชัด กว่า *Drawida japonica* ระดับความเข้มข้นของโลหะหนักของ $CaCl_2$ และกรดไดทิลีนไตรเอมีนเพนทาอาซิติกในรูปของน้ำมีความเข้มข้นต่ำอย่างน่าสังเกตชี้ให้เห็นความเหมาะสมในการ ดูดน้ำของผิวหนังเพราะฉะนั้นความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักที่สะสมระหว่างชนิดจะมีผลบางส่วนจากระบบของลำไส้ในชนิดพิเศษของไส้เดือน

Lal (1987) ที่กล่าวว่า ขุยไส้เดือนดินเป็นส่วนผสมที่ได้จากดินที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุของเสียของไส้เดือนดินและจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งขุยไส้เดือนดินจะมีปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter) ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total N) ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส (available P) และการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC) ในปริมาณที่สูง ส่งผลให้ดินบริเวณนั้นมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าดินที่อยู่รอบๆ แต่ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่มาก ในขุยไส้เดือนดินจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินและระบบการจัดการดินและพืช เช่น ในพื้นที่ปลูก ที่ไม่ใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ พบว่า จะมีจำนวนขุยไส้เดือนดินมาก ทำให้ดินมีค่าความหนาแน่นรวมของดินต่ำ ส่งผลให้ดินไม่แน่นทึบและดินมีความพรุนสูง

Mahasarakham University

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สภาพพื้นที่และวิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยเชิงทดลองและวิเคราะห์ในระดับห้องปฏิบัติการ ก่อนขั้นตอนการทำการทดลอง จะต้องทำการแยกและเตรียมขยะมูลฝอยชุมชนที่รวบรวมมาทั้งหมด โดยการคัดแยกขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ออกไปก่อน รายละเอียดดังนี้

การเตรียมขยะมูลฝอย

องค์ประกอบขยะมูลฝอย วิเคราะห์องค์ประกอบด้วยวิธี Quartering

3.1.1 การแบ่งขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) และเลือกสุ่มเอามา 2 ส่วน ที่อยู่ตรงข้ามกัน

3.1.2 การหาความหนาแน่น (Bulk Density) ของตัวอย่างขยะมูลฝอย

3.1.3 หาองค์ประกอบทางกายภาพ เช่น เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก โลหะ ฯลฯ

3.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ขั้นตอนการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์

การศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และกระดาษ โดยในการศึกษามีวัสดุและอุปกรณ์ในการศึกษาและวิธีการศึกษาดังนี้

3.2.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1) ขยะสดที่เป็นพวกเศษผัก เศษอาหาร ใบไม้แห้ง และขยะกระดาษ

2) ถังพลาสติก เจาะรูระบาย พร้อมฝาปิด ขนาด 20 ลิตร

3) จุลินทรีย์ EM ชนิดน้ำ ยี่ห้อ EM Extra บริษัท อีเอ็ม เอ็กซ์ตรา จำกัด

4) มูลสัตว์

5) ตราชั่ง

6) น้ำ

3.2.1.2 ขั้นตอนการทำ

1) นำขยะสดและใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ผสมกับ มูลสัตว์ อัตราส่วน 2:1 ส่วนเศษกระดาษ นำมาบดละเอียดผสมมูลสัตว์ อัตราส่วน 2:1 พรมด้วยจุลินทรีย์ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 1 ลิตร แล้วนำมาหมักไว้ในถังพลาสติกที่เตรียมไว้ (แยกหมักขยะสดที่เป็น

Mahasarakham University

เศษผักและเศษอาหาร : ใบไม้แห้ง เป็น 1:1 โดยน้ำหนัก กับ ขยะกระดาษ ประเภทละ 1 ถัง) ทำการหมักและพลิกกลับปุ๋ย ทุกๆ 3 วัน จนมีลักษณะเป็นปุ๋ย คือ มีสีน้ำตาลเข้ม ร่วนซุย ไม่มีกลิ่นเหม็น

2) บันทึกการเปลี่ยนแปลง ลักษณะการย่อยสลาย ระยะเวลาการย่อยสลาย อุณหภูมิ ความชื้นและลักษณะการเป็นปุ๋ย

3) นำปุ๋ยที่ได้ ทั้ง 2 ชนิด ไปตรวจวัดหาค่าองค์ประกอบปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และกระดาษ โดยวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH), (Total Nitrogen, TN), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P), โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K), ค่าการนำไฟฟ้า (EC), ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC), ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)

4) แต่ละชุดการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2.2 ขั้นตอนการทำปุ๋ยมูลไส้เดือน

การศึกษาการปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยขยะอินทรีย์และขยะเศษกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน ในการศึกษามีวัสดุและอุปกรณ์ในการศึกษาและวิธีการศึกษาดังนี้

3.2.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

1) ไส้เดือนดินพันธุ์ท้องถิ่น (*Pheretima peguana* : PP) ขี้ตาแร่ และสายพันธุ์ยูดริลลัส ยูจีนิแอ (*Eudrilus eugeniae*) ชื่อสามัญ African Night Crawler (AF)

2) จุลินทรีย์ EM ชนิดน้ำ ยี่ห้อ EM Extra บริษัท อีเอ็ม เอ็กซ์ตรา จำกัด

3) ขยะสด (เศษผักและเศษอาหาร) และใบไม้แห้ง (ผสมในอัตรา ส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) และ ขยะกระดาษ

4) ถังพลาสติก เจาะรูระบายน้ำ พร้อมฝาปิด ขนาด 20 ลิตร

5) ดินร่วน

6) ตราชั่ง

7) น้ำ

3.2.2.2 ขั้นตอนการทำ

1) การเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงไส้เดือน

ขยะที่ใช้ในงานวิจัยมี 2 ประเภท ประเภทแรก นำขยะสด (เศษผักและเศษอาหาร) และใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ประเภทที่สอง ใช้ขยะกระดาษอย่างเดียว มาบดละเอียด แล้วนำมาหมักไว้ก่อน 3-4 วัน เพื่อประสิทธิภาพของการย่อยสลาย เนื่องจากไส้เดือนชอบกินอาหารขยะอินทรีย์ที่เริ่มบูดแล้วและกำลังสลายตัวเป็นของเหลว

2) การเตรียมพื้นที่เลี้ยง

2.1) นำดินร่วนที่เตรียมไว้ ไปตรวจวัดหาค่าองค์ประกอบปริมาณธาตุอาหารหลักก่อนนำไปทำพื้นเลี้ยงไส้เดือน

Mahasarakham University

2.2) นำดินร่วน ใส่ลงลงไปในถังขนาด 20 ลิตร ให้สูง 6 นิ้ว (น้ำหนัก 13 กิโลกรัม) แล้วทำการพรมน้ำ ให้มีระดับความชื้นโดยประมาณร้อยละ 70 – 80 (สามารถ, 2549)

3) ขั้นตอนการทำ

ไส้เดือนที่ใช้ในการทดลองมี 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ไส้เดือนดินพันธุ์ท้องถิ่น (*Pheretima peguana* : PP) ขี้ตาแร่ และสายพันธุ์ ยูดริลลัส ยูจีนิแอ (*Eudrilus eugeniae*) ชื่อสามัญ African Night Crawler (AF) นำไส้เดือนใส่ถัง ถังละ 0.2 กิโลกรัม (ถังละ 1 สายพันธุ์) โดยมีชุดการทดลอง ดังนี้

3.1) ไส้เดือนขี้ตาแร่ + ขยะสด (เศษผักและเศษอาหาร) และ ใบไม้แห้ง (ผสมในอัตรา ส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก)

3.2) ไส้เดือนขี้ตาแร่ + ขยะกระดาษ

3.3) ไส้เดือน AF + ขยะสด (เศษผักและเศษอาหาร) และ ใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก)

3.4) ไส้เดือน AF + ขยะกระดาษ

3.1) การเลี้ยงไส้เดือน

3.1.1) นำอาหารสำหรับเลี้ยงไส้เดือน ใส่ในถังเลี้ยงไส้เดือนดิน (แต่ละถัง) ความหนา ของอาหาร 2 เซนติเมตร (น้ำหนัก 1 กิโลกรัม) เนื่องจากถ้าหนามากจะทำให้เกิดความร้อน การให้อาหารจะให้หลังจากมีการย่อยสลายจนหมดของแต่ละชุดการทดลอง โดยวางคว่ำไว้บนผิวดิน ระยะเวลาที่จะเก็บมูลไส้เดือน ประมาณ 2 เดือน

3.1.2) หลังจากนั้นครอบถังด้วยตาข่ายและปิดฝาถังเพื่อกันน้ำฝนและพรางแสง ให้แก่ไส้เดือนดินสังเกตการย่อยสลายขยะสดและขยะเศษกระดาษโดยไส้เดือน จนขยะหมดกลายเป็นปุ๋ยมูลไส้เดือน มีลักษณะ คือ เป็นเม็ดร่วน ละเอียด มีสีดำออก น้ำตาล โปร่งเบา

3.1.3) แยกไส้เดือนออกจากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แสงไฟไล่ ใช้ตะแกรงร่อน

3.1.4) นำปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยสลายขยะในชุมชน โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน ไปตรวจวัดหาค่าองค์ประกอบปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยกระดาษและขยะอินทรีย์ชุมชน โดยวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen, TN), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P), โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K), ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC)

3.1.5) แต่ละชุดการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2.3 ขั้นตอนการทำปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือน

การศึกษาน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะเศษกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ ในการศึกษา มีวัสดุและอุปกรณ์ ในการศึกษาและวิธีการศึกษา ดังนี้

Mahasarakham University

3.2.3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1) มูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์และกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์

2) จุลินทรีย์ EM ชนิดน้ำ ยี่ห้อ EM Extra บริษัท อีเอ็ม เอ็กซ์ตรา จำกัด

3) กากน้ำตาล

4) ขวดพลาสติก พร้อมฝาปิด ขนาด 2 ลิตร

5) ตราชั่ง

6) น้ำ

3.2.2.2 ขั้นตอนการทำ

1) นำมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะสด (เศษผักและเศษอาหาร) และใบไม้แห้ง (ผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) และขยะเศษกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน ได้แก่ มูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์, มูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ, มูลไส้เดือนขี้ตาแร่จาก ขยะอินทรีย์และมูลไส้เดือนขี้ตาแร่จากขยะกระดาษ จำนวน 0.5 กิโลกรัม ใส่ลงในขวดพลาสติก ขนาด 2 ลิตร

2) นำกากน้ำตาลจำนวน 100 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 1 ลิตร ใส่ลงในขวดพลาสติก

3) หลังจากนั้นเติมจุลินทรีย์ EM ชนิดน้ำ ปริมาณ 50 มิลลิลิตร กวนส่วนผสมให้เข้ากัน

4) ปิดฝาขวดพลาสติกให้สนิท ทำการหมัก 14 วัน

5) นำน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ได้ โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน ไปตรวจวัดหาค่าองค์ประกอบปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยกระดาษและขยะอินทรีย์ในชุมชน โดยวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P), โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K) และค่าการนำไฟฟ้า (EC)

6) แต่ละชุดการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.3 วิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์อินทรียวัตถุและปุ๋ยที่ได้จากการทดลองไปตรวจวัดหาค่าองค์ประกอบปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักจากกระดาษ และขยะอินทรีย์ในชุมชน, ปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ และน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดย

3.3.1 ตรวจวัด ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter รุ่น LDO101 บริษัท HACH

3.3.2 การวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยวิธี Kjeldahl method และใช้เครื่องกลั่นไนโตรเจน รุ่น VAP-20 บริษัท ไซแอนติฟิค

Mahasarakham University

3.3.3 การวิเคราะห์ค่าทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl Technique Titration

3.3.4 ตรวจวัด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P) โดยใช้วิธี Bray II และใช้เครื่อง Spectophotometer รุ่น UV-Light XTD 5 บริษัท SECOMAM

3.3.5 ตรวจวัด โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K) โดยใช้เครื่อง AAS (Atomic Adsoption Spectophotometer) รุ่น AA-6200 บริษัท SHIMADZU

3.3.6 ตรวจวัด EC โดยใช้เครื่องวัดค่า EC รุ่น CON11 บริษัท EUTECH

3.3.7 การวิเคราะห์ CEC โดยวิธี Ammonion Acetate method และใช้เครื่อง Centrifuge รุ่น 2030 Cell Washer และเครื่องกลั่นไนโตรเจน รุ่น VAP-20 บริษัทไซแอนติฟิค

3.3.8 ตรวจวัดอุณหภูมิ โดยใช้ เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว รุ่น GT200AL – 300

3.3.9 ตรวจหาอินทรีย์วัตถุ โดยวิธี Dry combustion

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยขยะกระดาษและขยะอินทรีย์ชุมชน โดยวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P), โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K), ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548ก)

3.4.2 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักของน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยขยะกระดาษและขยะอินทรีย์ชุมชน โดยวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P), โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K), และค่าการนำไฟฟ้า (EC) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

Mahasarakham University

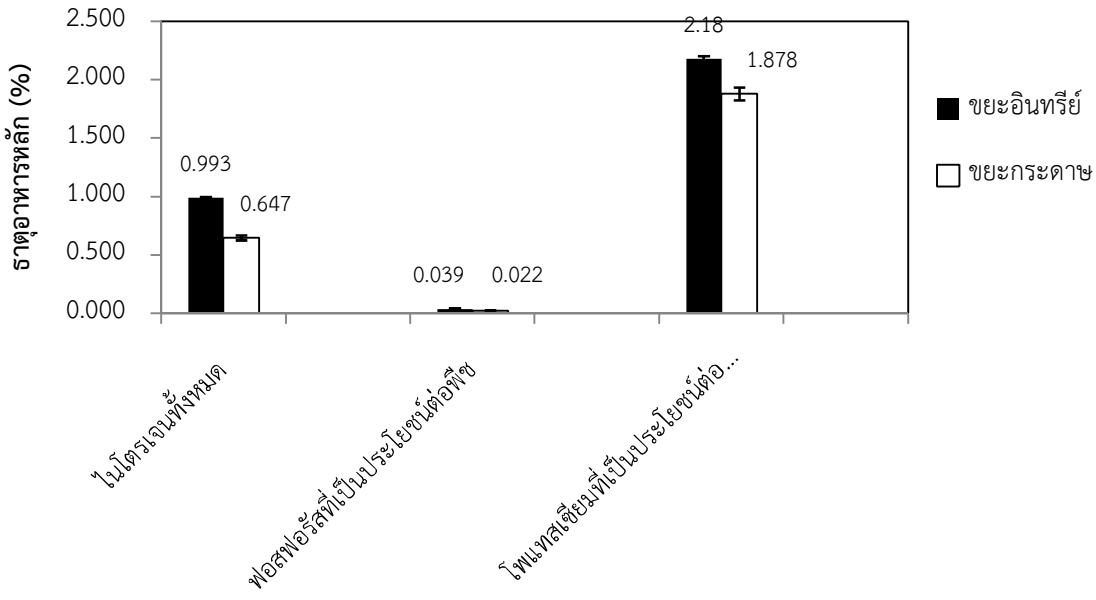
บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปราย

การศึกษาธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยมูลไส้เดือนและน้ำหมักมูลไส้เดือน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 45 วันโดยใช้วัสดุแตกต่างกัน ได้แก่ ขยะอินทรีย์ คือ ขยะสด (เศษผักและเศษอาหาร) และใบไม้แห้ง โดยผสมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนักและขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ไส้เดือนดินพันธุ์ท้องถิ่น ขี้ตาแร่ (*Pheretima peguana* : PP) และสายพันธุ์ ยูดริลลัส ยูจีนิแอ (*Eudrilus eugeniae*) ชื่อสามัญ African Night Crawler (AF) ซึ่งมีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 ปุ๋ยหมัก

4.1.1 ผลการศึกษาธาตุอาหารหลัก



ภาพประกอบ 4-1 ค่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ

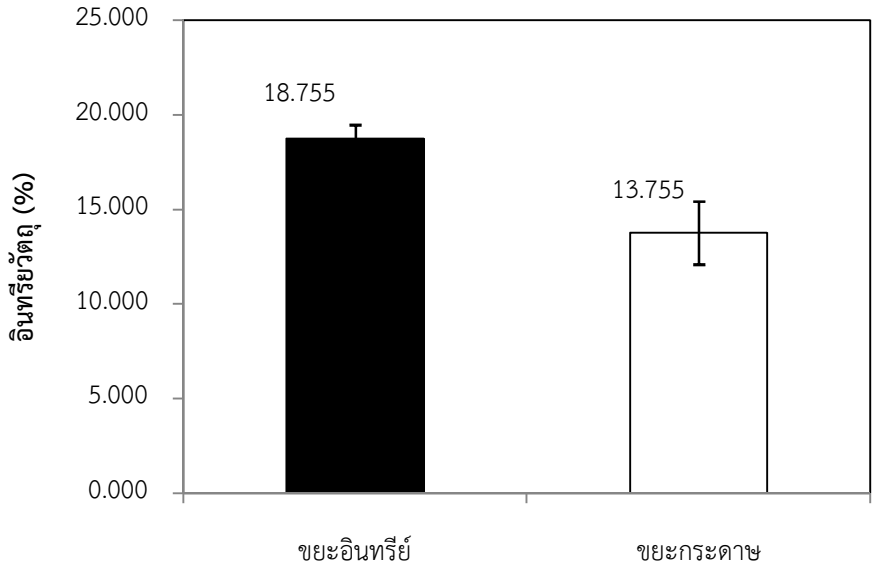
จากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ พบว่าปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์มีไนโตรเจนทั้งหมด,ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและโพแทสเซียมที่เป็น

Mahasarakham University

ประโยชน์ต่อพืช สูงกว่าปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-1) เนื่องจากขยะอินทรีย์เป็นขยะสดที่มีความหลากหลายจากเศษผักและเศษอาหารและใบไม้แห้งจึงส่งผลให้มีธาตุอาหารหลักมากกว่าปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษ โดยร้อยละไนโตรเจนทั้งหมด ของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษเท่ากับ 0.993 และ 0.647 ตามลำดับ ร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษเท่ากับ 0.039 และ 0.022 ตามลำดับ ร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ เท่ากับ 2.180 และ 1.878 ตามลำดับ ซึ่งงานวิจัยของ คมสัน สัมพันธ์กิจ (2547) ได้ศึกษาการหมักมูลสุกรกับขี้เลื่อยและเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร 3 ชนิด ได้แก่ เปลือกถั่วเหลือง และแกลบ โดยหมักแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งอัตราส่วนผสมของวัสดุหมักเริ่มต้นหมักระหว่างมูลสุกรกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทั้ง 3 ชนิด ชนิดละ 4 อัตราส่วนโดยน้ำหนักแห้ง คือ 1:1, 2:1, 3:1 และ 5:1 ควบคุมความชื้นของวัสดุหมักให้อยู่ช่วงร้อยละ 50-60 พลิกวัสดุหมักทุก 4 วันตั้งแต่เริ่มต้นหมักจนถึงวันที่ 28 ของการหมัก และทุก 7 วัน ในช่วงวันที่ 29-56 ของการหมักและทุก 10 วันตั้งแต่วันที่ 57 จนสิ้นสุดระยะเวลาการหมักรวมทั้งสิ้น 120 วัน พบว่าการหมักปุ๋ยจากมูลสุกรกับเปลือกถั่วเหลืองทุกอัตราส่วนได้ผลดี โดยใช้เวลาหมักจนได้ที่ประมาณ 41, 44 และ 46 วันตามลำดับ มีปริมาณธาตุอาหาร N:P:K เท่ากับ 3.0:2.8:2.9, 3.0:3.4:2.7, 2.7:3.5:2.6และ 3.7:4.6:2.7 กรัม/100 กิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้งของวัสดุหมัก ตามลำดับ ขณะที่การหมักปุ๋ยจากมูลสุกรกับขี้เลื่อยได้ผลดีที่อัตราส่วนผสม 2:1, 3:1 และ 5:1 โดยใช้เวลาหมักจนได้ที่ 33, 41 และ 34 วัน ตามลำดับ มีปริมาณธาตุอาหาร N:P:K เท่ากับ 2.5:2.6:1.2, 2.9:3.2:1.3 และ 2.8:2.9:1.6 ตามลำดับและการหมักปุ๋ยจากมูลสุกรกับแกลบได้ผลดีที่อัตราส่วนผสม 2:1, 3:1 และ 5:1 โดยใช้เวลาหมักจนได้ที่ประมาณ 27, 36 และ 38 วัน ตามลำดับ มีปริมาณธาตุอาหาร N:P:K เท่ากับ 1.9:2.6:1.2, 2.4:3.3:1.7 และ 2.6:3.4:1.7 ตามลำดับ

Mahasarakham University

4.1.2 ผลการศึกษาอินทรียวัตถุ

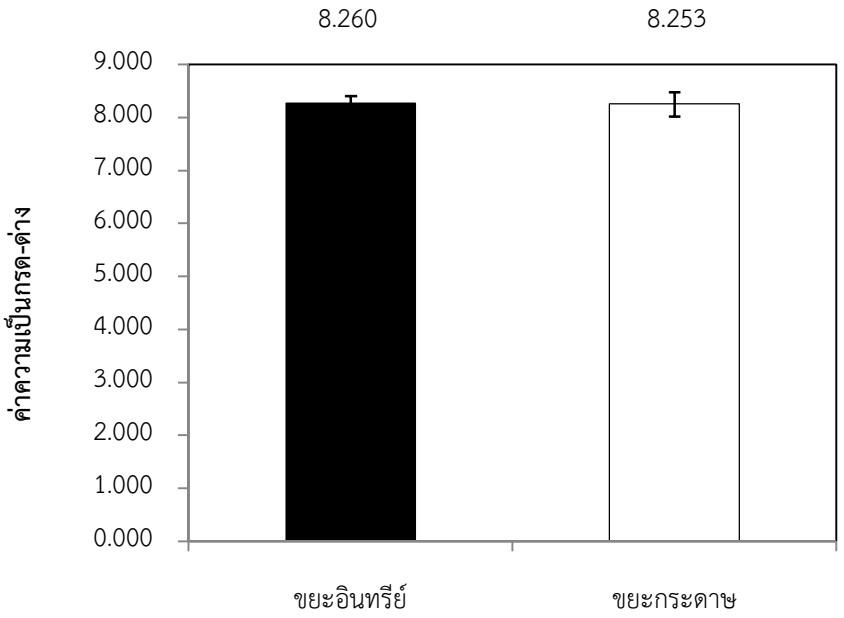


ภาพประกอบ 4-2 ค่าอินทรียวัตถุของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ

จากการศึกษาร้อยละอินทรียวัตถุของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-2) พบว่า ปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ มีค่าร้อยละอินทรียวัตถุสูงกว่าปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษ ซึ่งมีค่าร้อยละอินทรียวัตถุ เท่ากับ 18.755 และ 13.755 ตามลำดับ เนื่องจากขยะอินทรีย์เป็นขยะสดที่มีความหลากหลายจากเศษผักและเศษอาหารและใบไม้แห้งจึงส่งผลให้มีอินทรียวัตถุมากกว่าปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษ ซึ่งอินทรียวัตถุเกิดจากการเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ทั้งด้วยจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งมูลฝอยอินทรีย์มีประมาณอินทรียวัตถุสูงจึงเป็นแหล่งพลังงานให้กับจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดีอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบสำคัญในดินทุกชนิดและมีบทบาทสำคัญในการให้โครงสร้างแก่ดินพร้อมกับปลดปล่อยธาตุอาหารพร้อมใช้ เช่น ไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและความสามารถในการอุ้มน้ำ นอกจากนี้การเติมปุ๋ยอินทรีย์ลงในดินยังเป็นการเพิ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ลงในดินด้วย จากงานวิจัยของ นริสรา พานพ่วงและสาวิตรี จันทรานุรักษ์ (2555) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชที่มีอยู่ในปุ๋ย 3 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือนโดยไส้เดือนดิน Eudriluseugeniae และปุ๋ยหมัก พด.1 ที่ใช้วัตถุดิบเริ่มต้นเป็นมูลโคและเศษผักในอัตราส่วน 3:1 โดยน้ำหนัก พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสเฟตทั้งหมดปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดในปุ๋ยมูลไส้เดือน ซึ่งแตกต่างจากปุ๋ยหมักธรรมชาติและปุ๋ยหมัก พด.1 อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมา คือปุ๋ยหมักธรรมชาติ และปุ๋ยหมัก พด.1 ตามลำดับ

Mahasarakham University

4.1.3 ผลการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง

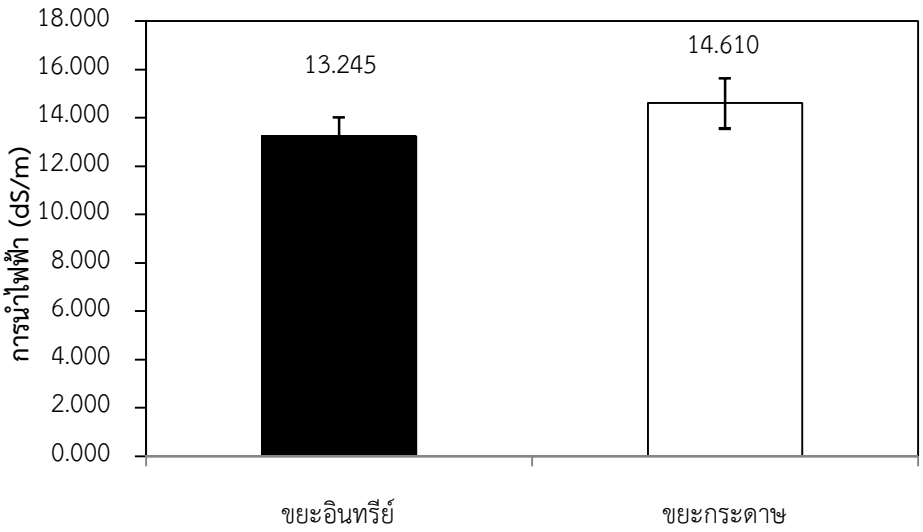


ภาพประกอบ 4-3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-3) พบว่า ปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 8.260 และ 8.253 ตามลำดับ เมื่อนำค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2548) พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยมีค่า ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.5-8.5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ (2546) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้แห้งและขยะอินทรีย์ ด้วยวิธีหมักแบบใช้ออกซิเจน พบว่า สภาวะการหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับเศษใบไม้สับและมูลค้างคาว มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 6-8

Mahasarakham University

4.1.4 ผลการศึกษาค่าการนำไฟฟ้า

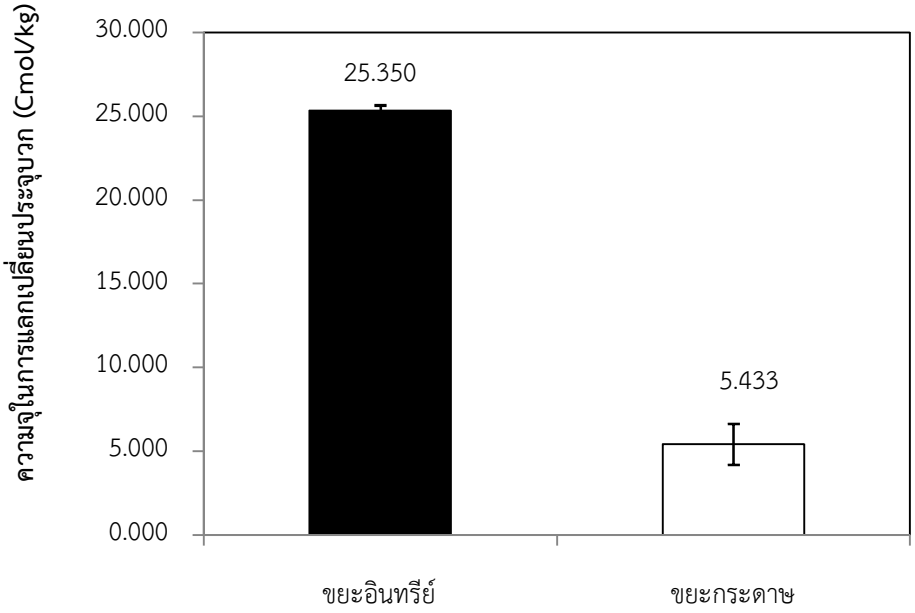


ภาพประกอบ 4-4 ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ

จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-4) พบว่า ปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 14.610 และ 13.245 dS/m ตามลำดับ ค่าการนำไฟฟ้าวัดได้จากปริมาณเกลือละลายน้ำที่มีอยู่ในปุ๋ย โดยธาตุอาหารที่สำคัญของพืชจะอยู่ในรูปของเกลือหลายชนิด อาจพบในรูปเกลือของธาตุอาหารรองในขณะที่เกลือละลายน้ำบางชนิด เช่น เกลือแกงจะเป็นอันตรายต่อพืชมาก แต่ส่วนใหญ่ปุ๋ยหมักจะไม่มีเกลือนี้ในระดับสูงพอที่จะเป็นอันตรายต่อพืช ซึ่งปุ๋ยหมักทั้ง 2 ชนิด มีค่าการนำไฟฟ้าที่ส่งผลอันตรายต่อพืชเพราะเมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2548ข) โดยค่าการนำไฟฟ้าเกิน 6 dS/m แสดงว่าปุ๋ยหมักงานวิจัยนี้ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กรมวิชาการเกษตรกำหนดไว้

Mahasarakham University

4.1.5 ผลการศึกษาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก



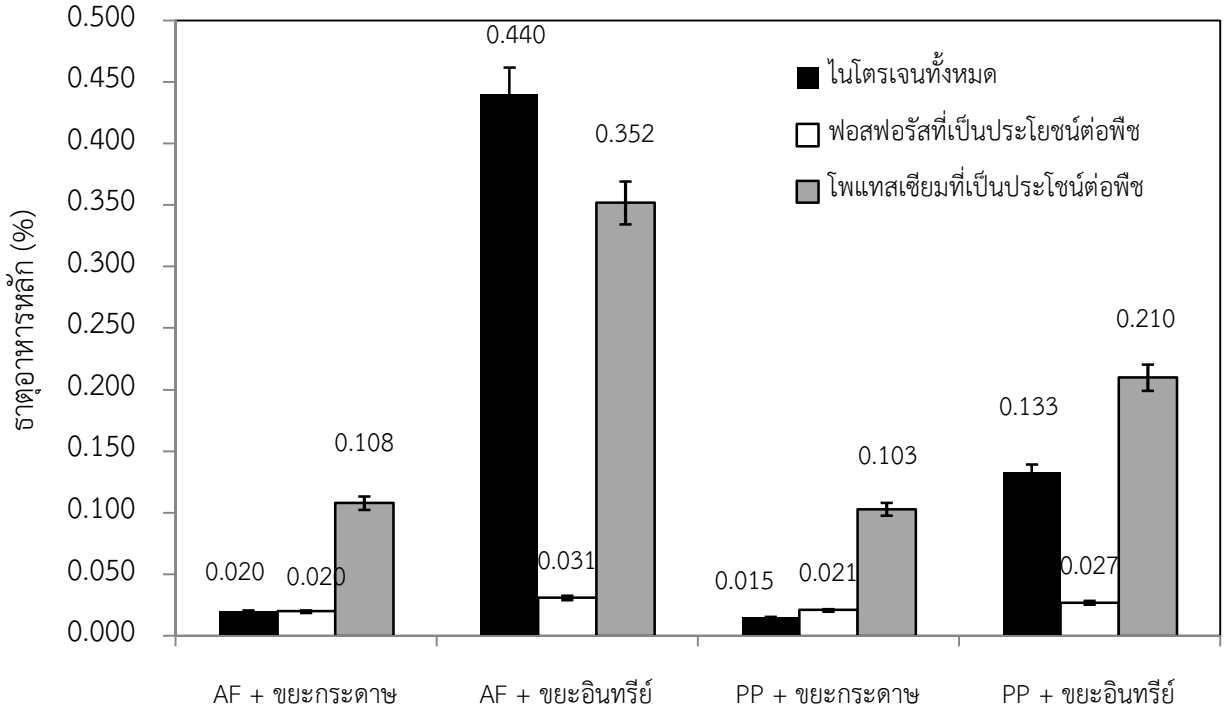
ภาพประกอบ 4-5 ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ

จากการศึกษาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-5) พบว่า ปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์และปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษ มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก เท่ากับ 25.350 และ 5.433 Cmol/kg ตามลำดับ ปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากกว่าปุ๋ยหมักจากกระดาษเนื่องจากปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์เป็นขยะสดที่มีความหลากหลายจากเศษผักและเศษอาหารและใบไม้แห้ง ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองค่อนข้างครบถ้วนที่พืชจะใช้ในการเจริญเติบโต ปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ค่อนข้างสูงซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ประจุบวกบางชนิดถูกดูดยึดไม่สูญเสียไปและพืชก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของพืช

Mahasarakham University

4.2 ปุ๋ยมูลไส้เดือน

4.2.1 ผลการศึกษาธาตุอาหารหลัก



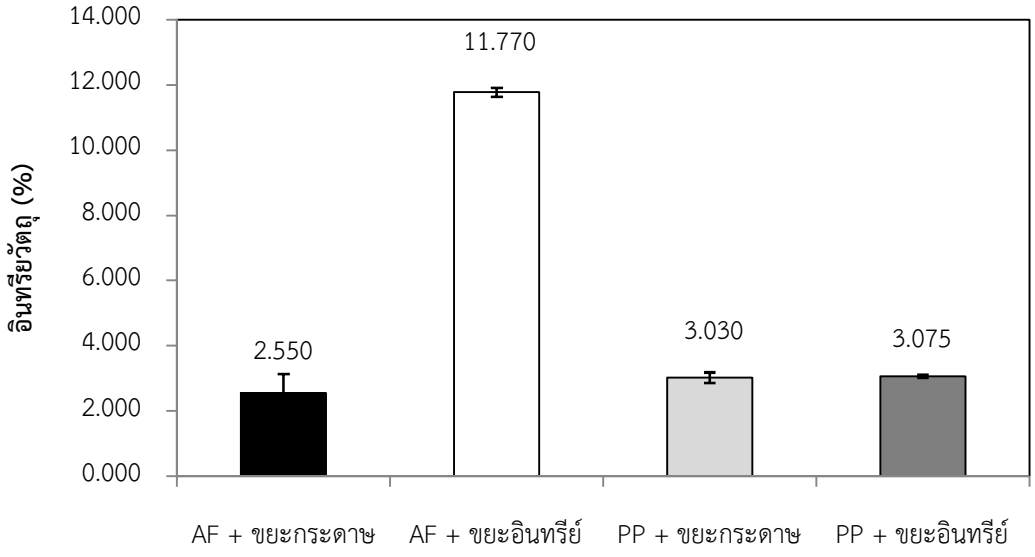
ภาพประกอบ 4-6 ค่าธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักอินทรีย์จากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-6) พบว่า ร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.440 รองลงมาปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากขยะอินทรีย์, ปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ และปุ๋ยมูลไส้เดือนPPจากขยะกระดาษ เท่ากับ 0.133, 0.020 และ 0.015 ตามลำดับ ร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.031 รองลงมาปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากขยะอินทรีย์, ปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากขยะกระดาษและปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากกระดาษ เท่ากับ 0.027, 0.021 และ 0.020 ตามลำดับ ร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.352 รองลงมา คือ ปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากขยะอินทรีย์, ปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากกระดาษและปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากขยะกระดาษ เท่ากับ 0.210, 0.108 และ 0.103 ตามลำดับ เนื่องจากไส้เดือน AF มีขนาดใหญ่กว่าไส้เดือน PP จึงทำให้มีการย่อยสลายขยะได้ดีกว่า ประกอบกับขยะอินทรีย์ เป็นขยะสดที่มีความหลากหลายจากเศษผักและเศษอาหาร

Mahasarakham University

และใบไม้แห้งซึ่งเป็นแหล่งผลิตธาตุอาหาร จากงานวิจัยของ นริสรา พานพ่วงและสาวิตรี จันทรานุรักษ์ (2555) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชที่มีอยู่ในปุ๋ย 3 ชนิดคือปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือนโดยไส้เดือนดิน Eudrilus eugeniae และปุ๋ยหมักพด.1 ที่ใช้วัตถุดิบเริ่มต้นเป็นมูลโคและเศษผัก ในอัตราส่วน 3:1 โดยน้ำหนัก พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสเฟตทั้งหมด ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดในปุ๋ยมูลไส้เดือน ซึ่งแตกต่างจากปุ๋ยหมักธรรมชาติและปุ๋ยหมัก พด.1 อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมา คือปุ๋ยหมักธรรมชาติ และปุ๋ยหมัก พด.1 ตามลำดับ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด พบว่า ปุ๋ยทั้งสามชนิดมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยปุ๋ยหมัก พด.1 ปุ๋ยมูลไส้เดือนและปุ๋ยหมักธรรมชาติ มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 3.69, 3.38 และ 3.10 ตามลำดับ

4.2.2 ผลการศึกษาอินทรียวัตถุ



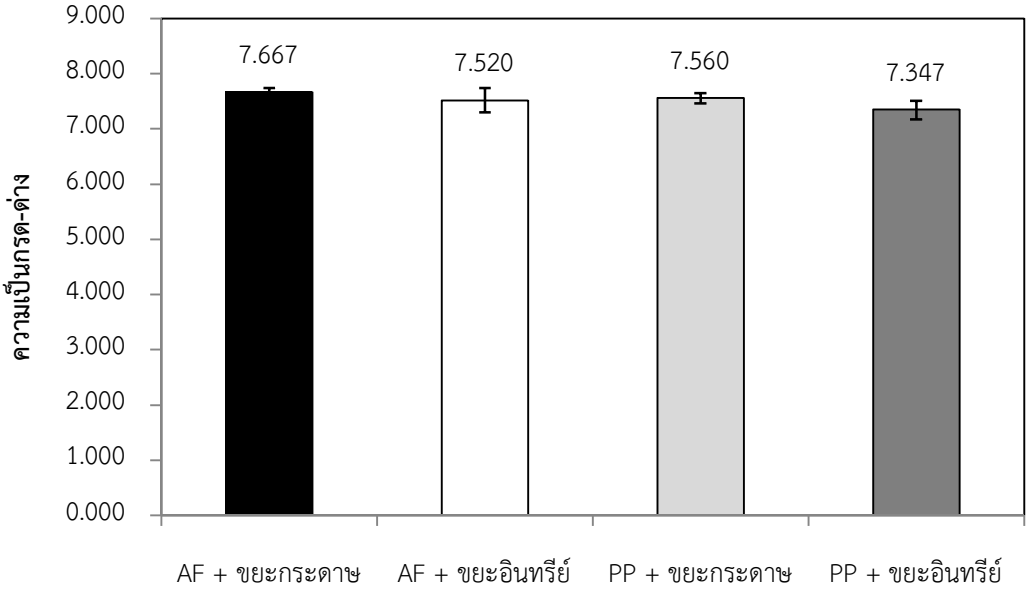
ภาพประกอบ 4-7 ค่าอินทรียวัตถุของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษโดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาร้อยละอินทรียวัตถุของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-7) พบว่า ร้อยละอินทรียวัตถุของปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 11.770 รองลงมาคือ ปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากขยะอินทรีย์, ปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากกระดาษ, ปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ มีค่าร้อยละอินทรียวัตถุ เท่ากับ 3.075, 3.030และ 2.550 ตามลำดับ เนื่องจากอินทรียวัตถุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปของสารอินทรีย์โดยไส้เดือน ทั้งด้วย

Mahasarakham University

จุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมี อินทรียวัตถุประกอบด้วยธาตุหลายชนิด แต่ที่สำคัญที่สุด คือ ธาตุคาร์บอน ซึ่งงานวิจัยของ วิศรุต วิชัยวิทย์ และคณะ (2555) ได้ศึกษาปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทขยะอินทรีย์ผสมมีร้อยละอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดเท่ากับ 20.97±1.14 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขยะอินทรีย์ประเภทอื่นๆ รองลงมา ได้แก่ เศษอาหารมีร้อยละอินทรีย์คาร์บอน เท่ากับ18.75±0.54 เปลือกผลไม้มีร้อยละอินทรีย์คาร์บอน เท่ากับ17.23±1.10 พืชใบมีร้อยละอินทรีย์คาร์บอน เท่ากับ16.13±2.73 และน้อยที่สุด ได้แก่ พืชหัวมีร้อยละอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 15.67±0.82 ซึ่งจะพบว่า อินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ผสมจะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับขยะอินทรีย์ประเภทอื่นๆและงานวิจัยของสามารถใจเตี้ย (2555) ได้ศึกษาส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชชนิดอื่นและจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือนดินและปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้จากการใช้ไส้เดือนดินย่อยสลายขยะชุมชนมีความแตกต่างกันตามชนิดของขยะชุมชนที่ใช้ทำปุ๋ยหมักการผสมอินทรียวัตถุหลายชนิดในการผลิตปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดินจะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชได้

4.2.3 ผลการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง

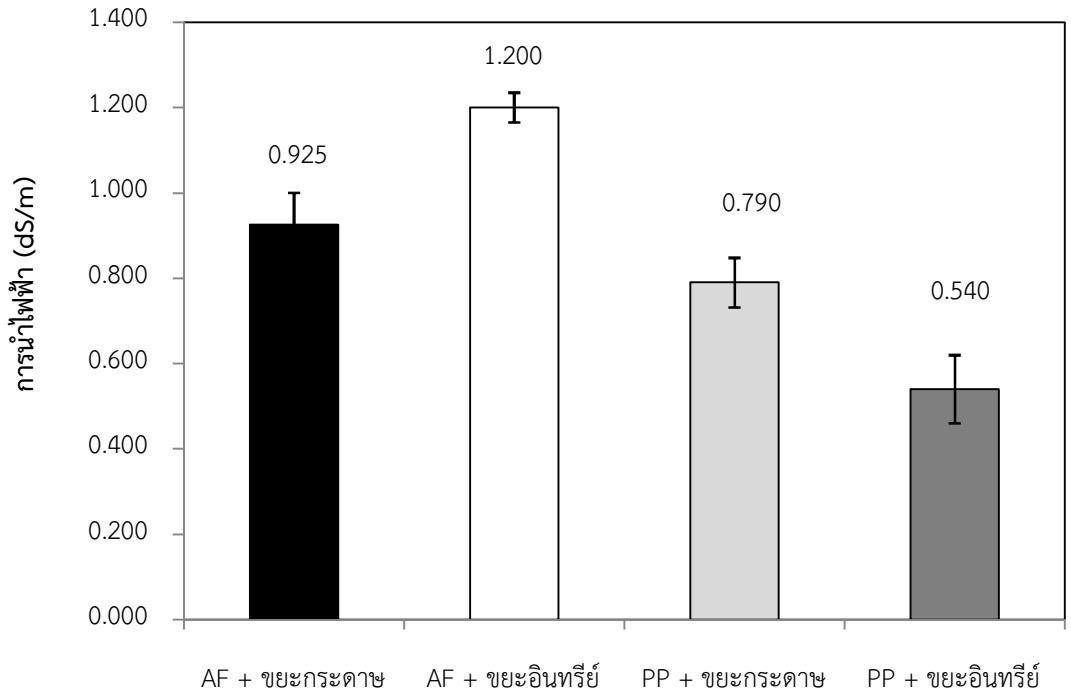


ภาพประกอบ 4-8 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

Mahasarakham University

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-8) พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ,ปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากกระดาษ, ปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์และปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากขยะอินทรีย์ มีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 7.667, 7.560, 7.520 และ 7.347 ตามลำดับ เนื่องจากการย่อยสลายจากไส้เดือนเกิดในสภาวะใช้อากาศ ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นกลางซึ่งจากการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยมูลไส้เดือนทั้ง 4 ชนิด เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2548) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.5-8.5 มีค่าความเป็นกรด–ด่าง ที่เหมาะสมกับพืช ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

4.2.4 ผลการศึกษาค่าการนำไฟฟ้า



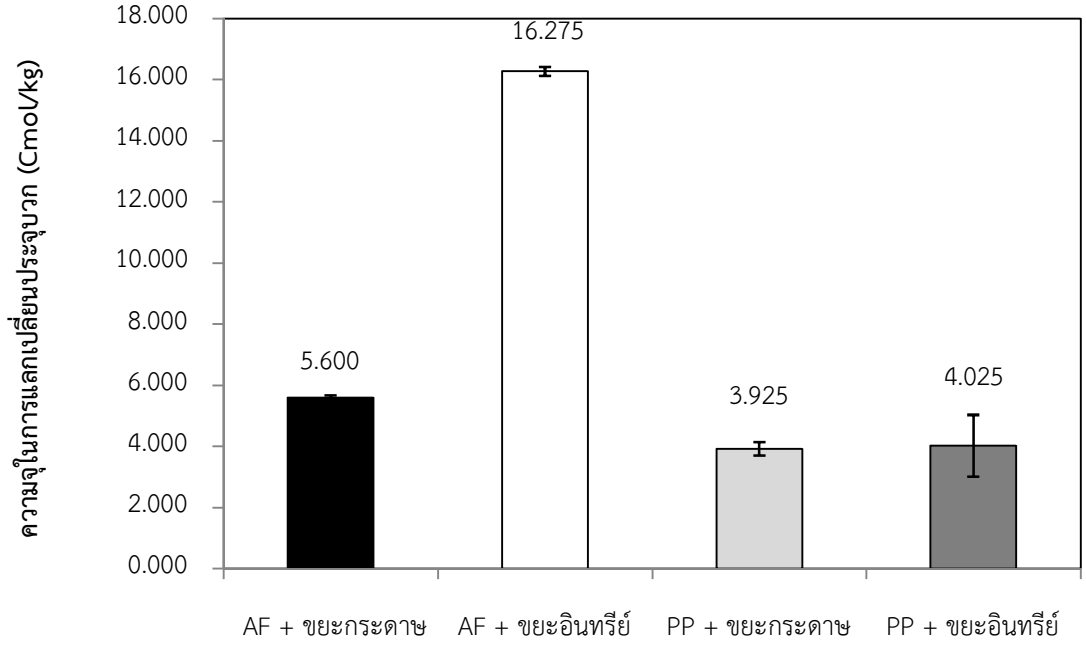
ภาพประกอบ 4-9 ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษโดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-9) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.200 dS/m รองลงมาคือ ปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ, ปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากกระดาษ,

Mahasarakham University

ปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากขยะอินทรีย์ มีค่าเท่ากับ 0.925, 0.790 และ 0.540 dS/m ตามลำดับ เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของเกลือในน้ำ การวัดค่าการนำไฟฟ้าจึงทำให้ประมาณค่าเกลือละลายในน้ำที่สกัดออกมาจากมูลไส้เดือนดินได้ ซึ่งจะใช้เป็นดัชนีของความเค็มที่บอกได้ว่าพืชจะเจริญเติบโตเป็นปกติหรือไม่ ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าที่มีอยู่ในปุ๋ยโดยธาตุอาหารที่สำคัญของพืชจะอยู่ในรูปของเกลือหลายชนิด อาจพบในรูปเกลือของธาตุอาหารรองในขนาดที่เกลือละลายน้ำบางชนิด เช่น เกลือแกงจะเป็นอันตรายต่อพืชมาก แต่ส่วนใหญ่ปุ๋ยหมักจะไม่มีเกลือนี้ในระดับสูงพอที่จะเป็นอันตรายต่อพืช ค่าที่วัดได้ พบว่า ปุ๋ยมูลไส้เดือนทั้ง 4 ชนิด มีค่าการนำไฟฟ้าที่ไม่ส่งผลอันตรายต่อพืช เมื่อนำไปรับปรุงดินและเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช เพราะเมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่ามาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2548) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 6 dS/m แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กรมวิชาการเกษตรกำหนดไว้

4.2.5 ผลการศึกษาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก



ภาพประกอบ 4-10 ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษโดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-10) พบว่า ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ยมูลไส้เดือน AF

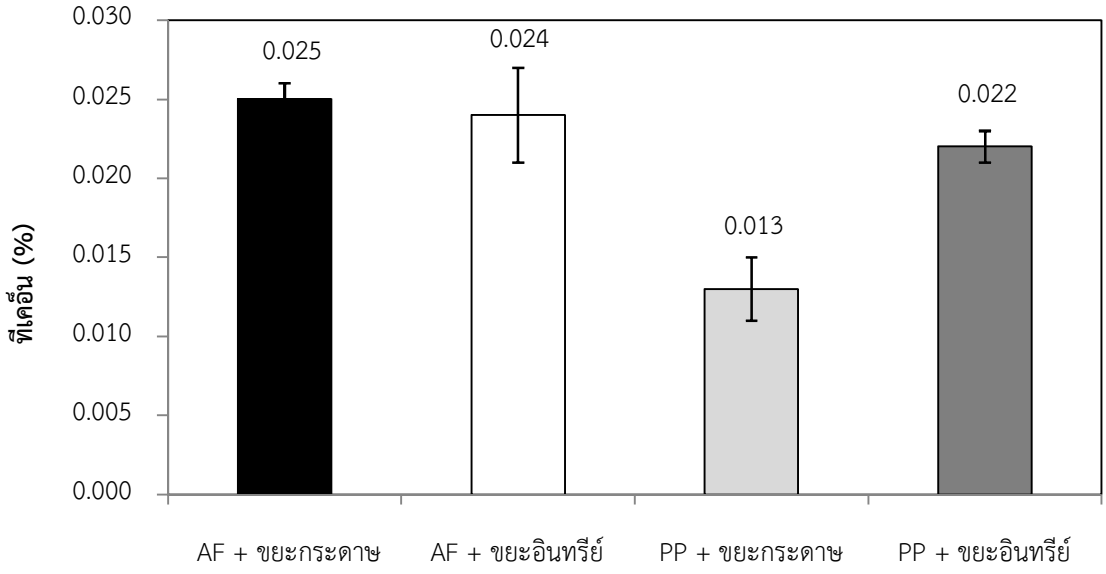
Mahasarakham University

จากขยะอินทรีย์มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 16.275 Cmol/kg รองลงมาคือปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากกระดาษ, ปุ๋ยมูลไส้เดือนPPจากขยะอินทรีย์และปุ๋ยมูลไส้เดือนPPจากขยะกระดาษ มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก เท่ากับ5.600, 4.025 และ 3.925 Cmol/kg ตามลำดับ เนื่องจากไส้เดือน AF มีขนาดใหญ่กว่าไส้เดือน PP จึงทำให้มีการย่อยสลายขยะอินทรีย์เป็นขยะสดที่มีความหลากหลายจากเศษผักและเศษอาหารและใบไม้แห้งได้ดี ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองค่อนข้างครบถ้วนที่พืชจะใช้ในการเจริญเติบโต ปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ค่อนข้างสูงซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ประจุบวกบางชนิดถูกดูดยึดไม่สูญเสียไปและพืชก็สามารถนำไป ใช้ประโยชน์ได้ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของพืชซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รินทร์ชนิศ กุลพรพิพัชญ์ และคณะ (2558) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ผลิตจากโคที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน รวมถึงผลต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้า ทำการศึกษาในรูปแบบการทดลองแบบกะ โดยมีชุดการทดลองทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง ที่เกิดจาการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนและดินด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย 0:10 (ชุดควบคุม), 1:9, 2:8, 3:7, 4:6 และ 5:5 โดยปริมาตร ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การเติมปุ๋ยมูลไส้เดือนจะเพิ่มค่าการแทรกซึมของน้ำผ่านผิวดิน ความพรุน ความชื้น ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ประมาณธาตุอาหาร (N P K) การนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณอินทรียวัตถุของดิน แต่จะลดความหนาแน่นรวมของดิน สำหรับผลการเจริญเติบโตของพืช พบว่า การเติมปุ๋ยมูลไส้เดือนจะเพิ่มขนาดความสูงของลำต้น ความกว้างและความยาวของใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นและน้ำหนักของต้นคะน้า และอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะใช้ในการปรับปรุงดินสำหรับการปลูกคะน้า คือ ที่อัตราส่วน 3:7 และจากงานวิจัยของ Lal (1987) ที่กล่าวว่า ขุยไส้เดือนดินเป็นส่วนผสมที่ได้จากดินที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุของเสียของไส้เดือนดินและจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งขุยไส้เดือนดินจะมีปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส (Available P) และการแลกเปลี่ยนประจุบวก(CEC) ในปริมาณ ที่สูง ส่งผลให้ดินบริเวณนั้นมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าดินที่อยู่รอบๆ แต่ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่มากในขุยไส้เดือนดินจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินและระบบการจัดการดินและพืช เช่น ในพื้นที่ปลูกที่ไม่ใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ พบว่า จะมีจำนวนขุยไส้เดือนดินมาก ทำให้ดินมีค่าความหนาแน่นรวมของดินต่ำ ส่งผลให้ดินไม่แน่นทึบและดินมีความพรุนสูง

Mahasarakham University

4.3 น้ำหมักมูลไส้เดือน

4.3.1 ผลการศึกษาค่าทีเคเอ็น

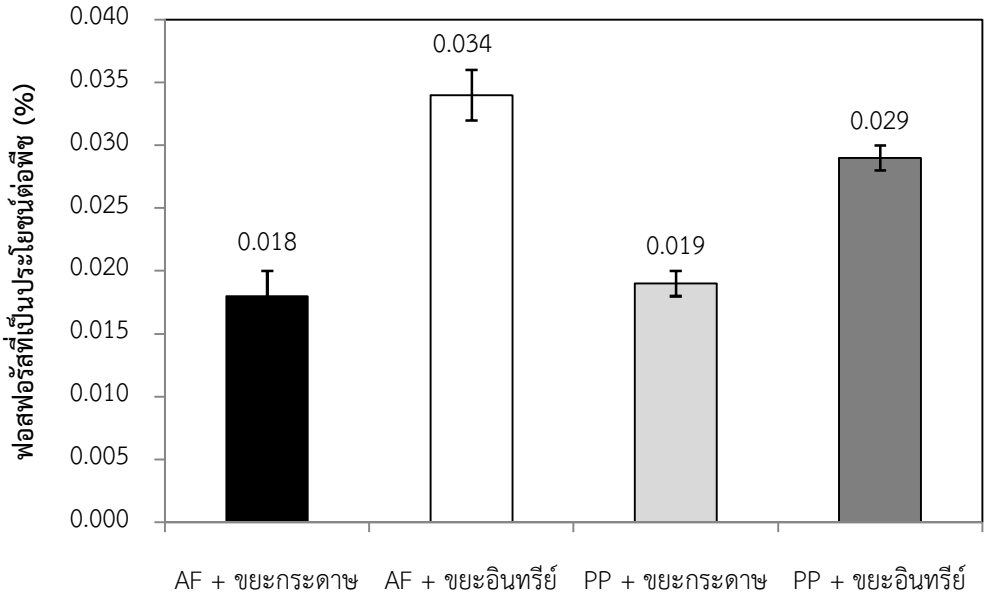


ภาพประกอบ 4-11 ค่าทีเคเอ็นของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาค่าทีเคเอ็นของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-11) พบว่า น้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ มีค่าร้อยละทีเคเอ็น มากที่สุด เท่ากับ 0.025 และน้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่าไม่ต่างกันมาก โดยน้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์มีค่าร้อยละทีเคเอ็น เท่ากับ 0.024 รองลงมา คือน้ำหมักมูลไส้เดือน PP จากขยะอินทรีย์ และน้ำหมักมูลไส้เดือน PP จากขยะกระดาษ มีค่าเท่ากับ 0.022 และ 0.013 ตามลำดับ ซึ่งจากงานวิจัยของ อนุวัฒน์ ยินดีสุข และบวร ไชยษา (2550) ได้ศึกษาธาตุอาหารหลักในน้ำหมักที่ได้จากขยะอินทรีย์และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของไนโตรเจนในน้ำหมักที่ได้จากการหมักหัวมันเทศ หัวผักกาด ยอดข้าวโพดชานอ้อย กระดูกหัวหมูและต้นกล้วย โดยใช้สัดส่วนของหัวเชื้อจุลินทรีย์ กากน้ำตาล น้ำสะอาดและเศษวัสดุ เท่ากับ 5 ลิตร :5 ลิตร : 50 ลิตร : 15 กิโลกรัม ทิ้งไว้ประมาณ 3 เดือน แล้วนำสารละลายไปวิเคราะห์หาไนโตรเจน ผลการทดลอง พบว่า น้ำหมักจากหัวมันเทศให้ปริมาณไนโตรเจนสูงสุด ร้อยละ 1.31 โดยค่ามาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (2550) มีค่าไนโตรเจนทั้งหมด ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก

Mahasarakham University

4.3.2 ผลการศึกษาค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

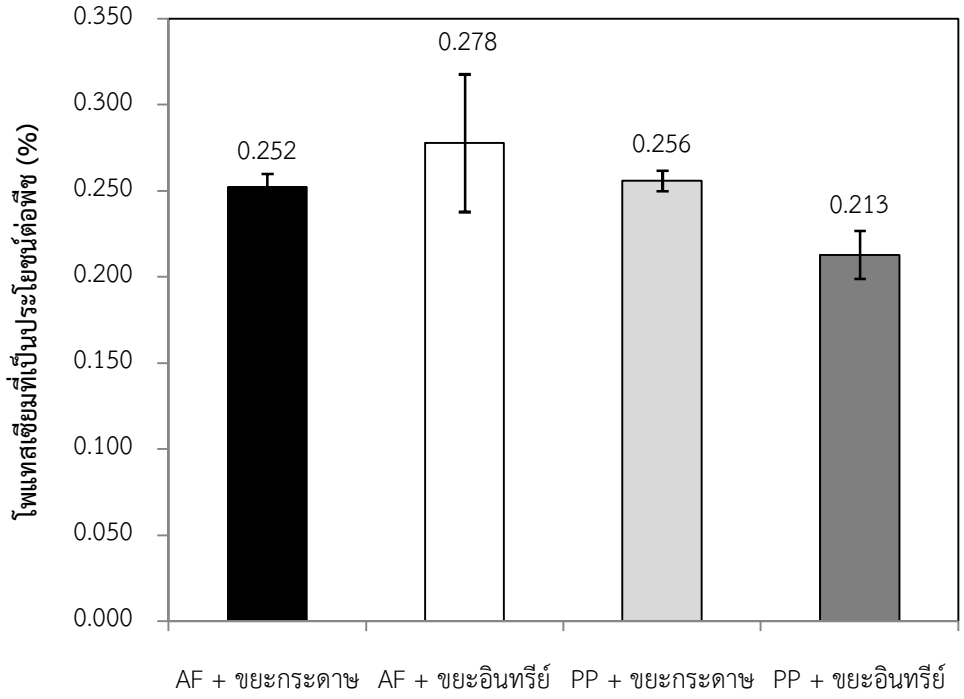


ภาพประกอบ 4-12 ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษโดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-12) พบว่า ร้อยละปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.034 รองลงมา คือ น้ำหมักมูลไส้เดือน PP จากขยะอินทรีย์, น้ำหมักมูลไส้เดือน PP จากขยะดาษและน้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ มีค่าเท่ากับ 0.029, 0.019 และ 0.018 ตามลำดับ ซึ่งงานวิจัยของ อนุวัฒน์ ยินดีสุข และบวร ไชยษา (2550) ได้ศึกษาธาตุอาหารหลักในน้ำหมักที่ได้จากขยะอินทรีย์ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของฟอสฟอรัสในน้ำหมักที่ได้จากการหมักหัวมันเทศ หัวผักกาด ยอดข้าวโพด ชานอ้อย กระดูกหัวหมูและต้นกล้วย โดยใช้สัดส่วนของหัวเชื้อจุลินทรีย์ กากน้ำตาล น้ำสะอาดและเศษวัสดุ เท่ากับ 5 ลิตร : 5 ลิตร : 50 ลิตร : 15 กิโลกรัม ทิ้งไว้ประมาณ 3 เดือน แล้วนำสารละลายไปวิเคราะห์หาผลการทดลอง พบว่า น้ำหมักจากกระดูกหัวหมูให้ค่าฟอสฟอรัสสูงสุด ร้อยละ 0.06 โดยค่ามาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (2550) มีค่าฟอสฟอรัส (total P_2O_5) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงไม่สามารถเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (2550) เนื่องจากค่าที่ได้จาการทดลองเป็นค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

Mahasarakham University

4.3.3 ผลการศึกษาค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช



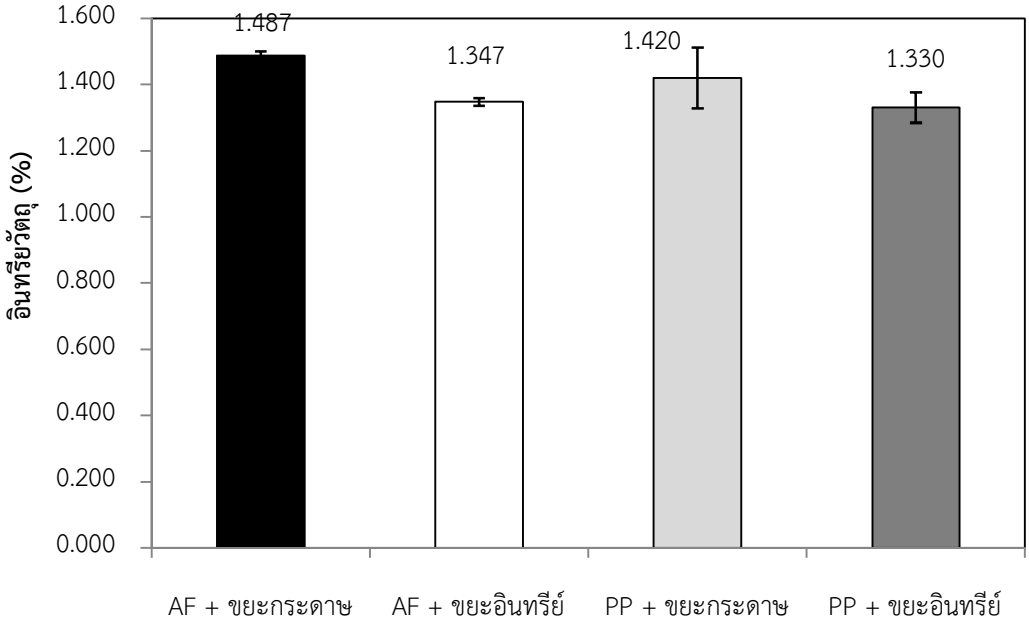
ภาพประกอบ 4-13 ค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษโดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-13) พบว่า ร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของน้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.278 รองลงมาคือ น้ำหมักมูลไส้เดือน PP จากขยะกระดาษ, น้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากกระดาษ, น้ำหมักมูลไส้เดือน PPจากขยะอินทรีย์ มีค่าเท่ากับ 0.256, 0.252 และ 0.213 ตามลำดับ ซึ่งงานวิจัยของ อนุวัฒน์ ยินดีสุข และบวร ไชยษา (2550) ได้ศึกษาธาตุอาหารหลักในน้ำหมักที่ได้จากขยะอินทรีย์ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของโพแทสเซียมในน้ำหมักที่ได้จากการหมักหัวมันเทศ หัวผักกาด ยอดข้าวโพด ชานอ้อย กระดูกหัวหมูและต้นกล้วย โดยใช้สัดส่วนของหัวเชื้อจุลินทรีย์ กากน้ำตาล น้ำสะอาดและเศษวัสดุ เท่ากับ 5 ลิตร :5 ลิตร : 50 ลิตร : 15 กิโลกรัม ทิ้งไว้ประมาณ 3 เดือน แล้วนำสารละลายไปวิเคราะห์หาผลการทดลอง พบว่าน้ำหมักจากมันเทศ ให้ค่าโพแทสเซียมสูงสุด ร้อยละ 0.70 จากงานวิจัยนี้โดยค่ามาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (2550) มีค่าโพแทสเซียม (total K_20)

Mahasarakham University

ไม่ต่ำกว่าร้อยละ0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงไม่สามารถเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (2550) เนื่องจากค่าที่ได้จาการทดลองเป็นค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

4.3.4 ผลการศึกษาอินทรียวัตถุ

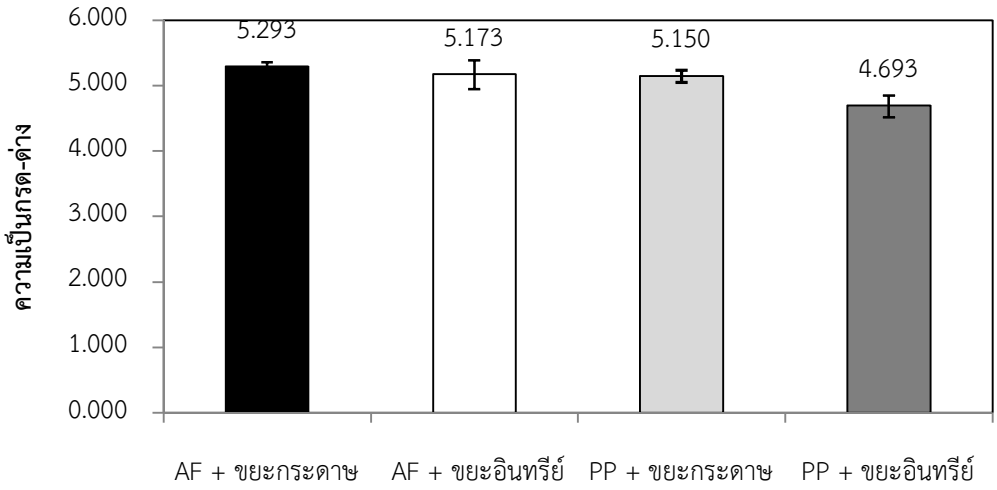


ภาพประกอบ 4-14 ค่าอินทรียวัตถุของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาร้อยละอินทรียวัตถุของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-14) พบว่า ร้อยละอินทรียวัตถุของน้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.487 รองลงมาคือ น้ำหมักมูลไส้เดือน PP จากขยะกระดาษ, น้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์และน้ำหมักมูลไส้เดือน PP จากขยะอินทรีย์มีค่าเท่ากับ 1.420, 1.347 และ 1.330 ตามลำดับ เนื่องจากอินทรียวัตถุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปของสารอินทรีย์ ทั้งด้วยจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมี อินทรียวัตถุประกอบด้วยธาตุหลายชนิด แต่ที่สำคัญที่สุด คือ ธาตุคาร์บอน ซึ่งน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะกระดาษทั้งสองสายพันธุ์มีค่าอินทรียวัตถุสูงจึงเป็นแหล่งพลังงานให้กับจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี

Mahasarakham University

4.3.5 ผลการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง

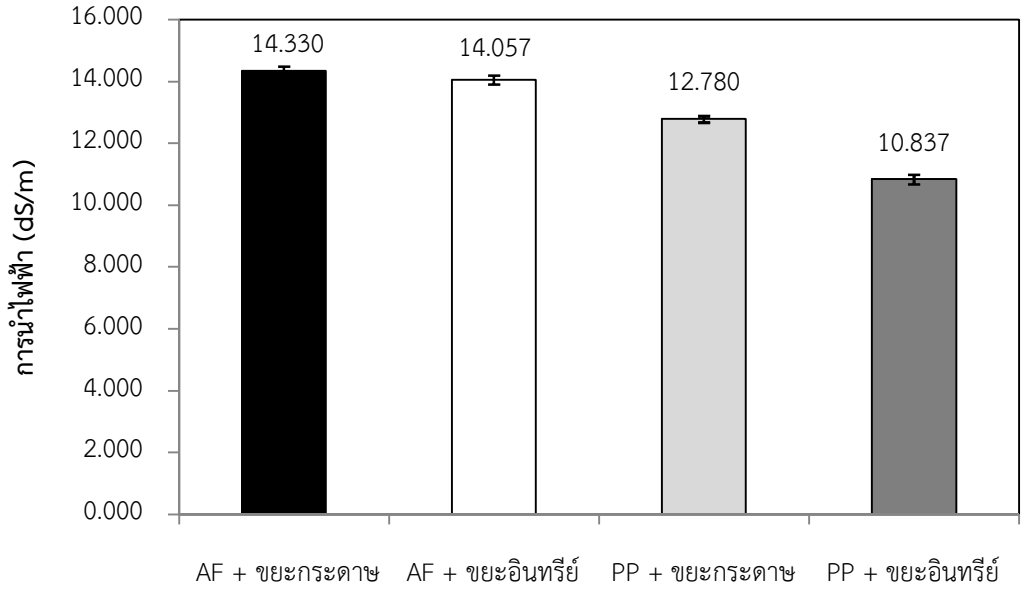


ภาพประกอบ 4-15 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และ ขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-15) พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ, ปุ๋ยมูลไส้เดือน PP จากกระดาษ, ปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์และปุ๋ยมูลไส้เดือนPPจากขยะอินทรีย์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 5.293, 5.173, 5.150 และ 4.693 ตามลำดับ จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมักมูลไส้เดือนทั้ง 4 ชนิด เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (2550) ค่ามาตรฐานความเป็นกรด–ด่างไม่เกิน 4.0 พบว่า งานวิจัยนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (2550) เล็กน้อย เนื่องจากการทำน้ำหมักมูลไส้เดือนเกิดในสภาวะไม่ใช้อากาศ ทำให้น้ำหมักมูลไส้เดือน มีสภาวะเป็นกรด มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำลงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิญญา แสงสุวรรณ (2545) ได้ทำการศึกษาการผลิตน้ำสกัดชีวภาพจากเศษผัก โดยเปรียบเทียบการหมักแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ พบว่า การให้อากาศเหมาะแก่กระบวนการหมักชีวภาพจะช่วยส่งเสริมการย่อยเศษผักให้มีการสลายตัวได้ดีกว่าแบบไม่ใช้อากาศในการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมัก พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของ น้ำหมักทั้ง 2 แบบ จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลงจนมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำสุดที่วันที่ 7 ของการหมัก เท่ากับ 3.61 และ 3.74 แต่หลังจากระยะการหมักยาวนานขึ้น พบว่า การหมักแบบไม่เติมอากาศจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง คงที่ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 3.5-3.6 ส่วนการหมักแบบเติมอากาศ พบว่า หลังวันที่ 7 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมักชีวภาพจะเพิ่มสูงขึ้น

Mahasarakham University

4.3.6 ผลการศึกษาค่าการนำไฟฟ้า



ภาพประกอบ 4-16 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 สายพันธุ์

จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์และขยะกระดาษ (ภาพประกอบ 4-16) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 14.330 dS/m รองลงมาคือ น้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์,น้ำหมักมูลไส้เดือน PP จากกระดาษ, น้ำหมักมูลไส้เดือน PP จากขยะอินทรีย์ มีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 14.057, 12.780 และ 10.837 dS/m ตามลำดับ เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของเกลือในน้ำ การวัดค่าการนำไฟฟ้าจึงทำให้ประมาณค่าเกลือละลายในน้ำได้ ซึ่งจะใช้เป็นดัชนีของความเค็มที่บอกได้ว่าพืชจะเจริญเติบโตเป็นปกติหรือไม่ ค่าที่วัดได้พบว่าน้ำหมักมูลไส้เดือน ทั้ง 4 ชนิด มีค่าการนำไฟฟ้าที่ส่งผลอันตรายต่อพืช เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (2550) ค่ามาตรฐานความเป็นกรด–ด่างไม่เกิน 10 dS/m โดยพบว่า งานวิจัยนี้มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (2550)

Mahasarakham University

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากการทดลองศึกษาองค์ประกอบธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available P), โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K), ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM), ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ของปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยมูลไส้เดือน และน้ำหมักมูลไส้เดือน โดยใช้ไส้เดือนต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ไส้เดือนดินพันธุ์ท้องถิ่น Pheretima peguana (PP) หรือ ขี้ตาแร่ และสายพันธุ์ ยูดริลลัส ยูจีนิแอ *(Eudrilus eugeniae)* ชื่อสามัญ African Night Crawler (AF) ซึ่งสรุปผลการวิจัย ดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 ศึกษาองค์ประกอบของธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษและขยะอินทรีย์ พบว่า ร้อยละไนโตรเจนทั้งหมด, ร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, ร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, ร้อยละอินทรียวัตถุ และค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ของปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ มีมากที่สุด เท่ากับ 0.993, 0.039, 2.180, 18.755 และ 25.350 Cmol/kg ตามลำดับ ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้า ของปุ๋ยหมักจากขยะกระดาษ มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 14.610 dS/m ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยหมักทั้ง 2 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน ประมาณ 8.25-8.26

5.1.2 ศึกษาองค์ประกอบของธาตุอาหารหลักของปุ๋ยมูลไส้เดือนจากขยะอินทรีย์ และขยะกระดาษ โดยใช้ไส้เดือนดินต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ พบว่า ร้อยละไนโตรเจนทั้งหมด, ร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, ร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช, ร้อยละอินทรียวัตถุ, ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และค่าการนำไฟฟ้า ของปุ๋ยมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.440, 0.031, 0.352,11.770, 16.275 Cmol/kg และ 1.200 dS/m ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยมูลไส้เดือน ทั้ง 4 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน ประมาณ 7.347-7.667

5.1.3 ศึกษาองค์ประกอบของธาตุอาหารหลักของน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ย่อยสลายกระดาษและขยะอินทรีย์ โดยใช้ไส้เดือนดินต่างชนิดกัน 2 สายพันธุ์ พบว่า ร้อยละทีเคเอ็น, ร้อยละอินทรียวัตถุ และค่าการนำไฟฟ้า ของน้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะกระดาษ มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.025, 1.487 และ 14.330 dS/m ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหมักมูลไส้เดือน AF จากขยะอินทรีย์ มีค่าร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด เท่ากับ 0.034 และ

Mahasarakham University

0.278 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหมักมูลไส้เดือน ทั้ง 4 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน ประมาณ 4.693-5.293

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 พื้นที่เขตเทศบาลตำบลหนองบัวระเหว อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ ยังไม่มีการคัดแยกขยะอย่างชัดเจน ทำให้สิ่งเจือปนที่เป็นพิษต่างๆ เช่น กระป๋องยาฆ่าแมลง, ถ่านไฟฉายและสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในครัวเรือนปะปนมากับขยะอินทรีย์ เมื่อนำมาเลี้ยงไส้เดือนดินจะเป็นอันตรายต่อไส้เดือนดินที่เลี้ยง ดังนั้นถ้าต้องการส่งเสริมการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์และการใช้ไส้เดือนดินในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ ต้องส่งเสริมความรู้เรื่องการคัดแยกขยะที่ต้นทาง

5.2.2 ส่งเสริมการเลี้ยงไส้เดือนดินเป็นรายได้เสริมและส่งเสริมความรู้ในการเลี้ยงไส้เดือนดินเพื่อกำจัดขยะอินทรีย์ในครัวเรือน

5.2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชเมื่อใช้ปุ๋ยแต่ละชนิด เพื่อจะได้ทราบความแตกต่างที่ชัดเจนขึ้น

5.2.4 ควรพัฒนาระบบการจัดการขยะของท้องถิ่นแบบผสมผสาน เพื่อกำจัดขยะแบบครบวงจรและเกิดความยั่งยืน เพื่อเป็นต้นแบบให้กับท้องถิ่นอื่นๆ ต่อไป

5.2.5 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยแต่ละชนิดส่วนใหญ่มีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยกรมวิชาการเกษตร ดังนั้นถ้าเกษตรกรที่มีความประสงค์ค้าขายปุ๋ยในเชิงพาณิชย์จะต้องปรับปรุงหรือดัดแปลงสูตรของปุ๋ย เพื่อให้ได้มาตรฐานตามที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2557). *เทคโนโลยีการบำบัดดินปนเปื้อน*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://wqm.pcd.go.th/water/images/stories/marine/journal/2554/soilremed150153.pdf [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2557].

กรมควบคุมมลพิษ. (2550). *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการสำรวจและวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยของเทศบาลทั่วประเทศ*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.pcd.go.th/count/wastedl.cfm?FileName=Reportwaste.pdf&BookName=Reportwaste [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2557].

กรมพัฒนาที่ดิน. (2548ก). *การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

————. (2548ข). *ดินเพื่อประชาชน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

————. (2548ค). มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.agiinfo.doae.go.th/year52/knowledge/km_13-01-52.doc [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2557].

กรมวิชาการเกษตร. (2544). *ประสิทธิภาพปุ๋ยหมักน้ำชีวภาพ พ.ศ. 2544*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.gotoknow.org/blog/pandam/265616 [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2557].

————. (2548). *ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://wwwlaw.longdo.com/law/376/sub25312 [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2557].

————. (2550). *การระบาดของไส้เดือนฝอยรากปมพริกในจังหวัดอุบลราชธานีและจังหวัดใกล้เคียง*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

คมสัน สัมพันธ์กิจ. (2547). *การหมักปุ๋ยจากมูลสุกรกับวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรและขี้เลื่อยในกล่องหมักเจาะรู*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธันวดี ศรีธาวิรัตน์. (2547). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การศึกษากระบวนการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

นงคราญ มณีวรรณ และชูจิตต์ สงวนทรัพยากร. (2549). ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีในการจัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1. ใน *เอกสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 628-635.

Mahasarakham University

นริสรา พานพ่วง และสาวิตรี จันทรานุรักษ์. (2555). การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชในปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยไส้เดือนดิน Eudrilus eugeniae และปุ๋ยหมัก พด.1. ใน *เอกสารการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 442-447.

นันทวุฒิ จำปางาม. (2553). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ไส้เดือนดินในการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมการเกษตรและอิทธิพลต่อการลดการปนเปื้อนแคดเมียมในดิน*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประภาส ช่างเหล็ก, โอฬาร ตัณฑวิรุฬห์, สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ, บุญร่วม จันทร์ชื่น และธงชัย มาลา. (2549). ผลของปุ๋ยอินทรีย์สูตร 9 ที่ได้จากวัสดุเหลือทิ้งของโรงงานผงชูรสที่มีต่อผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งในมันสาปะหลัง 2 พันธุ์ (ต้นฤดูฝน). ใน เอกสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 136-143.

พรรณพิมล ฉัตราคม. (2546). *ความต้องการใช้ปุ๋ยในการเกษตรของประเทศไทย*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=684 & filename=index. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2557].

พิณทิพย์ จันทรเทพ, สุธา เกลาฉีด, สุจริต ส่วนไพโรจน์, วิชัย หวังวโรดม และมนูญ ศิรินุพงศ์. (2550). การทดสอบชนิดปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในระบบอินทรีย์. ใน *เอกสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45*. วันที่ 30 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์ 2550. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 631-637.

พันธิตร์ มะลิสุวรรณ และผุสดี สายชนะพันธ์. (2546). *การทำธุรกิจฟาร์มไส้เดือน*. กรุงเทพฯ: ยูทิไลซ์.

ภฤศญา ปิยนุสรณ์. (2555). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การศึกษาการลี้ยงไส้เดือนเชิงพาณิชย์ในการจัดการขยะอินทรีย์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา สถาบันวิจัยและพัฒนา.

ภัทรา วงษ์พันธ์กมล. (2547). *การหาประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์จากเศษผักและเศษใบไม้แห้งของเชื้อจุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมัก*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://pikul.lib.ku. ac.th/ cgibin/agre.exe?rec_id=004889 & database=agre&search_type=link&table =mona&backpath=/agre/mona&lang=thai & format _name=TFMON. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2557].

Mahasarakham University

รินทร์ชนิศ กุลพรพิพัชญ์. (2558). การใช้ประโยชน์ปุ๋ยมูลไส้เดือนในการปรับปรุงดินสำหรับการปลูกผักคะน้า.*วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 34(4), 318-324, กรกฎาคม-สิงหาคม.

ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ. (2546). *การทำปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้แห้งและขยะโดยวิธีหมักแบบใช้ออกซิเจน*. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: ฐานข้อมูลผลงานวิจัยสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

วนิดา สังข์ชื่น. (2554). *การศึกษากระบวนการผลิตและประสิทธิภาพปุ๋ยน้ำหมักต่อการผลิตข้าวของเกษตรกรในอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วิภาวดี อ้นท้วม, น้ำทิพย์ ขันตยาภรณ์ และวราภา มหากาญจนกุล. (2553). ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาต่อการรอดชีวิต ของ Escherichia coli และ Salmonellae ในปุ๋ยมูลสัตว์. ใน *เอกสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48*. วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. หน้า 401-407.

วิศรุต วิชัยวิทย์ และคณะ. (2555). คุณภาพปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทต่างๆ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ Perionyx excavates. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 30(2), 86-96.

ศศิธร กู้สุวรรณวิจิตร. (2549). *การศึกษาความสัมพันธ์ของวัสดุหมักต่อการทำปุ๋ยหมักจากมันสำปะหลังโดย Plackett-Burman Design*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สมพร ชุนลือชานนท์. (2549). *รายงานการวิจัยการผลิตปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพเพื่อเพิ่มธาตุอาหารพืช*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

สามารถ ใจเตี้ย. (2555). *การกำจัดขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากโดยใช้ไส้เดือนดิน*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://webcache.googleusercontent.com. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2557].

สามารถ ใจเตี้ย และอานัฐ ตันโช. (2547). ระดับไนโตรเจนที่มีผลต่อการผลิตปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลไส้เดือนดิน. ใน *เอกสารการประชุมวิชาการ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ครั้งที่ 5*. วันที่ 20 – 21 พฤษภาคม 2547. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. หน้า 53-64.

Mahasarakham University

สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ, กฤษณา เผือกนอก และจุฑารัตน์ สิทธิบาล. (2550). อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดต่อการฟื้นฟูคุณสมบัติของดิน. ใน: *เอกสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45*. วันที่ 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2550. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 601-608.

สุทธี พลรักษา. (2552). *การทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยใช้สารเร่งชีวภาพ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุพจน์ ชัยวิมล. (2544). ปุ๋ยหมัก 1. ใน *เอกสารประกอบการสัมมนาเนื่องในโอกาสฉลองครบรอบ 10 ปีของการจัดตั้งสถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิตขึ้นในกรมส่งเสริมการเกษตร*. วันที่ 23 มกราคม 2544. [ออนไลน์]. ได้จาก: ww.agriqua.doae.go.th/organic/.../compost.doc. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2557].

สุธีรา สุนทรารักษ์. (2553). การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. ใน *เอกสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 173-180.

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ. (ม.ป.ป.). *ปุ๋ยหมัก*. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ [ออนไลน์]. ได้จาก: http://library.uru.ac.th/webdb/images/or4.htm. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2557].

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. (2547). *คู่มือวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า*. เล่ม 1. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

อนุวัฒน์ ยินดีสุข. (2550). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การศึกษาจากอาหารในน้ำหมักที่ได้จากการหมักวัสดุเหลือใช้และขยะอินทรีย์*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).

อภิญญา แสงสุวรรณ. (2545). *การผลิตปุ๋ยน้ำหมักจากขยะอินทรีย์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.thaithesis.org/detail.php?id=64699 [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2557].

อมลณัฐ ฉัตรตระกูล. (2555). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ของมะขาม*. เพรชบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพรชบูรณ์.

อานัฐ ตันโช. (2550). *ไส้เดือนดิน*. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

อานัฐ ตันโช และศุภธิดา อ่ำทอง. (2550). *มาใช้ไส้เดือนกำจัดขยะกันเถอะ*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.agric-prod.mju.ac.th/soil/research16.htm [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2557].

Mahasarakham University

Allison, L.E. (1965). Organic Carbon. In *Methods of soil analysis*, part 2 no. 9. Amer .Soc. Agron. Madison, Wisconsin. p. 1367-1378.

Allison, L.E. (1965) Organic carbon. In: Black C.A., Ed. *Methods of Soil Analysis*. (p. 1367-1389). Madison: ASA-CSSA-SSSA.

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

Edwards, C.A. (1997). Earthworm in Organic Waste Management. In *Proceedings of the Organic Waste Management Conference, Adelaide, Australia*. Australain Worm Growers Association. p. 85-90.

Kamitani, T. and Kaneko, N. (2007). Bioaccumulation of Total and Methyl Mercury in Three Earthworm Species (*Drawida* sp., *Allolobophora* sp., and *Limnodrilus* sp.). *Ecotoxicol Environ Saf*, 66, 82-91.

Lal, R. (1987). *Tropical Ecology and Physical Edaphology*. [Online]. Available from: https://books.google.co.th/books/about/Tropical_ecology_an. [cited by March 12, 2017].

Nahmani, J., Hodson, M.E. and Black, S. (2007). Effects of metals on life cycle parameters of the earthworm Eisenia fetida exposed to field-contaminated, metal-polluted soils. *Environmental Pollution*, 149(1), 44-58.

Norman, Q. Arancon, Clive, A. Edwards, Stephen, Lee and Byrne, Robert. (2006). Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. *European Journal of Soil Biology*, 42(1), S65-S69.

Smetak, K.M., Johnson-Maynard, J.L. and Lloyd, J.E. (2007). Earthworm population density and diversity in different-aged urban systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(8), 2070-2077.

Walkley, A. and Black, I.A.. (1947). Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. *Soil. Sci. Amer. Proc*, 63, 257.

Zaller, Johann G. (2007). Vermicompost as a substitute for peat in potting media :Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae*, 112(2), 191-199.

Mahasarakham University

ภาคผนวก

Mahasarakham University

ภาคผนวก ก
หลักการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินและปุ๋ย

Mahasarakham University

หลักการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินและปุ๋ย

การวัดค่าปฏิกิริยาของดิน (pH)

ปฏิกิริยาของดิน หมายถึง ความเป็นกรด (acidity) หรือความเป็นด่าง (alkalinity) ของดินการที่ดินมีสภาพเป็นกรดหรือเป็นด่าง เป็นเพราะ hydrogen ion (H^+) ในสารละลายดิน ถ้าในสารละลายดินมี $H^+ > OH^-$ ดินมีมีความเป็นกรด ถ้า $H^+ < OH^-$ ดินมีความเป็นด่าง และถ้า $H^- = OH^-$ ดินมีความเป็นกลาง

ก. อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. แท่งแก้ว
3. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร
4. เครื่องวัด pH

ข. สารเคมี

1. น้ำกลั่น
2. สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4 และ 7

ค. วิธีการทดลอง

pH ในน้ำ

ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1 : 1 ให้ calibrate pH meter ก่อนโดยใช้ Standard buffer solution pH 4 และ 7

1. ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม (dry soil, < 2 มิลลิเมตร) ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่นลงไป 10 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน หลายๆ ครั้ง ตั้งทิ้งไว้เขย่าเป็นช่วงๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้ววัด pH พร้อมทั้งระบุ pH ของน้ำกลั่นที่ใช้ด้วยหากใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำ เป็น 1 : 5 ให้เพิ่มน้ำกลั่นเป็น 50 มิลลิลิตร ซึ่งสามารถนำมาวัดค่าการนำไฟฟ้าได้

วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total Nitrogen; N)

ก. อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1. Micro-kjeldahl tube ขนาด 100มิลลิลิตร
2. เครื่องกลั่นไนโตรเจน
3. เตาย่อย (Digestion system)

Mahasarakham University

4. ขวดแก้วก้นแบน (Erlenmeyer flask) 250 มิลลิลิตร

5. buretชนิด 2 ตำแหน่ง ขนาด 10 มิลลิลิตร

6. pipetteขนาด 15, 25 มิลลิลิตร

ข. สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)

2. โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ (NaOH solution)

3. เกลือผสมชนิดเม็ด (Kjeltabs)

4. กรดบอริก 4 เปอร์เซ็นต์ (Boric acid solution)

5. อินดิเคเตอร์(Mixed indicator)

ละลาย 0.3 กรัม ของโบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green) และ 0.2 กรัมของเมททิลเรด (Methyl red) ใน 400 มิลลิลิตร ของเอทิลแอลกอฮอล์ 90 เปอร์เซ็นต์ สีของอินดิเคเตอร์จะเปลี่ยนเป็นสีแดงในสภาพของสารละลายกรด และจะเป็นสีน้ำเงินในสภาพสารละลายด่าง

6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน (0.1 N HCl)

ตวงกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน (HCl) 9 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น หาความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน (HCl) โดยเทียบมาตรฐาน (Standardize) ไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้หาความเข้มข้นที่แน่นอนแล้วจากการไตเตรตกับโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (Potassium hydrogen phthalate ; KHP) โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีน(Phenolphthalein) เป็นอินดิเคเตอร์(Indicator)

ค. วิธีการทดลอง

1. ชั่งดิน 0.5-2 กรัม ใส่ลงใน Micro-kjeldahl tube

2. เติมเกลือ Kjetab2 เม็ด และเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร

3. นำไปย่อยด้วยเตาย่อย (Digestion System) จนสารละลายสีขาวขุ่น

4. นำตัวอย่างในข้อ 3 มาเข้าเครื่องกลั่นKjeltec System กำหนดให้เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และ NaOH 40 % 25 มิลลิลิเตร กลั่นประมาณ 4 นาที

5. เติมกรดบอริก 4 % 25 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วก้นแบน ขนาด 250 มิลลิลิตร หยด Mixed indicator ประมาณ 6-7 หยด สารละลายจะมีสีม่วงแดง นำไปรองรับการกลั่นจากข้อ 4 สารละลายนี้จะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีเขียว และรองรับจนได้สารละลายในขวดแก้วก้นแบนประมาณ 150 มิลลิลิตร

6. ไตเตรทสารละลายที่ได้จากการกลั่นกับกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน(HCl) 0.1 *N* จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง กลั่น blank และไตเตรท เช่นเดียวกับตัวอย่างดินอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง

Mahasarakham University

ง. การคำนวณ

สมมติ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน = X นอร์มอล

จำนวนปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานที่ใช้ = Y มิลลิลิตร

ดิน A กรัม มีปริมาณไนโตรเจน = XY มิลลิกรัมสมมูล

ดิน 100 กรัม มีปริมาณไนโตรเจน $= XY \times \frac{100}{A} \times 0.014$ กรัม

$= 1.4\frac{XY}{A}$ เปอร์เซ็นต์

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorous)

วิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorous) ในปัจจุบันนิยมใช้วิธีทำให้เกิดสีน้ำเงิน (molybdenum blue) โดยวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. การสกัดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินให้อยู่ในรูปสารละลาย
2. การวัดปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลาย

การสกัดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปสารละลายจะมีน้ำยาสกัดหลายตัว ซึ่งจะมีสัดส่วนและเวลาที่ใช้ในการสกัดแตกต่างกัน ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป ได้แก่ Bray II ซึ่งเสนอโดย Bray และ Kurtz (1945) ได้ใช้น้ำยาสกัดที่ประกอบด้วย 0.03 N NH_4F ผสม 0.01 N HCl ในอัตราส่วนดินต่อน้ำยาสกัดเท่ากับ 1:7 เวลาสกัด 40 วินาที วิธี Olsen ที่เสนอโดย Olsen และคณะ (1954) ใช้น้ำยาสกัดที่ประกอบด้วย 0.5 M $NaHCO_3$pH 8.5 ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำยาสกัด 1:20 เวลาสกัด 30 นาที เป็นต้น

ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินจะอยู่ในรูป orthophosphate ($H_2PO_4^-$) และdibasic orthophosphate ($HPO_4^=$) ดังนั้นน้ำยาสกัดที่ใช้สกัดแต่ละชนิด จะมีสมบัติที่ไม่เฉพาะเจาะจงจะสกัดฟอสฟอรัสในรูปใดรูปหนึ่งของดินแต่สามารถสกัดบางส่วนหรือทั้งหมดของ libile P รวมกับบางส่วนของ non labile P รูปต่างๆ ของฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้ด้วยน้ำยาสกัดชนิดต่างๆ จะแตกต่างกันไปตามชนิดของดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับกลไกที่สารประกอบฟอสฟอรัสในดินนั้นทำปฏิกิริยากับน้ำยาสกัด การสกัดมีหลายวิธี ที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วๆ ไป มี 2 วิธี คือ

1. วิธี Bray II ประกอบด้วย 0.03 M NH_4F กับ 0.1 M HCl สารละลายนี้สามารถสกัดฟอสฟอรัสที่ละลายได้ง่ายในกรด ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปแคลเซียมฟอสเฟตเกือบทั้งหมด และบางส่วนของฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของเหล็กและอลูมิเนียมฟอสเฟตที่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด วิธีนี้เหมาะสมกับดินที่เป็นกรดปานกลางหรือกรดอ่อน

Mahasarakham University

2. วิธี Olsen ประกอบด้วย 0.5 N $NaHCO_3$pH 8.5 เนื่องจากดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกลาง – ด่าง หรือดินที่มีปริมาณแคลเซียมสูง (calcareous soil) ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในรูปแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งสารละลายนี้จะไปลดความเข้มข้นของแคลเซียมในสารละลายดิน โดยทำให้แคลเซียมตกตะกอนเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ฟอสฟอรัสจึงถูกปล่อยออกมา

การปรับสี โดยทั่วไปใช้วิธี Olsen- Watanabe เนื่องจากสารละลายโมลิบเดตในสภาวะที่เป็นกรดและมีออโธฟอสเฟตอิออนอยู่ จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของฟอสฟอโมลิบเดต (phosphomodybdate complex) และจะถูกรีดิวซ์(reduced) ด้วยสารรีดิวซ์(reducing agent) เกิดสีน้ำเงินของโมลิบดีนัม ความเข้มของสีน้ำเงินแปรผันไปตามปริมาณฟอสฟอรัส และปัจจัยอื่นๆ เช่น ความเป็นกรด เกลืออาร์ซีเนต เกลือซิลิเกต และสารอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อระบบออกซิเดชัน-รีดักชัน (oxidation-reduction system)

การหาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Bray II

ก. วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่อง spectrophotometer
2. กระดาษกรอง Whatman No.42
3. ขวดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร. 1 ลิตร และ 2 ลิตร
4. ปิเปตขนาด 5, 10 และ 20 มิลลิลิตร
5. ขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
6. ขวดโพลีเอทไธลีน (polyethylene) ขนาดต่างๆ

ข. สารเคมี

1. สารละลาย Bray II(0.03 N NH_4F / 0.1 M HCl) : ละลายแอมโมเนียฟลูออไรด์ (NH_4F) 22.2 กรัม ในน้ำกลั่น 18 ลิตร แล้วเติมกรดเกลือเข้มข้น (conc. HCl) 174 มล. เขย่าผสมให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรเป็น 20 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 2-3 วัน ก่อนใช้ สารละลายนี้เก็บไว้ในขวดโพลีเอทไธลีน (polyethylene) ได้นาน 1 ปี

2. สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate, $(NH_4)_6 Mo_7O_{24}.4H_4O$) : ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต 4 กรัม ด้วยน้ำกลั่นและถ่ายใส่ในขวดปริมาตรขนาด 100 มล. และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดโพลีเอทไธลีน หรือขวดไพเร็ก (pyrex) และทิ้งไว้ในตู้เย็น

3. กรดซัลฟูริก(H_2SO_4) เข้มข้น 2.5 M:ค่อยๆ รินกรดกำมะถันเข้มข้น (conc.H_2SO_4) 140 มล. ลงในขวดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ที่มีน้ำกลั่น 800 มล. เขย่าให้เข้ากัน แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น จึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในขวดโพลีเอทไธลีน

Mahasarakham University

4. สารละลายโพแทสเซียมแอนติโมนีทาร์เทรต (Potassium Antimony Tartrate, $KsbOC_4H_4O_6.1/2H_2O$) : ละลายโพแทสเซียมแอนติโมนีทาร์เทรต 0.275 กรัม ด้วยน้ำกลั่นในขวดปริมาตรขนาด 100 มล. และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดโพลีเอทไธลีน หรือขวดแก้วไพเร็ก (pyrex) และทิ้งไว้ในตู้เย็น

5. สารละลายกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) 1.75 %: ละลายกรดแอสคอร์บิก 1.75 กรัม ด้วยน้ำกลั่นในขวดปริมาตร 100 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น สารละลายนี้ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

6. สารละลายกรดบอริก (Boric Acid, H_3BO_3) 4.5 % : ละลายกรดบอริก 45 กรัม ในน้ำกลั่นอุ่น 200 มล. แล้วจึงถ่ายใส่ขวดปริมาตร ขนาด 1 ลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

7. สารละลายปรับสี จะต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต 15 มล. (ข้อ 2)

2.5 M H_2SO_4 50 มล. (ข้อ 3)

สารละลายโพแทสเซียมแอนติโมนีทาร์เทรต 5 มล. (ข้อ 4)

สารละลายแอสคอร์บิก 1.75 % 30 มล. (ข้อ 5)

น้ำกลั่น 100 มล.

สารละลายกรดบอริก 4.5 % 200 มล. (ข้อ 6)

โดยผสมสารละลาย ข้อ 2,3,4,5 และน้ำกลั่นให้เข้ากันก่อน จึงเติมสารละลายกรดบอริก ผสมให้เข้ากันดี

8. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 50 ppm : ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 0.2195 กรัม (เกรด AR อบที่ 105 °C)ด้วยน้ำกลั่นและใส่ในขวดปริมาตร 1 ลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเก็บไว้ในขวดโพลีเอทไธลีน และเก็บไว้ในตู้เย็น

9. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 0 – 3 ppm (working standard) : ปิเปตสารละลายมาตรฐาน 50 ppm P ใส่ในขวดปริมาตร ขนาด 100 มล. แต่ละใบ ดังนี้ 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายที่ใช้สกัดดิน (สารละลาย Bray II หรือ สารละลาย Olsen) หรือปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นแทนก็ได้ จะได้สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 ppm P ตามลำดับ

ค. วิธีการทดลอง

1. ชั่งดิน 2 กรัม ใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มล. โดยทำ Blank และตัวอย่างดินอ้างอิง (reference sample) ไปพร้อมกันด้วย

2. ปิเปตสารละลาย Bray II 20 มล. ใส่ลงในดิน และเขย่าด้วยมือนาน 1 นาที

3. กรองทันทีด้วยกระดาษกรอง Whatmanเบอร์ 42

4. ปิเปตสารละลายที่กรองได้ 4 มล. ใส่ในหลอดทดลอง (test tube) ขนาด 30 มล.

Mahasarakham University

5. ปิเปตสารละลายปรับสี 8 มล. เขย่าให้เข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

6. วัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น (wave length) 880 หรือ 882 nm โดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสและ Blank

ง. การคำนวณ

P (ppm หรือmgL^{-1}) = (a – b) * 10 * df

เมื่อ a = ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายตัวอย่าง (ppm หรือ mgL^{-1})

b = ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลาย Blank(ppm หรือ mgL^{-1})

df = dilution factor

การหาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Olsen

ก. อุปกรณ์

1. เครื่อง spectrophotometer
2. กระดาษกรอง Whatman No. 42
3. ขวดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 25 มล. 100 มล. 1 ลิตร และ 2 ลิตร
4. ปิเปตขนาด 5, 10 และ 20 มล.
5. ขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มล.
6. เครื่องเขย่า (Shaker)
7. ขวดโพลีเอทไธลีนขนาดต่างๆ

ข. สารเคมี

1. สารละลาย Olsen (0.5 N $NaHCO_3$pH 8.5) : ละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) 84 กรัมในน้ำกลั่น 1.9 ลิตร ในขวดปริมาตรขนาด 2 ลิตร แล้วปรับ pH เป็น 8.5 $\pm$0.02 โดยการเติม 1 M NaOH ทีละหยด ถ้าสารละลายมี pH > 8.5 ให้ปรับด้วย 0.5 N $NaHCO_3$แล้วปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายนี้ในขวดโพลีเอทไธลีน สารละลายนี้ควรตรวจวัด pH ก่อนนำมาใช้ทุกครั้ง

2. สารละลายพาราไนโตรฟีนอล (p-nitrophenol) 0.25 % : ละลายพาราไนโตรฟีนอล 0.25 กรัม ในน้ำกลั่นในขวดปริมาตร 100 มล. และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายน้ำไว้ในตู้เย็นใช้ได้นานประมาณ 1 เดือน

3. กรดกำมะถัน (H_2SO_4) เข้มข้น 0.5 M : ค่อยๆ รินกรดกำมะถันเข้มข้น 2.5 M (ข้อ 3 วิธีของ Bray II) ลงในน้ำกลั่น 200 มล. ในขวดปริมาตร 250 มล. และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

Mahasarakham University

4. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Bray II ข้อ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และข้อ 9

ค. วิธีการทดลอง

1. ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeryer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร โดยทำ Blank และตัวอย่างดินอ้างอิง (reference sample) ไปพร้อมกันด้วย

2. ปิเปตสารละลาย Olsen 20 มิลลิลิตร ใส่ลงในดิน เขย่าด้วยเครื่องนาน 30 นาที

3. กรองทันทีด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42

4. ถ้าสารละลายที่กรองได้มีสีชาเข้ม ให้เติม activated charcoal 0.05-0.1 กรัม ในสารละลายที่กรองได้ 10 มิลลิลิตร เขย่าใหม่อีกครั้งหนึ่งนาน 30 นาที (แต่ถ้าสารละลายที่ได้เป็นสีขาวอ่อนไม่ต้องใช้ activated charcoal ฟอกสี นอกจากนี้ activated charcoal อาจดูดซึมหรือปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาจึงต้องหาปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ใน activated charcoal ด้วย) กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42

5. ปิเปตสารละลายที่กรองได้ 4 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 25 มิลลิลิตร

6. หยดสารละลายพาราไนโตรฟีนอล 0.25 % 3 หยด

7. ค่อย ๆ หยด 0.5 M H_2SO_4 ลงไปในสารละลายจนกระทั่งสีเหลืองหายไป

8. ปิเปตสารละลายปรับสี 8 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

9. เขย่าสารละลายให้เข้ากันดี แล้วจึงตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

10. วัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น (wave length) 880 หรือ 882 nm โดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสและ Blank

ง. การคำนวณ

P (ppm หรือmgL^{-1}) = (a – b) * 20 * df

เมื่อ a = ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายตัวอย่าง (ppm หรือ mgL^{-1})

b = ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลาย Blank (ppm หรือ mgL^{-1})

df = dilution factor

จ. คำแนะนำ

1. ค่าฟอสฟอรัสที่วัดได้จะแปรผันไปตามอัตราส่วนระหว่างดินกับสารละลายที่ใช้สกัด เวลาที่ใช้เขย่าความเร็วของการเขย่า และความเข้มของสีสารละลายที่ปรับแล้ว (สีน้ำเงิน)

2. ดินที่มีสีดำ น้ำตาลเข้มหรือดินที่มีปริมาณดินเหนียวค่อนข้างสูง จะมีฟอสฟอรัสสูง

3. สารละลายที่กรองได้ถ้าขุ่นให้กรองใหม่อีกครั้งหนึ่ง

4. การเจือจางสารละลายตัวอย่าง ควรเจือจางด้วยน้ำกลั่น หรือสารละลายที่ใช้สกัดก่อน แล้วจึงปิเปตสารละลายที่เจือจางแล้วนั้นไปปรับสี

5. การเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสสามารถใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายที่ใช้สกัดดิน

Mahasarakham University

6. activated charcoal ก่อนนำมาใช้ควรล้างด้วยกรดเกลือ (HCl) 1 M จนกระทั่งไม่มีฟอสฟอรัสเหลืออยู่ จึงล้างกรดเกลือด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้งจนแน่ใจว่าไม่มีกรดเหลือค้างอยู่ โดยหยดซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) ลงในน้ำที่ล้าง charcoal ครั้งสุดท้ายว่าไม่มีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น (ทดสอบปริมาณคลอไรด์)

วิธีวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available Potassium ; avai K)
(กองวิเคราะห์ดิน, 2540)

ก. อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ขวดแก้วก้นแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. กระดาษกรองเบอร์ 5
3. ปิเปต (pipette)
4. บิวเรต (burette) ขนาด 250 มิลลิลิตร
5. หลอดทดสอบ
6. เครื่องชั่ง
7. เครื่องเขย่า
8. เครื่องทำสารละลายจาง (Auto dilution)
9. เครื่อง Flame photometer

ข. สารเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมแอซิเตท (Ammonium acetate solution) 1N pH 7.0
2. สารละลายโพแทสเซียมมาตรฐาน 1,000 ppm
3. สารละลายโพแทสเซียมมาตรฐาน 100 ppm
4. Standard set ของโพแทสเซียม
5. สร้างกราฟมาตรฐานเพื่อใช้ในการปรับเครื่อง (ใช้ Standard 10 ppm K เป็นตัวปรับเครื่อง Flame photometer)

ค. วิธีการทดลอง

1. ชั่งดิน 2.5 กรัม ใส่ลงในขวดแก้วก้นแบน ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เติมสารสกัด (สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท) 25 มิลลิลิตร
3. เขย่า 30 นาที ด้วยเครื่องเขย่า
4. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.50 เซนติเมตร
5. ใช้สารละลายมาตรฐาน (Standard set ของ โพแทสเซียม) 10 ppm เป็นตัวปรับเครื่องที่มีความยาวคลื่น 383 นาโนเมตร

Mahasarakham University

6. สารละลายที่กรองได้ ในข้อ 2 วัดปริมาณโพแทสเซียม (K) โดยเครื่อง Flame photometer ถ้ามีความเข้มข้นมากต้องเจือจางด้วยสารละลายสกัด (สารละลายโพแทสเซียมมาตรฐาน 1,000 ppm)

ง. การคำนวณ

$$\text{วิธีวิธีเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช} = \frac{B \times C \times D}{A} \quad \text{ppm}$$

เมื่อ

A = น้ำหนักของตัวอย่างดิน(กรัม)

B =ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการสกัด (มิลลิลิตร)

C = อัตราส่วนการเจือจาง(Dilution factor)

D = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเมื่อเทียบกับความเข้มข้นมาตรฐาน (ppm)

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก Cation exchange capacity (CEC)

วิธี sodium acetate saturation

ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนหรือ CEC จะรายงานในหน่วยของ milliequivalent per 100 g soil หรือในหน่วยของ SI unit จะรายงานเป็น cmol/kg soil โดยที่ 1 meq/100g = 1 cmol/kg

ดินทรายจะมีค่า CEC ต่ำ ดินเหนียวจะมีค่า CEC สูง ค่า CEC จะบ่งบอกชนิดของแร่ดินเหนียวในดินนั้น โดยดินเหนียวประเภท 2:1 clay จะมีค่า CEC สูง แต่ดินเหนียวประเภท 1:1 clay จะมีค่า CEC ต่ำ นอกจากนี้อินทรียวัตถุเป็นแหล่งที่ทำให้ดินมีด่า CEC สูงได้เช่นกัน

วิธีวิเคราะห์

อุปกรณ์

1. เครื่อง Flame photometer
2. เครื่อง เขย่า
3. เครื่อง centrifuge
4. หลอด centrifuge พลาสติก ขนาด 50 มล.

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมอซิเตต ความเข้มข้น 1 N (สารละลาย A)

ละลาย sodium acetate trihydrate 136 กรัม ด้วยน้ำกลั่นประมาณ 950 มล. ทิ้งไว้ให้ได้อุณหภูมิห้อง แล้วปรับ pH ของสารละลายให้มี pH 8.2 ด้วย acetic acid หรือ sodium hydroxide ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

Mahasarakham University

2. Ethanol (C_2H_5OH) 95%

3. สารละลายแอมโมเนียมอซิเตต ความเข้มข้น 1 N (สารละลาย B)

เติมกรดน้ำส้มเข้มข้น จำนวน 57 มล. ในน้ำกลั่นประมาณ 800 มล. แล้วเติมแอมโมเนียม ไฮดรอกไซด์เข้มข้น 68 มล. ตั้งทิ้งไว้จนถึงอุณหภูมิห้อง ปรับ pH ของสารละลายให้เป็น 7.0 ด้วยกรดน้ำส้ม หรือ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4. สารละลายมาตรฐานโซเดียม สำหรับทำ standard curve (สารละลาย C)

นำเกลือโซเดียมคลอไรด์มาอบให้แห้งในตู้อบ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็นใน desiccator ชั่งมา 2.5418 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายมีความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร

วิธีทำ

ก. นำดินที่ต้องการหาค่า CEC มาผึ่งให้แห้งในร่ม บดร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 (ขนาด 2 มม.) ดูรายละเอียดในการเตรียมตัวอย่างดินขั้นต้น

ข. ชั่งดิน 4 กรัม สำหรับดินเนื้อปานกลางและเนื้อละเอียด ชั่งดิน 6 กรัม สำหรับดินเนื้อหยาบ ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

ค. หาความชื้นของดินที่ใช้ทดลองเพื่อคำนวณหาน้ำหนักดินแห้ง ในการคำนวณค่า CEC โดยชั่งดินประมาณ 4-5 กรัม ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในกระป๋องอบดิน ใช้อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน desiccator นำไปชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณความชื้น

ง. นำดินที่ชั่งมาได้ใส่ในหลอด centrifuge ขนาด 50 มล. เติมสารละลาย A จำนวน 33 มล. ปิดจุก เขย่า 5 นาที ด้วยเครื่องเขย่าไฟฟ้า แล้วเปิดจุกนำไป centrifuge ที่แรงเหวี่ยง RCF=1000 จนกระทั่ง supernatant liquid ใสใช้เวลาประมาณ 5 นาที เทน้ำใสทิ้ง เติมสารละลาย A จำนวน 33 มล. ทำเช่นเดิมนี้ 4 ครั้ง หลังจากเทน้ำใสครั้งสุดท้ายทิ้ง เติม ethanol จำนวน 33 มล. ปิดจุกเขย่า 5 นาที แล้ว centrifuge รินน้ำใสทิ้ง ทำเช่นนี้ 3 ครั้ง จนกระทั่งค่า electrical conductivity ของ supernatant liquid ครั้งสุดท้ายมีค่าต่ำกว่า 40 us/cm.

จ. เติมสารละลาย B จำนวน 33 มล. เขย่า แล้ว centrifuge เก็บ supernatant ในขวด volumetric flask ขนาด 100 มล.แล้วเติมสารละลาย B จำนวน 33 มล. เขย่าแล้ว centrifuge ทำเหมือนเดิมทั้งหมด 3 ครั้ง ปรับปริมาตรของ supernatant ใน volumetric flask ให้ครบ 100 มล.

ฉ. หาปริมาณโซเดียมในสารละลายที่สกัดได้ด้วย เครื่อง Flame photometer

ช. เตรียม standard curve โดยนำสารละลาย C จำนวน 2, 4, 6 และ 8 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 มล. ปรับปริมาตรให้ครบด้วยสารละลาย ammonium acetate จะได้สารละลายมาตรฐานของโซเดียม 20, 40, 60 และ 80 mg/l นำไปวัดด้วย Flame photometer ที่ความยาวคลื่น 767 nm.หรือใช้ filter สำหรับวัดปริมาณ โซเดียม

Mahasarakham University

ซ. นำค่าความเข้มข้นของโซเดียมกับค่า emission จากเครื่อง Flame photometer มาสร้างกราฟมาตรฐาน

ณ นำค่า emission ของตัวอย่างดินมาเทียบกับกราฟมาตรฐาน จะทราบค่าความเข้มข้นของโซเดียมในตัวอย่างดิน นำไปคำนวณหาค่า CEC

การคำนวณ

CEC = (ความเข้มข้นของโซเดียมในสารสกัดจากดิน,mg/l) x 10/ (น้ำหนักดินแห้ง)

EC (Electric Conductivity)

ปริมาณค่าการนำไฟฟ้า

หลักการ

การวัดสภาพการนำไฟฟ้า เป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีปริมาณที่ละลายของปุ๋ยอินทรีย์

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องเขย่า (Shaker)
3. เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)
4. เครื่องแก้วและวัสดุอื่นๆ

วิธีทำ

1. ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 5 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 30 นาที
3. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ใส่ในบิ๊กเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดสภาพการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Conductivity meter ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
4. บันทึกข้อมูล

การวิเคราะห์อินทรียวัตถุของดิน (Organic Matter ; OM)

คาร์บอน (Carbon) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรียวัตถุ ดังนั้นในการหาปริมาณอินทรียวัตถุในดินจึงใช้วิธีวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนโดยการใช้สารเคมีทำให้เกิด oxidation กับคาร์บอนในอินทรียวัตถุในดิน แล้วคำนวนปริมาณคาร์บอนในอินทรียวัตถุจากปริมาณของสารเคมีที่ใช้ไปปฏิกิริยาและเมื่อทราบปริมาณคาร์บอนแล้วสามารถนำมาคำนวนปริมาณอินทรียวัตถุ โดยประมาณ

Mahasarakham University

โดยคูณกับ “Van Bemmelen factor” ซึ่งเท่ากับ 1.724 จากหลักที่ว่า อินทรียวัตถุมีปริมาณคาร์บอน 58% (Allison และ Moodie, 1965) ให้ใช้เป็นตัวคูณ (factor) ที่เปลี่ยนจากอินทรีย์คาร์บอนเป็นอินทรียวัตถุแตกต่างกันในดินบนและดินล่าง กล่าวคือ ดินบนคูณด้วย 1.9 โดยประมาณ (52% C) และดินล่างคูณด้วย 2.5 (40% C) แต่อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนต่ออินทรียวัตถุในดินที่แตกต่างกันและระหว่างชั้นดินในดินเดียวกันไม่แน่นอน ดังนั้นจึงนิยมใช้ตัวคูณ 1.724 ดังกล่าวมากกว่า การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดินนิยมใช้วิธีของ Walkley และ Black ซึ่งมีหลักการดังนี้คือ

1. ใช้ oxidizing agent ($K_2Cr_2O_7$) ที่มากเกินพอทำปฏิกิริยากับ reducing agent ที่มีอยู่ในดินจนหมดซึ่งในที่นี้หมายถึงอินทรีย์คาร์บอน

2. ใช้ reducing agent ($FeSO_4.7H_2O$ หรือ$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$) ทำปฏิกิริยากับ $K_2Cr_2O_7$ที่เหลือ

3. ทำ Bank อีกครั้งหนึ่งโดยไม่รวมดินตัวอย่าง

4. ปริมาณของ $FeSO_4$ที่ทำปฏิกิริยากับ $K_2Cr_2O_7$ใน back จะนำมาคำณวนความเข้มข้นที่แท้จริงของ $FeSO_4$

5. เนื่องจากปริมาณของ easily oxidizable material ที่วิเคราะห์ได้นั้นเป็นเพียงการวัด reducing power ของดินเท่านั้นเองดังนั้นก่อนที่จะเปลี่ยนให้เป็นปริมาณของอินทรียวัตถุก็ต้องผ่านสมมุติฐานหลายข้อคือ

1) ถือว่าไม่มี reducing agent อื่นที่เป็นอนินทรียวัตถุในดินเลยจะมีแต่อินทรีย์คาร์บอนเท่านั้นที่ถูก oxidized ในการทำปฏิกิริยาครั้งนี้

2) ถือว่า equivalent weight ของ carbon ซึ่งถูก oxidized นั้นเท่ากับ 3

$$2H_2Cr_2O_7+3C+6H_2SO_4 \longrightarrow 2Cr(SO_4)_3+3CO_2+8H_2O$$

3) ให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ recovery ของ carbon ในดินเท่ากับ 74-76 % ซึ่งค่านี้ได้มาจากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับวิธี day combustion ซึ่งเราสมมุติว่าเป็นวิธีที่ให้ 100% recovery

4) คำนวนเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุจากค่าที่สมมุติให้อินทรียวัตถุในดินมี carbon 58% (เป็นอินทรียวัตถุที่อยู่ในรูปของ carbohydrate เช่น glucose เป็นต้น)

อุปกรณ์

1. ขวดชมพู่ (Erlemeyer flask) ขนาด 250 มล.
2. Dispenser ขนาด 10 และ 20 มล.
3. กระบอกตวง ขนาด 100 มล.
4. บิวเรตขนาด 50 มล.

Mahasarakham University

5. เครื่องกวน (magnetic stirrer)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N

2. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)

3. สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulfate) 0.5 N

4. สารละลายออร์โทฟีแนนโทรลีนอินดิเคเตอร์

วิธีเตรียมน้ำยาเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 Nละลาย $K_2Cr_2O_7$ (A.R grade อบที่ 105 $^{\circ}$C 24 ชั่วโมง) 49.04 กรัมในน้ำกลั่น แล้วทำสารละลายให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2. สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต(FAS) 0.5 Nละลาย Fe $(NH_4)_2$ $(SO_4)_2$.$6H_2O$ 196.1 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มล. ที่มีกรด H_2SO_4 เข้มข้นอยู่ 20 มล. แล้วทำให้เป็นสารละลาย 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล

3. สารละลายออร์โทฟีแนนโทรลีนอินดิเคเตอร์ละลายเฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4$.$7H_2O$) 0.7 กรัม และออร์โทฟีแนนโทรลีน1.48 กรัมในน้ำกลั่น และทำให้มีปริมาตร 100 มล.

วิธีทำ

1. ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ขวดชมพู่ ขนาด 250 มล. (ปริมาณตัวอย่างดินอาจลดลงได้ตามความเหมาะสมถ้าดินนั้นมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง สังเกตได้จากสีของดิน ถ้าเป็นดินสีดำหรือ สีน้ำตาลเข้ม ต้องชั่งดินให้ลดลง แต่ถ้ากรณีเป็นดินทรายก็ต้องเพิ่มปริมาณดินให้มากขึ้นกว่าเดิม)

2. เติม สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N 10 มล. โดยใช้ Dispenser

3. เติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 มล. โดยใช้ Dispenser พยายามให้กรดไหลลงข้าง ๆ ขวดให้ชะล้างตัวอย่างลงไปอยู่ในขวดให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเกาะติดอยู่ตามข้างขวด เขย่าเบาๆ ให้ตัวอย่างเข้ากันดีเป็นเวลาประมาณ 1 นาที

4. ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง

5. เติมน้ำกลั่น 50 มล. แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

6. หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทฟีแนนโทรลีน5 หยด

7. ไตเตรทด้วยสารละลาย FAS 0.5 N ที่จุด end poitสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

8. ทำ Blank โดยเริ่มทำตั้งแต่ขั้นตอนที่2 ถึง ขั้นตอนที่ 6

Mahasarakham University

วิธีคำนวณ

$$\% \text{ อินทรียคาร์บอน (Organic Carbon, O.C.)} = \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 1000 \times W}$$

$$\% \text{ อินทรียวัตถุ (Organic Matter, O.M.)} = \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 58 \times 1000 \times W}$$

หรือ % OM = % O.C. x 1.724

B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มล.)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มล.)

W = น้ำหนักดินที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ (ในกรณีที่ความเข้มข้นไม่ใช่ 1.0 N) (หน่วย normality)

ค่า C/N Ratio = (% O.C.) / (%TN)

เมื่อ (%TN) = ปริมาณร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดที่ได้จากการทดลอง

การแปลผล

ระดับอินทรียวัตถุ

ระดับ (Rating)	พิสัย (ร้อยละ)
ต่ำมาก	< 0.5
ต่ำ	0.5 – 1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0 – 1.5
ปานกลาง	1.5 – 2.5
ค่อนข้างสูง	2.5 – 3.5
สูง	3.5 – 4.5
สูงมาก	> 4.5

คำแนะนำ

เนื่องจากการเตรียมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N จะเตรียมคราวละมาก ๆ ดังนั้น normality ของสารละลาย จะไม่เท่ากับ 1.0 N จริง ในกรณีเช่นนี้ควรเตรียมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต1.0 N ที่แน่นอน 100 มล. เพื่อเอาไปหาความเข้มข้นของสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ ที่เตรียมไว้มาก ๆ

Mahasarakham University

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก

วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักตามวิธีวิเคราะห์โลหะหนักมาตรฐานด้วยการย่อยและใช้เครื่อง AAS (Atomic AdsoptionSpectophotometer) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การเตรียมตัวอย่างดิน

ก. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องบดดินหรือครกกระเบื้องเคลือบลูกกลิ้งหรือขวด
2. ผ้าพลาสติกขนาดประมาณ 1 เมตร
3. ตะแกรงร่อนเบอร์ 35
4. ถุงพลาสติกแบบปิดได้กล่องกระดาษหรือขวดพลาสติก
5. ฉลากติด

ข. วิธีเตรียมตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์

1. ให้เลขที่ตัวอย่างดินโดยเรียงลาดับตามการส่งตัวอย่างดิน
2. ผึ่งดินโดยเกลี่ยดินให้กระจายทั่วถาดที่รองกระดาษไว้ผึ่งในห้องสะอาดไม่มีฝุ่นคลุ้งหรือปนเปื้อนด้วยปุ๋ยยาฆ่าแมลงเป็นต้น
3. เลือกเศษพืชและเศษกรวดหินออกทิ้งให้หมดเท่าที่จะทำได้
4. เมื่อดินแห้งบดดินด้วยเครื่องบดดินหรือครกกระป๋องเคลือบหรือลูกกลิ้งแล้วร่อนดินที่

บดด้วยตระแกรงร่อน(ทองเหลือง) ขนาด 2 มิลลิเมตรส่วนดินที่ค้างบนตระแกรงก็นำไปบดอีกจนหมดแล้วเก็บไว้ในถุงพลาสติกแบบปิดได้กล่องกระดาษหรือขวดพลาสติกเขียนเลขที่ตัวอย่างดิน แล้วเก็บไว้วิเคราะห์

การย่อยตัวอย่างดิน

ก. สารเคมี

1. กรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร
2. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 70 %
3. Metal 100 ppm

ข. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระดาษกรองเบอร์ 42
2. น้ำ DI
3. ขวดพลาสติก 60 มิลลิลิตร
4. Hot plate
5. ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร

Mahasarakham University

6. กรวยกรอง

ค. วิธีการย่อยตัวอย่างดิน

การศึกษาครั้งนี้ได้ทาการวิเคราะห์ดิน โดยทาตามวิธีมาตรฐาน US EPA test methods. For Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods (SW-846) ต้องทำการย่อยดินก่อนที่จะทำการตรวจวัดปริมาณโลหะหนัก ด้วยเครื่อง AAS โดยการตักดินตัวอย่างที่เตรียมไว้ชั่งดินประมาณ 0.5 มิลลิกรัม จากนั้นนำมาเติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร นำไปย่อยด้วยความร้อนบน hot plate จนละลายเกือบแห้ง จากนั้นเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 5 มิลลิลิตร ย่อยด้วยความร้อนบน hot plate จนเกือบละลายเกือบแห้งอีกครั้ง ทิ้งไว้ให้เย็นจึงเติมน้ำ DI ให้ได้ประมาณ 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 แล้วใส่ขวดพลาสติคขนาด 60 มิลลิลิตร เก็บไว้รอทำการวิเคราะห์

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

ก. สารเคมี

สารเคมีมาตรฐาน(standard solution) แคดเมียม(Cd), สังกะสี(Zn), ทองแดง(Cu) และตะกั่ว(Pb)

ข. เครื่องมือที่ในการวิเคราะห์

เครื่อง Atomic-Adsorption Spectroscopy

ค. วิธีการตรวจวิเคราะห์

เมื่อเปิดเครื่อง AAS แล้ว ทำการสร้างกราฟมาตรฐานของสารเคมีมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน จากนั้นวัดปริมาณของโลหะหนักตัวอย่าง

Mahasarakham University

ภาคผนวก ข
ข้อมูลทั่วไปและการจัดการขยะมูลฝอยของพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมที่ 10

Mahasarakham University

ข้อมูลทั่วไปและการจัดการขยะมูลฝอยของพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมที่ 10

พื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมที่ 10 ประกอบด้วย 5 จังหวัด คือ ขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ชัยภูมิและหนองบัวลำภู รวม 8 เทศบาล คือ เทศบาลนครขอนแก่น เทศบาลตำบลชุมแพ เทศบาลเมืองมหาสารคาม เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ เทศบาลตำบลกมลาไสย เทศบาลเมืองชัยภูมิ เทศบาลตำบลแก้งคร้อและเทศบาลเมืองหนองบัวลำภู ข้อมูลทั่วไปและการจัดการขยะมูลฝอย มีรายละเอียดดังนี้

เทศบาลนครขอนแก่น

เทศบาลนครขอนแก่น ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ 46.00 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 141,258 คน จำนวนครัวเรือน 47,112 ครอบครัว ภายในเขตเทศบาลฯ มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณวันละ 141.26 ตัน สำหรับอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่น มีอัตราเท่ากับ 1.00 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบันกำจัดโดยการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ/หมักทำปุ๋ย/เผาในเตาเผาบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลนครขอนแก่นตั้งอยู่บ้านคาบอนหมู่ 7 ถนนมิตรภาพ ตำบลโนนท่อน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พิกัด UTM 48 Q N 1,835,718 E 266,085 มีเนื้อที่ประมาณ 98 ไร่

เทศบาลตำบลชุมแพ

เทศบาลตำบลชุมแพ ตั้งอยู่ในเขตอำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ 24.55 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 34,065 คน จำนวนครัวเรือน 7,915 ครอบครัว ภายในเขตเทศบาลฯมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้น ประมาณวันละ 17.03 ตัน สำหรับอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลชุมแพ มีอัตราเท่ากับ 0.50 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบันการจัดโดยการฝังกลบอย่าง ถูกสุขลักษณะบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลชุมแพ ตั้งอยู่บ้านหนองไผ่เหนือหมู่ 8 ตำบลวังหินลาด อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น พิกัด UTM 48Q N 1,839,729 E 193,970 มีเนื้อที่ประมาณ 35 ไร่

เทศบาลเมืองมหาสารคาม

เทศบาลเมืองมหาสารคาม ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม มีพื้นที่ 24.14 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 48,294 คน จำนวนครัวเรือน 8,366 ครอบครัว ภายในเขตเทศบาลฯ มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณวันละ 39.60 ตัน สำหรับอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองมหาสารคาม มีอัตราเท่ากับ 0.82 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบันกำจัดโดยการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองมหาสารคาม ตั้งอยู่หมู่ 9 ถนนสารคาม-วาปี ตำบลหนองปลิง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม พิกัด UTM 48Q N 1,779,523 E 317,623 มีเนื้อที่ประมาณ 44 ไร่

Mahasarakham University

เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์

เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ มีพื้นที่ 19.96 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 49,916 คน จำนวนครัวเรือน 12,168 ครอบครัว ภายในเขตเทศบาลฯมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณวันละ 32.94 ตัน สำหรับอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ มีอัตราเท่ากับ 0.66 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบันกำจัดโดยการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ตั้งอยู่บ้านโคกน้ำเลี้ยงถนน ถีนานนท์ ตำบลโพนทอง อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ พิกัด UTM 48Q N 1,822,555 E 347,136 มีเนื้อที่ประมาณ 28 ไร่

เทศบาลตำบลกมลาไสย

เทศบาลตำบลกมลาไสย ตั้งอยู่ในเขตอำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ มีพื้นที่ 15.00 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 10,274 คน จำนวนครัวเรือน 2,448 ครอบครัว ภายในเขตเทศบาลฯ มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณวันละ 7.19 ตัน สำหรับอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลกมลาไสย มีอัตราเท่ากับ 0.70 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบันกำจัดโดยการเทกองบนพื้นแล้วเผา/ฝังในหลุม/ไถกลบ/ทำน้ำปุ๋ยชีวภาพบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลกมลาไสย ตั้งอยู่บ้านบึงไฮหมู่ 4 ตำบลหลักเมือง อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ พิกัด UTM 48Q N 1,803,483 E 349,318 มีเนื้อที่ประมาณ 8.2 ไร่

เทศบาลเมืองชัยภูมิ

เทศบาลเมืองชัยภูมิตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ มีพื้นที่ 30.78 ตารางกิโลเมตรมีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 42,984 คน จำนวนครัวเรือน 10,561 ครอบครัว ภายในเขตเทศบาลฯมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณวันละ 38.26 ตัน สำหรับอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองชัยภูมิมีอัตราเท่ากับ 0.89 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบันกำจัดโดยการเทกองบนพื้นแล้วเผาบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองชัยภูมิ ตั้งอยู่บ้านดินแดงหมู่ 1 ตำบลบ้านเล่า อำเภอเมืองจังหวัดชัยภูมิ พิกัด UTM 48Q N 1,754,767 E 181,817 มีเนื้อที่ประมาณ 40 ไร่

เทศบาลตำบลแก้งคร้อ

เทศบาลตำบลแก้งคร้อ ตั้งอยู่ในเขตอำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิมีพื้นที่ 4.10 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 12,550 คน จำนวนครัวเรือน 2,096 ครอบครัว ภายในเขตเทศบาลฯมีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณวันละ 8.16 ตัน สำหรับอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแก้งคร้อ มีอัตราเท่ากับ 0.65 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน การจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปัจจุบันกำจัดโดยการเทกอง บนพื้นแล้วเผาบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแก้งคร้อ

Mahasarakham University

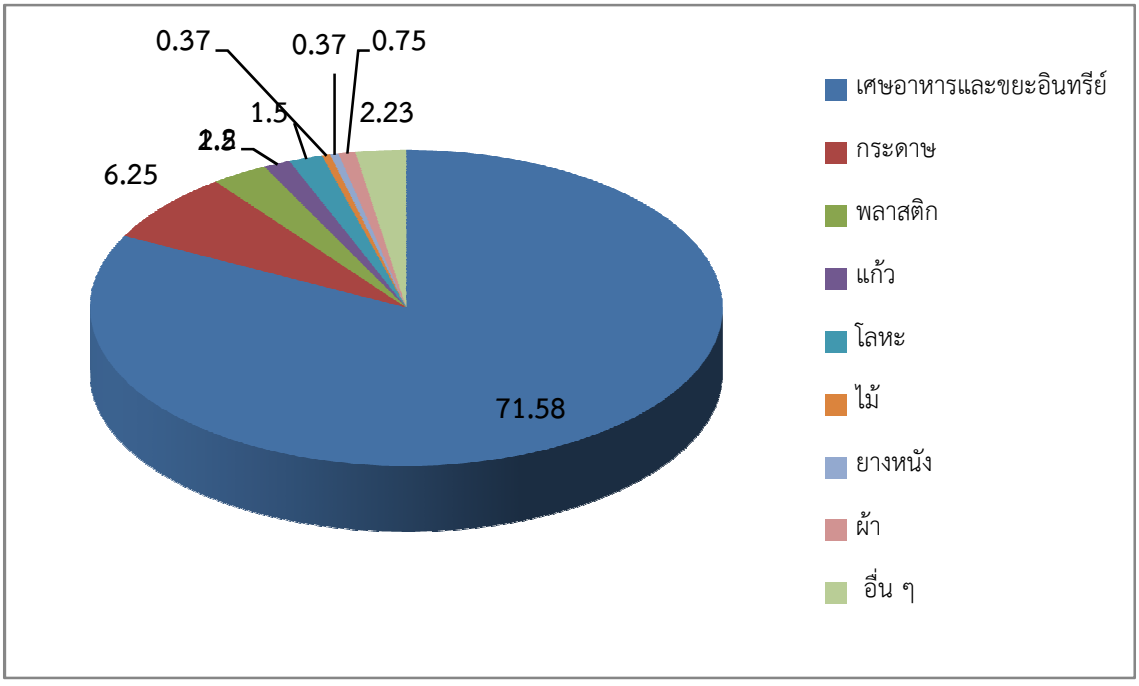
ตั้งอยู่ตำบลแก้งคร้อ อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ พิกัด UTM 48Q N 1,783,395 E 202,449 มีเนื้อที่ประมาณ 43 ไร่

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยในระดับภูมิภาค

การวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะมูลฝอยแยกตามรายภูมิภาคสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยของพื้นที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ปริมาณขององค์ประกอบที่เป็นประเภทเศษอาหารและอินทรีย์สาร มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.58 ประเภทกระดาษ มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 6.25 ประเภทพลาสติก มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 14.46 ประเภทแก้ว มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 2.50 ประเภทโลหะ มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.50 ประเภทไม้ ยาง/หนัง และผ้า มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.370.37 และ 0.75 ตามลำดับ และประเภทอื่นๆ อาทิเช่น ผ้าอ้อมสำเร็จรูป/กระดาษทิชชู/ผ้าอนามัย/ของเสียอันตราย มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 2.23



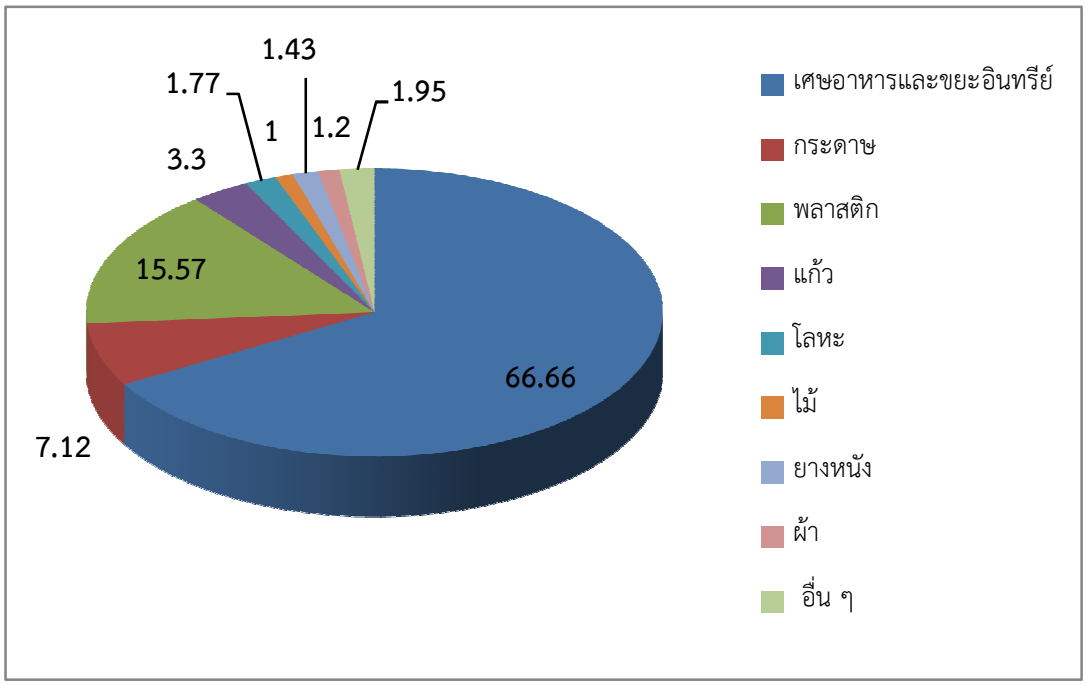
แสดงสัดส่วนของปริมาณองค์ประกอบขยะมูลฝอยในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Mahasarakham University

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยตามขนาดของชุมชน

เทศบาลตำบล

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยในพื้นที่ศึกษาที่เป็นเทศบาลตำบลจำนวน 44 แห่ง ผลการสำรวจพบว่าปริมาณขององค์ประกอบที่เป็นประเภทเศษอาหารและอินทรีย์สารมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 66.66 ประเภทกระดาษมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 7.12 ประเภทพลาสติกมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 15.57 ประเภทแก้วมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 3.30 ประเภทโลหะมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.77 ประเภทไม้ยาง/หนังและผ้ามีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.00 1.43 และ 1.20 ตามลำดับและองค์ประกอบประเภทอื่นๆ อาทิ เช่นผ้าอ้อมสำเร็จรูป/กระดาษทิชชู/ผ้าอนามัย/ของเสียอันตรายมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.95



แสดงสัดส่วนขององค์ประกอบขยะมูลฝอยของพื้นที่ศึกษาที่เป็นเทศบาลตำบล

Mahasarakham University

ภาคผนวก ค
การหาองค์ประกอบขยะมูลฝอย

Mahasarakham University

การหาองค์ประกอบขยะมูลฝอย

วิเคราะห์องค์ประกอบด้วยวิธี Quartering

การแบ่งขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) และเลือกสุ่มเอามา 2 ส่วน ที่อยู่ตรงข้ามกัน

การหาความหนาแน่น (Bulk Density) ของตัวอย่างขยะมูลฝอย

หาองค์ประกอบทางกายภาพ เช่น เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก โลหะ ฯลฯ

การสุ่มตัวอย่างขยะจากรถเก็บขนเพื่อทำการคัดแยกองค์ประกอบ

Mahasarakham University

การทำ Quartering

การหาความหนาแน่น (Bulk Density) ของตัวอย่างขยะมูลฝอย

Mahasarakham University

การหาความหนาแน่น (Bulk Density) ของตัวอย่างขยะมูลฝอย

การการคัดแยกองค์ประกอบประเภทต่างๆ ของตัวอย่างขยะมูลฝอย

Mahasarakham University

ภาคผนวก ง
ผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

Mahasarakham University

ตารางผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ลำดับที่	ตัวอย่างปุ๋ยดิน	ค่า pH					ค่า EC หน่วย ms					% N	ค่า P (mg/l)	ค่า K (mg/kg)	OM %	CEC Cmol.kg-1
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย 3 ซ้ำ	เฉลี่ยแต่ละชุดทดลอง	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย 3 ซ้ำ	เฉลี่ยแต่ละชุดทดลอง					
1	ไส้เดือนขี้ตาแร่+ขยะสด (1:1) ถังที่ 2	7.18	7.17	7.16	7.17	7.35	0.89	0.78	0.85	0.84	0.64	0.13	263.92	2116	2.62	3.15
2	ไส้เดือนขี้ตาแร่+ขยะสด (1:1) ถังที่ 1	7.21	7.4	7.3	7.30		0.49	0.47	0.45	0.47		0.17	259.02	2275	3.03	4.9
3	ไส้เดือนขี้ตาแร่ + ขยะสด (1:1) ถังที่ 3	7.57	7.56	7.58	7.57		0.65	0.60	0.60	0.61		0.10	280.5	1912	3.12	10.7
4	ไส้เดือนAF + ขยะสด (1:1) ถังที่ 3	7.31	7.3	7.3	7.30	7.52	1.31	1.18	1.21	1.23	1.30	0.46	302.235	3963	3.31	11.0
5	ไส้เดือน AF + ขยะสด (1:1) ถังที่ 1	7.82	7.76	7.88	7.82		1.10	1.20	1.19	1.17		0.26	325.855	3590	11.91	16.4
6	ไส้เดือน AF + ขยะสด (1:1) ถังที่ 2	7.47	7.42	7.42	7.44		1.43	1.59	1.48	1.50		0.42	289.925	3007	11.63	16.15
7	ไส้เดือนขี้ตาแร่+ขยะกระดาษถังที่ 3	7.5	7.46	7.48	7.48	7.56	0.83	0.84	0.85	0.84	0.72	0.15	201.36	975	3.19	3.7
8	ไส้เดือนขี้ตาแร่ + ขยะกระดาษ ถังที่ 1	7.48	7.56	7.49	7.51		0.52	0.65	0.59	0.59		0.02	216.18	1017	1.33	4.15
9	ไส้เดือนขี้ตาแร่+ขยะเศษกระดาษถังที่ 2	7.79	7.48	7.8	7.69		0.76	0.71	0.74	0.74		0.15	203.365	1106	2.87	6.8
10	ขยะสดและใบไม้ (1:1) ผสมมูลสัตว์ ถังที่ 1	8.3	8.47	8.37	8.38	8.26	18.43	18.64	18.51	18.53	15.00	0.99	378.62	22448	20.20	25.5
11	ขยะสดและใบไม้ผสมมูลสัตว์ (1:1) ถังที่ 2	8.06	8.1	7.98	8.05		14.06	14.03	14.01	14.03		1.00	414.42	22815	17.31	24.9
12	ขยะสดและใบไม้ผสมมูลสัตว์ (1:1) ถังที่ 3	8.38	8.28	8.39	8.35		12.68	12.37	12.33	12.46		0.99	376.48	20124	13.73	25.65

112

ตารางผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

ลำดับที่	ตัวอย่างปุ๋ยดิน	ค่า pH					ค่า EC หน่วย ms					% N	ค่า P (mg/l)	ค่า K (mg/kg)	OM %	CEC Cmol.kg-1
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย 3 ซ้ำ	เฉลี่ยแต่ละชุดทดลอง	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย 3 ซ้ำ	เฉลี่ยแต่ละชุดทดลอง					
13	ไส้เดือนAF + ขยะเศษกระดาษ ถังที่ 2	7.6	7.63	7.61	7.61	7.67	0.88	0.84	0.86	0.86	0.82	0.22	193.82	1031	2.71	5.7
14	ไส้เดือน AF + ขยะเศษกระดาษ ถังที่ 1	7.61	7.67	7.59	7.62		0.66	0.57	0.61	0.61		0.02	231.635	1201	2.39	5.6
15	ไส้เดือน AF + ขยะเศษกระดาษ ถังที่ 3	7.82	7.71	7.79	7.77		1.04	0.94	1.00	0.99		0.02	190.18	1024	1.34	5.5
16	ขยะกระดาษผสมมูลสัตว์ (2:1) ถังที่ 1	8.51	8.33	8.44	8.43	8.25	8.32	7.93	7.98	8.08	12.43	0.65	243.32	19260	3.20	6.3
17	ขยะกระดาษผสมมูลสัตว์ (2:1) ถังที่ 2	7.72	8.1	7.98	7.93		14.70	17.26	14.99	15.65		0.62	232.64	18285	14.37	3.7
18	ขยะกระดาษผสมมูลสัตว์ (2:1) ถังที่ 3	8.39	8.42	8.4	8.40		13.3	13.92	13.5	13.57		0.67	201.605	10487	13.14	6.3
19	ตัวอย่างขยะอินทรีย์ก่อนเป็นปุ๋ย	8.19	8.1	7.99	8.09	-	9.09	9.8	9.25	9.38	-	0.69	344.95	1555	15.16	5.9
20	ตัวอย่างดินร่วน	7.77	7.63	7.77	7.72	-	0.271	0.263	0.268	0.27	-	0.14	319.95	1011	1.33	4.6
21	ตัวอย่างอาหารขยะจากกระดาษ	8.26	8.52	8.3	8.36	-	1.13	1.37	1.23	1.24	-	0.02	0.475	550	13.22	15.55
22	ตัวอย่างอาหารขยะอินทรีย์	8.06	7.99	8.03	8.03	-	2.22	2.42	2.33	2.32	-	0.57	181.635	5605	16.99	22.3
23	ตัวอย่างขยะกระดาษก่อนเป็นปุ๋ย	8.57	8.56	8.56	8.56	-	5.59	6.04	5.65	5.76	-	0.28	165.93	11107	21.08	15.15

113

ตารางผลวิเคราะห์ pH,EC, TKN, P, K (น้ำหมัก)

ลำดับที่	ตัวอย่างน้ำหมัก	ค่า pH	ค่า EC	TKN	P	K	OM
			Ms	(mg/l)	(mg/l)	(mg/kg)	%
1	ไส้เดือนAF+ขยะกระดาษถังที่ 1	5.26	14.66	274.40	166.35	3356.50	1.60
2	ไส้เดือนAF+ขยะกระดาษถังที่ 2	5.32	14.62	240.80	195.19	1807.75	1.42
3	ไส้เดือนAF+ขยะกระดาษถังที่ 3	5.30	13.71	252.00	180.58	2404.50	1.44
4	ไส้เดือนขี้ตาแร่+ขยะสดและใบไม้ถังที่ 1	4.74	10.56	207.20	309.23	2280.00	1.41
5	ไส้เดือนขี้ตาแร่+ขยะสดและใบไม้ถังที่ 2	4.68	10.95	212.80	289.81	2466.00	1.33
6	ไส้เดือนขี้ตาแร่+ขยะสดและใบไม้ถังที่ 3	4.66	11.00	240.80	280.00	1626.50	1.25
7	ไส้เดือนขี้ตาแร่+ขยะเศษกระดาษถังที่ 1	5.11	12.16	112.00	188.27	4393.00	1.25
8	ไส้เดือนขี้ตาแร่+ขยะเศษกระดาษถังที่ 2	5.21	13.24	134.40	176.92	1759.00	1.41
9	ไส้เดือนขี้ตาแร่+ขยะเศษกระดาษถังที่ 3	5.13	12.94	145.60	188.85	1512.75	1.60
10	ไส้เดือนAF+ขยะสดและใบไม้ถังที่ 1	5.55	13.65	196.00	316.92	2405.75	1.27
11	ไส้เดือนAF+ขยะสดและใบไม้ถังที่ 2	4.98	14.08	268.80	341.35	3124.75	1.29
12	ไส้เดือนAF+ขยะสดและใบไม้ถังที่ 3	4.99	14.44	235.20	348.25	2804.25	1.48
13	EM + กากน้ำตาล	4.80	9.72	78.40			3.23

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นางธันนิดา กงทอง
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 23 เมษายน พ.ศ. 2518
จังหวัด และประเทศที่เกิด	จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2534 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนคณะราษฎร์บำรุง จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2537 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคณะราษฎร์บำรุง จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2539 ประกาศนียบัตรพยาบาลศาสตร์ระดับต้น วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีชัยนาท จังหวัดชัยนาท พ.ศ. 2549 ปริญญาพยาบาลศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จังหวัดนนทบุรี พ.ศ. 2561 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำแหน่ง สถานที่ทำงาน	หัวหน้าฝ่ายบริหารงานสาธารณสุข (นักบริหารงานสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ระดับต้น) เทศบาลตำบลหนองบัวระเหว อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านเลขที่ 606 หมู่ 9 ตำบลหนองบัวระเหว อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ 36250
รางวัลเรียนดี ทุนวิจัย และทุนการศึกษา	ได้รับทุนจากโครงการทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา

Mahasarakham University