การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันสำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน กรณีศึกษาเทศบาลตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์

วิทยานิพนธ์

ของ

ธารทิพย์ จงผสม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม

มิถุนายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันสำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน กรณีศึกษาเทศบาลตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์

วิทยานิพนธ์
ของ
ธารทิพย์ จงผสม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม
มิถุนายน 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

A Study on Appropriate Ratio of Organic Waste and Grease Waste for Soil Improvement Materials: A Case Study in Rong Kham Municipality, Rong Kham District, Kalasin Province

Thantip Jongphasom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Environmental Administration and Management)

June 2022

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวธารทิพย์ จงผสม แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. จิตติมา ประสาระเอ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. สุนันทา เลาวัณย์ศิริ)

.....กรรมการ
(ดร. ชฤพนธ์ เจริญสุข)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ดร เรวดี อนุวัฒนา)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. อดิศักดิ์ สิงห์สีโว)
คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันสำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน กรณีศึกษาเทศบาลตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์
ผู้วิจัย ธารทิพย์ จงผสม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนันทา เลาวัณย์ศิริ
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2565

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดการมูลฝอยและการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลร่องคำ และศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมัน สำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน กรณีศึกษาเทศบาลตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ การศึกษาอัตราส่วนเหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน อัตราส่วนของมูลฝอยอินทรีย์ (อัตราส่วนขยะสดต่อเศษใบไม้แห้งที่ 1:1 โดยน้ำหนัก) ต่อกากไขมัน ที่อัตราส่วนเท่ากับ 0:100, 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20 และ 100:0 ตามลำดับ โดยน้ำหนัก ระยะเวลาในการหมักวัสดุปรับปรุงดิน 90 วัน

ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดการมูลฝอยและการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลร่องคำ พบว่าการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลร่องคำอยู่ในความรับผิดชอบของงานรักษาความสะอาด กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม มีพื้นที่รับผิดชอบทั้งหมด 21.271 ตารางกิโลเมตร มีประชากรทั้งสิ้น 6,089 คน มีรถเก็บขนมูลฝอยทั้งหมด 3 คัน เป็นรถบรรทุกขยะแบบอัดท้าย จำนวน 1 คัน และรถบรรทุกขยะแบบเปิดข้างเทท้าย จำนวน 2 คัน ปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ยวันละ 4,120 กิโลกรัมต่อวัน และอัตราการเกิดมูลฝอยเฉลี่ย 0.68 กิโลกรัม/คน/วัน ความหนาแน่นของมูลฝอยปกติเฉลี่ย 0.15 กิโลกรัม/ลิตร องค์ประกอบของมูลฝอยที่เกิดส่วนใหญ่เป็นพลาสติกและโฟม ร้อยละ 26.612 รองลงมาเป็นผ้า ร้อยละ 16.680 กากไขมันในถังดักไขมัน พบว่าอัตราการผลิตกากไขมัน เท่ากับ 0.0012 กิโลกรัม/คน/วัน

ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันสำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน พบว่าอัตราส่วนวัสดุปรับปรุงดินของขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันทุกอัตราส่วน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.8 - 11.3 และมีค่าการค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 10.45 - 13.03 เดซิซีเมน/เมตร ไนโตรเจนทั้งหมดมากที่สุด คืออัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันที่ 20:80 มีค่าร้อยละ

ไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.00051 รองลงมาคืออัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 40:60 มีค่าร้อยละไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.00045 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดิน พบว่าที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 60:40 มีค่าร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด เท่ากับ 0.03394 รองลงมาคืออัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 100:0 มีค่าร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 0.03056 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด ที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 0:100, 60:40 และ 80:20 มีค่าร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 0.02059, 0.01975 และ 0.01804 ตามลำดับ อินทรีย์วัตถุสูงสุดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 40:60 มีค่าร้อยละอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 2.1388 รองลงมาคือที่อัตราส่วน 60:40 มีค่าร้อยละอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 1.9777 อินทรีย์คาร์บอนของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน มีค่าอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด ที่อัตราส่วน 40:60 มีค่าร้อยละอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 1.2406 รองลงมา คือที่อัตราส่วนอินทรีย์ต่อกากไขมัน 60:40 มีค่าร้อยละอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 1.1472

โดยงานวิจัยนี้ศึกษาการผลิตวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันเกือบทุกอัตราส่วนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2548) แต่ผลการทดลองธาตุอาหารหลักของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันก็สามารถเป็นวัสดุปรับปรุงดินได้ เพื่อเป็นการลดใช้สารเคมีในการทำเกษตรและเป็นการส่งเสริมให้ชุมชนในเขตเทศบาลตำบลร่องคำได้ผลิตวัสดุปรับปรุงดินใช้ในชีวิตประจำวันได้ในอนาคต

คำสำคัญ : กากไขมัน, ขยะอินทรีย์, เทศบาลตำบลร่องคำ, วัสดุปรับปรุงดิน, อัตราส่วนที่เหมาะสม

TITLE A Study on Appropriate Ratio of Organic Waste and Grease Waste for Soil Improvement Materials: A Case Study in Rong Kham Municipality, Rong Kham District, Kalasin Province

AUTHOR Thantip Jongphasom

ADVISORS Assistant Professor Sunantha Laowansiri , Ph.D.

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

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2022

ABSTRACT

This research has an objective to study the current conditions of solid waste and wastewater management of Rong Kham municipality, and study the appropriate ratios of organic waste and grease waste to produce soil improvement materials, a case study in Rong Kham municipality, Rong Kham district, Kalasin province. The study on appropriate ratio of organic waste and grease waste for soil improvement materials. The ratios studied consisted of organic waste (fresh garbage to dry leaf debris at 1:1 by weight) to grease waste were 0:100, 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20, and 100:0 respectively, by weight fermented in 90 days.

The result of this research was found that the solid waste and wastewater management was under the responsibility of Cleaning Unit under Public Health and Environment Division, with an area in responsibility 21.271 kilometer squares, total residents 6,086 heads, 3 waste trucks, one being a rear-compression whereas the two being open-side. The daily volume of the solid waste incurred in an average 4,120 kilograms/day, and average solid waste rate at 0.68 kilogram/person/day. The average bulk density of the solid waste was 0.15 kilogram/liter, most elements composing

plastic and foam accounting 26.612%, followed by fabric 16.680%, grease waste in grease traps indicating grease waste rate incurred 0.0012 kg/person/day.

The result of the appropriate ratio of organic waste to grease waste for producing soil improvement materials was found every ratio studied gaining pH values ranging 5.8-11.3, electrical conductivity values 10.45-13.03 dS/m, the highest total nitrogen incurred in the ratio of organic waste to grease waste was 20:80 accounting 0.00051%, followed by the ratio of organic waste to grease waste was 40:60 accounting 0.00045%. The available phosphorus for soil improvement materials found that the ratio of organic waste to grease waste was 60:40 as highest available phosphorus accounting 0.03394% followed by the ratio of organic waste to grease waste was 100:0 accounting 0.03056%. The highest available potassium incurred in the ratio of organic waste to grease waste were 0:100, 60:40 and 80:20 accounting 0.02059%, 0.01975% and 0.01804%, respectively. The highest organic matter incurred in the ratio of organic waste to grease waste was 40:60 accounting 2.1388% followed by the ratio of organic waste to grease waste was 60:40 accounting 1.9777%. The organic carbon of soil improvement materials found that the ratio of organic waste to grease waste was 40:60 as highest organic carbon accounting 1.2406% followed by the ratio of organic waste to grease waste was 60:40 accounting 1.1472%.

This research studied soil improvement materials at the ratios of organic waste to grease waste with every ratio below the organic fertilizer standard of Department of Agriculture (2005), but the experiment yielded macronutrients in the soil improvement material at these ratios enough be used as soil improvement material, as to help decrease chemicals use in agriculture and also encourage communities in Rong Kam municipality to produce soil improvement material from the waste and utilize it in daily life in the future

Keyword : grease waste, organic waste, Rong Kham municipality, soil improvement materials, appropriate ratios

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาและช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา เลาวัณย์ศิริ ผู้วิจัยวิทยานิพนธ์ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่ง ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะที่ถูกต้อง อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิทยานิพนธ์

กราบขอบพระคุณ ดร.พลูสวัสดิ์ นาทองคำ นายกเทศมนตรีตำบลร่องคำ เป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่เพื่อการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พร้อมด้วยญาติพี่น้องทุกคน ที่ส่งเสริมและให้กำลังใจ อันเป็นแรงสนับสนุนให้เกิดความพยายามในการศึกษาวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ของการศึกษาวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ผู้มีพระคุณ ตลอดจนบูรพาจารย์ และผู้มีอุปการคุณทุกท่าน

ธารทิพย์ จงผสม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพประกอบ ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 หลักการและเหตุผล 1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 ความมุ่งหมายของการวิจัย 3
บทที่ 2 ปริทัศน์เอกสารข้อมูล 4
2.1 แนวคิดและทฤษฎีการจัดการขยะมูลฝอย 4
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไขมัน 12
2.3 สภาพทั่วไปของเทศบาลตำบลร่องคำ 15
2.4 ปุ๋ยและประเภทของปุ๋ย 16
2.5 ธาตุอาหารของพืช 21
2.6 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตร 29
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 33

3.1 การศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดการมูลฝอยและการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลร่องคำ 33
3.2 ศึกษาอัตราส่วนเหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน 34
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 36
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปราย 37
4.1 สภาพปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยและการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลร่องคำ 37
4.2 ศึกษาอัตราส่วนเหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน 41
4.3 ผลการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลายเป็นวัสดุปรับปรุงดิน 52
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 56
5.1 สรุปผลการวิจัย 56
5.2 ข้อเสนอแนะ 58
บรรณานุกรม 59
ภาคผนวก 62
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารวัสดุปรับปรุงดิน 63
ภาคผนวก ข ภาพการวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ 71
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนที่เหมาะสมของกากไขมันและขยะอินทรีย์ สำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน 73
ประวัติผู้เขียน 77

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงผลข้อดีและข้อเสียการนำขยะไปหมักทำปุ๋ย 8

ตาราง 2 แสดงผลข้อดีและข้อเสียการนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง 9

ตาราง 3 แสดงผลข้อดีและข้อเสียการฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยหรือถูกหลักสุขาภิบาล 10

ตาราง 4 แสดงผลข้อดีและข้อเสียการนำขยะไปทิ้งทะเล 10

ตาราง 5 แสดงระดับอินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724) 21

ตาราง 6 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ 23

ตาราง 7 แสดงการประเมินฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์และผลกระทบที่มีต่อพืช 25

ตาราง 8 ระดับโพแทสเซียมในดิน (K) 27

ตาราง 9 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรด-ด่างของดิน 27

ตาราง 10 ค่าการนำไฟฟ้าและระดับความเค็มของดิน 29

ตาราง 11 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตร 29

ตาราง 12 วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุปรับปรุงดิน และคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ 36

ตาราง 13 แสดงน้ำหนักขยะมูลฝอย ปริมาตรขยะมูลฝอย ความหนาแน่นปกติ และปริมาณขยะ เฉลี่ย 7 วัน ของขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลร่องคำ 37

ตาราง 14 องค์ประกอบขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลร่องคำ 38

ตาราง 15 แสดงการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำ 39

ตาราง 16 ระยะเวลาในการย่อยสลายเป็นวัสดุปรับปรุงดิน 52

ตาราง 17 แสดงสถิติของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่าง ๆ 54

ตาราง 18 ค่าความเป็นกรด-ด่าง 73

ตาราง 19 ค่าการนำไฟฟ้า 73

ตาราง 20 ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (มิลลิกรัม/ กิโลกรัม) 74

ตาราง 21 ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (มิลลิกรัม/ กิโลกรัม) 74

ตาราง 22 ค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (มิลลิกรัม/ กิโลกรัม)..... 75

ตาราง 23 ค่าอินทรีย์วัตถุ..... 75

ตาราง 24 ค่าอินทรีย์คาร์บอน..... 76

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 1 ลักษณะสมบัติทางเคมีของน้ำมันและไขมัน 13
ภาพประกอบ 2 แบบถังดักไขมัน ขนาด 1 ครัวเรือน 14
ภาพประกอบ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 42
ภาพประกอบ 4 ไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 43
ภาพประกอบ 5 ไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 44
ภาพประกอบ 6 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 45
ภาพประกอบ 7 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 46
ภาพประกอบ 8 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 47
ภาพประกอบ 9 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อ 48
ภาพประกอบ 10 อินทรีย์วัตถุของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 49
ภาพประกอบ 11 อินทรีย์คาร์บอนของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 50
ภาพประกอบ 12 ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน..... 51
ภาพประกอบ 13 การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ..... 71
ภาพประกอบ 14 การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด 71
ภาพประกอบ 15 เครื่องมือวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด 72

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

มูลฝอยเป็นหนึ่งปัญหาสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อมของชุมชนและระดับประเทศ ซึ่งปัจจุบันนี้ประเทศไทยกำลังอยู่ในวิกฤตสภาพปัญหามูลฝอยล้นเมือง รวมทั้งปัญหาด้านการจัดการมูลฝอยมาเป็นเวลานาน และแนวโน้มของปัญหาที่สะสมเพิ่มมากขึ้นทุกๆ ปี เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายพื้นที่อยู่ของชุมชน รวมทั้งการเจริญเติบโตของทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งในปี 2558 มีขยะเกิดขึ้นกว่า 26.85 ล้านตันต่อปี หรือประมาณ 73560 ตันต่อวัน ในแต่ละปีท้องถิ่นมีค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะสูงถึง 13000 ล้านบาท ในขณะที่เก็บค่าขยะได้เพียงปีละ 2300 ล้านบาท ซึ่งต้นทุนที่แท้จริง ค่าเก็บขนขยะมูลฝอย 1 บาท และค่ากำจัด 50 สตางค์/ขยะ 1 กิโลกรัม ซึ่งท้องถิ่นรับภาระส่วนเกินจำนวนสูงมากทำให้ท้องถิ่นไม่สามารถจัดการขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ไม่มีเงินพัฒนาชุมชนและจัดหาสิ่งจำเป็น เช่น ถนน โรงพยาบาล ประปา และแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร เป็นต้น ให้แก่ประชาชน (กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น, 2560)

ปัจจุบันการบริหารจัดการมูลฝอยเป็นวาระแห่งชาติที่ทุกหน่วยงานต้องมีส่วนร่วมกันผลักดันการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ของตนรับผิดชอบ เพื่อให้เกิดการดำเนินการจัดการปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีบทบาทหน้าที่จัดการมูลฝอยโดยตรงตามพระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ทั้งนี้ต้องมีการบริหารจัดการมูลฝอยทั้งต้นทาง กลางทาง ปลายทาง ซึ่งหากมีการบริหารจัดการมูลฝอยไม่ถูกสุขลักษณะ ก็ส่งผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อมรวมทั้งปัญหาด้านสุขภาพด้วย

จากเหตุผลและความสำคัญข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยซึ่งปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อมมีความสนใจที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับการลดปริมาณขยะตั้งแต่ต้นทาง มีการนำขยะมูลฝอยชุมชนกลับมาใช้ใหม่ใช้ซ้ำ และให้เกิดประโยชน์สูงสุดในเขตเทศบาลตำบลร่องคำ และสืบเนื่องด้วยจังหวัดกาฬสินธุ์ได้ให้ความสำคัญในเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยและการจัดตั้งกองทุนธนาคารขยะรีไซเคิล และการจัดการขยะที่ต้นทาง เพื่อสร้างจิตสำนึกให้เกิดความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัดซึ่งในแต่ละปีได้เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของจำนวนประชากรของจังหวัด ถึงแม้ที่ผ่านมาทางจังหวัดมีการจัดการขยะมูลฝอยอยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นในชุมชน สถาบันการศึกษา หรือแม้กระทั่งในครัวเรือน แต่เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและขับเคลื่อนเป็นพื้นที่ต้นแบบการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนให้ครอบคลุมทุกอำเภอทุกตำบลและทุกหมู่บ้านมากยิ่งขึ้น ทางจังหวัดจึงมุ่งเน้นการส่งเสริมและให้ความรู้กับประชาชนในการจัดการขยะตั้งแต่ต้นทางจึง

ได้ร่วมกับเครือข่ายการพื้นที่ต้นแบบการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน ทางเทศบาลตำบลร่องคำจึงได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คือ ถังดักไขมัน จำนวน 400 ถัง และวงปูนซีเมนต์ จำนวน 100 บ่อ เพื่อให้ชุมชนนำไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือนและมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการขยะที่ต้นทาง เช่น การทำปุ๋ยหมักวงปูนซีเมนต์และให้มีการติดตั้งถังดักไขมันในครัวเรือน เพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชนในเบื้องต้น ซึ่งผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำขยะมูลฝอยอินทรีย์และกากไขมันจากถังดักไขมันแต่ละครัวเรือนที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลตำบลร่องคำนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่อีกครั้ง โดยนำมาทดลองวิจัยเพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาการนำขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำกลับมาใช้ประโยชน์โดยการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน

1.2.2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนเหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน

1.2.3 เพื่อประเมินธาตุอาหารหลักของวัสดุปรับปรุงดินที่ผลิตจากขยะอินทรีย์และกากไขมัน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 พื้นที่ทำการศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ คือ เทศบาลตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์

1.3.2 ศึกษาอัตราส่วนของมูลฝอยอินทรีย์ (ขยะสด และเศษใบไม้แห้ง อัตราส่วนเท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก) ในอัตราส่วนมูลฝอยอินทรีย์ (ขยะสดและเศษใบไม้แห้ง) และกากไขมัน ในอัตราส่วนเท่ากับ 0:100, 100:0, 50:50, 20:80, 80:20, 40:60, 60:40 ตามลำดับ โดยน้ำหนัก

1.3.3 การศึกษาการนำมูลฝอยอินทรีย์และกากไขมันของเทศบาลตำบลร่องคำ ในการกลับมาใช้ประโยชน์โดยการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน โดยศึกษาองค์ประกอบของมูลฝอยรวมของเทศบาลและคัดแยกเฉพาะมูลฝอยอินทรีย์เพื่อทำการหมักด้วยวิธีการหมักในท่อวงปูนซีเมนต์ และวิเคราะห์คุณสมบัติของขยะอินทรีย์ เกี่ยวกับคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ในด้านอุณหภูมิ ความเป็นกรด–ด่าง (pH), ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM), ปริมาณไนโตรเจน (Total N), ปริมาณฟอสฟอรัส (Available P), ปริมาณโพแทสเซียม (Available K), ค่าการนำไฟฟ้า (EC), และเปรียบเทียบคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์กับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

1.3.4 ระยะเวลาในการศึกษาทดลอง 90 วัน

1.4 ความมุ่งหมายของการวิจัย

1.4.1 ประชาชนในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลร่องคำได้มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการขยะที่ต้นทาง และการบำบัดน้ำเสียชุมชนเบื้องต้น

1.4.2 ลดปริมาณขยะตั้งแต่ต้นทาง มีการนำยะกลับมาใช้ใหม่ใช้ซ้ำ

1.4.3 ประชาชนสามารถลดต้นทุนในการทำเกษตรกรรมและเพิ่มรายได้ครัวเรือนจากการขายวัสดุปรับปรุงดิน

1.4.4 ได้แนวทางในการลดปริมาณขยะอินทรีย์ของเทศบาลตำบลร่องคำ โดยการผลิตเป็นวัสดุปรับปรุงดินโดยใช้ขยะอินทรีย์กับกากไขมัน ซึ่งทำให้เทศบาลร่องคำลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยได้

1.4.5 จัดการขยะและน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพและพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน

บทที่ 2
ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากของมูลฝอยอินทรีย์ในหัวข้อต่อไปนี้

1. ขยะมูลฝอยชุมชน
2. กากไขมันและบ่อดักไขมัน
3. สภาพทั่วไปของเทศบาลตำบลร่องคำ
4. ปุ๋ยและประเภทของปุ๋ย
5. ธาตุอาหารของพืช
6. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

2.1 แนวคิดและทฤษฎีการจัดการขยะมูลฝอย

2.1.1 นิยามและความหมายของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอย หมายถึง เศษวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต และการใช้สอยสิ่งของของมนุษย์ ขยะอาจมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามแหล่งที่ก่อให้เกิดมูลฝอยนั้น ๆ เช่น ขยะมูลฝอยจากบ้านเรือน มีลักษณะเป็นเศษอาหารที่เหลือจากการหุงต้ม เศษผ้า เศษของที่ไม่ใช้แล้วในการใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เป็นต้น ขยะมูลฝอยจากตลาดสด ซึ่งก็จะเป็นพวกเศษอาหารสด ผัก ผลไม้ เป็นต้น ขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตร ขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมซึ่งบางชนิดเป็นของเสียอันตราย เช่น ของเสียที่เป็นพิษมีฤทธิ์กัดกร่อน ทำปฏิกิริยาและเป็นพวกภาชนะบรรจุสารพิษอันตราย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีมูลฝอยอีกประเภทหนึ่ง คือ มูลฝอยที่ถูกทิ้งไว้ตามตรอกซอย ถนนหนทาง แม่น้ำ ลำคลอง และตามพื้นที่สาธารณะต่างๆ เช่น ใบไม้ เศษกระดาษ ถุงพลาสติก ดิน หิน กรวด ทราย ซึ่งขยะพวกนี้ก่อให้เกิดอันตรายน้อยกว่าประเภทอื่น (สุกาญจน์, 2546:152)

2.1.2 ปริมาณของมูลฝอย (Quantity of Refuse)

ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชนแต่ละแห่งนอกจากจะมีปริมาณที่แตกต่างกันแล้ว ลักษณะของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นแต่ละพื้นที่ก็ยังมีความแตกต่างกันอีกด้วย องค์ประกอบที่สำคัญซึ่งมีผลกระทบต่อปริมาณขยะและคุณภาพของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากชุมชน ดังนี้

2.1.2.1 ลักษณะที่ตั้งของท้องถิ่น (Geographical Location)

ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ หมายถึง สถานที่ของแต่ละพื้นที่ ถ้าเป็นสถานที่แตกต่างกันก็จะทำให้เกิดขยะมูลฝอยชุมชนได้ไม่เหมือนกัน เช่น พื้นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การปลูกข้าว องค์ประกอบขยะมูลฝอยอาจเป็นพวกเศษหญ้า หรือฝางข้าว มีปริมาณมากกว่าอย่างอื่น

2.1.2.2 ฤดูกาล (Season)

ฤดูกาล มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนได้เป็นอย่างมาก เช่น ฤดูที่มีผลไม้ ปริมาณขยะมูลฝอยจำนวนเปลือกผลไม้จะมาก เพราะเหลือจากการบริโภคของประชาชน

2.1.2.3 อุปนิสัยของประชาชนในชุมชน (Habit of People in Community)

อุปนิสัยของประชาชนในชุมชนมีส่วนให้ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นแต่ละพื้นที่มีจำนวนของขยะมูลฝอยมากน้อยแตกต่างกัน หากประชาชนมีพฤติกรรมที่ดีในการทิ้งเศษวัสดุ อุปกรณ์เหลือใช้หรือมีการนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ก่อนทิ้งก็จะทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชนน้อยลงได้

2.1.2.4 ความหนาแน่นประชากร (Population Density)

ความหนาแน่นของชุมชนบริเวณที่มีผู้อาศัยหนาแน่นปริมาณขยะมูลฝอยก็จะมากกว่าบริเวณที่มีผู้อาศัยน้อย ซึ่งในปัจจุบันนิยมสร้างแฟลต ทาวเฮาส์ คอนโดมิเนียม บริเวณนั้นมีผู้อาศัยหลายครอบครัว ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นก็จะมากตามประชากร ทั้งด้านปริมาณและประเภทขยะด้วย

2.1.2.5 สภาวะเศรษฐกิจ (Economic Status)

สภาวะทางเศรษฐกิจ ชุมชนที่มีฐานะเศรษฐกิจดี ย่อมมีกำลังในการซื้อสินค้าสูงกว่าชุมชนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจตกต่ำ จึงมีขยะมูลฝอยมากตามไปด้วย เนื่องจากสินค้าส่วนมากเป็นสินค้าบรรจุสำเร็จรูปมาก

2.1.2.6 บริการการเก็บรวบรวมและการกำจัด (Collection Services and Disposal Methods)

ชุมชนสามารถจัดบริการเก็บขยะมูลฝอยได้ดีมีประสิทธิภาพก็จะทำให้การเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยได้มาก ทำให้ขยะมูลฝอยตกค้างน้อย และถ้ามีการจัดการขยะมูลฝอยได้เหมาะสมก็จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง

2.1.2.7 กฎหมายข้อบังคับและความร่วมมือของประชาชน (Law and People Participation)

การบังคับใช้กฎหมายและความร่วมมือประชาชน มีส่วนทำให้ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นลดลง

2.1.3 ผลกระทบจาการจัดการขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยที่เกิดจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ทั้งชุมชน อุตสาหกรรม เกษตรกรรม หากไม่มีการจัดการที่ดีย่อมก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และผลกระทบต่อทางด้านทรัพยากรต่าง ๆ รวมทั้งคุณภาพชีวิตของมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และจากการศึกษาผลกระทบการจัดการขยะมูลฝอย มีดังนี้

2.1.3.1 ผลกระทบต่อทรัพยากรดิน

การทิ้งขยะมูลฝอยโดยการกองบนพื้นดิน หรือขุดหลุมฝังกลบบางชนิดที่ย่อยสลายยาก ทำให้ดินเสื่อมคุณภาพไม่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร

2.1.3.2 ผลกระทบต่ออากาศ

ผลกำจัดขยะมูลฝอยโดยการเผาขยะกลางแจ้งหรือเตาเผาที่ไม่ได้มาตรฐาน จะทำให้เกิดควันซึ่งทำให้ทัศนวิสัยไม่ดี เป็นอันตรายต่อการขับขี่ยวดยานพาหนะ และอากาศเป็นพิษส่งผลต่ออุณหภูมิของโลกร้อนขึ้นด้วย

2.1.3.3 ผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ

การทิ้งขยะมูลฝอยลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง จะทำให้น้ำสกปรก ไม่สามรถนำน้ำมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้ ตลอดจนส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น สำหรับผลกระทบทางอ้อมเกิดจากการทิ้งขยะมูลฝอยใกล้แหล่งน้ำ เมื่อฝนตกลงมาทำให้มีการชะล้างหน้าดินบริเวณที่ทิ้งขยะไหลลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ผิวดินและน้ำใต้ดินเกิดการปนเปื้อน

2.1.3.4 ผลกระทบสุขภาพอนามัย

การกองขยะมูลฝอยไว้บนพื้นดินนาน ๆ จะส่งกลิ่นเหม็น และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์ ซึ่งเป็นพาหนะนำโรค เช่น แมลงวัน แมลงสาป หนู เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบาดและการแพร่ระบาดของเชื้อโรค

2.1.3.5 ผลกระทบต่อทัศนียภาพ

การเก็บรวบรวม การขนส่ง และการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ดีพอ จะทำให้เกิดทัศนียภาพที่ไม่น่าดูในชุมชน โดยเฉพาะบริเวณแหล่งรวบรวมขยะมูลฝอย ซึ่งส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวและเศรษฐกิจของประเทศ

2.1.3.6 ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกิดมาจากขยะมูลฝอย เช่น น้ำเสีย กลิ่นเหม็น โรคระบาดต้องอาศัยเทคโนโลยีในการกำจัด และบำบัดมลพิษ รัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดมากขึ้นด้วย

2.1.4 หลักการจัดการขยะมูลฝอย

วิธีการกำจัดขยะมูลฝอย (Method of Refuse Disposal) มีหลายวิธีด้วยกัน เป็นวิธีที่ถูกสุขลักษณะและไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น นำไปกองไว้บนพื้นดิน นำไปทิ้งทะเล นำไปฝังกลบ ใช้ปรับปรุงพื้นที่ เผา หมักทำปุ๋ย ใช้เลี้ยงสัตว์ เป็นต้น การจัดการและการกำจัดขยะแต่ละวิธีต่างมีข้อดีข้อเสียต่างกัน การพิจารณาว่าจะเลือกใช้วิธีใดต้องอาศัยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ ปริมาณของขยะที่เกิดขึ้น งบประมาณ ลักษณะของขยะมูลฝอย ขนาดของมูลฝอย สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ที่จะใช้กำจัดขยะมูลฝอย เครื่องมือเครื่องใช้ อาคารสถานที่ ประโยชน์ที่ควรจะได้รับ คุณสมบัติของขยะ เช่น ปริมาณของอินทรีย์ อนินทรีย์สาร การปนเปื้อนของสารเคมีที่มีพิษและเชื้อโรครวมถึงของแข็งชนิดต่างๆ

ขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนเมืองมีแหล่งที่มาจากอาคาร บ้านเรือน บริษัท ห้างร้าน โรงงาน อุตสาหกรรม โรงพยาบาล ตลาด และสถานที่ราชการ ขยะที่ทิ้งในแต่ละวันจะประกอบด้วย เศษอาหาร กระดาษ เศษแก้ว เศษไม้ พลาสติก เศษดิน เศษหิน ขี้เถ้า เศษผ้า และใบไม้ กิ่งไม้ โดยมีปริมาณของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

2.1.4.1 การกำจัดขยะมูลฝอยที่ถูกสุขลักษณะ

1. ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบเสียหายต่อการดำรงชีวิตและวิถีชีวิตที่ดีงามตลอดจนองค์ประกอบของสังคมด้านใด ๆ

2. ไม่ก่อให้เกิดแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์หรือแมลงที่เป็นพาหะนำโรค เช่น แมลงวัน แมลงสาบ หนู ยุง สัตว์พิษ ที่กัดต่อยมนุษย์ สัตว์เลี้ยง เช่น ตะขาบ งู

3. ไม่ก่อให้เกิดเหตุเดือดร้อน รำคาญ ขัดประโยชน์ ต่อประชาชนในอาณาบริเวณใกล้เคียงกัน อันเนื่องมาจากฝุ่นละออง เสียงดัง กลิ่นเหม็น เศษขยะปลิวกระจายเกะกะ เป็นต้น

4. ไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ มลพิษทางดิน มลพิษทางทัศนียภาพ

2.1.4.2 วิธีการจัดการและกำจัดขยะมูลฝอย

1. การนำขยะไปหมักทำปุ๋ย

แยกขยะอันตราย ขยะติดเชื้อออกไปกำจัดเป็นพิเศษเสียก่อน ส่วนขยะพวกสารอินทรีย์ย่อยสลายได้ง่าย พวกผักผลไม้ไม่ต้องการเมื่อปล่อยทิ้งไว้จะเกิดการเน่าเปื่อย สามารถนำขยะที่ผ่านการย่อยสลายนั้นมาใส่ปรับปรุงคุณภาพดินได้ นำขยะไปทำเป็นปุ๋ยสำหรับใช้บำรุงดินเพื่อการเกษตรการย่อยสลายตามกระบวนการธรรมชาติ (Composting) เป็นการนำขยะประเภทอินทรียวัตถุไปรวมกันไว้ แล้วปล่อยให้ขยะถูกย่อยสลายไปเองตามธรรมชาติหรือโดยวิธีช่วยกระตุ้นให้ขยะถูกย่อยสลายเร็วขึ้น การกำจัดขยะโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป การกำจัดขยะโดยวิธีนี้จะมีปัญหาอยู่ที่การแยกขยะประเภทอินทรียวัตถุออกมาจากขยะประเภทอื่น ๆ บริเวณที่รวมขยะอาจไม่อยู่

ห่างไกลจากชุมชนและขยะที่นำมากองรวมไว้ในปริมาณมากจะส่งกลิ่นเหม็น ทำให้แหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงเน่าเสีย เกิดทัศนียภาพที่ไม่น่าดูและจำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดขยะเป็นบริเวณกว้าง ขยะประเภทอินทรีย์สารที่สามารถย่อยสลายได้ที่นำไปรวมกันไว้ จะอาศัยกระบวนการทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ให้กลายเป็นแร่ธาตุที่ค่อนข้างคงรูปที่เรียกว่า “ ปุ๋ย ” มีสีเทาหรือน้ำตาลเข้มเกือบดำ ไม่มีกลิ่น กากที่เหลือจากการย่อยสลายจะมีลักษณะคล้ายดินร่วน มีความร่วนซุยสูง มีประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำได้ดี ดูดซึมน้ำได้ดี แลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้ากับผิวดินได้ดีเท่ากับดินเหนียว จึงเหมาะที่จะนำปุ๋ยนี้ไปใช้ในการปรับสภาพดิน แม้ดินทรายเมื่อนำปุ๋ยนี้ไปใส่จะทำให้อุ้มน้ำได้ดีขึ้นหรือใช้กับดินเหนียวจะทำให้ดินร่วนซุยขึ้น และยังสามารถนำไปเป็นอาหารของพืชเพื่อบำรุงต้นไม้ได้ดี มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ไม่ทำให้ดินเป็นกรดหรือด่าง ข้อดีและข้อเสียการนำขยะไปหมักทำปุ๋ย ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงผลข้อดีและข้อเสียการนำขยะไปหมักทำปุ๋ย

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ได้ปุ๋ยไปใช้ 2. ตั้งโรงงานกำจัดในเขตชุมชนได้ ถ้าหากมีมาตรการป้องกันความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และเหตุรำคาญ ประหยัดค่าขนส่ง 3. การแยกขยะมูลฝอย ก่อนหมักทำปุ๋ย จะได้เศษโลหะแก้ว กลับไปทำประโยชน์ได้อีก	1. ถ้าดำเนินการไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการจะเกิดปัญหากลิ่นเหม็น เนื่องจากการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ 2. สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการแยกขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายไม่ได้ เพื่อนำไปกำจัดโดยวิธีอื่น

2. การนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง

การนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ เทศบาล สุขาภิบาล ในประเทศไทย มีให้เห็นกันอยู่ทั่วไป เนื่องจากไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ วิธีนี้มีปัญหาเรื่องกลิ่นรบกวนรุนแรงเป็นการรบกวนผู้ที่อาศัยใกล้เคียงก่อปัญหาเกี่ยวกับทัศนียภาพ การแพร่กระจายของเชื้อโรคสัตว์แมลงต่าง ๆ เช่น แมลงวัน แมลงหวี่ และยังพบปัญหาน้ำชะจากกองขยะเกิดความเน่าเสียแก่น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน (ตาราง 2) การจัดการกับขยะวิธีนี้เป็นวิธีเก่าแก่ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมานานแล้ว เป็นวิธีที่นำขยะไปกองทิ้งไว้ในที่ดินกว้าง ๆ เฉย ๆ แล้วปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติเป็นการกำจัดขยะที่ง่ายและลงทุนน้อย แต่ในปัจจุบันที่ดินแพงมาก ที่สาธารณะหรือที่รกร้างว่างเปล่าก็เกือบไม่หลงเหลืออยู่เลย วิธีนี้ต้องใช้พื้นที่มากด้วยและชุมชนเมืองยิ่งขยายตัวมากขึ้น การนำขยะไปกองทิ้งไว้ในพื้นที่กว้างขวางเช่นนี้จึงไม่เหมาะสม เศษวัสดุบางอย่างในกองขยะใช้เวลานาน

กว่าจะย่อยสลาย เช่น โฟม ไม่ย่อยสลาย กระป๋องดีบุก 1,000 ปี, กระป๋องอลูมิเนียม 200–500 ปี, ถุงพลาสติก 450 ปี, ก้นบุหรี่ 12 ปี, ถุงเท้าขนแกะ 1 ปี, กระดาษ 2–5 เดือน, ผ้าฝ้าย 1-5 เดือน

ตาราง 2 แสดงผลข้อดีและข้อเสียการนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ของการกำจัดขยะโดยนำไปกองไว้กลางแจ้งแทบไม่มีเลย เป็นวิธีที่เลวที่สุด เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด แทบไม่ต้องลงทุนอะไรเลย ถ้ามีที่ดินอยู่แล้ว	1. รบกวนผู้ที่อยู่ใกล้เคียง 2. แพร่กระจายเชื้อโรค 3. ก่อเกิดมลพิษทางน้ำ ดิน อากาศ ทัศนียภาพ 4. ใช้พื้นที่มาก

วิธีกองไว้ให้เน่าเปื่อย แต่วิธีนี้ใช้ได้ผลดีต่อเมื่อชุมชนมีผู้ผลิตขยะน้อยเท่านั้น นอกจากนี้แล้วขยะต้องเป็นวัตถุที่เน่าเปื่อยไปตามธรรมชาติได้ง่าย เช่น ใบตอง เศษอาหาร เชือกกล้วย แต่ส่วนใหญ่ในเมืองไทยยังใช้วิธีขจัดขยะด้วยวิธีนี้แทบทุกแห่ง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางด้านกลิ่นรบกวน

3. การฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยหรือถูกหลักสุขาภิบาล

นิยมใช้วิธีนี้กันมาก เพราะค่าใช้จ่ายต่ำ บริเวณที่มีการฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยจะมีการปูพลาสติกพิเศษเพื่อป้องกันน้ำชะจากกองขยะ เมื่อเทกองขยะแล้วก็จะกลบเสร็จในแต่ละวัน วิธีนี้จะสามารถลดกลิ่น รบกวน ลดการแพร่กระจายจากสัตว์น้ำ โรคต่าง ๆ ตลอดจนสามารถควบคุมน้ำชะจากกองขยะได้ การปรับปรุงพื้นที่ด้วยขยะ (Sanitary Landfill) เป็นวิธีกำจัดขยะที่นิยมแพร่หลายโดยเฉพาะในยุโรปและสหรัฐอเมริกา เนื่องจากสามารถกำจัดขยะ mixed refuse ได้โดยไม่ต้องคัดแยกขยะ และสามารถปรับปรุงพื้นที่ ให้เป็นพื้นที่ที่ดีมีประโยชน์ได้ในการปรับปรุงพื้นที่ด้วยขยะ ทำได้โดยนำเอาขยะมาบดอัดลงในดินด้วยรถแทรกเตอร์ แล้วใช้ดินกลบทับหน้าขยะพร้อมบดอัดทับให้แน่นอีกครั้ง ทำเป็นชั้น ๆ จนสามารถปรับระดับพื้นดินได้ตามต้องการ ปล่อยให้ขยะเกิดการสลายตัว สามารถใช้พื้นดินดังกล่าวนั้นเป็นสนามเด็กเล่น สนามกีฬา ที่พักผ่อนหย่อนใจ (ตาราง 3) หรือก่อสร้างอาคารบางประเภทได้ นิยมจัดทำเป็น 3 แบบ คือ

1) แบบร่องดิน (Trench method)

2) แบบคันดิน (Area–ramp method)

3. แบบถมที่ลุ่ม (Area–fill method)

4. การเผาด้วยความร้อนสูง หรือการกำจัดโดยใช้เตาเผา หรือการสร้างโรงงาน

ตาราง 3 แสดงผลข้อดีและข้อเสียการฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยหรือถูกหลักสุขาภิบาล

ข้อดี	ข้อเสีย
ใช้พื้นที่น้อย และสามารถนำความร้อนที่เกิดจากการเผาขยะไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้อีก เช่น ผลิตไฟฟ้า แต่มีข้อเสียจำกัดที่ราคาในการก่อสร้างและดำเนินการเผาสูง และยังอาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ การสร้างโรงงานเผาขยะ(Incineration) เป็นการเก็บขยะไปเผาในเตาเผาในโรงงานที่จัดสร้างขึ้นโดยใช้ความร้อนสูงประมาณ 1,700–1,800 องศาฟาเรนไฮต์ (หรือ 676–1,100 องศาเซลเซียส) ซึ่งจะทำให้ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ถูกเผาอย่างสมบูรณ์กลายเป็นขี้เถ้า ทำให้ขยะลดปริมาณลงได้ดีถึงร้อยละ 75–95 การกำจัดขยะโดยวิธีนี้ช่วยให้ลดปริมาณขยะลงได้มาก โดยเพียงแต่นำขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไปทิ้งในบริเวณที่จัดไว้ต่อไป	ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสร้างโรงงาน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ การดูแลรักษาค่อนข้างสูง ต้องแยกขยะที่เผาไหม้ได้และที่เผาไหม้ไม่ได้ออกจากกัน และการเผาขยะเองก็ย่อมให้เกิดอากาศเสียขึ้น อย่างไรก็ตาม การกำจัดขยะโดยการเผาในโรงงานนี้เป็นที่นิยมใช้กันมาก เพราะเป็นวิธีการกำจัดขยะที่ดีที่สุดเท่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน

5. การนำขยะไปทิ้งทะเล

การนำขยะไปทิ้งทะเลตามปกติ ผิวดินของพื้นน้ำแหล่งต่าง ๆ โดยเฉพาะทะเล มหาสมุทร เป็นที่ทับถมสิ่งปฏิกูลตามธรรมชาติได้อย่างกว้างขวางอยู่แล้ว แต่เมื่อในปัจจุบัน พื้นผิวโลกที่เป็นพื้นดินนับวันจะมีน้อยลงและมีค่ามากขึ้น การนำขยะไปทิ้งในทะเล มหาสมุทร จึงนิยมทำกันในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ในสหรัฐอเมริกา ขณะที่นิยมนำไปทิ้งในทะเล มหาสมุทร ได้แก่ สิ่งปฏิกูลจากโรงงานอุตสาหกรรม สารพิษต่าง ๆ กากสารกัมมันตรังสี และ วัสดุแข็งอื่น ๆ การนำขยะและสิ่งปฏิกูลไปทิ้งในทะเล–มหาสมุทร ก็ปรากฏว่าได้เกิดการแพร่กระจายของสารพิษเข้าสู่องค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบนิเวศน์ทางทะเล เช่น พืช และ สัตว์น้ำ (ตาราง 4)

ตาราง 4 แสดงผลข้อดีและข้อเสียการนำขยะไปทิ้งทะเล

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นวิธีที่ง่าย 2. ทะเล มหาสมุทรกว้างใหญ่ รับขยะได้มาก	1. สารพิษเข้าสู่องค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบนิเวศน์ทางทะเล แพร่กระจายไปทั่ว 2. การนำขยะไปทิ้งตามที่ลุ่มน้ำท่วมขัง ถมที่

6. การนำขยะกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่

ขยะบางประเภทสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ใหม่ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะต่าง ๆ วิธีนี้ช่วยลดขยะและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การนำกลับไปใช้ใหม่ (Recycle and Reuse) ขยะที่ทิ้งในแต่ละวันจากอาคารสถานที่ต่าง ๆ มากมายนั้น ยังนับว่ามีสิ่งของบางอย่างที่แม้ไม่มีประโยชน์สำหรับสถานที่หนึ่ง แต่อาจเป็นความต้องการของผู้อื่นได้ เช่น กระดาษทุกชนิด สามารถนำกลับไปทำเป็นกระดาษกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตกระดาษลงได้ส่วนหนึ่งและเป็นการสงวนทรัพยากรธรรมชาติได้ด้วย หรือแม้แต่กล่องกระดาษที่ทิ้งตามบริษัทห้างร้าน ก็อาจนำไปใช้บรรจุสินค้าต่าง ๆ ตามท้องตลาดได้ เป็นต้น การนำวัสดุที่ทิ้งเป็นขยะกลับไปใช้นับว่าเป็นผลดีทั้งในแง่เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม แต่วิธีการคัดเลือกสิ่งของที่จะนำกลับไปใช้ได้ใหม่ ได้ก่อให้เกิดความล่าช้าในการขนถ่ายขยะ เกิดความสกปรกในบริเวณที่มีการคัดเลือกสิ่งของจากขยะ และผู้คัดเลือกขยะก็มักได้รับเชื้อโรคจากกองขยะ

7. การนำขยะไปเป็นอาหารสัตว์

ขยะจำพวกเศษอาหาร ผัก ผลไม้ จากอาคารบ้านเรือน ร้านอาหาร ภัตตาคาร ตลาดสด นำไปเลี้ยงสัตว์ เช่น หมู วัว เป็ด ไก่ แพะ แกะ ปลา จะเป็นการลดปริมาณขยะลงได้จำนวนหนึ่ง เพราะในแต่ละวันเศษอาหารจะมีปริมาณนับร้อยตันทีเดียว การแยกขยะประเภทเศษอาหารเพื่อนำไปเลี้ยงสัตว์จึงนับเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดได้มากที่สุด แต่ข้อเสียในการนำขยะพวกเศษอาหารไปเลี้ยงสัตว์นี้ อาจทำให้เกิดอันตรายแก่สัตว์เลี้ยงและผู้ที่บริโภคสัตว์เลี้ยงขึ้นได้ ถ้าในเศษอาหารมีพวกเชื้อโรคปะปนอยู่ และถ้าจะนำเศษอาหารที่ได้ไปให้ความร้อนก่อนก็จะทำให้เกิดความปลอดภัยยิ่งขึ้น

นอกจากการกำจัดขยะด้วยวิธีต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ในประเทศที่พัฒนาแล้วยังมีการกำจัดขยะอื่น ๆ อีก เช่น การย่อยหรือการทำให้เศษอาหารเป็นของเหลวแล้วทิ้งลงในท่อน้ำทิ้ง ซึ่งเป็นการกำจัดขยะขั้นต้นจากบ้านเรือน การอัดสิ่งปฏิกูลที่เป็นของเหลวลงสู่ใต้ชั้นหิน ซึ่งมักเป็นการกำจัดสิ่งปฏิกูลจากโรงงานอุตสาหกรรม และการทิ้งสิ่งปฏิกูลลงสู่ถังรองรับที่จัดสร้างขึ้นเพื่อการกำจัดสิ่งปฏิกูลขึ้นโดยเฉพาะ แต่ไม่ได้กล่าวเน้นถึงวิธีกำจัดขยะดังกล่าว เพราะเป็นวิธีที่ยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในประเทศไทยในปัจจุบัน

ขยะและสิ่งปฏิกูลนับวันจะยิ่งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งขยะและของเสียจะเพิ่มความเป็นพิษหรือเป็นอันตรายแก่สิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของมนุษย์มากยิ่งขึ้น แม้จะได้มีความพยามยามป้องกันแก้ไขและกำจัดขยะและสิ่งปฏิกูลเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่การป้องกันแก้ไขจะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกประเทศและประชาชนทุกคน ในขณะที่มีการเพิ่มปริมาณขยะและสิ่งปฏิกูลมากขึ้น และยังขาดความร่วมมือในการป้องกันแก้ไขอยู่นี้ จึงเป็นที่หวั่นวิตก

กันว่าโลกที่เราอาศัยอยู่นี้จะเต็มไปด้วยขยะ สิ่งปฏิกูลและสารพิษ แล้วจะก่อให้เกิดโรคระบาดขึ้นอย่างกว้างขวางจนไม่อาจป้องกันรักษาได้ทันท่วงทีได้ในอนาคต

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไขมัน

2.2.1 ลักษณะสมบัติของน้ำมันและไขมัน

น้ำมันและไขมัน (Fats lipids) เป็นสารอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติเหมือนโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตได้มาจากพืชและสัตว์ซึ่งสามารถเก็บไขมันไว้ได้อย่างมากมาย พืชบางชนิดเก็บไขมันไว้ในผลและเมล็ด เช่น ถั่ว ปาล์ม ฝ้าย นุ่น มะพร้าว เป็นต้น ส่วนไขมันจากสัตว์ ได้แก่ นม เนย น้ำมันปลา ไข่แดง และน้ำมันหมู เป็นต้น

2.2.1.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพของไขมันและน้ำมัน

1. ไขมันที่บริสุทธิ์มีสีขาว ขณะที่น้ำมันบริสุทธิ์จะไม่มีสี ส่วนสีเหลือง ส้ม ในน้ำมันที่ปรากฏให้เห็นนั้นเกิดจากสารแคโรทีนและสารอื่นๆ ที่คล้ายกันปะปนผสมอยู่เล็กน้อย

2. ไม่ละลายน้ำและแอลกอฮอล์ที่เย็น แต่ละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอล์ที่ร้อน ละลายได้ดีในครอโรฟอร์ม อีเทอร์ ปิเตอร์เลียมอีเทอร์ และคาร์บอนเตตระครอไรด์

3. มีลักษณะลื่น และเหนียวเหนอะเมื่อจับต้อง

4. ไขมันจะค่อยๆหลอมละลายเมื่อได้รับความร้อน เนื่องด้วยไขมันประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิด จุดหลอมเหลวของไขมันจึงขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในไขมัน กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมีจุดหลอมเหลวต่ำ และจุดหลอมเหลวจะต่ำลงเมื่อจำนวนพันธะคู่มาก และในขณะเดียวกันไขมันชนิดอิ่มตัวที่มีโมเลกุลยาว จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่ากรดไขมันอิ่มตัวที่โมเลกุลสั้น

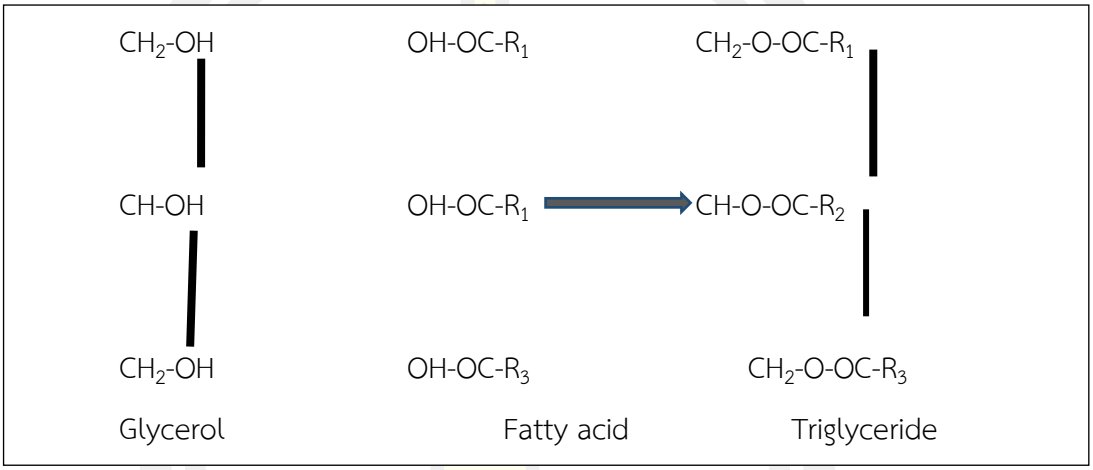
5. ในอุณหภูมิปกติเป็นของแข็งหรือของเหลว ถ้าเป็นของแข็งที่เรียกว่าไขมัน (Fat) ถ้าเป็นของเหลาว เรียกว่าน้ำมัน (Oil) โดยมีความแตกต่างที่สำคัญคือจุดหลอมเหลว (Melting)

2.2.1.2 ลักษณะสมบัติทางเคมีของน้ำมันและไขมัน

ไขมันเป็นสารประกอบอินทรีย์ (Organic) ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน คล้ายกับคาร์โบไฮเดรต แต่สัดส่วนที่แตกต่างกันคือจำนวนออกซิเจนต่ำกว่าในคาร์โบไฮเดรต เมื่อเปรียบเทียบในปริมาณที่เท่ากัน โมเลกุลของไขมันเป็นเอสเทอร์ของกลีเซอรอลที่โดยทั่วไป เรียกว่า กลีเซอร์ไรด์หรือกลีเซอรีน ไขมันแต่ละโมเลกุลประกอบด้วย กลีเซอรอล ($C_3H_5(HO)_3$) 1 โมเลกุล และกรดไขมัน 3 โมเลกุล โดยกรดไขมันนั้นอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ ดังแสดงภาพประกอบ 1

ซึ่งการรวมตัวของกลีเซอรอลกับกรดไขมันนั้น เกิดขึ้นโดยหมู่ไฮดอกซิลแต่ละหมู่ในโมเลกุลของกลีเซอรอลจะควบแน่นกับหมู่คาร์บอกซิลของกรดไขมันแล้วได้โมเลกุลของไขมันที่มา

ควบแน่นด้วยนั้นอาจมีคาร์บอนในโมเลกุลเพียง 4 อะตอม หรือมากกว่านั้นก็ได้จนถึง 20 อะตอม ก็ได้ และอาจเป็นกรดไขมันที่อิ่มตัวมีพันธะคู่ตั้งแต่ 1-5 แห่งอยู่มีตำแหน่งใดๆ และโดยธรรมชาติแล้วโมเลกุลที่มีการจัดชุดของกรดไขมันในแบบหนึ่งก็จะมีความแตกต่างจากโมเลกุลที่มีการจัดชุดของกรดไขมันอีกแบบหนึ่งออกไปเล็กน้อยเสมอ ดังนั้นน้ำมันและไขมันจึงเป็นของผสมของกลีซอลไรด์ต่างๆ ชนิดที่ซับซ้อน



ภาพประกอบ 1 ลักษณะสมบัติทางเคมีของน้ำมันและไขมัน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2551)

2.2.2 บ่อดักไขมัน

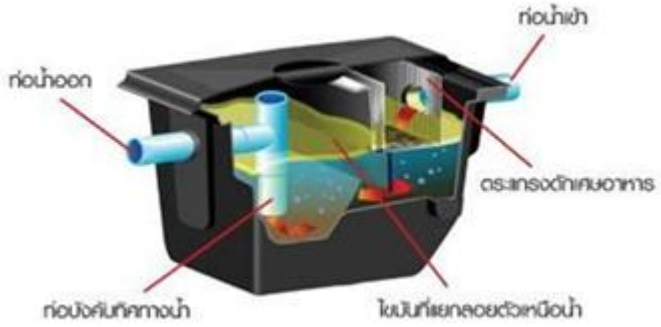
เป็นอุปกรณ์สำหรับแยกไขมันไม่ให้ไหลปนเปื้อนไปกับน้ำทิ้งช่วยรักษาสภาพน้ำในเบื้องต้น ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือท่อระบายน้ำทิ้ง การจัดการน้ำมันและไขมันโดยใช่บ่อดักไขมันเป็นวิธีการเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนไขมันและน้ำมัน

2.2.2.1 หลักการทำงานของบ่อดักไขมัน ดังภาพประกอบ 2

1. น้ำเสียจะผ่านเข้ามาที่ตะแกรงดักเศษอาหาร ซึ่งจะทำหน้าที่แยกเศษอาหารที่ปะปนมากับน้ำเสีย

2. น้ำเสียจากขั้นตอนแรกจะไหลผ่านมาส่วนดักไขมัน โดยไขมันที่แยกตัวออกจากน้ำเสียนั้นก็จะลอยตัวขึ้นเป็นชั้นเหนือน้ำ

3. น้ำเสียที่อยู่ใต้ชั้นไขมันจะไหลเข้าสู่ถังบำบัดน้ำเสียขั้นต่อไป ก่อนปล่อยน้ำออกสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ



ภาพประกอบ 2 แบบถังดักไขมัน ขนาด 1 ครัวเรือน
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ สำนักจัดการคุณภาพน้ำ (2551)

บ่อดักไขมันที่นิยมใช้สำหรับชุมชนมีทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่

1. บ่อดักไขมันแบบสำเร็จรูป
2. บ่อดักไขมันอย่างง่าย
3. บ่อดักไขมันแบบวงขอบปูนซีเมนต์
4. บ่อดักไขมันแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.2.2.2 แนวทางการนำกากไขมันไปใช้ประโยชน์

การแปรรูปกากไขมันที่เหมาะสมกับแหล่งกำเนิดมลพิษกากไขมันที่ได้จากบ่อดักไขมันของแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ทียนหอมหรือเทียนแฟนซี สบู่เหลวเพื่อการซักล้าง ปุ๋ยหมัก ไบโอดีเซล และเชื้อเพลิงอัดแท่ง เป็นต้น

การทำเทียนหอมหรือเทียนแฟนซี เพื่อประดับตกแต่งนำกากไขมันสกปรกไปทำความสะอาด โดยการต้ม ตกตะกอนและกรองเอาสิ่งสกปรกต่างๆ ออกให้หมด หลังจากนั้นนำไปผสมกับพาราฟิน สี และกลิ่นตามความต้องการ ทำการหล่อขึ้นรูปใหม่ตามความต้องการในรูปแบบต่างๆ และตกแต่งเพื่อความสวยงาม เทียมหอมและเทียนแฟนซีสามารถนำมาตกแต่งในร้านอาหารได้เพิ่มสีสันบรรยากาศให้กับลูกค้าที่มาอุดหนุนได้เป็นอย่างดี

การทำไบโอดีเซลมีอยู่หลายวิธี ขึ้นอยู่ว่าจะเลือกใช้วิธีไหน เช่น วิธีทำปฏิกิริยาแบบเอสเทอริฟิเคชัน การทำปฏิกิริยาแบบทราน-เอสเทอริฟิเคชัน และแบบผสมโดยการทำปฏิกิริยาทั้งสองแบบต่อเนื่องกัน กรณีของการนำกากไขมันจากบ่อดักไขมันมาทำไบโอดีเซล พบว่า วิธีการที่เหมาะสม คือ การนำไปทำปฏิกิริยาแบบเอสเอทริฟิเคชันโดยที่ร้านอาหารในโรงแรมมีความเหมาะสมในการนำกากไขมันมาแปรรูปเป็นไบโอดีเซล เนื่องจากมีกากไขมันในปริมาณมาก รวมถึงความพร้อมทั้งในเรื่องกำลังแรงงาน และศักยภาพในการลงทุน

การทำสบู่เหลวเพื่อซักล้าง นำกากไขมันสกปรกที่ตักได้จากบ่อดักไขมันไปทำความสะอาดโดยการต้ม เพื่อทำความสะอาดหลังจากนั้นนำกากไขมันไปผสมกับด่างจำพวกโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ น้ำสีและกลิ่นแล้วนำไปบรรจุลงขวด การแปรรูปสบู่เหลวเพื่อการซักล้างจากไขมันที่เหมาะกับร้านอาหารทั่วไป เนื่องจากใช้กากไขมันปริมาณน้อยและทางร้านอาหารทั่วไปสามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ใช้เอง อีกทั้งสบู่สามารถนำมาล้างพื้นห้องน้ำในร้านอาหารได้

การทำปุ๋ยหมัก โดยการนำกากไขมันไปผสมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น เศษหญ้า ใบไม้ และขยะอินทรีย์ โดยที่บ้านเรือนมีความเหมาะสมในการแปรรูปกากไขมันเป็นปุ๋ยหมัก เนื่องจากไขมันมีปริมาณน้อย และการรวบรวมกากไขมันจากบ้านเรือนแต่ละหลังจะก่อให้เกิดการผสมของกากไขมันที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งกากไขมันที่ได้จากบ้านเรือนจึงเหมาะสมมากในการนำมาแปรรูปเป็นปุ๋ยหมักซึ่งไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดกากไขมัน

การนำกากไขมันมาทำเชื่อเพลิงอัดแท่ง นำกากไขมันผสมกับขี้เลื่อยหรือเศษวัสดุอินทรีย์ที่เหลือใช้ในท้องถิ่น เช่น ผักตบชวา เปลือกผลไม้ ซังข้าวข้าวโพด เปลือกทุเรียน เป็นต้น ในอัตราส่วน 5:3 คลุกเคล้าให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากัน อัดให้เป็นแท่งและนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง โดยที่ร้านอาหารในโรงแรมมีความเหมาะสมในการแปรรูปเชื้อเพลิงอักแท่งจากกากไขมัน เนื่องจากมีปริมาณไขมันมาก รวมทั้งแรงงานและศักยภาพในการลงทุน

2.3 สภาพทั่วไปของเทศบาลตำบลร่องคำ

2.3.1 ที่ตั้ง

เทศบาลตำบลร่องคำ (สุขาภิบาลตำบลร่องคำ) จัดตั้งตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องการจดตั้งสุขาภิบาลร่องคำ อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ ลงวันที่ 7 กรกฎาคม 2509

เปลี่ยนแปลงฐานะจากสุขาภิบาลร่องคำ เป็นเทศบาลตำบลร่องคำ ตามพระราชบัญญัติเปลี่ยนแปลงฐานะเป็นเทศบาล เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2542

ยุบรวมสภาตำบลร่องคำ เข้ากับเทศบาลตำบลร่องคำ ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องจัดตั้งองค์การบริหารส่วนตำบลและการโอนสภาตำบลหรือหน่วยงานบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ลงวันที่ 9 กรกฎาคม 2547

2.3.2 ลักษณะทางกายภาพ

เทศบาลตำบลร่องคำมีพื้นที่ทั้งหมด 21.271 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในตำบลร่องคำทั้งหมดจำนวน 13 หมู่บ้านห่างจากจังหวัดกาฬสินธุ์ ระยะทาง 38 ก.ม. พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ มีลักษณะเป็นดินปนทราย สภาพภูมิอากาศทั่วไปประกอบด้วย 3 ฤดู คือ ร้อน ฝน หนาว

ทิศเหนือ ติดเขตบ้านหนองคู ตำบลเหล่าอ้อย

ทิศตะวันออก ติดต่อตำบลขามเปี้ยและตำบลหนองตาไก้ อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด

ทิศใต้ ติดต่อตำบลหนองตาไก้ อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด

ทิศตะวันตก ติดต่อกับองค์การบริหารส่วนตำบลเหล่าอ้อย อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์

2.3.3 สภาพโครงสร้างพื้นฐาน

- การคมนาคม ระหว่างหมู่บ้านสามารถสัญจรไปมาอย่างสะดวกสบายถนนส่วนใหญ่ในเขตเทศบาลเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กแต่มีบางสายที่เป็นถนนลูกรัง
- การไฟฟ้า เทศบาลตำบลร่องคำมีการขยายเขตไฟฟ้าสาธารณะ ครอบคลุมทั่วถึงทุกครัวเรือน
- การประปา ในอำเภอร่องคำ มีประปาของการประปาส่วนภูมิภาคแต่ยังไม่ทั่งถึงและส่วนใหญ่ชาวบ้านจะใช้ประปาหมู่บ้าน

2.3.4 สภาพทางเศรษฐกิจ

- การเกษตรกรรม
- การเพาะปลูกคิดเป็นร้อยละ 70 ของพื้นที่ จำนวนที่ผลิตได้ในแต่ละปี 60/ไร่/ปี
- การปศุสัตว์ เลี้ยงเพื่อใช้งานและจำหน่าย
- การอุตสาหกรรม
- โรงสีข้าวขนาดเล็ก 10 โรง
- อู่ซ่อมเครื่องยนต์ 14 แห่ง
- สถานบริการน้ำมัน 1 แห่ง

2.3.5 การพาณิชย์

- ตลาดสดเทศบาล 1 แห่ง

2.3.6 สภาพสังคม

- จำนวนประชากรทั้งสิ้น 6,093 คน
- จำนวนประชากรแฝง 100 คน
- จำนวนครัวเรือน 1,441 ครัวเรือน
- ความหนาแน่นของประชากรเท่ากับ 294.39 คนต่อตารางกิโลเมตร

2.4 ปุ๋ยและประเภทของปุ๋ย

ปุ๋ย คือ สารอินทรีย์ อนินทรีย์ ที่ผลิตเองตามธรรมชาติหรือฝีมือมนุษย์ ปุ๋ยถูกใส่ลงไปในดินเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และทางชีวภาพ ในดินมีการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเข้าไปช่วยบำรุงความเจริญเติบโตแก่ต้นพืช

ประเภทของปุ๋ย แบ่งได้ 3 ชนิด ได้แก่

2.4.1 ปุ๋ยอนินทรีย์

เป็นปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ปุ๋ยชนิดนี้ได้จากสารอนินทรีย์หรือสารอินทรีย์สังเคราะห์ ให้ธาตุอาหารหลัก อาหารพืชรองและอาหารพืชเสริมที่จำเป็นต่อพืช ปุ๋ยเคมีผลิตเพื่อจำหน่ายเชิงการค้าแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

2.4.1.1 แม่ปุ๋ย คือ สารประกอบที่มีธาตุอาหารพืชหนึ่งธาตุเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต เป็นต้น

2.4.1.2 ปุ๋ยผสม คือ ปุ๋ยที่ผลิตจากแม่ปุ๋ยตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปโดยถูกนำมาผสมรวมกันเพื่อให้ได้ปุ๋ยผสมในปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามที่ต้องการ

2.4.2 ปุ๋ยอินทรีย์

เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่เกิดจากพืชและสัตว์ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์มีคุณสมบัติช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินร่วนอุ้มน้ำได้ดี ช่วยรักษาความเป็นกรดด่างของดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ปุ๋ยอินทรีย์ แบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.4.2.1 ปุ๋ยคอก เป็นปุ๋ยชนิดแรกที่มนุษย์รู้จักและนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่หลายพันปีก่อน เพราะเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย และอยู่ใกล้ตัว ซึ่งในอดีตการใช้ปุ๋ยคอกเป็นไปอย่างง่าย ๆ ตามธรรมชาติโดยเกษตรกรจะเลี้ยงสัตว์ เช่น วัว ควายสุกร ม้า แพะ แกะ ฯลฯ ซึ่งส่วนใหญ่ก็จะเลี้ยงสัตว์กระจัดกระจายไปตามท้องทุ่ง เมื่อสัตว์ขับถ่ายมูลสัตว์ออกมาก็จะตกหล่นบนพื้นดินโดยตรง ซึ่งเป็นการใช้ปุ๋ยคอกอย่างประหยัด ปุ๋ยคอกช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทำให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดี ช่วยเพิ่มความคงทนให้กับเม็ดดินเป็นการลดการชะล้างพังทลายหน้าดิน และช่วยรักษาหน้าดินไว้ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ซึ่งมีผลทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ในดินได้อีกด้วย

2.4.3 ปุ๋ยหมัก

คือ ปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยธรรมชาติ คือการนำเอาเศษซากพืช เช่น ฟางข้าว ซังข้าวโพด ต้นถั่วต่าง ๆ หญ้าแห้ง ผักตบชวา ของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตลอดจนมูลฝอยตามครัวเรือนมาหมักร่วมกับมูลสัตว์ ปุ๋ยเคมีหรือสารเร่งจุลินทรีย์เมื่อหมักโดยใช้ระยะเวลาหนึ่งแล้วเศษพืชจะเปลี่ยนสภาพจากเดิมเป็นผงปุ๋ยเปื่อยยุ่ยสีน้ำตาลปนดำ นำไปใส่ในไร่นาหรือพืชสวน เช่น ผลไม้ พืชผัก หรือไม้ดอกไม้ระดับได้

ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

1. ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ทำให้เดินมีความอุดมสมบูรณ์

2. ช่วยเปลี่ยนสภาพของดินจากดินเหนียวหรือดินทรายให้เป็นดินร่วนทำให้สะดวกในการไถพรรณ

3. ช่วยสงวนรักษาความชุ่มชื้นในดินได้ดีขึ้น

4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยเคมีและสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้

5. ช่วยกระตุ้นให้ธาตุอาหารพืชบางอย่างในดินที่ละลายน้ำยากให้ละลายน้ำง่ายและเป็นอาหารแก่พืชได้ดีขึ้น

6. ไม่เป็นอันตรายต่อดินแม้จะใช้ในปริมาณมากๆติดต่อกัน

7. ช่วยปรับสภาพแวดล้อม เช่น กำจัดขยะมูลฝอยและวัชพืชน้ำทั้งหลายให้หมดไป

2.4.4 ปุ๋ยพืชสด

เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากต้นพืชและใบสดที่ปลูกเอาไว้หรือขึ้นเองตามธรรมชาติ เมื่อไถ่กลบหรือทิ้งไว้ให้เน่าเปื่อยผุพังหมดแล้วจะให้ธาตุอาหารพืช และเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งจำเป็นต่อพืชที่จะปลูกตามมา คุณสมบัติเด่นของปุ๋ยพืชสดก็คือ ปลูกง่าย เติบโตได้ในดินทั่วๆไป เมล็ดงอกงามดี เจริญเติบโตได้รวดเร็ว ออกดอกในเวลาสั้น ประมาณ 30–60 วัน และให้น้ำหนักสูงต้านทานโรคและแมลงได้ดี ขยายพันธุ์ได้ง่ายและเร็ว สามารถไถ่กลบได้ง่าย ลำต้นเปราะเน่าเปื่อยสลายตัวได้รวดเร็วและมีธาตุอาหารสูง

ข้อดีของปุ๋ยพืชสด

1. ลดอัตราการชะล้างพังทลายของดิน

2. ช่วยให้ดินโปร่ง ร่วนซุย สะดวกในการไถพรวนและเตรียมดิน

3. เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ รักษาความชื้นให้แก่ดิน

4. เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

5. ช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน

6. เพิ่มความสามารถในการดูดซึมธาตุอาหารของดินให้สูงขึ้นและลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี

7. เพิ่มผลผลิตให้กับพืชให้สูงขึ้น

2.4.5 ปุ๋ยชีวภาพ

คือปุ๋ยที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่ถูกใส่ลงไปในดินหรือใช้กับพืชซึ่งจุลินทรีย์จะทำหน้าที่สร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์ต่อพืช ทั้งนี้ปุ๋ยชีวภาพที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้เกษตรนำไปใช้ ได้แก่ เชื้อไรโซเบียม ซึ่งช่วยตรึงไนโตรเจนให้กับพืชตระกูลถั่ว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และแหนแดงที่ช่วยเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว ข้อดีและข้อเสียของปุ๋ยอินทรีย์ มีดังนี้

ข้อดี คือ

1. ช่วยปรับปรุงดินให้ดีขึ้น โดยเฉพาะคุณสมบัติของดิน เช่น ความโปร่ง ความร่วนซุย ความสามรถอุ้มน้ำ และการปรับสภาพความเป็นกรดด่างของดิน

2. อยู่ในดินที่ได้นานและค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารพืชอย่างช้า ๆ มีโอกาสสูญเสียน้อยกว่าปุ๋ยเคมี

3. เมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี จะส่งเสริมปุ๋ยเคมีให้เป็นประโยชน์แก่พืชอย่างมีประสิทธิภาพมีธาตุอาหารรอง/ เสริม อยู่ครบถ้วนตามความต้องการของพืช
ส่งเสริมให้จุลินทรีย์ในดินโดยเฉพาะอย่างยิ่ง พวกที่มีประโยชน์ต่อการบำรุงดินให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อเสีย คือ

1. มีปริมาณธาตุอาหารพืชต่ำ

2. ใช้เวลานานกว่าปุ๋ยเคมี ที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้แก่พืช

3. ราคาแพงกว่าปุ๋ยเคมี เมื่อเปรียบเทียบในแง่ราคาต่อหน่วยน้ำหนักของธาตุอาหารพืช

4. หายาก พิจารณาในด้านเมื่อต้องการใช้เป็นปริมาณมาก

5. ถ้าใส่สารอินทรีย์มากเกินไป เมื่อเกิดการชะล้างจะทำให้เกิดการสะสมของไตรทในน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคได้

6. มูลสัตว์ไม่ผ่านการหมักหรือการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนก่อนจะมีโรคแมลงศัตรูพืชและวัชพืชติดมาด้วย ทำให้เกิดปัญหาการแพร่ระบาดภายหลังได้

เกณฑ์ปุ๋ยหมักชีวภาพที่ดี

1. มีเกรดปุ๋ยไม่ต่ำกว่า 1:1:0.5 (ไนโตรเจน: ฟอสฟอรัส: โพแทสเซียม)
2. มีความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ไม่มากกว่าร้อยละ 35–0 โดยน้ำหนัก
3. มีความชื้นเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 6.0–7.5
4. ปุ๋ยหมักที่ใช้ได้แล้วไม่ควรมีวัสดุจือปนอื่นๆ
5. จะต้องมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ระหว่าง 25–50%
6. มีอัตราส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนต่อไนโตรเจนไม่มากกว่า 20 ต่อ 1

2.4.6 อีเอ็ม (EM)

2.4.6.1 ประวัติความเป็นมา ปุ๋ยอีเอ็ม ย่อมาจากคำว่า Effective Micro organisms หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งค้นพบโดยศาสตราจารย์ ดร. เทรโอะ ฮิกะ (TEROU HIGA) นักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านพืชสวนแห่งมหาวิทยาลัยริวกิว เมืองโอกินาว่า ประเทศ

ญี่ปุ่น ซึ่งศาสตราจารย์ ดร. ฮิกะ ได้แรงบันดาลใจมาจากแนวคิดเรื่อง “ดินมีชีวิต” ของท่านโมกิจิ โอกะดะ (พ.ศ2425-2498) บิดาเกษตรธรรมชาติของโลก

ศาสตราจารย์ ดร. ฮิกะ เริ่มค้นคว้าจุลินทรีย์มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 แลได้ค้นพบจุลินทรีย์อีเอ็ม เมื่อปี พ.ศ. 2526 ต่อมาศาสตราจารย์วาคุกามิได้นำความรูเกี่ยวกับจุลินทรีย์อีเอ็มมาเผยแพรในประเทศไทย โดยผ่านทางกิจกรรมทางศาสนา “คิวเซ” ที่มีความหมายว่า ช่วยเหลือโลก ซึ่งมีอาคารสำนักงานตั้งอยู่ที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

2.4.6.2 ประเภทของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ แบ่งได้ 2 ประเภท

1. ประเภทต้องการอากาศ (Aerobic Bacteria)

2. ประเภทไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic Bacteria)

จุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่ม ต่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน และสามารถอยู่ร่วมกันได้ ซึ่งได้มีการทดลองนำจุลินทรีย์ที่ได้รับการคัดเลือกสรรมาเป็นอย่างดีจากธรรมชาติ ที่มีประโยชน์ต่อพืช สัตว์และสิ่งแวดล้อมมารวมกัน 5 กลุ่ม (Families) 10 จีนัส (Genue) ได้แก่

1. จุลินทรีย์กลุ่มเชื้อราที่มีเส้นใย (Fillamentos fungi) ทำหน้าที่เป็นตัวย่อยสลาย สามารถทำงานได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้ดี ปกติใช้เป็นหัวเชื้อผลิตเหล้าและปุ๋ยหมัก เป็นต้น

2. จุลินทรีย์กลุ่มสังเคราะห์แสง (Photosynthetic microorganisms) ทำหน้าที่สังเคราะห์สารอินทรีย์ให้แก่ดิน เช่น ไนโตรเจน กรดอะมิโน น้ำตาล วิตามิน ฮอร์โมน เป็นต้น เพื่อสร้างความสมบูรณ์ให้กับดิน

3. จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก (Zynogumic or Fermented microorganisms) ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้ดินต้านทานโรค เข้าสู่วงจรการย่อยสลายได้ดี ช่วยลดการพังทลายของดิน ป่องกันโรคและศัตรูพืชบางชนิดของพืชและสัตว์ สามารถบำบัดมลพิษในน้ำเสียที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษได้

4. จุลินทรีย์กลุ่มตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixing microorganisms) มีกลุ่มสาหร่าย แบคทีเรีย ทำหน้าที่ตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศ เพื่อให้ดินผลิตสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต เช่น โปรตีน กรดอินทรีย์ กรดไขมัน แป้ง วินตามิน เป็นต้น

5. จุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรดแลคติก (Lactic acids) มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อรา และแบคทีเรียที่เป็นโทษ ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศหายใจ ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนสภาพดินเน่าเปื่อยหรือดินก่อโรคเป็ฌนดินต้านทานโรค ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชให้หมดไปนอกจากนี้ยังช่วยย่อยสลายเปลือกเมล็ดพันธุ์ ทั้งยังช่วยให้เมล็ดงอกได้ดีและแข็งแรงกว่าปกติ

2.4.6.3 ลักษณะทั่วไปของอีเอ็ม

อีเอ็ม เป็นของเหลวสีน้ำตาลกลิ่นหอมอมเปรี้ยวอมหวาน (เกิดจากการทำงานของกลุ่มจุลินทรีย์ต่างๆในอีเอ็ม) เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิต ไม่สามารถใช้ร่วมกับสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะและยาฆ่าเชื้อต่างๆ ได้ไม่เป็นอันตราย

2.5 ธาตุอาหารของพืช

2.5.1 อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter; OM)

กรมพัฒนาที่ดิน (2545) กล่าวว่า อินทรียวัตถุ หมายถึงสารทุกชนิดที่มีอยู่ในดิน (ตาราง 5) ซึ่งได้จากซากพืชซากสัตว์ และสิ่งที่มีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน สิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ สลายตัวทับถมอยู่ในดิน รวมถึงอินทรีย์สารที่รากพืชปลดปล่อยออกมา และที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ อินทรียวัตถุในดินประกอบด้วยอินทรีย์สารหลายชนิด คือ พวกสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน สารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัส สารประกอบอินทรีย์กำมะถันเป็นต้นและเมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวโดยจุลินทรีย์ถึงขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัส (humus) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ประกอบเชิงซ้อนที่ประกอบเชิงซ้อนที่ประกอบขึ้นจากสาร group ต่าง ๆ เช่น methyl phenolic, quinone และ carboxylic groups ที่มีอยู่ในดิน ฮิวมัส แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ humic acid และ fulvic acid (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535) ฮิวมัสนี้ไม่ใช่สารที่คงทนถาวรจุลินทรีย์ดินทำให้สลายตัวได้ เช่นเดียวกับอินทรีย์สารอื่นที่มีอยู่ในดินแต่อัตราการสลายตัวของฮิวมัสจะช้ากว่าการสลายตัวของอินทรีย์สารที่เป็นต้นกำเนิดของฮิวมัส ฮิวมัสเป็นของแข็งที่มีอนุภาคละเอียดมากมีบทบาทสำคัญคือมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนตัวไอออน (Cation Exchange Capacity) สูงสามารถดูดซับน้ำได้ดี และมีบทบาทสำคัญต่อการยึดเกาะยึดกันเป็นเม็ดของอนุภาคดิน

ตาราง 5 แสดงระดับอินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724)

ระดับ (rating)	พิสัย (ร้อยละ)
ต่ำมาก (VL)	<0.5
ต่ำ (L)	0.5–1.0
ค่อนข้างต่ำ (ML)	1.0–1.5
ปานกลาง (M)	1.5–2.5
ค่อนข้างสูง (MH)	2.5–3.5
สูง (H)	3.5–4.5
สูงมาก (VH)	>4.5

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

2.5.2 ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N)

มุกดา (2544) ได้กล่าวว่าความสำคัญไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช ในเมื่อกล่าวถึงธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากหรือธาตุอาหารมหัพภาค (macronutrient) แล้วไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีบทบาทในการเจริญเติบโตของพืชอย่างเห็นได้ชัดที่สุดอาทิเมื่อใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (ตาราง 6) แก่พืชสวนครัว พืชจะเจริญเติบโตอย่ายงรวดเร็วใบจะโตและเขียวสดขึ้นเพราะโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโพรโทพลาซึม (protoplasm) โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของกรดอะมิโนเป็นจำนวนมาก กรดอะมิโนเหล่านี้มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ปัจจุบันพบว่ามี กรดอะมิโนอยู่มากกว่า 20 ชนิดที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ในโปรตีนของพืชไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ต่างๆ ซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาต่างๆ ในพืชให้ดำเนินไปอย่างเป็นปกติ นิวคลีโอโปรตีน (nucleoprotein) มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญเหมือนกัน สารประกอบนี้อยู่ในโครโมโซม และทำหน้าที่เป็นแม่พิมพ์ในระบบการถ่ายทอดทางพันธุกรรมคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ใบไม้มีสีเขียว และมีความสำคัญในกระบวนการการสังเคราะห์แสง ก็มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยนอกจากนั้นยังมีองค์ประกอบที่สำคัญๆอีกมากมายในพืชเช่นวิตามิน (vitamin) และ adenosine triphosphate (ATP) ต่างก็มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยความสำคัญและหน้าที่ของไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชอาจะกล่าวได้อย่างกว้างๆ ดังนี้

สภาพของพืชเมื่อได้รับไนโตรเจนระดับต่างๆ เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนในระดับพอเหมาะ ไม่เพียงพอและมากเกินไปจะเกิดผลต่อพืชดังนี้

1. ได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะกับการต้องการของพืชเมื่อไนโตรเจนในดินมีอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไปก็จะส่งผลให้พืชดังต่อไปนี้ คือ

1.1 จะช่วยกระตุ้น (stimulate) ให้พืชเจริญเติบโตและมีความแข็งแรง (vigor)

1.2 ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น

1.3 ทำให้ใบมีสีเขียว

1.4 ส่งเสริมคุณภาพของพืชโดยเฉพาะพืชสวนครัวที่ใช้ใบ ลำต้น และหัวเป็นอาหาร

1.5 ส่งเสริมให้พืชตั้งตัวได้รวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต

1.6 เพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ เช่น ข้าวหรือหญ้าเลี้ยงสัตว์

1.7 ควบคุมและออกดอกของพืช

1.8 ช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ให้ผลและเมล็ด

2. ได้รับไนโตรเจนในปริมาณไม่เพียงพอกับการต้องการของพืช

ถ้าหากไนโตรเจนในดินมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช อาการขาดธาตุไนโตรเจนของพืชก็จะเกิดขึ้น พืชแต่ละชนิดจะมีอาการขาดธาตุอาหารที่ต่างกันไป แต่โดยทั่วไปแล้วพื้นที่ขาดธาตุไนโตรเจนมักจะแสดงอาการ ดังต่อไปนี้

2.1 พืชจะปราศจากสีเขียว โดยเฉพาะที่ใบของพืชจะเหลืองผิดปกติ

2.2 พืชบางชนิดจะมีลำต้นสีเหลือง บางทีก็มีสีชมพูเจือปนอยู่ด้วย

2.3 ใบล่างของพืชจะมีสีเหลืองปนส้มปลายใบและขอบใบจะค่อยๆ แง และลุกลามไปเรื่อยๆจนในที่สุดใบจะร่วงหล่นออกจากต้นก่อนกำหนดที่ควรหล่น

2.4 ลำต้นผอมสูงกิ่งก้านลีบเล็กและมีจำนวนน้อย

2.5 ผลผลิตตำและไม่พึงปรารถนา

3. ได้รับไนโตรเจนในปริมาณเกินความต้องการของพืช

สำหรับกรณีที่พืชได้รับไนโตรเจนในปริมาณมากจนเกินพอซึ่งส่วนใหญ่ก็เนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างหละหลวมนั่นเอง ผลเสียหายบางประการจะเกิดขึ้นเป็นต้นว่า

3.1 คุณภาพของเมล็ด ผล และใบโดยเฉพาะใบยาสูบจะเสื่อมคุณภาพลงได้

3.2 พืชแก่ช้าผิดปกติ เพราะไนโตรเจนจะส่งเสริมให้ให้มีการการเจริญเติบโตอยู่เรื่อยๆ สร้างยอด ลำต้น กิ่งและใบมากกว่าสร้างดอกและเมล็ด

3.3 ลำต้นจะอ่อน และล้มง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชพวก ข้าว และข้าวโพด

3.4 ความต้านทานต่อโรคของพืชลดลง

ตาราง 6 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์

ความเข้มข้น %	ระดับ
< 0.1	ต่ำมาก
0.1-0.3	ต่ำ
0.3-0.6	ปานกลาง
0.6-1.0	สูง
>1.0	สูงมาก

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

2.5.3 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus; Avail P)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารพืชที่พืชต้องการเป็นปริมาณที่พบในพืชอยู่ในลำดับที่ 8 เรียงจาก ไฮโดรเจน คาร์บอน ออกซิเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ฟอสฟอรัสที่พบในพืชเกือบทั้งหมดได้มาจากดิน (มีส่วนน้อยที่ติดมากับเมล็ด) ในฤดูเพาะลูกพืชไร่

ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน

2.5.3.1 รูปของฟอสฟอรัสที่พืชดูดกิน

ในปัจจุบันยังไม่ทราบแน่ว่าพืชดูดฟอสฟอรัสในรูปแบบใดโดยทั่วแปเข้าใจว่าพืชดูดกินฟอสฟอรัสในรูปของไอออนฟอสเฟต ซึ่งส่วนใหญ่ควรจะเป็น monobasic orthophosphate (H_2PO_4) และ dibasic orthophosphate พื้นอาจดูดกินไม่ได้แต่ไม่มีโอกาส เพราะมักมีอยู่น้อยมากในสาระบายเมื่อเทียบกับพวก mono dibasic orthophosphate แม้จะมีผู้ทดลองในสารละลายธาตุอาหารพบว่าพืชจะสามารถดูดกินฟอสฟอรัสในรูปของอินทรีย์ฟอสเฟตในรูปของ phytin ได้โดยไม่ต้อง mineralized เสียก่อนก็ตามแต่ในสภาพดินในธรรมชาติคงเป็นไปได้ในปริมาณน้อยมาก

2.5.3.2 ความเป็นประโยชน์ของอินทรีย์ฟอสเฟต

ในเนื้อเยื้อของพืชมีฟอสฟอรัสจำนวนหนึ่งประมาณร้อยละ 30-60 ของฟอสฟอรัสในพืชที่ยังคงเป็นไอออนฟอสเฟตส่วนที่เหลือนั้นเป็นสารอินทรีย์ฟอสเฟต สารอินทรีย์ฟอสเฟตไม่ว่าจะเป็นสารในเนื้อเยื้อสดของพืช หรือสารในอินทรียวัตถุที่สลายตัวตัวจนเป็นฮิวมัส จะต้องถูกจุรินทรีย์เข้าย่อยสลายผุพังเปลี่ยนมาเป็นไอออนฟอสเฟตเสียก่อน พืชจึงจะสามารถใช้ได้ในดินที่ทำเขตกรรมกันทั่ว ๆ ไปแล้วปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจากขบวนการเปลี่ยนอินทรีย์ฟอสเฟตเป็นอนินทรีย์ฟอสเฟตให้พืชใช้ต่อปีนั้นน้อยมาก

2.5.3.3 การจักการเกี่ยวกับฟอสเฟตในดิน

โดยทั่งไปไม่มีฟอสเฟตที่พร้อมจะให้พืชใช้ประโยชน์ได้ในดิน ในปริมาณที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช และอีกประการหนึ่ง เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายได้ลงไปในดินจะถูกตรึงมากกว่า70 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นถ้าต้องการเพิ่มปริมาณฟอสเฟตให้พืชใช้จำต้องจัดการกับสภาพแวดล้อมดินในการละลายได้ของฟอสเฟตในดิน และลดปริมาณตรึงฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดิน (ตาราง 7) ซึ่งทำได้โดย

1. ปรับระดับปฏิกิริยาของดินอยู่ในระหว่าง pH 6 ถึง 7
2. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตโดยโรยเป็นแถวลึกในใกล้แถวของพืชหรือใกล้รากพืช
3. ลดพื้นที่สัมผัสระหว่างปุ๋ยฟอสเฟตกับดิน ใช้ปุ๋ยชนิดเป็นเม็ด ปุ๋ยฟอสเฟตชนิดละลายยากควรใช้ชนิดระเอียดเพื่อให้ละลายได้เร็วขึ้น)

4. เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้กับดินเสมอ โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่นปุ๋ยหมัก พืชคอกหรือปุ๋ยพืชสด

ตาราง 7 แสดงการประเมินฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์และผลกระทบที่มีต่อพืช

ฟอสฟอรัส (ppm)	การประเมิน	ผลผลิตสูงสุด (%)	ผลกระทบต่อพืช
น้อยกว่า -10	ต่ำมาก	ต่ำกว่า 50	ต้องการธาตุอาหารสูงมาก
10-15	ต่ำ	50-75	ต้องการธาตุอาหารสูง
1 -25	ปานกลาง	75-100	ต้องการธาตุอาหาร
25-45	สูง	100	อาจจะต้องการธาตุอาหารเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์
มากกว่า -45	สูงมาก	100	ไม่ต้องการธาตุอาหารและอาจกระทบต่อการเจริญเติบโต

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

2.5.4 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Potassium; Avail K)

2.5.4.1 บทบาทของโพแทสเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

1. กระบวนการสร้างน้ำตาลและแป้ง

พืชที่ขาดโพแทสเซียมจะมีปริมาณแป้งต่ำกว่าปกติเมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของ reducing sugar ต่อปริมาณแป้งทั้งหมดในพืชบางชนิด จะพบว่ามี reducing sugar เพิ่มขึ้นและ non-reducing sugarลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรากเมื่อดินมีโพแทสเซียมต่ำลง

2. การเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาล

จากการศึกษาได้พบว่าการเคลื่อนย้ายของน้าตาลในอ้อยหยุดชะงักเนื่องจากพืชขาดโพแทสเซียมมีผู้พบว่าในอ้อยซึ่งมีโพแทสเซียมพอเพียงมีอัตราการการเคลื่อนย้ายน้าตาลเท่ากับ 2.5 ซม/นาที แต่ในอ้อยที่ขาดโพแทสเซียม อัตราการเคลื่อนย้ายลดลงไปมากประมาณว่าน้อยกว่า 1.25 เซนติเมตรต่อนาที

3) กระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ

ได้มีการศึกษาการตอบสนองของข้าว 2 พันธุ์ต่อโพแทสเซียม และพบว่า ผลผลิตของข้าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อใส่โพแทสเซียมและเมื่อข้าวได้รับแสงไม่เต็มที่จะแสดงการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมมากกว่าเมื่อได้รับแสงเต็มที่นอกจากนั้น ยังพบว่าพืชหัวต้องการขาดโพแทสเซียมในปริมาณที่มากกว่าพืชที่ให้โปรตีน

4) ปริมาณกรดอินทรีย์และไนโตรเจนซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่ใช่โปรตีน

โพแทสเซียมเป็นตัวกระตุ้นเอ็นไซม์ pyruvate kinase ในการเกิด pyruvate ใน cycleเมื่อโพแทสเซียมมากๆ ปฏิกิริยาจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ส่วนของกรดอินทรีย์ หรือ intermediate compound มีอยู่น้อย มีผู้พบว่ามีความเข้มข้นของcitrate และ malate ลดลงเมื่อใส่โพแทสเซียมแก่พืช แต่ถ้ามีโพแทสเซียมมากขึ้นมีการใช้กรดอะมิโนในกระบวนการสร้างโปรตีนมากขึ้น

5) โครงสร้างของเอนไซม์

มีเอนไซม์มากกว่า 40 ชนิดที่ต้องการตัวไอออนที่มีประจุบวก 1 ประจุ (monovalent หรือ univalence cation) ไปกระตุ้นให้ไปทำงานดีขึ้นบทบาทของตัวไอออนต่างๆ เหล่านี้เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเอนไซม์ของโพแทสเซียมที่มีต่อเอนไซม์อื่นที่ยังไม่มีการทดลองมากกว่ากรณีของ pyruvate kinase

6) ความต้านทานโรค

โรคต่าง ๆ ที่เกิดกับพืชหลายชนิดจะลดลงถ้าดินมีโพแทสเซียมเพียงพอหรือใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้แก่ดินที่ขาดโพแทสเซียม ทั้งนี้เพราะว่าโพแทสเซียมจะทำให้ผนังเซลล์ของพืชหนาและมั่นคงยากต่อการทำลายของโรค นอกจากนี้โพแทสเซียมยังเป็นตัวเร่งทำให้เซลล์ทำงานได้ดีขึ้น

7) คุณภาพการขาดผักและผลไม้

การขาดโพแทสเซียมจะทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตของพืชต่างลงคุณภาพของผลไม้ที่ลดลงนี้รวมถึงสี ขนาด ความเป็นกรด และคุณภาพในการเก็บรักษา

2.5.4.2 อาการขาดโพแทสเซียมของพืช

เมื่อพืชขาดโพแทสเซียม ขอบใบจะมีสีซีดแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลและแห้งไปในที่สุด อาการเริ่มจากปลายใบสู่โคนใบ ระหว่างเส้นใบอาจจะมีสีน้ำตาลแห้งโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่เคลื่อนที่ได้ในพืช เพราะฉะนั้นลักษณะอาการจะเกิดขึ้นกับใบแก่ก่อนใบอ่อน อาการขาดโพแทสเซียมจะเห็นได้ชัดกับข้าวโพดและพืชตระกูลหญ้า พืชที่ให้น้ำมันก็จะมีน้ำมันน้อยนอกจากนั้นการขาดโพแทสเซียมยังทำให้พืชล้มได้ง่าย เพราะพืชขาดโพแทสเซียมจะมีลำต้นอ่อน ระดับโพแทสเซียมในดินดังตาราง 8

ตาราง 8 ระดับโพแทสเซียมในดิน (K)

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (K) (%)	ระดับการประเมิน	ข้อเสนอแนะ
<0.30	ต่ำมาก	ต้องปรับปรุงอย่างมาก
0.3-0.6	ต่ำ	ต้องปรับปรุง
0.6-1.20	ค่อนข้างต่ำ	ต้องปรับปรุง
0.90-1.20	ปานกลาง	เหมาะสมสำหรับบางพืช
>1.20	สูงมาก	เพียงพอสำหรับพืชทั่วไป

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

2.5.5 pH ของดิน

อรทัย (2546) กล่าวว่า pH เป็นตัวประเมินความเป็นกรดเป็นด่างในดินและน้ำ ในการเพาะปลูกพืชมีค่าระหว่าง 6.0 ถึง 8.5 ถ้า pH มีค่านอกจากนี้อาจใช้เวลาในการเพาะปลูกได้แต่อาจมีปัญหาอื่นตามมา เช่น ปัญหาความสมดุลของธาตุอาหารพืช ความเป็นพิษของธาตุอาหารพืช ความเป็นพิษธาตุบางธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำหรือเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การตกตะกอนแคลเซียมคาร์บอเนตหรือเกิดสนิมเหล็ก ที่ทำให้ระบบการให้น้ำแก่พืชอุดตันได้ น้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า 0.2 dS/m อาจจะมีค่า pH อยู่นอกช่วงปกติ เนื่องจากน้ำนั้นมีสมบัติในการต้านทานความเปลี่ยนแปลง (Buffering capacity) ต่ำ ซึ่งค่าวิเคราะห์ตัวแปรอื่นๆ ประกอบเพื่อประเมินคุณภาพของน้ำ โดยทั่วไปแล้วน้ำที่มีสมบัติเช่นนี้จะมีปัญหาน้อย แต่อาจเกิดการกัดกร่อนเครื่องมือที่ให้น้ำแก่พืช และมีแนวโน้มที่จะชะละลายแร่ธาตุออกจากหน้าดิน (Ayers and Wesco, 1985) ระดับความรุนแรงของความเป็นกรด-ด่างของดิน ดังตาราง 9

ตาราง 9 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรด-ด่างของดิน

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด (ultra acid)	< 3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก (very strongly acid)	4.6-5.0
เป็นกรดจัด (strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง (moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย (slightly alkaline)	6.1-6.5
เป็นกลาง (neutral)	6.6-7.3

ตาราง 9 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรด-ด่างของดิน (ต่อ)

ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นด่างเล็กน้อย (moderately alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด (Strong alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก (very strongly alkaline)	>9.0

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

2.5.6 ค่าการนำไฟฟ้า EC

อรทัย (2546) กล่าว่า ค่าการนำไฟฟ้าเป็นตัวแปรสำคัญที่แสดงถึงปริมาณไอออนของธาตุต่างๆ ซึ่งละลายในน้ำ การวัดค่าการนำไฟฟ้าจึงเป็นการวัดปริมาณไอออนที่เคลื่อนที่ระหว่างขั้วบวก และขั้วลบ (ตาราง 10) ซึ่งหมายถึงการวัดปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าจึงขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้น ชนิดและไอออนในน้ำและค่าก็แปรผันตามอุณหภูมิ น้ำที่มีเกลือละลายอยู่ในปริมาณมากย่อมไม่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเพาะปลูกพืช เนื่องจากทำให้เพิ่มความดันออสโมติกในสารละลายดินเกิดภาวะภาวะแห้งแล้งทางสรีระของพืช แม้ว่าดินจะมีความชื้นก็ตาม เมื่อพืชคายน้ำในปริมาณมากกว่าน้ำที่ดูดขึ้นจากรากทำให้พืชเหี่ยว ใบมีสีเข้ม สีเขียวน้ำเงิน บางครั้งใบหนาหรือเหมือนมีขี้ผึ้งเคลือบใบ อาการจะผันแปรตามระยะการเจริญเติบโตของชนิดพืช พืชจะชะงักการเจริญเติบโตซึ่งในบางครั้งไม่สามารถสังเกตเห็นได้เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงทั่วทั้งแปลง พืชแต่ละชนิดทนต่อความเค็มได้ไม่เท่ากัน การแปลผล น้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 0.7 dS/m จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาความเป็นพิษอันเนื่องมาจากความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 0.7-3.0 dS/m ทำให้พืชที่ไวต่อความเค็มมีการเจริญเติบโตลดลง ถ้าน้ำมีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 3.0 dS/m ถือว่าเป็นข้อจำกัดของการใช้น้ำอย่างรุนแรง ถ้าน้ำใต้ดินในพื้นที่เพาะปลูกมีความเค็ม และระดับน้ำตื้น (น้อยกว่า หรือประมาณ 2 เมตรจากผิวดิน) อาจทำให้เกลือสะสมบนผิวดิน ในกรณีนี้การควบคุมระดับน้ำใต้ดินจึงมีความสำคัญ

ตาราง 10 ค่าการนำไฟฟ้าและระดับความเค็มของดิน

ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ระดับความเค็ม
<2	ไม่เค็ม
2-4	เค็มเล็กน้อย
4-8	เค็มปานกลาง
8-16	เค็มมาก
>16	เค็มจัด

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

2.6 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตร

มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตร ดังตาราง 11

ตาราง 11 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตร

ลำดับที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
1	ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร
2	ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
3	ปริมาณหิน และกรวด ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร	ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
4	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ	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 เดซิซีเมน/เมตร
9	ปริมาณธาตุอาหารหลัก	- ไนโตรเจน (total N) ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก -ฟอสฟอรัส (total P2O5) ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก -โพแทสเซียม (total K2O) ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ตาราง 11 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตร

ลำดับที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
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 (2548)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลดาวัลย์ (2546) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้แห้งและขยะอินทรีย์ด้วยวิธีการหมักแบบใช้ออกซิเจนพบว่า สภาวะการหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับเศษใบไม้สับและมูลค้างคาวต้องมีการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักอย่างสม่ำเสมอเป็นภาวะที่เหมาะสม ซึ่งมีค่าอุณหภูมิกองปุ๋ยระหว่าง 21-38 องศาเซลเซียส มีความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 6-8 ทำให้ได้ปุ๋ยที่มีคุณภาพทางธาตุอาหารตามสัดส่วนของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เหมาะสมเท่ากับ 1.69:0.41:1.20

วิภาวดี และคณะ (2553) ได้ศึกษาการอยู่รอดของเชื้อในปุ๋ยมูลสัตว์ 4 ชนิด เป็นเวลา 21 วัน พบว่า Escherichia coli ในปุ๋ยมูลค้างคาวและปุ๋ยมูลสุกรเก็บที่ 25 องศาเซสเซียส มีชีวิตรอดได้ 12 วัน ในขณะที่เซลล์ E.coli ในปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่รอดชีวิตได้ 6 วัน เมื่ออุณหภูมิเพิ่มเป็น 40 องศาเซลเซียส พบว่า เชื้อ E.coli ในปุ๋ยมูลค้างคาวรอดชีวิตได้ 6 วัน แต่ไม่พบเซลล์รอดชีวิตในปุ๋ยมูลสุกร ปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่รอดชีวิตได้ 18 และ 15 วัน ตามลำดับ เซลล์รอดชีวิตในปุ๋ยมูลค้างคาวและปุ๋ยมูลวัวเก็บที่ 40 องศาเซลเซียสได้ 6 วัน ส่วนในปุ๋ยมูลสุกรรอดชีวิตได้ 3 วัน และไม่พบเซลล์ทั้งสองซีโรวาร์รอดชนิดในปุ๋ยมูลไก่ใน 1 วันของการเก็บ ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของเซลล์แบคทีเรียสองชนิดนี้ คือ อุณหภูมิและชนิดของปุ๋ย

สุภา (2549) ศึกษาการนำเศษอาหารมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงดินและเป็นปุ๋ยของพืช จากการทดลองนำเศษอาหารมาใส่ลงในถังพลาสติกขนาด 10 ลิตร ที่มีกระถางรองก้นเพื่อไม่ให้น้ำขัง แล้วเปรียบเทียบระหว่าง 3 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มควบคุมไม่เติมอะไรเลย 2. กลุ่มที่เติมปุ๋ยคอก 100 กรัมต่อเศษอาหาร 1 กิโลกรัม และกลุ่มที่ 3 เติมหัวเชื้อปุ๋ยหมักเพชร-วิทย์-1 100 กรัมต่อเศษอาหาร 1 กิโลกรัม พบว่าเศษอาหารที่หมักด้วยหวเชื้อเพชร-วิทย์-1 ย่อยสลายได้เร็ว (2 สัปดาห์) และไม่มีกลิ่น

รบกวน รองลงมาคือกลุ่มที่หมักด้วยปุ๋ยหมัก (3 สัปดาห์) และกลุ่มควบคุม (5 สัปดาห์) ตามลำดับ แต่ทั้งสองกลุ่มหลังมีกลิ่นเหม็นจากการส่งปุ๋ยหมักด้วยหัวเชื้อเพชร-วิทย์-1 ไปตรวจที่กรมวิทยาศาสตร์ พบว่า ประกอบด้วย ธาตุอาหารไนโตรเจน 2.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสเฟตทั้งหมด (P2O5) ร 2.1 เปอร์เซ็นต์ ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์คำนวณเป็น P2O5 โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้คำนวณเป็น K2O 0.2 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอน 40.3 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 16:1 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยคอก พบว่า ธาตุไนโตรเจน ฟอสเฟตและคาร์บอนมากกว่าปุ๋ยคอก ส่วนโพแทสเซียมน้อยกว่า

ศศิธร (2549) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากมันสำปะหลังร่วมกับวัสดุหมัก 4 ชนิด ได้แก่ กากน้ำตาล ดินปลวก มูลโค และน้ำหมักชีวภาพ การศึกษาความสัมพันธ์ของวัสดุหมักแต่ละชนิดต่อกระบวนการทำปุ๋ยหมักแบบกะโดยการประยุกต์ใช้ Plackett-Burman Design พบว่า มันสำปะหลัง มูลโค น้ำหมักชีวภาพ กากน้ำตาล ยกเว้นดินปลวกเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญต่อการใช้เป็นวัสดุหมัก โดยที่มันสำปะหลังมีผลกระทบทางลบสูงสุดต่ออัตราการผลิตคาร์บอนไดออกไซค์ ขณะที่มูลโคมีผลกระทบทางบวกสูงสุด ส่วนดินปลวกไม่มีผลต่ออัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ สำหรับประสิทธิภาพในการย่อยสลายในชุดทดลองที่ใช้ดินปลวกหรือดินลูกรังเป็นส่วนผสมไม่แตกต่างจากชุดที่ไม่มีการใส่ดินเป็นส่วนผสม อย่างไรก็ตามการใช้ดินเป็นส่วนผสมอาจช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักได้ ส่วนการศึกษาผลของปริมาณน้ำหมักชีวภาพต่อการทำปุ๋ยหมักแบบนี้จากมันสำปะหลังโดยแปรผันปริมาณน้ำหมักชีวภาพ 6 ระดับ คือ 0.14, 0.18, 0.20, 0.21, 0.23 และ 0.24 กิโลกรัม/กิโลกรัมวัสดุหมักทั้งหมด พบว่า ปริมาณน้ำหมักชีวภาพที่เติมลงไปมีผลต่อความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ความชื้น อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่วัดในรูปอัตราการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ในระหว่างกระบวนการทำปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยประสิทธิภาพในการย่อยสลายพิจารณาในรูป ค่าคงที่ของการย่อยสลายคาร์บอนทั้งหมดสูงสุดในชุดทดลองที่เติมน้ำหมักชีวภาพในสัดส่วน 0.18-0.21 กิโลกรัม/กิโลกรัมวัสดุหมักรวมทั้งหมด

สุทธี (2552) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยใช้สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า การหมักผักตบชวาผสมมูลวัวอัตราส่วน 3:1 ทำการหมักแบบใช้ออกซิเจน 3 รูปแบบ คือ บ่อที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ บ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:100 และ 1:50 ควบคุมความชื้นให้อยู่ให้อยู่ในช่วงร้อยละ 50-70 วัดอุณหภูมิและความชื้นทุกวัน พลิกกลับกองปุ๋ยหมักทุก 10 วัน พบว่าสารเร่งชีวภาพที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลมีกลิ่นหอมหมักดอง วัดค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 3.5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ย่อยเซลลูโลสได้เท่ากับ 1.2-107 CEU/ml จากนั้นนำสารเร่งชีวภาพที่ได้ไปใช้เป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการทำปุ๋ยหมักของทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า บ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:50 ใช้เวลาหมักเร็วกว่าบ่อที่ไม่ใส่สารเร่ง

ชีวภาพคิดเป็นร้อยละ 17.01 แตกต่างกันทางสถิติ มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมักแตกต่างกันทางสถิติส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) และสภาพความเป็นกรด-ด่าง ของปุ๋ยหมักในทุกรูปแบบบ่อไม่แตกต่างกัน โดยสรุปการใช้สารเร่งชีวภาพที่อัตราส่วนความเข้มข้นมากทำให้เกิดการย่อยสลายเร็วกว่าและมีอุณหภูมิสูงกว่าการใช้สารเร่งชีวภาพอัตราส่วนความเข้มข้นน้อย แต่อัตราส่วนของสารเร่งชีวภาพไม่มีผลต่อปริมาณของธาตุอาหารหลัก และค่าความเป็นกรด-ด่างในปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัว จึงควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรนำสารเร่งชีวภาพไปใช้ในการลดระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักต่อไป

สุริยา (2542) ได้นำขยะอินทรีย์จากเศษผักตลาดสอสี่มุมเมือง จังหวัดปทุมธานี มาทำการผลิตหญ้าหมักโดยวิธีเดียวกันกับการทำน้ำสกัดชีวภาพ แต่จะเน้นการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งจากการทดลองเบื้องต้นพบว่า การหมักผักสดจำนวน 100 กิโลกรัม ต้องใช้กากน้ำตาลที่มีความเข้มข้น 4 กิโลกรัม เกลือ 1 กิโลกรัม และน้ำจำนวน 1 ลิตร ทำการหมักอย่างน้อย 1 สัปดาห์ จะได้ผักหมักที่มีคุณภาพดี คือ มีโปรตีน 17.87% และไขมัน 1.37% ซึ่งนำไปทดสอบกับเป็ดเนื้อพันธุ์ปักกิ่ง ผลการทดลองพบว่า เป็ดได้รับผักหมักเสริมในปริมาณ 10% ของอาหารสำเร็จรูปเป็ดมีการเจริญเติบโตดีและมีเปอร์เซ็นการรอดถึง 97.5% ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมที่ให้อาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว เป็ดมีอัตรารอดเพียง 42.5% เท่านั้น ซึ่งเป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากเหตุผล 2 ประการ คือในการหมักจะมีเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มแลคติกและกลุ่มแอคซิคแบคทีเรีย ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้สามารถสร้างสาร Probiotic ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคได้และสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่สัตว์ แต่จากการวิเคราะห์จุลินทรีย์แลคติกและแอคซิคในชุดควบคุมกับชุดที่มีหญ้าหมักผสมพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์แลคติกไม่มีความแตกต่างกันดังนั้นการที่เป็ดมีการเจริญเติบโตดีและสุขภาพร่างกายแข็งแรงน่าจะมาจากสาเหตุหนึ่งคือ ความเป็นกรดในผักหมักซึ่งจะไปส่งเสริมสภาวะภายในของสัตว์มีภาวะที่เหมาะสมในการย่อยอาหารและส่งเสริมเอมไซม์ในตัวสัตว์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้จุลินทรีย์ก็จะสร้างกรดที่มีอยู่ในผักหมักทำให้ pH พื้นที่คอกมี pH ต่ำ ช่วยลดแอมโมเนียในคอกสัตว์ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้นอีกด้วย

อภิญญา (2545) ได้ทำการศึกษาการผลิตน้ำสกัดจากเศษผักโดยเปรียบเทียบการหมักแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศพบว่า ให้อากาศเหมาะแก่กระบวนการหมักชีวภาพจะช่วยส่งเสริมการย่อยเศษผักมีการย่อยสลายตัวได้ดีกว่าแบบไม่ใช้อากาศปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่า ในการหมักแบบใช้อากาศมีปริมาณจุลินทรีย์สูงกว่าเล็กน้อย ส่วนการเปลี่ยนแปลง pH น้ำหมัก พบว่า pH ของน้ำหนักทั้ง 2 แบบ จะมี pH ลดลงจนมี pH ต่ำสุดที่วันที่ 7 ของการหมักคือ pH เท่ากับ 3.61 และ 3.74 แต่หลังจากระยะการหมักยาวนานขึ้นพบว่า การหมักแบบไม่เติมอากาศจะมีค่า pH คงที่ คือ ค่า pH อยู่ระหว่าง 3.5-3.6 ส่วนการหมักแบบเติมอากาศพบว่า หลังวันที่ 7 ค่า pH ของน้ำหมักชีวภาพจะเพิ่มสูงขึ้นเป็น 6.4 หลังจากหมักได้ 35 วัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกากไขมันในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน กรณีศึกษาเทศบาลตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

3.1 การศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดการมูลฝอยและการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลร่องคำ

ในการศึกษาการศึกษาสภาพปัจจุบันการจัดการมูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำ ผู้วิจัยทำการศึกษาจากสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนในการจัดการมูลฝอยอินทรีย์ของครัวเรือน ในประเด็นต่อไปนี้ คือ ปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ อัตราการเกิดมูลฝอยอินทรีย์ และการกำจัดมูลฝอยอินทรีย์ในครัวเรือน และกากไขมันจากน้ำเสีย

3.1.1 การศึกษามูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำ

1. องค์ประกอบมูลฝอย ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ Quartering การแบ่งขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) และเลือกสุ่มเอาขยะมูลฝอยเลือกเอามา 2 ส่วน ที่อยู่ตรงข้ามกัน

2. การหาความหนาแน่น (Bulk Density) ของตัวอย่างขยะมูลฝอย

3. องค์ประกอบทางกายภาพ เช่น กระดาษ เศษผักผลไม้ พลาสติก โฟม โลหะ อโลหะ เศษอาหาร ขยะอันตรายอื่นๆ เป็นต้น

3.1.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. ถุงมือ
2. ผ้ายาง
3. ถังพลาสติก
4. เครื่องชั่ง
5. จอบ
6. ถุงพลาสติก

3.1.1.2 ขั้นตอนในการศึกษา

1. สุ่มมูลฝอยอินทรีย์มาชั่งน้ำหนักนำไปกองรวมกันเป็นรูปวงกลมแล้วทำ Quartering แยกมูลฝอยออกเป็น 4 ส่วนแล้วเลือกสุ่มมา 2 ส่วนตรงข้าม

2. หาความหนาแน่นมูลฝอยอินทรีย์

3. นำไปแยกองค์ประกอบหามูลฝอยอินทรีย์

4. นำมูลฝอยอินทรีย์ไปผลิตวัสดุปรับปรุงดิน

3.1.2 ศึกษากากไขมันของเทศบาลตำบลร่องคำ

การศึกษากากไขมันของเทศบาลตำบลร่องคำ โดยศึกษาปริมาณการเกิดกากไขมันในแต่ละครัวเรือน โดยการชั่งน้ำหนักของกากไขมันในแต่ละวันหารด้วยจำนวนประชากรที่ติดตั้งถังดักไขมัน

3.2 ศึกษาอัตราส่วนเหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1.1 ถุงมือ

1.2 ถังหมักแบบวงคอนกรีต พร้อมฝาปิดและเจาะรูระบายตรงฝาปิด

1.3 สายยางรดน้ำและน้ำ

1.4 ผ้ายาง

1.5 เครื่องสำหรับสับหรือตัดขยะ

1.6 ขยะสด ได้แก่ เศษผัก ผลไม้ และเศษอาหาร

1.7 วัสดุแห้งได้แก่ เศษใบไม้และกิ่งไม้

1.8 กากไขมัน

1.9 ตาชั่ง พลั่ว

1.10 จุลินทรีย์ EM ชนิดน้ำ

3.2.2 การเตรียมวัตถุดิบ

3.2.2.1 ขยะอินทรีย์

1. คัดแยกมูลฝอยอินทรีย์ออกจากมูลฝอยรวมของเทศบาลตำบลร่องคำให้ได้ปริมาณประมาณ 50 กิโลกรัม

2. รวบรวมเศษใบไม้แห้งภายในเทศบาลตำบลร่องคำให้ได้ปริมาณประมาณ 50 กิโลกรัม

3. สับ/ตัดมูล ฝอยอินทรีย์ และเศษใบไม้ แห้งให้มีขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว

4. คลุกเคล้าวัสดุที่ปรับขนาดแล้วให้ทั่วถึง โดยมีอัตราส่วนมูลฝอยอินทรีย์และเศษใบไม้ ได้แก่ เศษผัก ผลไม้ เศษอาหาร

5. อัตราส่วนมูลฝอยอินทรีย์ ได้แก่ ขยะสด และเศษใบไม้แห้งเท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก

3.2.2.2 กากไขมัน

1. นำกากไขมันที่ได้จากถังดักไขมันในแต่ละครัวเรือน และเก็บเศษวัสดุที่ปนเปื้อนมากับกากไขมันออก หลังจากนั้นนำกากไขมันมาชั่งน้ำหนัก เพื่อทราบปริมาณของกากไขมัน

3.2.3 ขั้นตอนในการศึกษา

1. นำขยะอินทรีย์และกากไขมันจากการเตรียมวัตถุดิบในหัวข้อ 3.2.2 มาผสมในอัตราส่วนมูลฝอยอินทรีย์ (ขยะสดและเศษใบไม้แห้ง) และกากไขมันในอัตราส่วนเท่ากับ 0:100, 100:0, 50:50, 20:80, 80:20, 40:60 และ 60:40 ตามลำดับ โดยน้ำหนัก

2. นำวัสดุที่ผสมแล้วเข้าถังหมัก

3. นำกากไขมันมาคลุกเคล้ากับมูลฝอยอินทรีย์ในแต่ละอัตราส่วน

4. ระยะหมัก 60 วัน โดยทำการหมักแบบไม่เติมอากาศโดยหมั่นพรมน้ำสม่ำเสมอเพื่อให้มีความชื้นร้อยละ 40-60 พอสมควร ปริมาณความชื้นในกองหมักปุ๋ยระหว่างร้อยละ 40-60 โดยน้ำหนัก สามารถตรวจสอบความชื้นโดยการบีบวัสดุหมักด้วยมือดังนี้

1) มีน้ำไหลออกมาตามร่องนิ้วมือ หมายถึง ความชื้นสูง (มากกว่าร้อยละ 60)

2) มีวัสดุเกาะติดมือ หมายถึง ความชื้นที่เหมาะสม (ร้อยละ 50-60)

3) วัสดุไม่เกาะติดมือ หมายถึง ความชื้นน้อย (น้อยกว่าร้อยละ 50)

ส่วนการทดสอบความร้อนของกองปุ๋ยหมักถ้ากำปุ๋ยหมักแล้วจะอุ่นมือแสดงว่าความร้อนอยู่ในช่วงเหมาะสม

5. ตรวจสอบปุ๋ยหมักก่อนและหลังจากผ่านการหมักประมาณ 60 วัน จะได้ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ จากนั้นให้นำออกจากถังหมักปุ๋ยโดยสังเกตได้ว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้วดังนี้

1) สีจะมีคล้ำคล้ายกับสีดิน และเวลาเอามือจับจะร่วน

2) กลิ่นเป็นกลิ่นดินธรรมชาติ

3) ความร้อนเมื่อใช้มือจับจะไม่ร้อนมากหรือปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ต้องไม่มีความร้อนหลงเหลืออยู่ หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของมูลฝอยอินทรีย์

6. การวิเคราะห์คุณสมบัติของมูลฝอยอินทรีย์ และคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ ก่อนและหลังการหมักวัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ อุณหภูมิ, ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ปริมาณไนโตรเจน (N), ปริมาณฟอสฟอรัส (P), ปริมาณโพแทสเซียม (K), อินทรีย์วัตถุ (OM), ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ดังตาราง 12 และทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ตาราง 12 วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุปรับปรุงดิน และคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

พารามิเตอร์	วิเคราะห์โดยวิธี
อุณหภูมิ	Thermometer
ความเป็นกรด-ด่าง	Electrometer
ปริมาณไนโตรเจน (N)	Kjeldahl Method
ปริมาณฟอสฟอรัส (P)	Bray II and Blue Method
ปริมาณโพแทสเซียม (K)	Cobaltinitrite Method
อินทรีย์วัตถุ (OM)	Walkley และ Black
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	Electrical Conductivity Meter

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่ออธิบายคุณลักษณะและหาค่าความสัมพันธ์ โดยใช้ One–Way ANOVA

สถานที่ทำการศึกษา

1. เทศบาลตำบลร่องคำ ตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์
2. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ตำบลขามเรียง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปราย

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน กรณีศึกษาเทศบาลตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งมีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 สภาพปัจจุบันของการจัดการขยะมูลฝอยและการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลร่องคำ

4.1.1 ผลการศึกษามูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำ

4.1.1.1 ความหนาแน่นปกติ

การศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในเทศบาลตำบลร่องคำ ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบQuartering โดยดำเนินการศึกษาพื้นที่ โดยเก็บตัวอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 7 วัน โดยศึกษาองค์ประกอบของขยะ ค่าความหนาแน่นปกติ และอัตราการเกิดขยะมูลฝอย ผลการทดลองดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงน้ำหนักขยะมูลฝอย ปริมาตรขยะมูลฝอย ความหนาแน่นปกติ และปริมาณขยะ เฉลี่ย 7 วัน ของขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลร่องคำ

น้ำหนักขยะมูลฝอย (กิโลกรัม/วัน)	**ปริมาตรขยะมูลฝอย (ลิตร/วัน)**	**ความหนาแน่นปกติเฉลี่ย (กิโลกรัม/ลิตร)**	**จำนวนประชากร (คน)**	**อัตราการเกิดขยะ (กิโลกรัม/คน/วัน)**
4,120	618	0.15	6,089	0.68

จากตาราง 13 แสดงน้ำหนักขยะมูลฝอย ปริมาตรขยะมูลฝอย ความหนาแน่นปกติ และปริมาณขยะมูลฝอย เฉลี่ย 7 วัน ของเทศบาลตำบลร่องคำ พบว่าน้ำหนักมูลฝอยเทศบาลตำบลร่องคำ มีน้ำหนักขยะมูลฝอย 4,120 กิโลกรัม/วัน เมื่อศึกษาค่าความหนาแน่นปกติขยะมูลฝอยพบว่าค่าความหนาแน่นปกติ เท่ากับ 0.15 กิโลกรัมต่อลิตร เมื่อศึกษาปริมาณขยะพบว่า ประชาชนเทศบาลตำบลร่องคำ มีค่าอัตราการเกิดขยะมูลฝอย เท่ากับ 0.68 กิโลกรัม/คน/วัน

4.1.1.2 องค์ประกอบของมูลฝอย

จากตาราง 14 แสดงองค์ประกอบขยะมูลฝอยเฉลี่ย 7 วัน ของเทศบาลตำบลร่องคำ ค่าเฉลี่ย พบว่าองค์ประกอบขยะมูลฝอย พลาสติก (Plastics) และโฟม (Foam) มีค่าอยู่ที่ร้อยละ 26.612 ผ้า (Textile) ร้อยละ 16.680 และมูลฝอยเศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ (Garbage) ร้อยละ 14.482 จากการสังเกตพบว่า ขยะมูลฝอยพวกพลาสติก และโฟม (Foam) และผ้า รวมกันคิดเป็นร้อยละ 43.292 โดยหากสามารถลดขยะเหล่านี้ลงซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณขยะลดลงอย่างมาก โดยขยะมูลฝอยส่วนมากจะเป็นถุงพลาสติก และโฟม ในขณะที่ขวดพลาสติกที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ไม่ค่อยพบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากต้องการลดปริมาณขยะประเภทถุงพลาสติกและโฟม โดยมีแนวทางการจัดการคือ ควรคัดแยกขยะไม่ให้ปนเปื้อน แล้วรวบรวมขยะพลาสติกไปขายเพื่อส่งไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะสำหรับใช้ในการผลิตไฟฟ้าหรือหากขยะประเภทถุงพลาสติกและโฟมที่มีการปนเปื้อน สามารถหาเครื่องจักรมาล้างถุงพลาสติกและโฟม ผึ่งให้แห้ง รวบรวมเพื่ออัดเป็นแท่งส่งขายต่อไป โดยขยะมูลฝอยพวกเศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้ (Garbage) เป็นองค์ประกอบขยะที่พบมากเป็นอันดับสาม ซึ่งชุมชนในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลร่องคำมีการนำขยะเหล่านี้คัดแยกตั้งแต่ต้นทาง แล้วนำไปผลิตปุ๋ยหมัก ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ก๊าซชีวภาพ ทำให้ลดบริมาณขยะประเภทนี้ได้ และไม่เกิดการปนเปื้อนของขยะอีกด้วย จากการสังเกตขยะอันตรายพบว่า ขยะอันตรายปัจจุบันเป็นผ้าอ้อมเด็กและผู้ใหญ่ ซึ่งขยะประเภทนี้จะส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรค และเป็นแหล่งเพาะพันธ์ของสัตว์พาหะนำโรค ดังนั้นควรจะมีมาตรการในการจัดการขยะประเภทนี้ด้วย ดังตาราง 14

ตาราง 14 องค์ประกอบขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลร่องคำ

รายการ	**น้ำหนักขยะ (กรัม)**	**น้ำหนักขยะ (ร้อยละ)**
เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ (Garbage)	224.29	14.482
กระดาษ (Paper)	131.13	8.467
พลาสติก (Plastics) และโฟม (Foam)	405.20	26.612
ยาง (Rubber)	37.40	2.415
หนัง (Leather)	7.10	0.458
ผ้า (Textile)	258.34	16.680
ไม้ (Wood)	152	9.814
แก้ว (Glass)	10.5	0.678

ตาราง 14 องค์ประกอบขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลร่องคำ (ต่อ)

รายการ	น้ำหนักขยะ (กรัม)	น้ำหนักขยะ (ร้อยละ)
โลหะ (Metal)	-	-
หิน (Stone) และกระเบื้อง (Ceramic)	-	-
มูลฝอยที่เป็นอันตราย (Hazardous Waste)	45.39	2.931
อื่นๆ (Others)	77.45	5.000
รวม	1,348.8	100.000

4.1.1.3 การจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำ

จากการเก็บข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำ ผลการทดลองดังนี้

การจัดการขยะเทศบาลตำบลร่องคำมีการบริหารจัดการขยะมูลฝอย การส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยที่ต้นทาง เช่น กิจกรรมให้ความรู้ชุมชนการบริหารจัดการขยะมูลฝอย ทั้ง 13 ชุมชน ให้มีความรู้ความเข้าใจในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชน แต่ละประเภทที่ครัวเรือนของตนเอง กิจกรรมธนาคารขยะชุมชน เป็นการส่งเสริมให้ชุมชนได้ตะหนักในการคัดแยกขยะรีไซเคิลของครัวเรือนเพื่อเพิ่มรายได้ในชุมชนและมีสวัสดิการให้กับคนที่เป็นสมาชิกธนาคารขยะ เพื่อกระตุ้นให้ชุมชนใส่ใจการคัดแยกขยะมูลฝอยครัวเรือนมากขึ้น กิจกรรมอบรมให้ความรู้การทำสิ่งประดิษฐ์จากขยะ เช่น สิ่งประดิษฐ์ดอกไม้จากถุงพลาสติก ตะกร้าจากกระป๋องกาแฟ กระป๋องเบียร์ และการทอเสื่อจากถ้วยมาม่าคัพ เป็นต้น โดยพบว่า การจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำ ดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำ

กิจกรรม	เทศบาลตำบลร่องคำ
1. การคัดแยกขยะ	
1.1 บริเวณพื้นที่ดำเนินการคัดแยกขยะ	การคัดแยกขยะในแหลงที่พักอาศัยเป็นขยะรีไซเคิล การคัดแยกขยะรวมในชุมชน ได้แก่ ขยะอันตราย การคัดแยกในสถานที่จัดการขยะจากประชาชนที่ประกอบอาชีพเก็บขนขยะไปขาย

ตาราง 15 แสดงการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำ (ต่อ)

กิจกรรม	เทศบาลตำบลร่องคำ
1. การคัดแยกขยะ	
1.2 รูปแบบของการคัดแยกขยะ	อื่นๆ คัดแยกขยะรีไซเคิลทุกชุมชนโดยมีธนาคารขยะชุมชนในการรับฝากขายขยะรีไซเคิล และคัดแยกขยะอันตราย 13 ชุมชน
2. การกักเก็บหรือรองรับขยะ	
2.1 จำนวนภาชนะรองรับขยะ	ถังพลาสติกทรงเหลี่ยม มีฝาปิด ขนาดความจุ 240 ลิตร จำนวน 200 ใบ
2.2 รูปแบบการจัดวางภาชนะรองรับขยะ	รูปแบบการรวบรวมขยะมูลฝอยชุมชนมีการวางจุดทิ้งขยะมูลฝอย ทั้งหมด 52 จุด 13 ชุมชน รูปแบบการวางภาชนะรองรับขยะ ได้แก่ ขยะรีไซเคิล ขยะทั่วไป ขยะอันตราย และขยะอินทรีย์
3. การเก็บขนและการขนสงขยะ	
3.1 ระบบการเก็บขนขยะ	ถังขยะคงที่
3.2 รูปแบบการบริการเก็บขนขยะ	หนาบาน (Curb side) และถังรวม (Alley)
3.3 รถยนตเก็บขนขยะ	
3.3.1 ประเภทของรถยนตเก็บขนขยะ	1) รถเก็บขนขยะมูลฝอยทั่วไป 3 คัน 1.1) รถบรรทุกเก็บขนขยะมูลฝอยแบบอัดท้ายขนาดความจุ 6 ลบ.ม. จำนวน 1 คัน 1.2) รถบรรทุกเก็บขนขยะมูลฝอยแบบเปิดข้างเทท้ายขนาดความจุ 6 ลบ.ม. จำนวน 2 คัน
3.3.2 จำนวนรถเก็บขนขยะ	3 คัน
3.4 การวางแผนการเก็บขนขยะ	
1) การกำหนดเสนทางเก็บขนขยะ	ภายในเขตเทศบาล รถขยะคันที่ 1 เก็บขนขยะมูลฝอย หมู่ 1, 2 , 7, 8, 10, 12 รถขยะคันที่ 2 เก็บขนขยะมูลฝอย หมู่ 5, 11, 13 และหน่วยงานราชการ รถขยะคันที่ 3 เก็บขนขยะมูลฝอย หมู่ 3, 4 ,6 และ 9

ตาราง 15 แสดงการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลร่องคำ (ต่อ)

กิจกรรม	เทศบาลตำบลร่องคำ
2) ระยะเวลาเก็บขนขยะ	04.00 - 08.30 น. จัดให้บริการวันละ 1 รอบ ในเขตพื้นที่ชุมชนและที่อยู่อาศัย เช่น หอพัก บ้านเรือน อาคารสำนักงาน หน่วยงานราชการ เป็นต้น
3.5 การขนสงขยะ	รถเก็บขนขยะจากจุดกำเนิดขยะไปยังสถานที่กำจัดขยะเที่ยวตอเที่ยว
3.6 พนักงานเก็บและเก็บขนขยะ	
1) จำนวนพนักงานเก็บขนขยะ	12 คน
2) ระยะเวลาในการทำงาน	8 ชั่วโมง
3) อุปกรณ์ป้องกันอันตราย	ถุงมือ รองเท้าบู๊ท หน้ากาก
4) การตรวจสุขภาพประจำปี	มี (1 ครั้ง/ปี)
5) อาการโรคที่คาดว่าจะเกิดจากการเก็บขนขยะ/ผลกระทบ	ปวดหลัง
3.7 ระบบการกำจัด	ระบบฝังกลบขยะและเทกอง

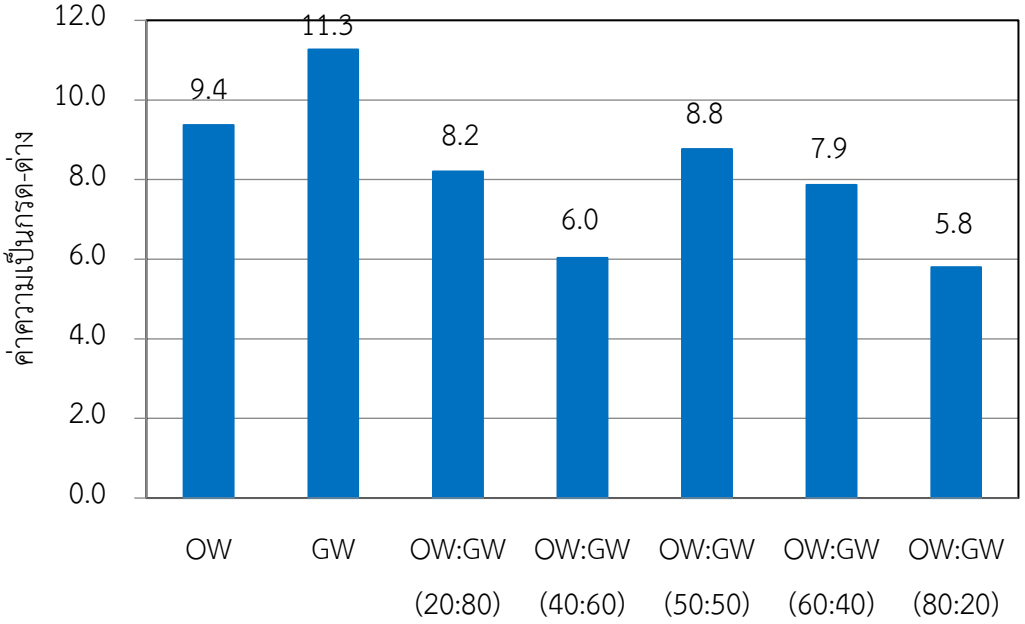
4.1.2 ศึกษากากไขมันของเทศบาลตำบลร่องคำ

จากการศึกษากากไขมันครัวเรือนของเทศบาลตำบลร่องคำ โดยศึกษากากไขมันจากถังดักไขมันจำนวน 100 ครัวเรือน มีผู้อยู่อาศัยทั้งหมด 125 คน โดยมีระยะเวลาในการเก็บกักกากไขมันในถังดักไขมันเป็นเวลา 7 วัน พบว่ามีกากไขมันในถังดักไขมัน 1.05 กิโลกรัม โดยพบว่าอัตราการผลิตกากไขมันเท่ากับ 0.0012 กิโลกรัม/คน/วัน

4.2 ศึกษาอัตราส่วนเหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน

การวิเคราะห์คุณสมบัติของมูลฝอยอินทรีย์และคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ก่อนและหลังการหมักวัสดุปรับปรุงดิน โดยศึกษาการผลิตวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ (Organic Waste, OW) ต่อกากไขมัน (Grease Waste: GW) ที่อัตราส่วน OW:GW เท่ากับ 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20 และ OW ขยะอินทรีย์อย่างเดียว (100:0) GW กากไขมันอย่างเดียว (0:100) ตามลำดับ โดยวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ, ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), อินทรีย์วัตถุ (OM), อินทรีย์คาร์บอน (OC) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ผลการทดลองดังนี้

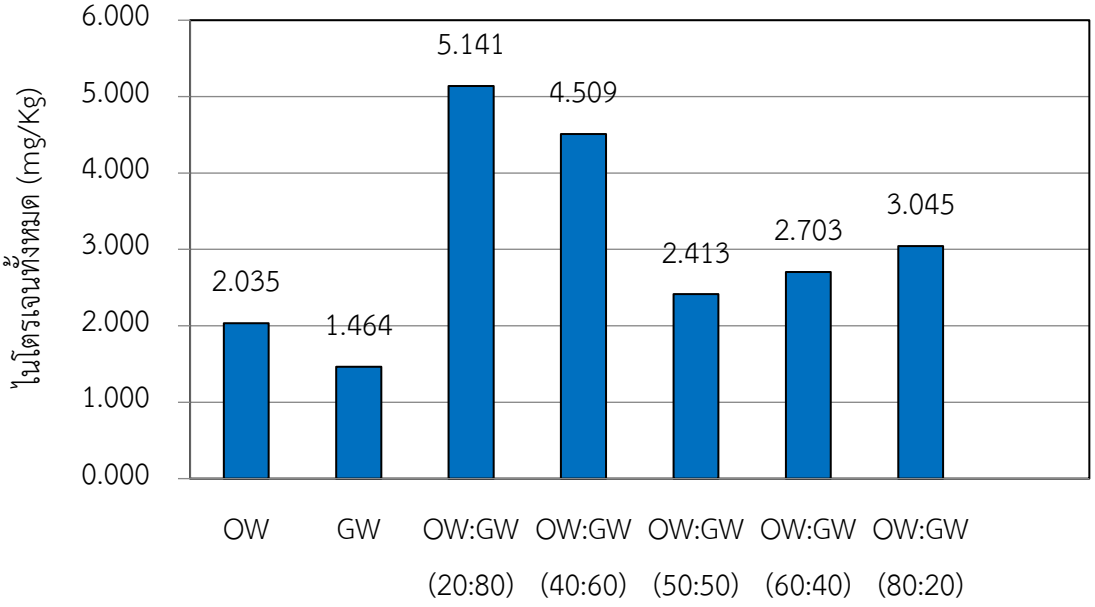
4.2.1 ผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่าง (pH)



ภาพประกอบ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน

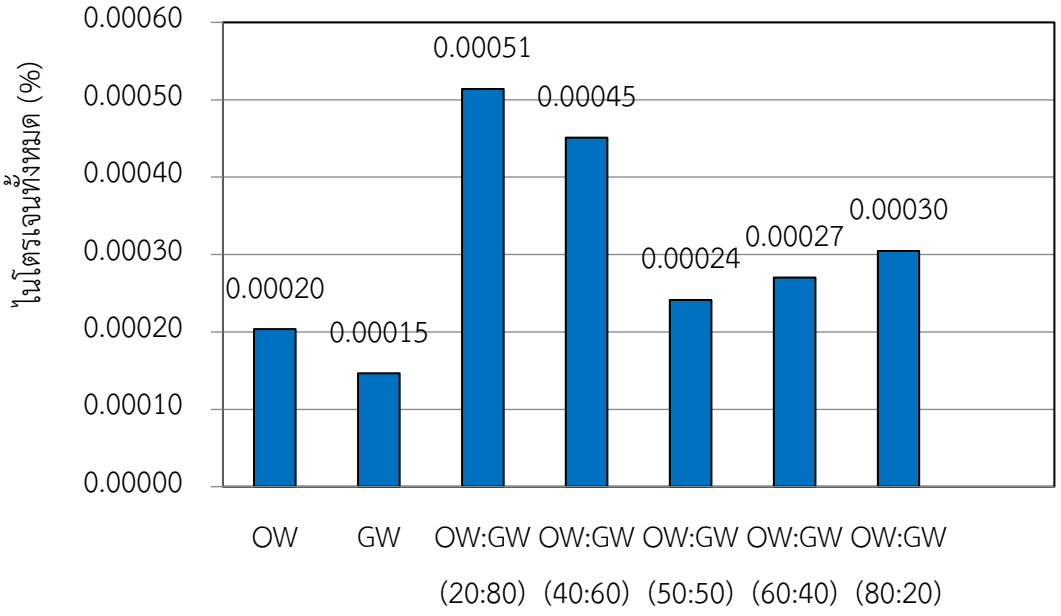
จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของอัตราส่วนขยะอินทรีย์และกากไขมัน (ภาพประกอบ 3) พบว่า อัตราส่วนวัสดุปรับปรุงดินของขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันทุกอัตราส่วน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.8-11.3 โดยพบว่าที่อัตราส่วนของขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันที่ 80:20 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำสุดเท่ากับ 5.8 เนื่องจากอัตราส่วนนี้มีปริมาณขยะอินทรีย์มากกว่ากากไขมันเลยส่งผลให้มีการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศส่งผลให้มีการหมักแบบไร้อากาศเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นกรด จึงส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างน้อย ในขณะวัสดุปรับปรุงดินของขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันที่อัตราส่วน 50:50 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงสุดเท่ากับ 8.8 โดยพบว่ามีสภาพเป็นด่าง เนื่องจากอัตราส่วนของขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันมีปริมาณเท่ากันจึงส่งผลให้วัสดุปรับปรุงดินมีสภาพเป็นด่าง โดยวัสดุปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์เพียงชนิดเดียว และกากไขมันเพียงชนิดเดียวพบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 9.4 และ 11.3 ตามลำดับ เมื่อนำค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยหมักจากกากไขมันขยะอินทรีย์ ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2548) พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ของเกณฑ์มาตรฐาน เท่ากับ 5.5-8.5 โดยพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของงานวิจัยที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ (2546) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้แห้งและขยะอินทรีย์ ด้วยวิธีหมักแบบใช้ออกซิเจน พบว่า สภาวะการหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับเศษใบไม้สับและมูลค้างคาว มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 6-8

4.2.2 ผลการศึกษาไนโตรเจนทั้งหมด



ภาพประกอบ 4 ไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน

จากการศึกษาไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน (ภาพประกอบ 4) พบว่าค่าไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน มีค่ามากที่สุด ที่อัตราส่วน 20:80 เท่ากับ 5.141 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดิน รองลงมาคือที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 40:60 มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 4.509 มิลลิกรัมไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดิน ในขณะที่ค่าไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันมีค่าต่ำที่สุดที่อัตราส่วน 0:100 (กากไขมันอย่างเดียว) เท่ากับ 1.464 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดิน

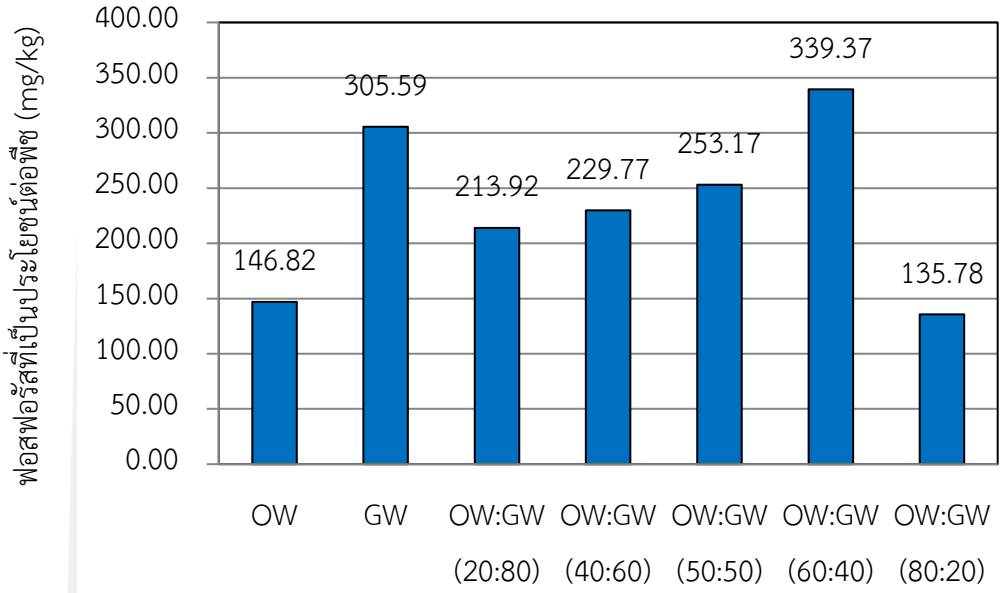


ภาพประกอบ 5 ไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน

จากการศึกษาไนโตรเจนทั้งหมดของอัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่าง ๆ (ภาพประกอบ 5) พบว่า ร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน ที่อัตราส่วน 20:80 มีค่าร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดมากที่สุดเท่ากับ 0.00051 รองลงมาคืออัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 40:60 ร้อยละมีค่าไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.00045 โดยเมื่อไนโตรเจนทั้งหมดมีค่ามากกว่าร้อยละ 1 พบว่า มีระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดสูงมาก ในขณะที่ที่อัตราส่วนของกากไขมันเพียงอย่างเดียวมีร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับ 0.00015 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่ไม่เหมาะสมส่งผลให้เกิดกระบวนการหมักย่อยสลายของวัสดุปรับปรุงดินได้ จึงทำให้ค่าไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าน้อยกว่าที่อัตราส่วนอื่น ๆ ผลการทดลองของอัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่า งๆ พบว่า มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตร (2548) พบว่า วัสดุปรับปรุงดินที่ผลิตจากขยะอินทรีย์มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก และจากงานวิจัยของคมสัน 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 วัน ตั้งแต่วันที่ 57 จนสิ้นสุดระยะเวลาการหมักรวมทั้งสิ้น 120 วัน พบว่าการหมักปุ๋ยจากมูลสุกรกับเปลือกถั่วเหลืองทุก

อัตราส่วนได้ผลดี 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 และการหมักปุ๋ยจากมูลสุกรกับแกลบได้ผลดีที่อัตราส่วนผสม 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

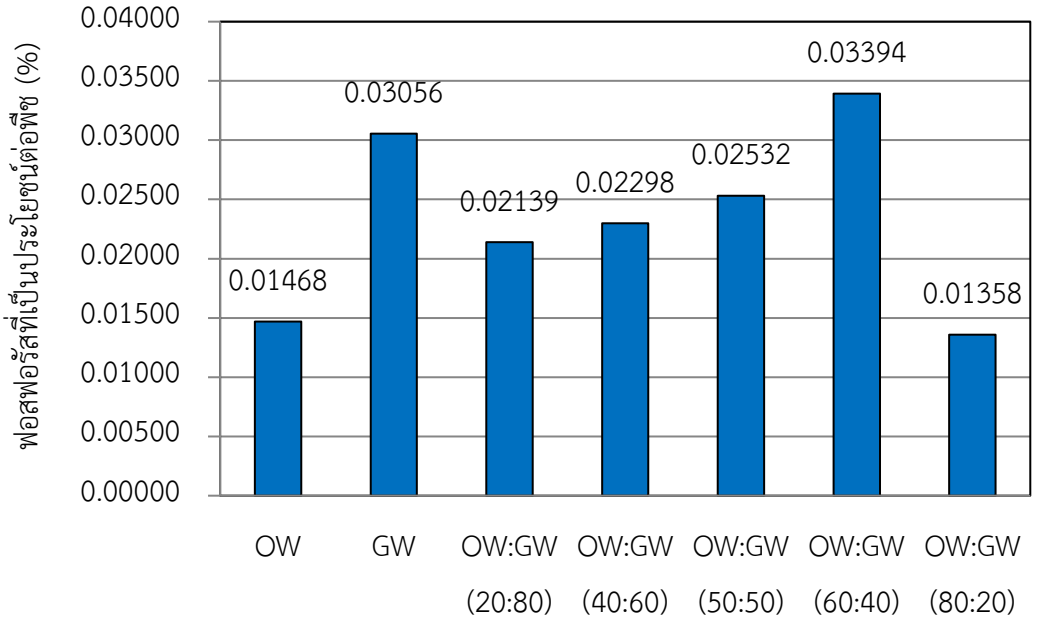
4.2.3 ผลการศึกษาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช



ภาพประกอบ 6 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน

จากการศึกษาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่างๆ (ภาพประกอบ 6) พบว่า ปริมาณค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน มีค่ามากสุด ที่อัตราส่วน 60 :40 เท่ากับ 339.37 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่อกิโลกรัมของวัสดุปรับปรุงดิน รองลงมาคือ วัสดุปรับปรุงดินที่ผลิตจากกากไขมันอย่างเดียว (GW) โดยมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เท่ากับ 306.55 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่อกิโลกรัมของวัสดุปรับปรุงดิน จากผลการศึกษาพบว่า งานวิจัยนี้ศึกษาอัตราส่วนเหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน

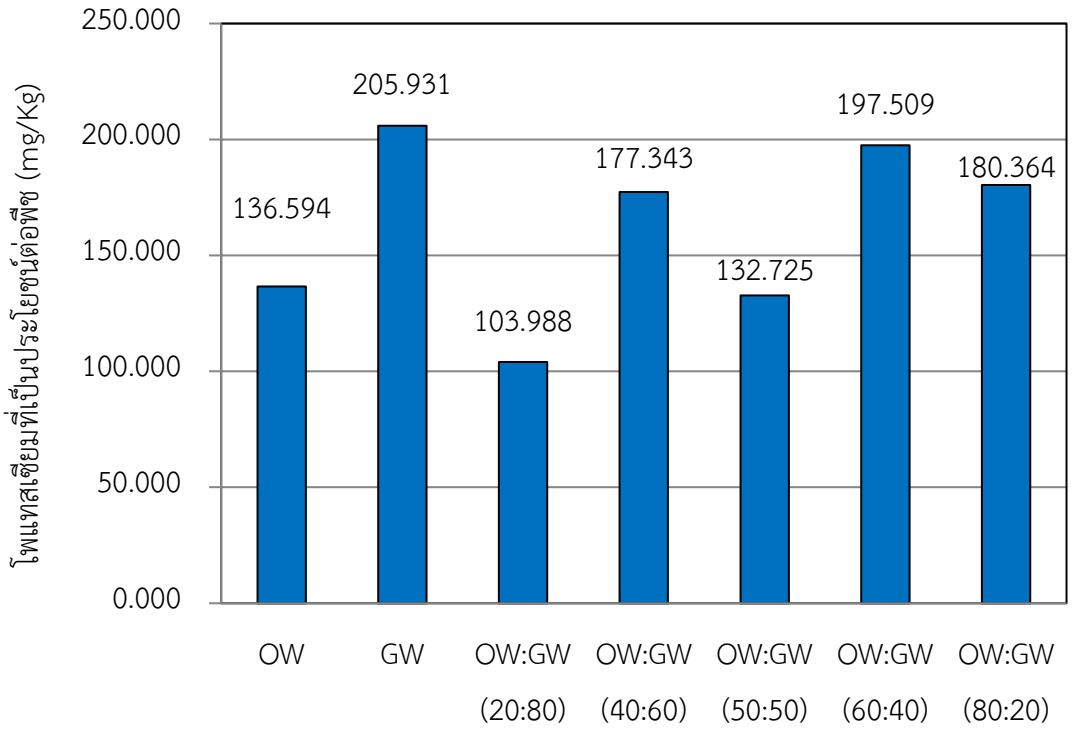
มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีค่ามากกว่า 45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นระดับการประเมินที่พบว่ามีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (2548) และเมื่อเปรียบเทียบกับตารางประเมินฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์และผลกระทบที่มีต่อพืช ของอภิรดี (2542) พบว่า ทุกอัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันของงานวิจัยนี้ มีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากกว่า 45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่าเมื่อนำไปใช้ประโยชน์กับพืชจะได้ผลผลิตสูง



ภาพประกอบ 7 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน

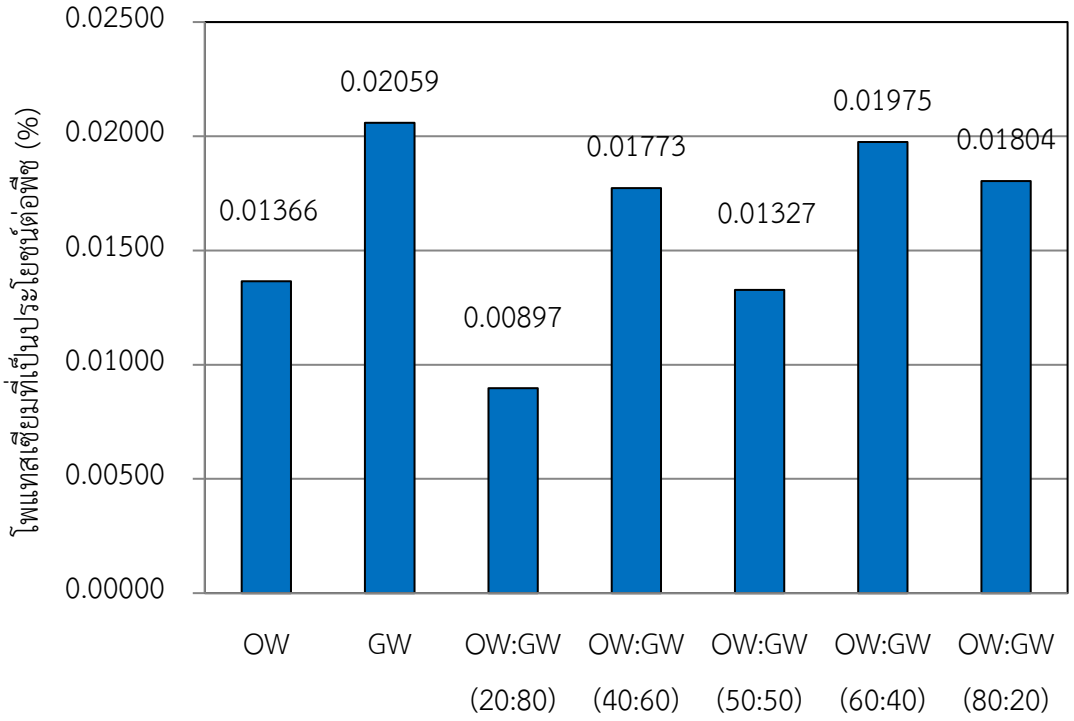
จากการศึกษาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของอัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน (ภาพประกอบ 7) พบว่า ร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน มีค่าสูงมากที่สุด คือที่อัตราส่วน 60:40 เท่ากับร้อยละ 0.03394 รองลงมาคือวัสดุปรับปรุงดินที่ผลิตจากกากไขมันเพียงอย่างเดียว มีร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 0.03056 เมื่อเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตร (2548) พบว่าค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ดังนั้นพบว่างานวิจัยนี้ ร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่างๆ มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตร (2548)

4.2.4 ผลการศึกษาปริมาณโพแทสเซียม



ภาพประกอบ 8 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน

จากการศึกษาโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่าง ๆ (ภาพประกอบ 8) พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน มีค่ามากสุด คืออัตราส่วนของกากไขมันเพียงอย่างเดียว มีค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 205.931 มิลลิกรัมโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่อกิโลกรัมของวัสดุปรับปรุงดิน รองลงมาคือวัสดุปรับปรุงดินที่ที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 60:40 มีค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 197.509 มิลลิกรัมโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่อกิโลกรัมของวัสดุปรับปรุงดิน อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 80:20 มีค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 180.364 มิลลิกรัมโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่อกิโลกรัมของวัสดุปรับปรุงดิน ในขณะที่อัตราส่วนที่มีค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยที่สุด คืออัตราส่วนที่ 20:80 มีค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่อกิโลกรัมเท่ากับ 103.988 มิลลิกรัมโพแทสเซียมต่อกิโลกรัมของวัสดุปรับปรุงดิน

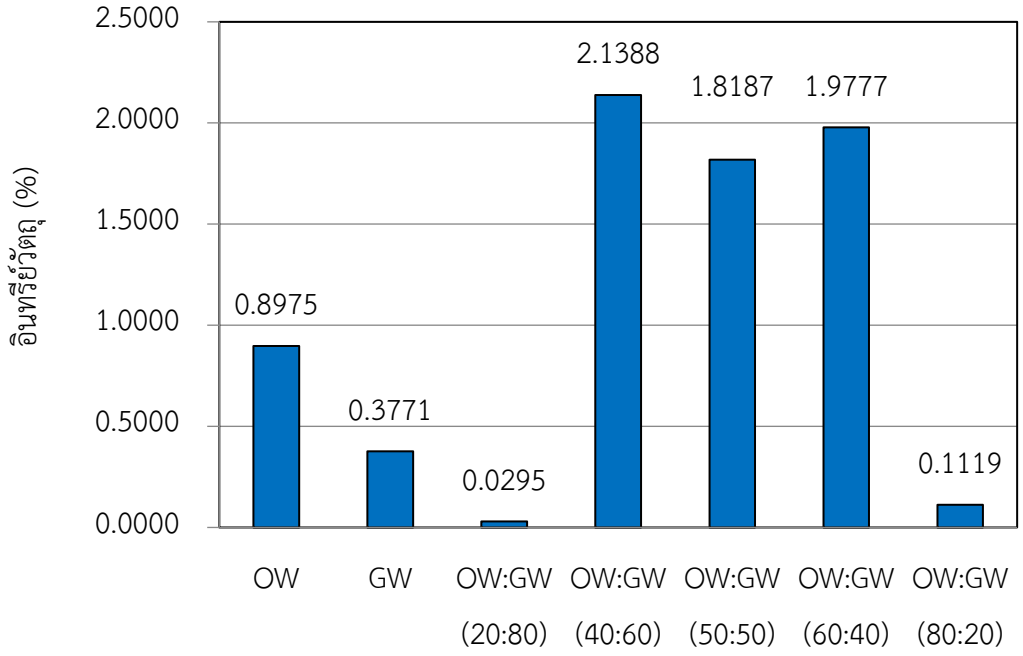


ภาพประกอบ 9 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน

จากการศึกษาโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่าง ๆ (ภาพประกอบ 9) พบว่า ร้อยละของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีค่ามากสุดคือ ที่อัตราส่วนของกากไขมันเพียงอย่างเดียว มีค่าร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 0.02059 รองลงมาอัตราส่วน 60:40 มีค่าร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 0.01975 อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 80:20 มีค่าร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 0.01804 ในขณะที่ที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันที่ 20:80 มีค่าร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยสุดเท่ากับ 0.00897 จากงานวิจัยนี้ พบว่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 0.5 เมื่อเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตร (2548) พบว่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก ซึ่งงานวิจัยของอนุวัฒน์ และบวร (2550) ได้ศึกษาธาตุอาหารหลักในน้ำหมักที่ได้จากขยะอินทรีย์และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของโพแทสเซียมในน้ำหมักที่ได้จากการหมักหัวมันเทศ หัวผักกาด ยอดข้าวโพด ชานอ้อย กระดูกหัวหมูและต้นกล้วย โดยใช้สัดส่วนของหัวเชื้อจุลินทรีย์ กากน้ำตาล น้ำสะอาดและเศษวัสดุเท่ากับ 5 ลิตร:5 ลิตร:50 ลิตร:15 กิโลกรัม ทิ้งไว้ประมาณ 3 เดือน แล้วนำสารละลายไปวิเคราะห์หาผลการทดลอง พบว่าน้ำหมักจากมันเทศให้ค่าโพแทสเซียมสูงสุด ร้อยละ 0.70 จากงานวิจัยนี้โดยค่า

มาตรฐานปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพของกรมวิชาการเกษตร (2550) มีค่าโพแทสเซียม (total K_2O) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก

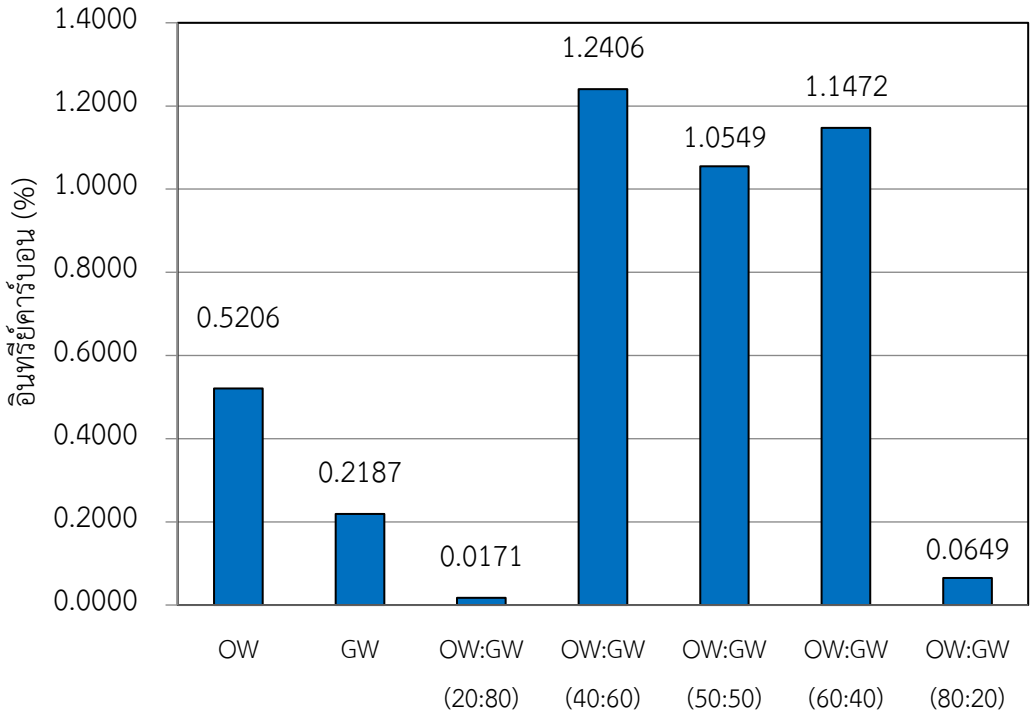
4.2.5 ผลการศึกษาอินทรียวัตถุ



ภาพประกอบ 10 อินทรีย์วัตถุของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน

จากการศึกษาร้อยละอินทรีย์วัตถุของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่าง ๆ (ภาพประกอบ 10) พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 40:60 มีค่าร้อยละอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 2.1388 รองลงมาคืออัตราส่วนที่ 60:40 มีค่าร้อยละอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 1.9777 ในขณะที่ที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันที่ 20:80 มีค่าร้อยละอินทรีย์วัตถุน้อยที่สุด เท่ากับ 0.0295 เนื่องจากอินทรีย์วัตถุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปของสารอินทรีย์และกากไขมัน ทั้งด้วยจุลินทรีย์ อินทรียวัตถุประกอบด้วยธาตุหลายชนิด แต่ที่สำคัญที่สุด คือ ธาตุคาร์บอน ซึ่งน้ำหมักของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันที่มีค่าอินทรียวัตถุระดับต่ำมากที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 100:0, 20:80 และ 80:20 อัตราส่วนที่มีค่าอินทรียวัตถุระดับต่ำคืออัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 0:100 ในขณะที่ที่อัตราส่วนที่มีค่าอินทรียวัตถุระดับปานกลางคืออัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 40:60, 50:50 และ 60:40 (ค่าอินทรีย์คาร์บอนในดินมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 0.5 แสดงว่ามีค่ามีค่าอินทรียวัตถุระดับต่ำมาก ค่าอินทรีย์คาร์บอนในดินมีค่าร้อยละ 0.5-1.0 แสดงว่ามีค่ามีค่าอินทรียวัตถุระดับต่ำ ค่าอินทรีย์คาร์บอนในดินมีค่าร้อยละ 1.5-2.5 แสดงว่ามีค่ามีค่าอินทรียวัตถุระดับปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

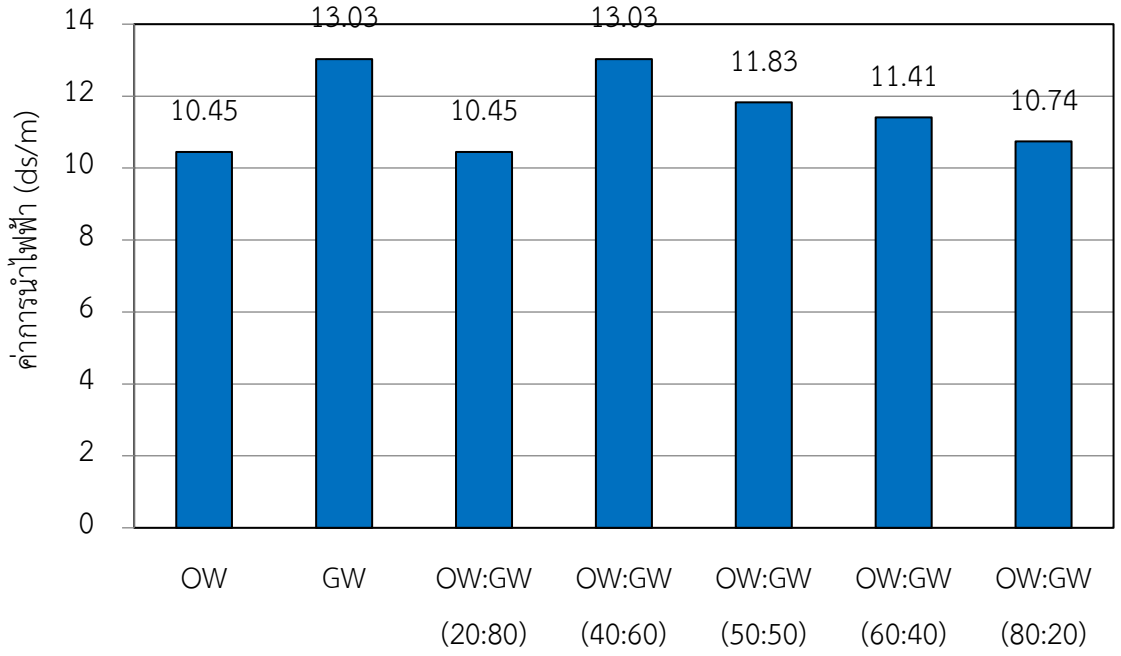
4.2.6 ผลการศึกษาอินทรีย์คาร์บอน



ภาพประกอบ 11 อินทรีย์คาร์บอนของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน

จากการศึกษาอินทรีย์คาร์บอนของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่าง ๆ (ภาพประกอบ 11) พบว่า ร้อยละอินทรีย์คาร์บอนของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน มีค่าอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดคือ อัตราส่วน 40:60 มีค่าร้อยละอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 1.2406 รองลงมาคือ อัตราส่วนอินทรีย์ต่อกากไขมันที่ 60:40 มีค่าร้อยละอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 1.1472 ในขณะที่อัตราส่วนที่มีค่าอินทรีย์คาร์บอนต่ำสุดคือ อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันที่ 20:80 มีค่าร้อยละอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 0.0171

4.2.7 ผลการศึกษาค่าการนำไฟฟ้า



ภาพประกอบ 12 ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน

จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่างๆ (ภาพประกอบ 12) พบว่า อัตราส่วนวัสดุปรับปรุงดินของขยะอินทรีย์และกากไขมันทุกอัตราส่วน มีค่าการค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 10.45-13.03 เดซิซีเมน/เมตร มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2548) โดยมีค่าไม่เกิน 6 เดซิซีเมน/เมตร จึงส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปรับปรุงดินของขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันโดยพบว่ามีความเค็ม เนื่องจากอัตราส่วนของขยะอินทรีย์และกากไขมันมีการย่อยสลายของวัสดุจากธรรมชาติ (กากไขมันและขยะอินทรีย์) จึงส่งผลให้วัสดุปรับปรุงดินมีสภาพเป็นเกลือ ดังนั้นจึงมีความเค็ม ซึ่งถ้าใส่วัสดุปรับปรุงดินให้กับพืชครั้งละมาก ๆ และใส่ใกล้รากอาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อพืชได้ อัตราส่วนของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันของแต่ละชนิดมีความเค็มมากน้อยต่างกัน โดยวัสดุปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์เพียงชนิดเดียว (OW) และกากไขมันเพียงชนิดเดียว (GW) พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 10.45 และ 13.03 เดซิซีเมน/เมตร ตามลำดับ เมื่อนำค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมักจากขยะอินทร์ต่อกากไขมัน ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2548) โดยพบว่างานวิจัยนี้วัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนต่าง ๆ มีค่าการนำไฟฟ้าเกินเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2548) งานวิจัยของลดาวัลย์ (2546) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้แห้งและขยะอินทรีย์ ด้วยวิธีหมักแบบใช้ออกซิเจน พบว่าสภาวะการหมักขยะอินทรีย์ร่วมกับเศษใบไม้

สับและมูลค้างคาว มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 6-8 เดซิซีเมน/เมตร ซึ่งพบว่างานวิจัยนี้ ค่าการนำไฟฟ้าของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่าง ๆ อยู่ในระดับความเค็มมาก ซึ่งเหมาะกับใช้ในเกษตรกรรมกับพืชที่ทนเค็มได้ เช่น กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี มันฝรั่งกระเทียม หอมแดง แตงโมแคนตาลูบ สับปะรด ละมุด พูดชา มะขาม มะพร้าว อินทผลัม สน และสะเดา เป็นต้น

4.3 ผลการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลายเป็นวัสดุปรับปรุงดิน

ตาราง 16 ระยะเวลาในการย่อยสลายเป็นวัสดุปรับปรุงดิน

ระยะเวลา/วัน	อัตราส่วน	การย่อย	สี
30	OW	เริ่มมีกลิ่น	สีน้ำตาล
	GW	เป็นแผ่น	สีกากไขมัน
	OW:GW (20:80)	เริ่มมีการย่อยเล็กน้อย	สีน้ำตาล
	OW:GW (40:60)	เริ่มมีการย่อยเล็กน้อย	สีน้ำตาล
	OW:GW (50:50)	เริ่มมีการย่อยเล็กน้อย	สีน้ำตาล
	OW:GW (60:40)	เริ่มมีการย่อยเล็กน้อย	สีน้ำตาล
	OW:GW (80:20)	ไม่ย่อย	สีน้ำตาล
60	OW	เป็นปุ๋ยมีขนาดเล็กลง	สีน้ำตาล
	GW	เป็นแผ่นแข็ง	สีกากไขมันสีดำเล็กน้อย
	OW:GW (20:80)	ย่อยดี	สีน้ำตาลดำ
	OW:GW (40:60)	ย่อยดี	สีน้ำตาลดำ
	OW:GW (50:50)	ย่อยดี	สีน้ำตาลดำ
	OW:GW (60:40)	ย่อยดี	สีน้ำตาลดำ
	OW:GW (80:20)	ย่อยเล็กน้อย	สีน้ำตาลดำ
90	OW	เป็นปุ๋ยมีขนาดเล็กลง	สีน้ำตาลดำ
	GW	เป็นแผ่นแข็ง ไม่ย่อย	สีกากไขมันดำ
	OW:GW (20:80)	ย่อยดีมาก	สีน้ำตาลดำ
	OW:GW (40:60)	ย่อยดีมาก	สีน้ำตาลดำ
	OW:GW (50:50)	ย่อยดีมาก	สีน้ำตาลดำ
	OW:GW (60:40)	ย่อยดีมาก	สีน้ำตาลดำ
	OW:GW (80:20)	ย่อยดี	สีน้ำตาลดำ

เมื่อศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลายอัตราส่วนที่เหมาะสมของขยะอินทรีย์และกากไขมันเป็นวัสดุปรับปรุงดิน พบว่าการย่อยสลายของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันที่มีการย่อยสลายเร็วที่สุดที่อัตราส่วน 20:80, 40:60, 50:50 และ 60:40 รองลงมาคืออัตราส่วน 80:20 ในขณะที่วัสดุเป็นกากไขมันอย่างเดียว (GW) การย่อยเป็นแผ่นแข็งและไม่มีการย่อยสลาย ในขณะที่ที่วัสดุเป็นขยะอินทรีย์อย่างเดียว (OW) การย่อยสลายพบว่าย่อยสลายได้ดีและเป็นวัสดุปุ๋ยที่มีขนาดเล็กลง ดังตาราง 16

จากการศึกษาของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่าง ๆ (ตาราง 17) พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.8-11.3 และมีค่าการค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 10.45-13.03 เดซิซีเมน/เมตร ไนโตรเจนทั้งหมดมากที่สุดคืออัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันที่ 20:80 มีค่าร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.00051 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดิน พบว่าที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 60:40 มีค่าร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดเท่ากับ 0.03394 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 0:100, 60:40 และ 80:20 มีค่าร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 0.02059, 0.01975 และ 0.01804 ตามลำดับ อินทรีย์วัตถุสูงสุดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 40:60 มีค่าร้อยละอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 2.1388 อินทรีย์คาร์บอนของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันมีค่าอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดที่อัตราส่วน 40:60 มีค่าร้อยละอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 1.2406

ตาราง 17 แสดงสถิติของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่าง ๆ

อัตราส่วน	ไนโตรเจนทั้งหมด		ไนโตรเจนทั้งหมด		ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช		ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช		โพสแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	
	มก./ กก.	S.D.	ร้อยละ	S.D.	มก./ กก.	S.D.	ร้อยละ	S.D.	มก./ กก.	S.D.
OW 0:100	2.0350^{b}	0.01888	0.00020^{b}	0.00000	146.82^{a}	34.39860	0.01468^{a}	0.0147	136.594^{b}	0.00121
GW 100:0	1.4637^{a}	0.03745	0.00015^{a}	0.00001	305.59^{d}	1.66970	0.03056^{d}	0.0306	205.931^{f}	0.00070
OW:GW 20:80	5.1406^{g}	0.02925	0.00051^{g}	0.00003	213.92^{b}	3.61733	0.02139^{b}	0.0214	103.988^{a}	0.00125
OW:GW 40:60	4.5086^{f}	0.19157	0.00045^{f}	0.00002	229.77$^{b, c}$	13.54667	0.02298$^{b, c}$	0.0230	177.343$^{c, d}$	0.00000
OW:GW 50:50	2.4133^{c}	0.00973	0.00024^{c}	0.00000	253.17^{c}	20.14745	0.02532^{c}	0.0253	132.725^{b}	0.00112
OW:GW 60:40	2.7028^{d}	0.00543	0.00027^{d}	0.00000	339.37^{e}	3.14228	0.03394^{e}	0.0339	197.509$^{c, e, f}$	0.00344
OW:GW 80:20	3.0453^{e}	0.05683	0.00030^{e}	0.00001	135.78^{a}	4.60278	0.01358^{a}	0.0136	180.364$^{d, e, f}$	0.00052

ตาราง 17 แสดงสถิติของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันต่าง ๆ (ต่อ)

อัตราส่วน	โพสแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช		อินทรียวัตถุ		อินทรีย์คาร์บอน		ความเป็นกรด-ด่าง		ค่าการนำไฟฟ้า	
	ร้อยละ	S.D.	ร้อยละ	SD	ร้อยละ	SD	ร้อยละ	SD	เดซิซีเมน/เมตร	SD
OW 0:100	0.01366^{b}	0.0137	0.8975^{d}	0.00680	0.5206^{d}	0.00395	9.4^{e}	0.20817	10.45^{a}	0.26502
GW 100:0	0.02059^{f}	0.0206	0.3771^{c}	0.02124	0.2187^{c}	0.01232	11.3^{f}	1.18462	13.03^{f}	0.41296
OW:GW 20:80	0.00897^{a}	0.0104	0.0295^{a}	0.02041	0.0171^{a}	0.01184	$8.2^{b, d}$	0.45826	10.45^{b}	0.01155
OW:GW 40:60	$0.01773^{c, d}$	0.0177	2.1388^{g}	0.01559	1.2406^{g}	0.00904	6.0^{a}	0.20817	$13.03^{d, a, c, e}$	0.26502
OW:GW 50:50	0.01327^{b}	0.0133	1.8187^{e}	0.01227	1.0549^{e}	0.00711	$8.8^{c, d, e}$	0.55076	$11.83^{a, c}$	0.26502
OW:GW 60:40	$0.01975^{c, e, f}$	0.0197	1.9777^{f}	0.02966	1.1472^{f}	0.01720	$7.9^{b, c}$	0.50332	11.41^{b}	0.48881
OW:GW 80:20	$0.01804^{d, e, f}$	0.0180	0.1119^{b}	0.0180	0.0649^{b}	0.00592	5.8^{a}	0.35642	$10.74^{d, a, c, e}$	0.08888

หมายเหตุ : ตัวเลข a, b, c, d, e, f, g ที่แตกต่างกันแสดงถึง ค่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดการมูลฝอยและการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลร่องคำ และศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกากไขมันและขยะอินทรีย์สำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน กรณีศึกษาเทศบาลตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ตามลำดับ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 สรุปผลวิจัยการศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดการมูลฝอยและการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลร่องคำ ผู้วิจัยได้สรุปผลของการวิจัย ดังนี้

1) สภาพปัจจุบันของการจัดการมูลฝอยและการจัดการน้ำเสียของเทศบาลตำบลร่องคำ พบว่าการจัดการขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลตำบลร่องคำอยู่ในความรับผิดชอบของงานรักษาความสะอาด กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม มีพื้นที่รับผิดชอบทั้งหมด 21.271 ตารางกิโลเมตร มีประชากรทั้งสิ้น 6,086 คน มีรถเก็บขนมูลฝอยทั้งหมด 3 คัน เป็นรถบรรทุกขยะแบบอัดท้าย จำนวน 1 คัน และรถบรรทุกขยะแบบเปิดข้างเทท้าย จำนวน 2 คัน

2) ปริมาณการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ยวันละ 4,120 กิโลกรัมต่อวัน และอัตราการเกิดมูลฝอยเฉลี่ยร้อยละ 0.68 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ความหนาแน่นปกติเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 0.15 กิโลกรัม/ลิตร

3) ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบขยะมูลฝอยเฉลี่ย 7 วัน ของเทศบาลตำบลร่องคำค่าเฉลี่ย พบว่าองค์ประกอบขยะมูลฝอยพลาสติก (Plastics) และโฟม (Foam) มีค่าอยู่ที่ร้อยละ 26.612 ผ้า (Textile) ร้อยละ 16.680 และมูลฝอยเศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ (Garbage) ร้อยละ 14.482 จากการสังเกตพบว่า ขยะมูลฝอยพวกพลาสติก และโฟม (Foam) และผ้า รวมกันคิดเป็นร้อยละ 43.292 โดยหากสามารถลดขยะเหล่านี้ลงซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณขยะลดลงอย่างมาก โดยขยะมูลฝอยส่วนมากจะเป็นถุงพลาสติกและโฟม ในขณะที่ขวดพลาสติกที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ไม่ค่อยพบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากต้องการลดปริมาณขยะประเภทถุงพลาสติกและโฟม โดยมีแนวทางการจัดการคือ ควรคัดแยกขยะไม่ให้ปนเปื้อน แล้วรวบรวมขยะพลาสติกไปขายเพื่อส่งไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะสำหรับใช้ในการผลิตไฟฟ้า หรือหากขยะประเภทถุงพลาสติกและโฟมที่มีการปนเปื้อนสามารถหาเครื่องจักรมาล้างถุงพลาสติกและโฟม ผึ่งให้แห้ง รวบรวมเพื่ออัดเป็นแท่งส่งขายต่อไป โดยขยะมูลฝอยพวกเศษอาหาร

เศษผัก เศษผลไม้ (Garbage) เป็นองค์ประกอบขยะที่พบมากเป็นอันดับสาม ซึ่งชุมชนในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลร่องคำมีการนำขยะเหล่านี้คัดแยกตั้งแต่ต้นทาง แล้วนำไปผลิตปุ๋ยหมัก ปุ๋ยน้ำชีวภาพ ก๊าซชีวภาพ ทำให้ลดบริมาณขยะประเภทนี้ได้ และไม่เกิดการปนเปื้อนของขยะอีกด้วย จากการสังเกตขยะอันตราย พบว่าขยะอันตรายปัจจุบัน เป็นผ้าอ้อมเด็กและผู้ใหญ่ ซึ่งขยะประเภทนี้จะส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรค และเป็นแหล่งเพาะพันธ์ของสัตว์พาหะนำโรค ดังนั้นควรจะมีมาตรการในการจัดการขยะประเภทนี้ด้วย

4) กากไขมันจากถังดักไขมัน จำนวน 100 ครัวเรือน มีผู้อยู่อาศัยทั้งหมด 125 คน โดยมีระยะเวลาในการเก็บกักกากไขมันในถังดักไขมันเป็นเวลา 7 วัน พบว่ามีกากไขมันในถังดักไขมัน 1.05 กิโลกรัม โดยพบว่าอัตราการผลิตกากไขมัน เท่ากับ 0.0012 กิโลกรัม/คน/วัน

5.1.2 สรุปผลวิจัยการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกากไขมันและขยะอินทรีย์สำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน ผู้วิจัยได้สรุปผลของการวิจัย ดังนี้

1) อัตราส่วนวัสดุปรับปรุงดินของขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันทุกอัตราส่วน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.8-11.3 และมีค่าการค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 10.45-13.03 เดซิซีเมน/เมตร

2) อัตราส่วนที่เหมาะสมของกากไขมันและขยะอินทรีย์สำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน พบว่า ไนโตรเจนทั้งหมดมากที่สุดคืออัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันที่ 20:80 มีค่าร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.00051 รองลงมาคืออัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 40:60 มีค่าร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.00045 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของวัสดุปรับปรุงดินพบว่า ที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 60:40 มีค่าร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดเท่ากับ 0.03394 รองลงมาคืออัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 100:0 มีค่าร้อยละฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 0.03056 โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด ที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 0:100, 60:40 และ 80:20 มีค่าร้อยละโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเท่ากับ 0.02059, 0.01975 และ 0.01804 ตามลำดับ อินทรีย์วัตถุสูงสุดของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมัน 40:60 มีค่าร้อยละอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 2.1388 รองลงมาคือที่อัตราส่วน 60:40 มีค่าร้อยละอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 1.9777 อินทรีย์คาร์บอนของวัสดุปรับปรุงดินที่อัตราส่วนขยะอินทรีย์ต่อกากไขมันมีค่าอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดที่อัตราส่วน 40:60 มีค่าร้อยละอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 1.2406 รองลงมาคือที่อัตราส่วนอินทรีย์ต่อกากไขมัน 60:40 มีค่าร้อยละอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 1.1472

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะของการศึกษาเรื่องอัตราส่วนที่เหมาะสมของกากไขมันและขยะอินทรีย์สำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน กรณีศึกษาเทศบาลตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำวัสดุปรับปรุงดินที่ผลิตจากกากไขมันและขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์

1.1 วัสดุปรับปรุงดินในงานวิจัยนี้มีค่าความเค็มควรนำไปใช้กับพืชที่ทนความเค็ม ได้แก่

1.1.1 ผักสวนครัว ได้แก่ ผักกะหล่ำดอก กะหล่ำปลี มันฝรั่ง กระเทียม หอมแดง แตงโม แคนตาลูบ สับปะรด ผักโขมผักกาดหัว มะเขือเทศ ถั่วพุ่ม ชะอม คะน้า กระเพรา และผักบุ้งจีน

1.1.2 ดอกไม้ ได้แก่ กุหลาบ บานบุรี บานไม่รู้โรย เล็บมือนาง เฟื่องฟ้า ชบา คุณนายตื่นสาย เขียวหมื่นปี

1.1.3 พืชไร่และอาหารสัตว์ ได้แก่ ฝ้าย หญ้าแฝก หญ้าเนเปียร์ มันสำประหลัง ทานตะวัน ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า

1.1.4 ไม้ผลต้นไม้ ได้แก่ กระถินณรงค์ ขี้เหล็ก ยูคาลิปตัส สน พุดชา มะขาม ฝรั่ง มะยม สมอ มะขามเทศ สะเดา มะพร้าว อินทผลัม ละมุด

2. ข้อเสนอแนะงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรส่งเสริมการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือทิ้งอื่นๆ มากขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาความเหมาะสมของการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์มากขึ้น และมีการเผยแพร่ความรู้ให้กับเยาวชนและชุมชนมากขึ้น เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวันและยั่งยืนต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2536). *การเปรียบเทียบ ความเหมาะสมของวิธีการการกำจัดขยะมูลฝอย*. บริษัทแมคคอนซัลเต็นท์จำกัด.

กรมควบคุมมลพิษ. (2551). *โครงการแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์*. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ.

กรมพัฒนาที่ดิน. (2545). *คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ*.

คเชนทร์เกียรติ สุขเจริญ และรัสวดี นามบุดดี. (2553). *การหมุนเวียนพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือใช้ : กรณีศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพของกากไขมันจากบ่อดักไขมันมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

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

พัชรี ธีรจินดาขจร. (2552). *คู่มือการวิเคราะห์ดินทางเคมี.* กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

ณัฐฐิกา มาสังข์ และจักกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์. (2550). *ผลของการแยกไขมันและน้ำมันจากน้ำเสียด้วยชุดทำความเย็น*. สาขาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐพร ดำรงโรจน์วัฒนา. (2546). *การศึกษาการใช้กากตะกอนน้ำเสียชุมชนร่วมกับเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง.* สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ธงชัย มาลา. (2546). *ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

บริษัทแมคโครคอนซัลแตนท์ และ FLCHTNER (ASIA) PIE LTD. (2536). *การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย.* กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. 48.

มยุรา ภูราศี และสมใจ เถาว์ชาลี. (2544). *การศึกษาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากพืชและสัตว์*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

มุกดา สุขสวัสดิ์. (2543). *ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ: 192.

มุกดา สุขสวัสดิ์. (2544). *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (SOIL FERTILITY).* กรุงเทพฯ: 368.

มุกดา สุขสวัสดิ์. (2544). *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.* คณะพืชศาสตร์เทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก: 344.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2541). *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 547.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2558). *หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย.* กรุงเทพฯ: 274.

ยุพิน บุละคำ. (2549). *การวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส ในรูปที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ในปุ๋ยหมักผักตบชวา.* มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ. (2546). *การทำปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้แห้งและขยะโดยวิธีหมักแบบใช้ออกซิเจน.* เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ.

วิภาวดี อ้นท้วม น้ำทิพย์ ขันตยาภรณ์ และวราภา มหากาญจนกุล. (2553). *ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาต่อการรอดชีวิต ของ Escherichia coli และ Salmonellae ใช้ในปุ๋ยมูลสัตว์.* เอกสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ.

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

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. (2546). *หลักการจัดการสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ.

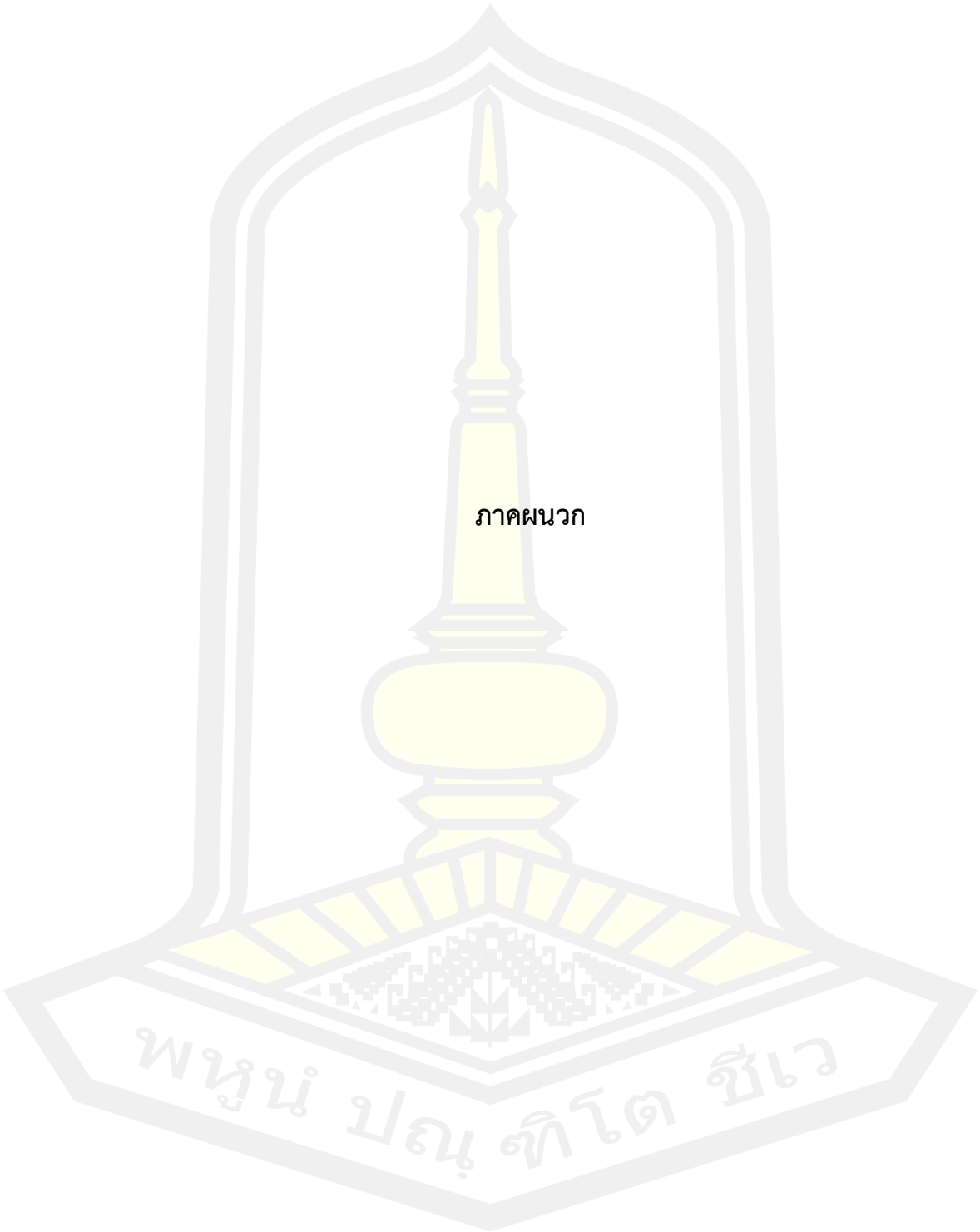
สุธีรา สุนทรารักษ์. (2553). *การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร.* เอกสารการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสาตร์ ครั้งที่ 48. กรุงเทพฯ: 173-180.

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

อภิญญา แสงสุวรรณ (2557). *การผลิตปุ๋ยน้ำหมักจากขยะอินทรีย์.* http://www.thaithesis.org/detail.php?id=64699.

อภิชาต ศรีสะอาด และจันทรา อู่สุวรรณ. (2555). *การผสมปุ๋ยใช้เองอย่างง่าย.* กรุงเทพฯ.

Alan Dean Blaylock. (1994). *Soil Salinity, Salt Tolerance, and Growth Potential of Horticultural and Landscape Plants*. University of Wyoming.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารวัสดุปรับปรุงดิน

วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารวัสดุปรับปรุงดิน

ในการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปรับปรุงดินมีขั้นตอนในการศึกษา ดังนี้

1) การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen; N)

ก. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า
2. ตู้ดูดครัว (Hood)
3. เครื่องย่อยสลายของเจดาล (Kjeldahl digestion apparatus) หรือเตาย่อยชนิดพิเศษที่มีลักษณะเป็นแท่งโลหะสี่เหลี่ยมมีช่องบรรจุหลอด (Digestion block หรือ heat block)
4. เครื่องกลั่นขนาดของเจดาล (Kjeldahl distillation apparatus) หรือเครื่องกลั่นของหลอดแก้ว (Distilling unit)
5. หลอดแก้ว Kjeldahl flask ขนาด800 mlหรือหลอดแก้ว Digestion tube ขนาด 250 ml
6. ขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 mlหรือ ขนาด 250 ml
7. บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 50 ml
8. ปิเปตต์ (Pipette)
9. กระบอกตวง (Cylinder)

ข. สารเคมีและวิธีเตรียม

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (cone H_2So_4)
2. เกล็ดโซดาไฟ (Commercial grade NaOH อัตราส่วน 1:1 เตรียมจากเกล็ดโซดาไฟ 1 Kg ละลายในน้ำบริสุทธิ์ 1 L หรือ โซดาไฟ AR grade 40% เตรียมจากโซดาไฟ 400 g ละลายในน้ำบริสุทธิ์ 1 L
3. กรดบอริก (Boric acid) 3% เตรียมจากกรดบอริก 300 g ละลายในน้ำบริสุทธิ์ 10 L
4. สารสำเร็จรูปอัดเม็ด (Kjeltabs) ประกอบด้วย 3.5 g ของ $K_2\ SO_4$ และ 3.5 mg ของ Se หรือ Mixed catalyst ที่ประกอบด้วย $K_2\ SO_4$, $CuSO_4 10H_2O$ และ Se ในอัตราส่วน 100:10:1 ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

5. อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator) ละลาย 0.22 g bromcresol geen และ 0.075 g methyl red ละลายใน 95% ethyl alcohol จำนวน 96 ML เติม NaHO 0.1 M ปริมาตร 3.5 ml ผสมเข้าด้วยกัน

6. สารละลายกรดเกลือมาตรฐาน 0.1 M เตรียมโดยไทเทรตกับสารละลายด่างที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนโดยสารละลายด่างได้ถูก Standardize ด้วย potassium acid phthalate สูตรโมเลกุล $KHC_8H_4O_4$ มีความบริสุทธิ์สูงมากเกือบไม่ดูดความชื้นเลยเป็น primary standard ควรคบให้แห้งด้วยการอบที่ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใช้ phenolphthalein เป็น indicator หรืออาจเตรียมโดยไทเทรตกับ $Na_2 B_4 O_7 10H_2O$ ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนโดยใช้ methyl red เป็น indicator

ค. วิธีวิเคราะห์สารเคมี

1. การย่อยสลาย (digestion)

1.1) ชั่งพืชที่อบและบดละเอียดแล้ว 0.5-1.00 g (ผ่านการอบที่ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง) บนกระดาษกรองและห่อใส่ใน Kjeldahl flask ขนาด 800 mlหรือหลอดย่อย digestion tube ขนาด 250 mL เติมสารสำเร็จรูป อัดเม็ดจำนวน 2 เม็ด

1.2) เติมกรด $K_2 SO_4$ ความเข้มข้น 20 mlลงใน Kjeldahl flask หรือ 15 ml ลงในหลอดแก้ว

1.3) ทำ blank และตัวอย่างอ้างอิง (reference sample) โดยวิธีเดียวกัน

1.4) นำไปย่อยใน Kjeldahl digestion apparatus เปิดเตาหมุนเบอร์ 2 ใช้อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส ถึง 250 องศาเซลเซียส ถึง 400 องศาเซลเซียส หรือ digestion block ใช้อุณหภูมิประมาณ 400 องศาเซลเซียส

1.5) จนได้สารละลายใสใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำบริสุทธิ์ประมาณ 400 ml หรือเติมน้ำบริสุทธิ์ 75 ml ลงในหลอดแก้วที่ย่อยจนได้สารละลายใสที่กำลังอุ่นอยู่

2. การกลั่น (distillation)

2.1) เครื่อง Kjeldahl ใส่สารละลายกรดบอริก 50 ml ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 ml หยด Mixed indicator 4-5 หยด นำไปวางรองรับ distillate จาดเครื่องกลั่นโดยให้ปลายหลอดแก้วจุ่มอยู่ในสารละลายบอริกแล้วนำ Kjeldahl flask ที่มีสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 1.5) มาเติมสารละลายเกล็ดโซดาไฟ (1:1) จำนวน 50 ml ทำการกลั่น (ประมาณ 1 ชั่วโมง) จนได้ปริมาตร 250 ml แล้วนำไปไทเทรต

2.2) เครื่องกลั่นสำหรับ block ใส่สารละลายกรดบอริก 25 m เลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 ml หยด Mixed indicator 4-5 หยด ในทำนองเดียวกันในหลอดแก้ว

ที่มีสารละลายตัวอย่าง (ข้อ 1.5) มาเติมสารละลายด่าง (NaHO 40%) ปริมาตรประมาณ 50 ml จากเครื่องทำการกลั่นจนได้ปริมาตร 150 ml ใช้เวลาประมาณ 7-10 นาที แล้วนำไปไทเทรต

3. การไทเทรต

3.1) ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วยกรดเกลือมาตรฐาน

3.2) สีของน้ำยาจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง (purple) คือจุด end point

3.3 ไทเทรต blank ในทำนองเดียวกัน

ง. วิธีการคำนวณ

$$\%N = \frac{(a - b)\, c \times 1.401}{g} \qquad (4)$$

a = mL ของกรดที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

b = mL ของกรดที่ใช้ในการไทเทรต blank

c = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ (molar)

g = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (g)

ถ้าตัวอย่างเป็นปุ๋ยอินทรีย์/ปุ๋ยอินทรีย์น้ำวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันแต่ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจะต้องเขย่า แล้วใช้กระบอกตวงประมาณ 2-5 ml ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของปุ๋ยอินทรีย์น้ำนั้น

2) การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Available Phosphorus; Avail. P)

มุกดา (2544) กล่าวว่า ธาตุฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญจะช่วยกระตุ้นการเจริญของรากพืช การแตกรากแขนง รากฝอย การออกดอก และพัฒนาเป็นผลระยะเวลาที่เหมาะสม

ก. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Spectrophotometer
2. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 50 ml
3. เครื่องใช้ไฟฟ้า
4. บีกเกอร์ (Beaker)
5. ขวดปริมาตร (Volumetric flask) 25 mL และ 100 ml
6. แท่งแก้วคน (Stirring rod)
7. ปิเปตต์ (Pipette)
8. กระบองตวง (Cylinder)
9. หลอดแก้ว

10. กระดาษกรอง เบอร์ 5 ขนาด 11

ข. สารเคมีและวิธีเตรียม

1. สารสกัด Bray II (0.03 N NH_4F, 0.1 NCl) ละลายแอมโมเนียฟลูออไรด์ (ammonium fluoride, NH_4F) 11.10 g ในน้ำกลั่น 8 L เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc. HCl) ลงไป 86 ml แล้วปรับให้มีปริมาตร 10 L ปรับ pH ให้อยู่ระหว่าง 1.5-1.6

2. Stock solution (Reagent A: Sulfuric-molybdate-tartrate solution) ละลายแอมโมเนียโมลิบเดต (ammonium molybdate, $[(NH_4)_6Mo_7O_{24}.aH_2O)]$ 50 g ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 2 L เติมน้ำกลั่น 200 ml คนให้ละลาย ละลายแอนติโมนีโพแทสเซียมตาร์เตรท (antimony potassium tartrate, $KSbO.C_4H_4O_6$) 1.213 g ในน้ำกลั่น 50 ml (ถ้าไม่ละลายนำไปอุ่นแต่ต้องไม่เกิน 60 องศาเซลซียส) เมื่อละลายเข้ากันดีแล้วเทใส่ในบีกเกอร์ที่ใส่แอมโมเนียโมลิบเดต คนให้เข้ากันอีกครั้งค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4) 700 ml ทิ้งไว้ให้เย็น เทลงในขวดปริมาตร ขนาด 1 L แล้วทำให้มีปริมาตร 1 L ด้วยน้ำกลั่น เทเก็บไว้ในขวด polyethylene หรือ ขวด pyrex สีน้ำตาล และเก็บไว้ในที่มืดและเย็น สารละลายนี้ทิ้งไว้ได้นาน 6 เดือน

3. สารละลาย develop สี (Working solution, Reagent B) ละลาย ascorbic acid 1.76 g ในน้ำกลั่นประมาณ 1,600 ml เติมสารละลาย ข้อ (2) ลงไป 40 ml ทำให้มีปริมาตร 2 L ด้วยน้ำกลั่นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 2 ชั่วโมง จึงนำมาใช้ สารละลายนี้เก็บได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง

4. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 50 mg/L ละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogen phosphate, KH_2PO_4 ที่อบให้แห้งที่ 40 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง) 0.2195 g ในน้ำกลั่นปรับสภาพให้ด้วยกรดซัลฟิวริก 1-2 หยด แล้วทำให้มีปริมาตร 1 L

5. นำสารละลายมาตรฐานข้อ (4) มาทำ standard set ให้มีความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 10 และ 15 mg L^{-1}ด้วยสารละลายสกัด

ค. วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดิน 1.0 g ใส่ในขวดชมพู่ ขนาด 50 ml

2. เติมสารละลายสกัด Bray II 10 ml เขย่า 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง NO.50 ขนาด 11.0 cm

3. ปิเปตสารละลายที่สกัดได้ในข้อ (2) อัตราส่วน 1 ส่วนต่อ working solution 16 ส่วน (เท่ากับ 17 เท่า โดยใช้ Auto-dilutor) ลงในหลอดแก้ว ทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมง นำไปอ่านค่าความเข้มข้น (concentration) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 nm

ง. การคำนวณ

$$\text{ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P)} = \frac{B \times df\ (sample) \times R}{A \times df\ (standard)}\ mg/kg \quad (5)$$

เมื่อ A = น้ำหนักของตัวอย่างดิน(g)

B = สารละลายสกัด(ml)

R = ค่าที่อ่านได้ เมื่อวัดค่าเทียบกับstandard set

df = อัตราส่วนการเจือจาง

ดังนั้น ถ้าไม่มีการเจือจาง

$$\text{ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P)} = \frac{B \times R}{A}\ mg/kg$$

3) การวิเคราะห์โพแทสเซียม (Available Potassium; K)

โพแทสเซียมที่เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมากและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ในกิจกรรมสร้างและเคลื่อนย้ายน้ำตาล สังเคราะห์แสงและการหายใจ

ก. อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1. ขวดชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 ml
2. กระดาษกรอง เบอร์ 5
3. ปิเปตต์ (pipette)
4. dispenser ขนาด 25 Ml
5. หลอดแก้ว (test tube)
6. เครื่องชั่ง
7. เครื่องเขย่า
8. เครื่องเจือจางสารละลาย (Auto dilutor)
9. เครื่อง Flame Photometer
10. เครื่องวัด pH

ข. สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

1. สารละลายแอมโมเนียซิเตท (ammonium acetate solution) 1 N pH 7.0 ผสม 57 ml ของกรดน้ำส้ม (glacial acetic acid) และ 68 ml ของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4 OH) ในน้ำกลั่น ให้มีปริมาตรเกือบ 1 L ปรับ pH ของสารละลายให้มีค่าเท่ากับ 7 ด้วยการใช้กรดอะซิติกหรือด่างแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ เป็นตัวปรับ จากนั้นเติมน้ำกลั่นให้เท่ากับ 1 L

2. สารละลายโพแทสเซียมมาตรฐาน 1,000 mg L^{-1} สารละลาย 1.907 g ของโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 105$\pm$50 องศาเซลเซียสในน้ำกลั่นทำให้มีปริมาตร 1 L

3. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 100 mg L^{-1} ปิเปตต์สารละลายข้อ (2) 10 mL ปรับปริมาตรเป็น 100 mlด้วยน้ำกลั่นวิธีวิเคราะห์

4. Standard set ของโพแทสเซียม สารละลายข้อ (3) ให้มีความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, และ 20 mg L^{-1} ด้วยสารละลายสกัด

5. สร้างกราฟมาตรฐานเพื่อใช้ในการปรับเครื่องปัจจุบันส่วนวิจัยเคมีดิน ใช้ Standard 10 mg L^{-1} เป็นตัวปรับเครื่อง Flame Photometer

ค. วิธีการ

1. ชั่งปุ๋ย 2.5 g ใส่ในขวดชมพู่ขนาด 50 ml
2. เติมสารละลายสกัด ข้อ ข. (1) 25 ml
3. เขย่า 30 นาที ด้วยเครื่องเขย่า
4. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.50 cm
5. ใช้สารละลายมาตรฐาน ข้อ ข. (4) 10 mgL^{-1}เป็นตัวปรับเครื่องที่ความยาวคลื่น 383 nm
6. การละลายที่กรองได้ข้อ (2) วัดปริมาณโพแทสเซียม (K) โดยเครื่อง Flamephotometer ถ้ามีความเข้มข้นมากต้องเจือจางด้วยสารละลายสกัด ข้อ ข. (2)

ง. การคำนวณ

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (avail. K) = $\frac{D \times df \times B}{A}$ mg kg^{-1} (ppm) (6)

เมื่อ A = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (g)

B = ปริมาตรของสารละลายแอมโมเนียซิเตทที่ใช้สกัด (ml)

df = อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution factor) (เท่า)

D = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเมื่อเทียบกับความเข้มข้นมาตรฐาน (mg/kg) (ppm)

4) วิธีการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter; OM)

ก. อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ขวดก้นแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 ml
2. ปิเปต ขนาด 10ml

3. กระบอกตวง ขนาด 25 และ 50 ml

4. บิวเรต ขนาด 50 ml

ข. สารเคมี สารละลายและวิธีการเตรียม

1. สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท (Potassium dichromate) 1 N โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท ($K_2Cr_2O_7$) อบที่ 105 องศาเซลเซียส 98.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่นทำให้มีปริมาตร 2 L

2. สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulfate) 0.5 N โดยใช้สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียซัลเฟต [Fe $(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$] 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่นพอสมควรเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไป 50 ml ทำให้มีปริมาตร 2 L

3. สารละลายออร์โทฟีแนนโทรลีนอินดิเคเตอร์ 0.0025 M ใช้สารละลายเฟอรัสเฟต ($FeSO_47H_2O$) 0.7 กรัม ละลายในน้ำกลั่นทำให้มีปริมาตร 100 ml

4. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)

ค. วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัม ใส่ในขวดแก้วก้นแบนขนาด 250 มิลลิลิตร

2. ปิเปต สารละลาย โพแทสเซียมไดโครเมท 1 N 10 มิลลิลิตร

3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตรเขย่าขวดแก้วเบา ๆ เป็นเวลา 1-2 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที

4. เติมน้ำกลั่น ประมาณ50 มิลลิลิตรทิ้งไว้ให้เย็น

5. หยดอิดิเคเตอร์ออร์โธฟีแนนโทรลีน 5 หยด

6. ไตเตรทด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียซัลเฟต 0.5 N เพื่อหาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมทที่เหลือจากปฏิกิริยา จนกระทั่งสีของสารละลายดินเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ

7. บันทึกปริมาณ โพแทสเซียมไดโครเมทและเฟอร์รัสแอมโมเนียซัลเฟตที่ใช้

8. ทำ blank เช่นเดียวกันกับวิธีเคราะห์ดิน

9. คำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและอินทรียวัตถุ

ง. การคำนวณ

$$\% \text{ Organic carbon} = \frac{(B-T)}{N} \text{ N} \times \frac{100}{77} \times \frac{3}{10^3} \times \frac{100}{w} \times 10 \quad (7)$$

$$\% \text{ Organic matter} = \% \text{ Organic carbon} \times 1.724 \quad (8)$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไดโครเมท (N)

B = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียซัลเฟตที่ติเตรทกับ blank (มิลลิลิตร)

T = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียซัลเฟตที่ไทเทรตกับตัวอย่างดิน (ml)

w = น้ำหนักดิน (g)

5) การวัดค่าการนำไฟฟ้า EC

การวัดสภาพการนำไฟฟ้า เป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีปริมาณที่ละลายของปุ๋ยอินทรีย์

ก. เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

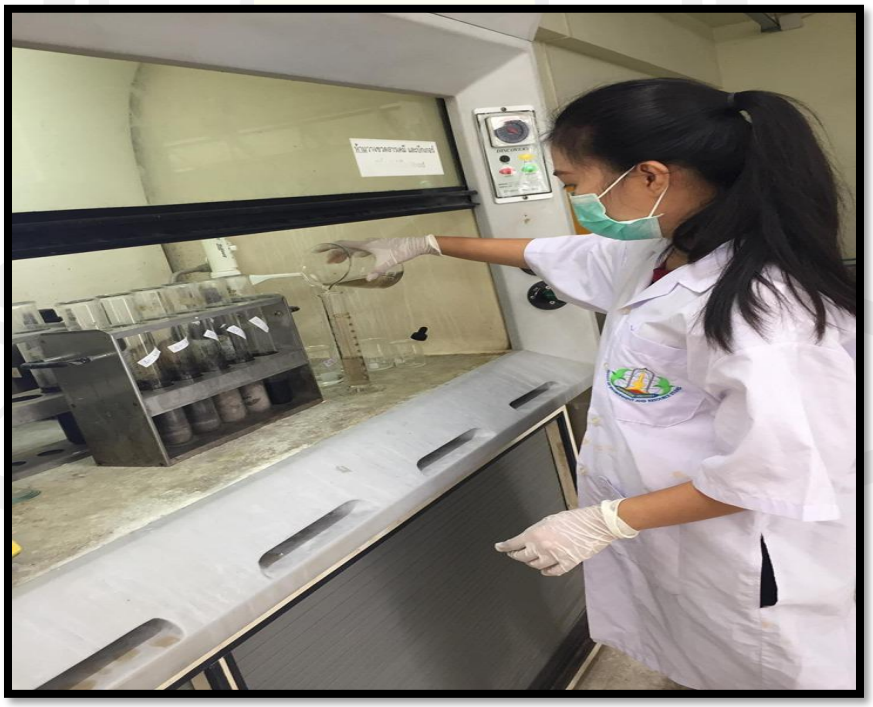
1. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2. Erlenmeyer flask
3. เครื่องวัดสภาพนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity Meter)
4. น้ำกลั่น
5. บิกเกอร์
6. แท่งแก้วคน

ข. วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 20 g ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 200 ml
2. เติมน้ำกลั่น 100ml คนแท่งแก้วนานประมาณ 15 นาที
3. นำสารละลายไปวัดค่า EC ด้วย Electrical Conductivity meter แล้วคูณค่า EC_{1-5} ที่วัดได้ด้วย 6.4 แล้วจำแนกประเภทของดินโดยใช้ค่า ECe ที่ทำการศึกษาร่วมกับค่าผลวิเคราะห์อื่นๆ

ภาคผนวก ข
ภาพการวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

ภาพประกอบ 13 การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ



ภาพประกอบ 14 การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด

ภาพประกอบ 15 เครื่องมือวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนที่เหมาะสมของกากไขมันและขยะอินทรีย์ สำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน

ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนที่เหมาะสมของกากไขมันและขยะอินทรีย์ สำหรับผลิตวัสดุปรับปรุงดิน

ตาราง 18 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ลำดับที่	อัตราส่วนวัสดุปรับปรุงดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย 3 ชุดทดลอง
1	OW	9.2	9.3	9.6	9.4
2	GW	11.9	9.9	12	11.3
3	OW:GW (20:80)	8.3	7.7	8.6	8.2
4	OW:GW (40:60)	5.8	6.1	6.2	6.0
5	OW:GW (50:50)	8.2	8.8	9.3	8.8
6	OW:GW (60:40)	7.8	8.4	7.4	7.9
7	OW:GW (80:20)	5.9	6.09	5.4	5.8

ตาราง 19 ค่าการนำไฟฟ้า

ลำดับที่	อัตราส่วนวัสดุปรับปรุงดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย 3 ชุดทดลอง
1	OW	10.18	10.71	10.45	10.45
2	GW	12.65	13.31	13.41	13.03
3	OW:GW (20:80)	11.84	11.82	11.82	11.83
4	OW:GW (40:60)	10.18	10.71	10.45	10.45
5	OW:GW (50:50)	12.65	13.31	13.14	13.03
6	OW:GW (60:40)	11.84	11.52	10.88	11.41
7	OW:GW (80:20)	10.71	10.67	10.84	10.74

ตาราง 20 ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (มิลลิกรัม/ กิโลกรัม)

ลำดับที่	อัตราส่วน วัสดุปรับปรุงดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย 3 ชุดทดลอง
1	OW	2.0459	2.0459	2.0132	2.0350
2	GW	1.4248	1.4668	1.4995	1.4637
3	OW:GW (20:80)	5.4316	4.8432	5.1468	5.1406
4	OW:GW (40:60)	4.5770	4.2921	4.6564	4.5086
5	OW:GW (50:50)	2.4241	2.4101	2.4055	2.4133
6	OW:GW (60:40)	2.6997	2.6997	2.7090	2.7028
7	OW:GW (80:20)	2.9799	3.0826	3.0733	3.0453

ตาราง 21 ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (มิลลิกรัม/ กิโลกรัม)

ลำดับที่	อัตราส่วน วัสดุปรับปรุงดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย 3 ชุดทดลอง
1	OW	179.9754	111.3006	149.1901	146.8220
2	GW	306.5533	306.5533	303.6613	305.5893
3	OW:GW (20:80)	210.7606	217.8649	213.1287	213.9181
4	OW:GW (40:60)	214.2033	238.9191	236.1729	229.7651
5	OW:GW (50:50)	229.9685	263.2534	266.2794	253.1671
6	OW:GW (60:40)	339.3665	342.5088	336.2242	339.3665
7	OW:GW (80:20)	131.1792	140.3848	135.7820	135.7820

ตาราง 22 ค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (มิลลิกรัม/ กิโลกรัม)

ลำดับที่	อัตราส่วน วัสดุปรับปรุงดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย 3 ชุดทดลอง
1	OW	123.5572	138.6685	147.5575	136.5944
2	GW	198.5460	213.1601	206.0858	205.9306
3	OW:GW (20:80)	108.1478	89.6718	114.1453	103.9883
4	OW:GW (40:60)	177.3427	177.3427	177.3427	177.3427
5	OW:GW (50:50)	145.4200	123.1044	129.6516	132.7253
6	OW:GW (60:40)	178.4679	236.7166	177.3427	197.5091
7	OW:GW (80:20)	177.4162	186.4453	177.2300	180.3638

ตาราง 23 ค่าอินทรีย์วัตถุ

ลำดับที่	อัตราส่วน วัสดุปรับปรุงดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ยแต่ละชุดทดลอง
1	OW	0.9047	0.8881	0.8997	0.8975
2	GW	0.3840	0.3764	0.3710	0.3771
3	OW:GW (20:80)	0.0301	0.0288	0.0296	0.0295
4	OW:GW (40:60)	2.1387	2.1397	2.1389	2.1388
5	OW:GW (50:50)	1.8023	1.8144	1.8393	1.8187
6	OW:GW (60:40)	1.9803	1.9718	1.9809	1.9777
7	OW:GW (80:20)	0.1118	0.1119	0.1119	0.1119

ตาราง 24 ค่าอินทรีย์คาร์บอน

ลำดับที่	อัตราส่วนวัสดุปรับปรุงดิน	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ยแต่ละชุดทดลอง
1	OW	0.4994	0.5169	0.5456	0.5206
2	GW	0.2197	0.2169	0.2195	0.2187
3	OW:GW (20:80)	0.0171	0.0159	0.0182	0.0171
4	OW:GW (40:60)	1.2518	1.2391	1.2308	1.2406
5	OW:GW (50:50)	1.0697	1.0475	1.0643	1.0549
6	OW:GW (60:40)	1.1193	1.1236	1.1986	1.1472
7	OW:GW (80:20)	0.0669	0.0597	0.0682	0.0649

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวธารทิพย์ จงผสม

วันเกิด วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2535

สถานที่เกิด จังหวัดกาฬสินธุ์

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 33 หมู่ 15 บ้านสีถาน ตำบลดงลิง อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46130

ตำแหน่งหน้าที่การงาน ผู้ช่วยนักวิชาการสิ่งแวดล้อม

สถานที่ทำงานปัจจุบัน สังกัดกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม สำนักงานเทศบาลตำบลร่องคำ บ้านเลขที่ 222 หมู่2 ตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46210

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2551 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัด กาฬสินธุ์

พ.ศ. 2554 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์

พ.ศ. 2558 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พ.ศ. 2565 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม

ทุนวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) ประจำปีงบประมาณ 2562 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม