

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### 3.1 แผนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนด้วยการใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ในความเข้มข้นอัตราส่วนต่าง ๆ กันการออกแบบการทดลองแบบ completely randomized design เปรียบเทียบความเข้มข้นของ EM อัตราส่วนที่แตกต่างกัน 5 ระดับ แต่ละระดับทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักมูลฝอยในถังทดลอง ตัวแปรอื่นที่ศึกษา ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณอินทรีย์คาร์บอน, ไฮโดรเจน, ไนโตรเจน, และซัลเฟอร์ ทั้งนี้เพื่อให้งานทดลองดำเนินไปภายใต้สภาวะธรรมชาติ ง่ายต่อการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ

ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) อัตราส่วนที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ กรรมวิธีทดลอง A มี EM 250 มล. ในมูลฝอย 10 กก. มี 3 ซ้ำ กรรมวิธีทดลอง B มี EM 5 มล. ในมูลฝอย 10 กก. มี 3 ซ้ำ กรรมวิธีทดลอง C มี EM 1 มล. ในมูลฝอย 10 กก. มี 3 ซ้ำ กรรมวิธีทดลอง D มี EM 0.5 มล. ในมูลฝอย 10 กก. มี 3 ซ้ำ และ กรรมวิธีทดลอง E ไม่ใส่จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ในมูลฝอย 10 กก. มี 3 ซ้ำ

##### 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

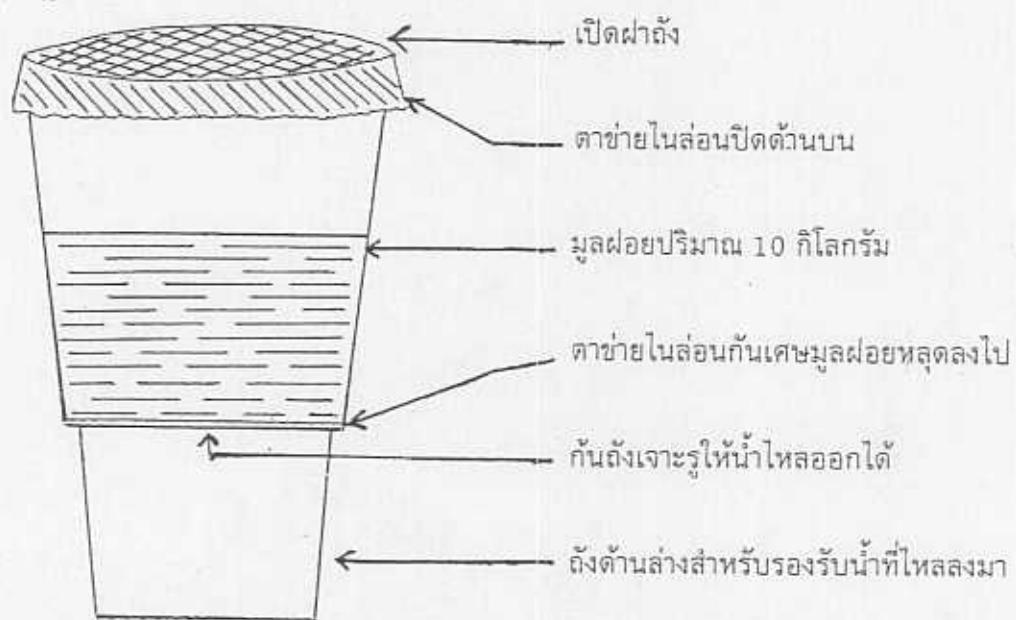
###### 3.2.1 มูลฝอยชุมชน

มูลฝอยชุมชนตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นมูลฝอยชุมชนที่เก็บรวบรวมได้จากตลาดสดในเขตเทศบาลนครขอนแก่น ได้แก่ มูลฝอยประเภทเศษผัก ผลไม้ที่สามารถบดได้ และย่อยสลายได้ง่าย มีความชื้นสูง เช่น ผักกาดขาว, ผักกวางตุ้ง และมะละกอสุก เป็นต้น

3.2.2 จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) อยู่ในรูปของหัวเชื้อปุ๋ยหมัก ชนิดน้ำ ที่มีความเข้มข้นเท่ากันทุกหน่วย ผลิตโดยศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติคิวกู อ.แก่งคอย จ.สระบุรี

###### 3.2.3 ถังทดลอง

ถังทดลองเป็นถังพลาสติกสีดำขนาดความจุ 20 ลิตร มีตาข่ายไนลอนปิดปากถัง โดยใช้ยางในของล้อรถจักรยานรัดไว้ กันถังทดลองเจาะรูไว้เพื่อระบายน้ำลงด้านล่าง มีตาข่ายไนลอนรองกันถัง เพื่อป้องกันการอุดตันจากเศษมูลฝอย ถังทดลองนี้วางซ้อนอยู่บนถังอีกใบหนึ่ง ซึ่งเป็นถังพลาสติกสีขาวใส สามารถมองเห็นระดับของของเหลวได้ มีขนาดความจุ 10 ลิตร ถังทดลองทั้งสองใบนี้มีขีดบอกระดับขนาดความจุของถังไว้ด้วย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รายละเอียดของถังทดลอง

### 3.2.4 อุปกรณ์ภาคสนาม ประกอบด้วย

- ถังดำใบใหญ่ ขนาดกว้าง 36 x 24 นิ้ว สำหรับบรรจุมูลฝอยจากตลาดสด
- เครื่องบดมูลฝอยขนาด 8 แรงม้า
- กระบะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ฟุต สำหรับรองรับมูลฝอยที่บดละเอียดแล้ว
- พลับ สำหรับคลุกเคล้ามูลฝอยในกระบะ
- พายไม้สำหรับกวนมูลฝอยในถังทดลอง
- ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร สำหรับบรรจุมูลฝอยเพื่อชั่งน้ำหนัก
- ถังพลาสติกขาวใสขนาดความจุ 10 ลิตร
- เครื่องชั่งไฟฟ้าระบบดิจิตอลของ Sartorius รุ่น I 12
- ถังมือยาง
- รองเท้ายางหุ้มข้อ
- ถาดอลูมิเนียม สำหรับใส่ตัวอย่าง และอบมูลฝอย
- ถังพลาสติก สำหรับใส่ตัวอย่างมูลฝอยนำไปวิเคราะห์ทางด้านเคมี
- ช้อนยาว สำหรับใช้ตักตัวอย่างมูลฝอยใส่ถังพลาสติก
- เทอร์โมมิเตอร์ ชนิดยาว สำหรับใช้วัดอุณหภูมิมูลฝอยภายในถังทดลอง
- เทอร์โมมิเตอร์ สำหรับใช้วัดอุณหภูมิบรรยากาศแวดล้อม

### 3.2.5 อุปกรณ์ทางห้องทดลอง ประกอบด้วย

- เครื่องมือวัดสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ของ TOA Electronics Ltd., Model HM-205 Serial C 965986
- ตู้อบ (Drying oven)
- เครื่องบดตัวอย่างทำการวิเคราะห์ (Blender) ของ Moulinex type 241.2.00
- เครื่องชั่งตัวอย่างทำการวิเคราะห์ของ Shimadzu type EB-500-12
- เตาเผา Automatic Muffle ของ IKEDA Scientific Co. Ltd., Model MFP-300 N type MFP.3001
- เครื่องดูดความชื้น (desiccator jar)
- ถ้วยกระเบื้องทนไฟ (porcelain crucible)
- เจตาห์ล ฟลาสค์ (Kjeldahl flask)
- เจตาห์ล คอนเนคติ้ง บัลบ์ (Kjeldahl connecting bulb) ใช้ bulb ขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลาง 5-6 ซม. สวมปลายล่างด้วย stopper และ เชื่อมปลายบนต่อกับ condenser ด้วยท่อยาง

- เครื่อง Titration Model Metrohm Herisau (Switzerland) Multi-Burette

E 485

- erlenmeyer flask
- เครื่องมือในการย่อย (digestion apparatus) ของ Tecator Model system

6 1007

- เครื่องมือในการกลั่น (distillation apparatus)
- เครื่องตรวจหาปริมาณเซลล์เฟอว์ (Spectrophotometer) Model Shimadzu

UV-240 graphicord 204-00391 และ Shimadzu Graphic Printer PR-1

### 3.3 วิธีการทดลอง

เริ่มทำการทดลองเมื่อวันที่ 12 กันยายน 2538 และสิ้นสุดเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2538 รวมระยะเวลาการทดลอง 28 วัน

#### 3.3.1 การเตรียมจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ที่ใช้ในการทดลอง

กรรมวิธีทดลอง A เตรียมจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 : 1 คือ EM 250 ml + น้ำกลั่น 250 ml ผสมทั้งหมดจำนวน 3 ขวด

กรรมวิธีทดลอง B เตรียมจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 : 100 คือ EM 5 ml + น้ำกลั่น 500 ml ผสมทั้งหมดจำนวน 3 ขวด

กรรมวิธีทดลอง C เตรียมจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 : 500 คือ EM 1 ml + น้ำกลั่น 500 ml ผสมทั้งหมดจำนวน 3 ขวด

กรรมวิธีทดลอง D เตรียมจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 : 1,000 คือ EM 0.5 ml + น้ำกลั่น 500 ml ผสมทั้งหมดจำนวน 3 ขวด

ทุกอัตราส่วนเมื่อผสมแล้วคนจนเข้ากันให้ทั่ว ผิดฝาสนิททิ้งไว้ 4 ชั่วโมง เพื่อให้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) แบ่งตัวและเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามข้อแนะนำการใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ของศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติคิวเซ (2538)

#### 3.3.2 การเตรียมมูลฝอยที่ใช้ในการทดลอง

ทำการเก็บรวบรวมมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครขอนแก่น ปริมาณ 150 กิโลกรัม แล้วคัดแยกโดยใช้แรงคน เพื่อแยกเอาถุงพลาสติก หลอดพลาสติก โลหะ แก้ว กระดาษ หนังสือ และวัตถุอื่นๆ ที่ย่อยสลายได้ยากออกไป นำมูลฝอยที่เหลือมาเข้าเครื่องบด บดจนได้ขนาดเล็กที่สุดประมาณ 5 มม. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างมูลฝอยบรรจุในถังทดลอง ปริมาณถังละ 10 กิโลกรัม จำนวน 15 ถัง นำจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) อัตราส่วนต่างๆ ที่เตรียมไว้แล้วราดในถังทดลอง โดยอัตราส่วนความเข้มข้นละ 3 ถังทดลอง แล้วทำการคนคลุกเคล้าผสมกันจนเป็นเนื้อเดียวกันให้มากที่สุด และเปรียบเทียบกับ 3 ถังทดลองที่ไม่มี EM ดังนั้น

- กรรมวิธีทดลอง A มีความเข้มข้นของ EM ต่อมูลฝอยเท่ากับ EM 250 ml/มูลฝอย 10 กก.  
 กรรมวิธีทดลอง B มีความเข้มข้นของ EM ต่อมูลฝอยเท่ากับ EM 5 ml/มูลฝอย 10 กก.  
 กรรมวิธีทดลอง C มีความเข้มข้นของ EM ต่อมูลฝอยเท่ากับ EM 1 ml/มูลฝอย 10 กก.  
 กรรมวิธีทดลอง D มีความเข้มข้นของ EM ต่อมูลฝอยเท่ากับ EM 0.5 ml/มูลฝอย 10 กก.  
 กรรมวิธีทดลอง E ไม่ใส่ EM / มูลฝอย 10 กก.

### 3.3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ก) ก่อนและหลังการทดลอง ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของธาตุต่างๆ ในมูลฝอย เพื่อวิเคราะห์  $C, H, O, N, S$  โดยเก็บตัวอย่างมูลฝอยในขั้นตอนการเตรียมมูลฝอยที่ใช้ในการทดลองและในวันสุดท้ายของการทดลองโดยสุ่มเก็บตัวอย่างมูลฝอยในถังทดลอง 15 ถึง ถึงละ 50 กรัม นำไปใช้เป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์  $C, H, O, N, S$  ทางห้องปฏิบัติการต่อไป แต่เนื่องจากการวิเคราะห์ ดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายแพงมาก จึงทำการวิเคราะห์เพียง  $C, H, N$  และ  $S$  เท่านั้น สำหรับ  $C, H$  และ  $N$  ใช้วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ แล้วคำนวณเป็นค่า  $C, H$  และ  $N$

#### ข) การบันทึกอุณหภูมิ

- บรรยากาศแวดล้อม วัดอุณหภูมิของบรรยากาศรอบๆ เรือนทดลองทุกวัน วันละ 1 ครั้ง ในเวลา 13.00 น. ตลอดระยะเวลาการทดลอง ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ชนิดยาว
- ภายในถังทดลอง วัดอุณหภูมิมูลฝอยภายในถังทดลองทุกถังหลังจากที่ได้ทำการวัดอุณหภูมิของบรรยากาศแวดล้อมแล้วทุกวัน ตลอดระยะเวลาการทดลอง ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ชนิดยาวเสียบเข้าไปในถังทดลองที่ระดับความลึก 10, 7 และ 3 ซม. นานครั้งละ 2 นาที อ่านค่าอุณหภูมิแล้วบันทึกไว้

ค) ชั่งน้ำหนักมูลฝอยทุกถังทดลอง ทุกวัน ตลอดระยะเวลาการทดลองแล้วบันทึกไว้

ง) บันทึกน้ำหนักของน้ำเสียจากมูลฝอยทุกถังทดลองทุกวันตลอดระยะเวลาการทดลอง

จ) การเก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุกถังทดลอง ถึงละ 1 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 50 กรัม โดยใช้ช้อนตักสีกกลงไปประมาณ 10 ซม. เพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์สภาพความเป็นกรด-ด่าง และความชื้น กำหนดเวลาในการเก็บตัวอย่างทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตลอดระยะเวลาการทดลอง

### 3.4 วิธีการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ (รายละเอียดวิธีการในภาคผนวก)

3.4.1 ความเป็นกรด-ด่าง วิเคราะห์ด้วย pH meter ของ TOA Electronics Ltd., Model HM-205 Serial C 965876 ด้วยวิธีของ Peech, M. (1965)

3.4.2 ความชื้น วิเคราะห์ด้วยวิธี oven drying method

3.4.3 ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (volatile solids) วิเคราะห์ด้วยวิธี Muffle Drying Method ตามวิธีการของบริษัทแมคโครคอนซัลแตนท์ จำกัด และ FICHTNER(ASIA) PTE

LTD. (2536) โดยใช้ Automatic Muffle Furnance ของ IKEDA Scientific Co. Ltd., Model MFP- 300 N type MFP 3001

3.4.4 ปริมาณคาร์บอนของมูลฝอย ใช้วิธีการคำนวณจากปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (volatile solids) ตามวิธีการของบริษัทแมคโครคอนซัลแตนท์ จำกัด และ FICHTNER (ASIA) PTE LTD., (2536)

3.4.5 ปริมาณไฮโดรเจนของมูลฝอย ใช้วิธีการคำนวณจากปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (volatile solids) ตามวิธีการของบริษัทแมคโครคอนซัลแตนท์ จำกัด และ FICHTNER (ASIA) PTE LTD., (2536)

3.4.6 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ของมูลฝอย วิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl-Wilfarth-Gunning-Winkler method ตามวิธีการของบริษัทแมคโครคอนซัลแตนท์ จำกัด และ FICHTNER (ASIA) PTE LTD., (2536)

3.4.7 ปริมาณซัลเฟอร์ของมูลฝอย ใช้ Spectrophotometer UV-240 ของ Shimadzu type Graphicord 204-00391 และ Shimadzu Graphic Printer PR-1 ตามวิธีการของ Tabatabai, M.A. (1974)

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา นำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SAS ดังนี้

3.5.1 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของธาตุต่างๆ ในมูลฝอยได้แก่ C, H, N และ S ในวันแรกและวันสุดท้ายของการทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance) ด้วย F-test แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ C, H, N และ S โดยใช้ Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

3.5.2 เปรียบเทียบน้ำหนักมูลฝอยที่ผสมด้วยจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ในความเข้มข้นต่างๆ กัน ได้แก่ ความเข้มข้นของ EM 250 ml, 5 ml, 1 ml, 0.5 ml และ ไม่ใส่ EM ต่อมูลฝอย 10 กก. โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance) แล้วทดสอบความแตกต่างโดยใช้ F-test และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมูลฝอยโดยใช้ Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

### 3.6 สถานที่ทำการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้สถานที่บริเวณเรือนทดลองและใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างมูลฝอยที่ห้องปฏิบัติการของศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### 3.7 ระยะเวลาในการศึกษา

เริ่มดำเนินการศึกษาตั้งแต่เดือน มีนาคม 2538 ถึง ตุลาคม 2538 ในระหว่างนั้นได้ทดลองทำการศึกษาเบื้องต้น โดยการนำมูลฝอยจากครัวเรือนประเภทเศษอาหารและเศษผักผลไม้ มาหมักในถังหมักมูลฝอยที่มีฝาปิดสนิทขนาด 20 ลิตร และมีก๊อกล้ำบริเวณก้นถัง เพื่อไว้ระบายน้ำออก ใช้ตาข่ายในลอนตาถี่ตัดเย็บเป็นถุงใส่มูลฝอยลงในถังทดลอง ที่มีวัสดุรองก้นถังให้สูงจากระดับก๊อกล้ำเล็กน้อย ใช้ปุ๋ยใบกาฬิ (EM หมักแบบแห้ง) อัตราส่วน 1 กำมือคลุกกับมูลฝอยต่อ 1 กก. จำนวนมูลฝอย 10 กก. ใส่ลงในถุงจนเต็มถุง ปิดฝาดังหมักไว้ตลอดเวลาหมักไว้ประมาณ 7 วัน ก็จะมีน้ำซึมออกมาอยู่ที่ก้นถังหมัก เมื่อถึงระยะเวลา 1 เดือน สังเกตการเปลี่ยนแปลงพบว่าปริมาณน้ำจากมูลฝอยออกมาเพิ่มขึ้นถึงระดับท่วมมูลฝอย ลักษณะของมูลฝอยเช่นเมล็ดข้าวมีขนาดเท่าเดิม มีราสีขาวเทาขึ้นผิวบนของมูลฝอย มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว คาดว่าวิธีการนี้ไม่น่าจะได้ผลดี จึงเปลี่ยนวิธีการทดลองใหม่เป็นวิธีดังกล่าวมาแล้วข้างต้นในบทที่ 3