



4  
เรื่อง

**อิทธิพลของอัตราการให้อากาศในถังหมักมีผลต่อการสลายตัวของ  
วัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม**

**Effect of Aeration Rate on Composting of Industrial Organic Waste**



T099780

โดย

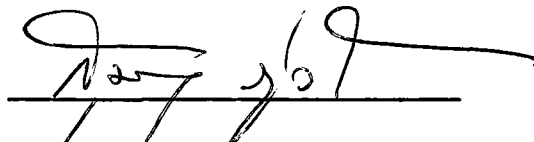
น.ส. เพ็ญฉวี คุรงค์เดช

เสนอ

( ผศ. ดร. อภิสิทธิ์ นันทกิจ )

ภาควิชารับรองแล้ว

รพท.  
ท884ธ  
2535

  
( ผศ. ดร. สุมิตรา ภาวโรคม )

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

รพท.  
ท884ธ  
2535

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 99780  
รับเดือนปี 19 มิถุนายน 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้วันที่... เดือน... ปี... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	หน้า
สารบัญตาราง	(ก)
สารบัญตารางภาคผนวก	(ค)
สารบัญภาพ	(จ)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจสอบเอกสาร	3
อุปกรณ์การทดลอง	22
วิธีการทดลอง	23
ผลการทดลอง	27
สรุปผลการทดลอง	67
วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง	69
หนังสืออ้างอิง	71
ภาคผนวก	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกานำไปใช้



ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่าวิเคราะห์ต่าง ๆ ของวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ทาง การเกษตรและ อุตสาหกรรม	28
2	แสดงค่าการวิเคราะห์ เพอร์เซ็นต์ความชื้น, ความเป็น กรดเป็นด่าง ( pH ), ค่าการนำไฟฟ้า( EC ), เปอร์เซ็นต์เถ้า, เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด, เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน, เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ, เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสทั้งหมด, C/N ratio ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมักสูตร Humus 35 %, Celite 42 %, AS cake 12 %, มูลไก่ 7 %, AmiAmi L 4 % ไม่ให้อากาศในถังหมัก ( T1 )	37
3	แสดงค่าการวิเคราะห์ เพอร์เซ็นต์ความชื้น, ความเป็น กรดเป็นด่าง ( pH ), ค่าการนำไฟฟ้า( EC ), เปอร์เซ็นต์เถ้า, เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด, เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน, เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ, เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสทั้งหมด, C/N ratio ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมักสูตร Humus 35 %, Celite 42 %, AS cake 12 %, มูลไก่ 7 %, AmiAmi L 4 % ให้อากาศในถังหมัก 50 ml/min ( T2 )	38
4	แสดงค่าการวิเคราะห์ เพอร์เซ็นต์ความชื้น, ความเป็น กรดเป็นด่าง ( pH ), ค่าการนำไฟฟ้า( EC ), เปอร์เซ็นต์เถ้า, เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด, เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน, เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ,	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร, สืบค้นเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 2562

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น, อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ของปุ๋ยหมักสูตร Humus 35 % , Celite 42 % , AS cake 12 % , มูลไก่ 7 % , AmiAmi L 4 % ให้อากาศในถังหมักปริมาณ 100 ml/min ( T3 )	
5	แสดงค่าการวิเคราะห์ เเปอร์เซ็นต์ความชื้น, ความเป็นกรดเป็นด่าง ( pH ), ค่าการนำไฟฟ้า( EC ), เเปอร์เซ็นต์เถ้า, เเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด, เเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน, เเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ, เเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสทั้งหมด, C/N ratio ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมักสูตร Humus 35 % , Celite 42 % , AS cake 12 % , มูลไก่ 7 % , AmiAmi L 4 % ให้อากาศในถังหมักปริมาณ 50 ml/min หยุดให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที ( T4 )	40
6	แสดง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะเกิดกระบวนการ สลายตัวของปุ๋ยหมัก T1 ( ไม่ให้อากาศในถังหมัก )	41
7	แสดงค่าการใช้ปริมาณก๊าซ O <sub>2</sub> , การปลดปล่อยก๊าซ CO <sub>2</sub> และ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะเกิดกระบวนการ สลายตัวของปุ๋ยหมัก T2( 50 ml/min )	43
8	แสดงค่าการใช้ปริมาณก๊าซ O <sub>2</sub> , การปลดปล่อยก๊าซ CO <sub>2</sub> และ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะเกิดกระบวนการ สลายตัวของปุ๋ยหมัก T3( 100 ml/min )	47
9	แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของปุ๋ยหมัก ในขณะเกิดกระบวนการสลายตัวในถังหมัก ของปุ๋ยหมัก T4 (ให้อากาศ 50 ml./min หยุดให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที )	51

## สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่		หน้าที่
10	แสดงการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ในโทรเจนทั้งหมด ของปุ๋ยหมักที่มีการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ ทุก ๆ 6 วันเป็นเวลาประมาณ 2 เดือน	75
11	แสดงการวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ของปุ๋ยหมักที่มีการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ ทุก ๆ 6 วันเป็นเวลาประมาณ 2 เดือน	76
12	แสดงการวิเคราะห์ ค่าเปอร์เซ็นต์เถ้า ของปุ๋ยหมักที่มีการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ ทุก ๆ 6 วันเป็นเวลาประมาณ 2 เดือน	77
13	แสดงการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีคาร์บอน ของปุ๋ยหมักสูตรที่มีการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ ทุก ๆ 6 วันเป็นเวลาประมาณ 2 เดือน	78
14	แสดงการวิเคราะห์ ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีวัตถุ ของปุ๋ยหมักที่มีการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ ทุก ๆ 6 วันเป็นเวลาประมาณ 2 เดือน	79
15	แสดงการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์พอสฟอรัสทั้งหมด ของปุ๋ยหมักที่มีการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ ทุก ๆ 6 วันเป็นเวลาประมาณ 2 เดือน	80
16	แสดงการวิเคราะห์ค่า C/N ratio ของปุ๋ยหมัก ที่มีการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ ทุก ๆ 6 วันเวลาประมาณ 2 เดือน	81
17	แสดงการวิเคราะห์ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ของปุ๋ยหมักที่มีการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ ทุก ๆ 6 วันเป็น	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เวลาประมาณ 2 เดือน การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ง)

- 18 แสดงการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าเมื่อมีตัวควบแน่น ของปฏิกิริยาที่มี 83  
การให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ ทุก ๆ 6 วันเป็น  
เวลาประมาณ 2 เดือน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้าที่
1	แสดงขบวนการได้ Activited Sludge จากโรงงาน อุตสาหกรรม	11
2	แสดงขบวนการเกิดฮิวมีส ( Humus )	12
3	แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ในการหมักปุ๋ย	26
4	แสดง เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมัก ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ	53
5	แสดง ความเป็นกรดเป็นด่าง ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมัก ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ	54
6	แสดง เปอร์เซ็นต์เถ้า ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมัก ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ	55
7	แสดง เปอร์เซ็นต์อินทรีคาร์บอน ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมัก ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ	56
8	แสดง เปอร์เซ็นต์อินทรีวัตตุ ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมัก ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ	57
9	แสดง เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสทั้งหมด ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมัก ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ	58
10	แสดง C/N ratio ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมัก ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ	59
11	แสดง เปอร์เซ็นต์ความชื้น ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมัก ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ	60
12	แสดง ค่าการนำไฟฟ้าเมื่ออ้อมตัวด้วยน้ำ ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมัก ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13	แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะเกิดขบวนการสลายตัวของปุ๋ยหมัก T1 ( ไม่ให้อากาศในถังหมัก )	62
14	แสดง การปริมาตร $O_2$ และ $CO_2$ ในถังหมัก , การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะเกิดขบวนการสลายตัวของปุ๋ยหมัก T2 ( 50 ml/min )	63
15	แสดง การปริมาตร $O_2$ และ $CO_2$ ในถังหมัก, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะเกิดขบวนการสลายตัวของปุ๋ยหมัก T3 (100 ml/min)	64
16	แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะเกิดขบวนการสลายตัวของปุ๋ยหมัก T4 ( 50 ml/min หยุดให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที )	65
17	แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของแต่ละ Treatment ในขณะเกิดขบวนการย่อยสลาย	66
18	แสดงวัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมและจากฟาร์ม	84
19	แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ในการหมักปุ๋ย	85

## คำนิยาม

ปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าจะไม่สามารถดำเนินการและสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี  
ถ้าไม่มีท่านเหล่านี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาคือ อาจารย์ ผศ.ดร.อิทธิสุนทร  
นันท์กิจ ที่ได้จัดหาอุปกรณ์ในการดำเนินการทดลอง ตลอดจนให้คำแนะนำ และช่วยแก้ปัญหา  
ที่ประสบในระหว่างดำเนินงาน

ขอขอบพระคุณ บริษัท อายิโนะโมไตะ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้เอื้อ  
เฟื้อวัสดุอินทรีย์ เพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณนุจรีย์ บุญแปลง ที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำและช่วยแก้ปัญหา  
ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ ในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ น้าสำราญ ช้างน้อย และเพื่อน ๆ ที่ได้ช่วยเหลือและให้กำลังใจ  
ในการทดลองทุกท่าน

สุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณ คุณเพ็ชรา ตรงคเดช คุณคุณฉวี ตรงคเดช บิคา  
มารดาและญาติพี่น้องทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนในการศึกษามาโดยตลอด

เพ็ญฉวี ตรงคเดช

มีนาคม 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของอัตราการให้อากาศในถังหมักมีผลต่อการย่อยสลายของ  
วัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม

Effect of Aeration Rate on Composting of Industrial Organic Waste

บทคัดย่อ

จากการศึกษา การเพิ่มระดับการระบายอากาศในถังหมัก ที่มีส่วนผสมของ วัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมและทางเกษตร ดังนี้ Humus 35 % , celite 42 % , AS cake 12 % , Ami Ami L 4 % , มูลไก่ 7 % เพื่อให้เกิด การสลายตัวอย่างสมบูรณ์

จากการทดลองให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน 4 ระดับ ดังนี้

Treatment 1 ไม่ผ่านอากาศในถังหมัก มีผลให้เกิดการสลายตัวของอินทรีย์ วัตถุอย่างไม่สมบูรณ์ เนื่องจากอุณหภูมิในขณะหมักอยู่ระหว่าง 28 - 32 องศาเซลเซียส

Treatment 2 ให้อากาศในถังหมัก 50 ml./min มีผลให้อุณหภูมิสูง ประมาณ 52 องศาเซลเซียส ในระยะ 1-2 วันแรก อุณหภูมิลดลงประมาณ 45 องศา เซลเซียสใช้เวลา 1/2-1 วัน แล้วอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดที่ 60 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิลดลงเรื่อย ๆ จนคงที่ที่ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เกิดขบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุอย่างสมบูรณ์ เป็นเวลา 16 วัน

Treatment 3 ให้อากาศในถังหมัก 100 ml./min มีผลให้อุณหภูมิสูงขึ้น ประมาณ 54 องศาเซลเซียส ในระยะ 1-2 วันแรก แล้วลดลงประมาณ 40 องศา เซลเซียสในเวลา 1-2 วัน และหลังจากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดที่ 57 องศา เซลเซียส ซึ่งขบวนการหมักเกิดขึ้นช้ากว่าใน Treatment 2 เนื่องจากใช้เวลาในการ หมักจนสมบูรณ์นานกว่า 16 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Treatment 4** ให้อากาศในถังหมัก 50 ml./min หยอดให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที มีผลให้อุณหภูมิค่อย ๆ สูงขึ้นภายในถังหมักถึง 55 องศาเซลเซียส ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงจะแตกต่างจาก Treatment 2 และ 3 เนื่องจากไม่มีระยะปรับตัวของจุลินทรีย์พวก thermophilic

ซึ่งการให้อากาศในระดับต่าง ๆ ในการหมักอินทรีย์วัตถุ ได้ปุ๋ยหมักที่สามารถนำมาใช้ในการเกษตรได้ ปุ๋ยที่ได้นี้มีค่าความเป็นกรดลดลง ( pH สูงขึ้น ), ค่า C/N ratio ลดลงต่ำกว่า 20:1 , มีธาตุอาหารที่พืชต้องการ คือ ไนโตรเจน 5% , ฟอสฟอรัส 0.4 % , ปราศจากกลิ่นอันไม่พึงปรารถนาและโรคที่เป็นอันตรายต่อพืช



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

จะเห็นได้ว่าในประเทศไทยมีการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมมาก จึงมักจะพบกับปัญหาเกี่ยวกับวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ซึ่งไม่สามารถที่จะกำจัดได้หมด การทิ้งวัสดุอินทรีย์ดังกล่าวนี้ในแปลงหรือพื้นที่ดินที่ทางโรงงานได้เตรียมไว้ นั้น มักจะมีผลข้างเคียงเกิดขึ้น อาทิเช่น การเกิดมลภาวะทางอากาศโดยจะส่งกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ไปรบกวนผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณนั้น หรือผู้สัญจรไปมา อีกทั้งในพื้นที่นั้น จะเกิดความเสียหายเป็นอย่างมากให้กับดิน ทั้งทางเคมี ทางฟิสิกส์ ทางชีวภาพ ทำให้ดินนั้นไม่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อีก ดังนั้นจึงได้หาวิธีที่จะกำจัดวัสดุอินทรีย์เหล่านี้ให้สามารถกลับมาใช้ประโยชน์ได้ โดยการนำเอาวัสดุเหล่านี้ มาทำการย่อยสลายให้ได้ ปุ๋ยหมักภายในระบบปิด ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมก็ได้พยายามที่จะหาวิธีทางที่จะกำจัดหรือนำเอาวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งนี้ กลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งก็ตาม

ดังนั้นทางภาควิชาปฐพีวิทยารวมกับบริษัท อารีโนะโมโตะ จำกัด ทำการศึกษาเพื่อนำเอาเศษซากวัสดุอินทรีย์ทางการเกษตรจากโรงงานอุตสาหกรรม มาทำการหมักเป็นปุ๋ยหมัก เพื่อสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกครั้ง ถือว่าเป็นการคืนธาตุอาหารที่พืชดูดมาจากดินกลับเข้าสู่วงจรใหม่อีกครั้ง

เห็นเจริญ คุรงค์เดช

มีนาคม 2536

## วัตถุประสงค์

1. ศึกษาถึงผลของการให้อากาศในระดับต่าง ๆ ว่ามีผลต่อการย่อยสลาย  
วัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม
2. ศึกษาปริมาณการใช้ก๊าซ  $O_2$  ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ  $CO_2$  อีกทั้ง  
การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะเกิดขบวนการย่อยสลาย ของวัสดุ  
เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมในการหมัก
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง  
(pH), เเปอร์เซ็นต์เถ้า (% ash), C/N ratio, ปริมาณธาตุอาหาร  
ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสของวัสดุอินทรีย์ในขณะเกิดขบวนการย่อยสลาย,  
เปอร์เซ็นต์คาร์บอน (%C), เเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (% OM),  
เปอร์เซ็นต์ความชื้น (% moisture)
4. จากข้อมูลที่ได้เหล่านี้ เพื่อใช้เป็นแนวทางหมักกองปุ๋ยหมักขนาดใหญ่  
โดยมีการเพิ่มอัตราการระบายอากาศต่อไป

## ตรวจเอกสาร

### 1. วัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม

#### 1.1 ฮิวมิส (HUMUS)

อิทธิสุนทร(2522) Humus เป็นสารอินทรีย์ ที่เป็นกากเหลือจากขบวนการเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตของมันเป็นน้ำตาล โดยใช้กรด ไฮโดรคลอริก (HCl) เอนไซม์ (enzyme) และจุลินทรีย์ช่วย เพื่อแยกน้ำตาลที่เกิดขึ้นออกในการผลิตผงชูรส กากที่เหลือคือ Humus มีลักษณะเป็นผงละเอียด น้ำหนักเบา สีน้ำตาลมีกลิ่นฉุน มีความเป็นกรดรุนแรง pH 1.1 เนื่องจากอิทธิพลของกรด HCl ที่ตกค้างอยู่ จากการวิเคราะห์ มีปริมาณ ไนโตรเจน มากถึงร้อยละ 4.01 ซึ่งมีซากของจุลินทรีย์ รวมทั้งกากเหลือของ แป้งมันสำปะหลังแต้มี โปรแตสเซียมและแคลเซียมน้อย

นิภา (2524) ฮิวมิสเป็นกากเหลือของการหมักแป้งมันสำปะหลัง หลังจากผ่านขบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล โดยมี Enzyme เป็นตัวช่วย อันเป็นขั้นตอนหนึ่งในการผลิตผงชูรส ฮิวมิสที่ได้มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีน้ำตาล มีน้ำหนักเบา และมีกลิ่น เนื่องจากมีความเป็นกรดสูงมาก จากขั้นตอนของการเกิดฮิวมิส จะเห็นได้ว่าฮิวมิสควรจะประกอบด้วย เซลล์ของจุลินทรีย์ และสารประกอบที่ ทนทานต่อการสลายตัว ปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าสูง คือประมาณ 4.4 % และปริมาณฟอสฟอรัส, โปรแตสเซียม และ trace element ไม่สูงมากนัก

ฮิวมิส คือ กรดฮิวมิคที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วโลกในปัจจุบัน จะมีอยู่มากมายหลายชนิด เช่นในสหรัฐอเมริกาจะมีชื่อการค้าว่า ENERGIZER หรือ POWERGIZER ซึ่งแปลเป็นภาษาไทยว่า " สารเพิ่มพลัง " และส่วนมากมักเป็นกรดฮิวมิคที่สกัดมาได้

เอกสารโดยตรงไม่มีการเติมธาตุอาหารอื่น ๆ ลงไป แต่ในบางกรณีอาจมีการปรุงแต่งโดยการผลิตด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุอาหารอื่น ๆ ลงไปด้วย เพื่อให้เหมาะสมสำหรับพืชบางชนิด ในประเทศญี่ปุ่น กรดฮิวมิกที่ได้รับความนิยมจากเกษตรกรมีชื่อว่า " ฮิวมิก 12 % " กรดฮิวมิกที่ใช้โดยทั่วไปจะมีทั้งชนิดน้ำ เช่น ฮิวมิกที่จำหน่ายใน อเมริกา ญี่ปุ่น ยุโรป , ฮิวมิกชนิดผง กรดฮิวมิกบางชนิดในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และ ฮิวมิกชนิดเม็ด เช่นกรดฮิวมิกที่ใช้ภายในหลาย ๆ ประเทศ รวมทั้งกรดฮิวมิกบางชนิดที่ในประเทศไทย

พหุชื่อ (2526) ฮิวมีสเป็นสารอินทรีย์ เมื่อใส่ลงไปบนดินจะเกิดการสลายตัว โดยการย่อยของจุลินทรีย์ดิน อินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปบนดินก่อนที่จะย่อยสลาย จะเรียกได้ว่าเป็นอินทรีย์วัตถุในดิน (Soil organic matter) จะต้องผ่านการย่อยสลายจนอยู่ในรูปของสารที่เรียกว่า ฮิวมีส (Humus) ซึ่งจะอยู่ในลักษณะของคอลลอยด์ การสลายตัวอย่างช้าๆ ของฮิวมีส มีความสำคัญอย่างยิ่งในเชิงปฏิบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับไนโตรเจน เพราะฮิวมีสเป็นตัวรักษาไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่เอาไว้ และจะปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์แก่พืชทีละน้อย ทำให้พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ และเป็นเวลานาน

ฮิวมีส ปกติจะไม่ละลายน้ำ แต่จะแขวนลอยได้ในน้ำ ฮิวมีสส่วนมากสามารถละลายได้ในด่าง (alkali) และในบางส่วนสามารถละลายได้ในกรด โดยเชื่อว่าการใช้ด่างสกัดสารอินทรีย์ชนิดหนึ่งจะได้กรดฮิวมิก (Humic acid) ซึ่งเป็นส่วนที่ละลายได้ในด่างออกมา และมีคุณสมบัติอย่างเดียวกับฮิวมีส

ส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของฮิวมีส และอินทรีย์วัตถุในดิน คือ ไนโตรเจน ซึ่งมีอยู่ในปริมาณสูงถึง 3-6 % ส่วนคาร์บอนมีอยู่ประมาณ 50-58 % ถ้า C/N ratio ซึ่งมีอยู่จริงในดิน ปริมาณ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมพัฒนาที่ดิน (2534) Humus หมายถึงการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุเป็นไปอย่างค่อนข้างสมบูรณ์ ในสภาพของดินที่มีการถ่ายเทอากาศดี และเพียงพอ องค์ประกอบส่วนใหญ่ที่สลายตัวง่ายจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) คงเหลือแต่ส่วนที่สลายตัวยากส่วนนี้เรียกว่า Humus

Humus เป็นสารอินทรีย์วัตถุในดินที่คงทนต่อการสลายตัวมาก ปกติจะมีสีน้ำตาลหรือสีดำ สารประกอบทางเคมี คือ C,H,O,N,P,S และธาตุอื่น ๆ

HINRICHL. BOHN และคณะ(1976) Humus มีโครงสร้างที่ซับซ้อนมาก มีโครงสร้างไม่แน่นอน แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับกรด Humid ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ Humus โมเลกุลของกรด Humid ประกอบด้วยหน่วยของ โพลีเมอร์รีด กับโครงสร้างวงแหวนอะโรมาติก (ของ dihydroxyphenol หรือ trihydroxyphenol) เชื่อมติดด้วยพันธะ  $-\text{O}-$ ,  $-\text{NH}-$ ,  $-\text{N}-$  และ  $-\text{S}-$  แล้วจะมี OH group และ quinone  $\text{O}=\text{C}_6\text{H}_4=\text{O}$  เสมอ

องค์ประกอบปฐมภูมิของ Humus มี C, H, O, N, P, S และแร่ธาตุอื่น ๆ เป็นส่วนน้อย ความแข็งแรงของ Humus ชนิดของกรดอ่อนใน functional groups, Humus ถูกจัดเป็นสารบัฟเฟอร์ของดิน

1.2 AMI-AMI L การผลิตผงชูรส (monosodium glutamate) นั้น ผลพลอยได้ในกระบวนการผลิต อีกชนิดหนึ่ง คือ อามิ-อามิ แอล ในกระบวนการหมัก (Fermentation) โดยให้กรดไฮโดรคลอริก ( $\text{HCl}$ ) เพื่อย่อยสลายแป้งเป็นน้ำตาล เพื่อแยกกากออกแล้วในกระบวนการตกผลึก (Crystallization) จะมีสารละลายชนิดหนึ่ง เมื่อแยกเอาผลึกออก สารที่ได้คือ Ami-Ami L ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามาจากกรดอะมิโน

เอกลา (Amino acid) นั้นเองกับมีธาตุอาหารหลักของธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ในการค้า ไม่ว่าจะชนิดใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายชนิดที่จำเป็นสำหรับพืช ช่วยปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น เนื่องจากยังมีกรดอะมิโนหลายชนิดที่จำเป็นสำหรับพืช และจุลินทรีย์ในดินที่ทำให้ดินร่วนซุย และช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ใช้ใส่รองพื้นแทนปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีอื่น ๆ โดยใส่ก่อน หรือระหว่าง การเตรียมดิน หลังการไถพรวนเพื่อคลุมเคล้า และผสมดินให้เข้ากัน (ฝ่ายพัฒนาการเกษตรบริษัททาสีโนะโมโตะ)

### 1.3 มูลไก่

ชรรมโชติ (2525) กล่าวว่า มูลไก่เป็นสิ่งที่ต้องกำจัดออกจากคอกไก่ และใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ย ส่วนประกอบทางเคมี ของมูลไก่ไข่แตกต่างกันได้มาก เนื่องจากชนิดของอาหารที่ไก่กิน ชนิดของไก่ ปริมาณความชื้น การเก็บรักษา และสิ่งเจือปน มูลไก่แห้ง(dried poultry waste) คือมูลไก่ที่ได้จากไก่ไข่ และไก่กระตัง ความชื้นไม่เกิน 15 %

Martin และคณะ (1983) กล่าวว่าส่วนประกอบทางเคมีของมูลไก่ไข่มีดังนี้

วัตถุแห้ง	84.7	เปอร์เซ็นต์
โปรตีนรวม	28.0	"
โปรตีนแห้ง	14.6	"
โปรตีนย่อยได้	12.6	"
ไขมัน	2.2	"
เยื่อใย	13.0	"
แป้งและน้ำตาล	33.4	"
สลดโภชนะที่ย่อยได้(TDN)	52.3	"
ลิกนิน	14.0	"
พลังงานทั้งหมด	3047.0	K Cal/Kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่พลังงานย่อยได้การใช้งานเพื่อการสืบพันธุ์อื่น ไม่แนะนำให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถั่ว	27.6	เปอร์เซ็นต์
แคลเซียม	8.07	"
ฟอสฟอรัส	2.29	"
อลูมิเนียม	0.11	"
คลอไรด์	0.87	"
เหล็ก	0.54	"
แมกนีเซียม	0.50	"
โปแตสเซียม	2.24	"
โซเดียม	0.60	"
สารหนู	1.50	ppm
ทองแดง	66.00	ppm

Blair และ Knight (1973) กล่าวว่า มูลไก่ไข่มีความชื้น ร้อยละ 5.0-173.0 มีโปรตีนร้อยละ 15.2 - 36.8 ซึ่งอยู่ในรูปของกรดอะมิโนร้อยละ 2.8-9.9 ไทมีนร้อยละ 0.9-8.0 ใยร้อยละ 1.8-40.8 แคลเซียมร้อยละ 4.9-12.5 และ ฟอสฟอรัสร้อยละ 17.80

Feldhofer และคณะ (1976) วิเคราะห์ข้อมูลของมูลไก่ไข่ ที่กินอาหารชั้น มีโปรตีนร้อยละ 18 และ 19 พบว่ามูลไก่มีโปรตีนร้อยละ 22.42 และ 34.73 สำหรับ น้ำหนักแห้งตามลำดับ

Muller(1980) กล่าวว่า ของเสียจากคอกไก่กระตังมีคุณค่าทางอาหารมากที่สุด เนื่องจากมีระดับโปรตีนสูงกว่ามูลสัตว์อื่น ๆ โดยไนโตรเจน ในมูลไก่กระตัง อยู่ในรูปโปรตีน 4.5-6.7 เปอร์เซ็นต์กรดอะมิโน18-30 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนีย

12-17 เปอร์เซ็นต์ และ 2-4 เปอร์เซ็นต์อยู่ในรูปของ กรดอะมิโน และสารประกอบ อื่นๆ อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี การนำไปใช้

ไนโตรเจนอื่น ๆ นอกจากมีระดับโปรตีนสูงแล้ว ในมูลไก่กระทงยังมีพลังงานสูงกว่า มูลสัตว์อื่น ๆ

ชงยุทธ (2528) กล่าวว่า มูลสัตว์เป็นแหล่งจุลินทรีย์ และอาหารของ จุลินทรีย์ด้วย การใส่มูลสัตว์จึงช่วยเร่งการสลายตัวของซากพืช กับทั้งปุ๋ยที่ได้จะมีลักษณะ ฟูขึ้น

#### 1.4 AS cake

ระบบ Activated Sludge เป็นระบบที่ประกอบด้วยถังปฏิริยา ซึ่งเป็น ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) และถังตะกอน น้ำทิ้งจะถูกสูบมาเข้าถังเติมอากาศ เพื่อทำปฏิริยากับแบคทีเรีย อัตราการทำลาย BOD โดยแบคทีเรียจะถูกเร่งให้เร็วขึ้น โดยการเพิ่มทั้งปริมาณออกซิเจน และปริมาณแบคทีเรีย ดังนั้นแบคทีเรียจะทำลาย BOD ในน้ำทิ้ง และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ปริมาณแบคทีเรียในถังเติมอากาศ จะมีมากจนจับกันเป็นตะกอนชั้นใหญ่ ๆ มีสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งเรียกว่า Activated Sludge น้ำผสมระหว่างน้ำทิ้งกับตะกอน แบคทีเรียในถังเติมอากาศเรียกว่า Mixed Liquor ในถังเติมอากาศ จะมีระบบเติมอากาศ เพื่อทำหน้าที่ให้ออกซิเจนแก่แบคทีเรีย และกวน Mixed Liquor เพื่อให้ตะกอนแบคทีเรียอยู่ในลักษณะแขวนลอย กระจายไปทั่วถึง ถังเติมอากาศ หลังจากถูกกักอยู่ในถังเติมอากาศเป็นเวลาหลายชั่วโมง Mixed-Liquor จะไหลจากถังเติมอากาศ มาเข้าสู่ถังตกตะกอน เพื่อแยกตะกอนแบคทีเรียออก จะได้น้ำทิ้ง ที่ใสสะอาด และมีค่า BOD ต่ำ ส่วนตะกอนแบคทีเรีย ที่จมอยู่ก้นถังตกตะกอนส่วนใหญ่ จะถูกสูบไปเข้าถังเติมอากาศ เพื่อรักษาปริมาณแบคทีเรียในถังเติมอากาศให้คงที่ ตะกอน แบคทีเรียส่วนเกินที่เกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจะต้องนำมากำจัด

เสริมพล และชัยยุทธ (2518) ได้สรุปเกี่ยวกับการกำจัดน้ำเสียไว้ว่า การกำจัดน้ำเสียออกจากอาคารบ้านเรือน (sewage waste water) และออกจาก โรงงานอุตสาหกรรม (industrial waste water) ทำได้ 3 วิธี คือ วิธีทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวเคมี โดยทั่วไป การกำจัดน้ำเสียจากแหล่งใหญ่ มักใช้วิธีทางชีวเคมี ซึ่งใช้จุลินทรีย์เป็นตัวกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำ

การกำจัดน้ำเสียทางชีวเคมี มี 2 วิธี คือ

a. Aerobic treatment ใช้จุลินทรีย์ชนิดที่ใช้  $O_2$  วิธีนี้เสีย ค่าใช้จ่ายสูงแต่ใช้เนื้อที่น้อย ตะกอนที่ได้จากระบบนี้เรียกว่า activated sludge cake ในประเทศไทย มีโรงงานที่กำจัดน้ำเสียโดยระบบนี้ ได้แก่ โรงงานเสริมสุข จำกัด โรงงานอาซิโนะโมโตะ และโรงงานกำจัดน้ำโสโครกห้วยขวาง เป็นต้น

b. Anaerobic treatment ใช้จุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้  $O_2$  ในการ กำจัดสารอินทรีย์

ตะกอนน้ำเสีย (sludge) ที่ได้จากการย่อยสลายจุลินทรีย์ ดังกล่าวข้างต้น ยังมีสิ่งสกปรก และอินทรีย์วัตถุเจือปนอยู่มาก จึงต้องนำมาผ่านขบวนการกำจัดตะกอน ด้วยวิธีต่อไปนี้คือ

1. Thickening ใช้ในการรีตะกอนที่มีน้ำมากเกินไป จะนำตะกอนมาแยก น้ำบางส่วนออก เพื่อให้ตะกอนเข้มข้นขึ้น

2. Stabilization ถ้าตะกอนน้ำเสียมียุติวัตถุเหลืออยู่มาก จะนำมา ทำให้สารอินทรีย์ลดน้อยลง และแยกน้ำดีออก ซึ่งทำได้ 3 วิธี คือ

2.1 Aerobic digestion ตะกอนจะถูกนำมาหมักให้อยู่แบบให้อากาศ

2.2 Anaerobic digestion ตะกอนจะถูกนำมาหมักให้อยู่แบบไม่ให้อากาศ

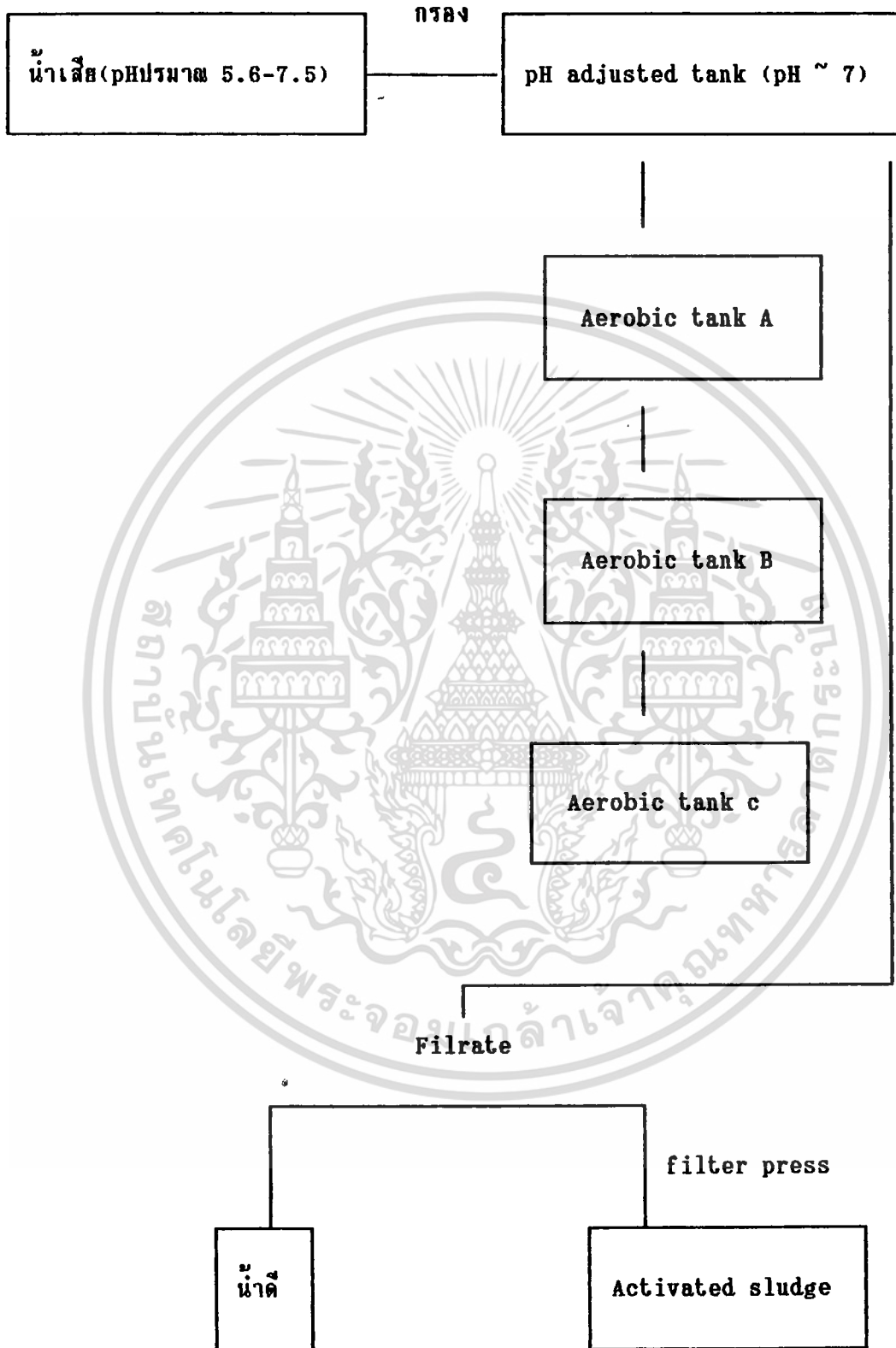
2.3 Heat treatment กำจัดตะกอนโดยใช้ความร้อนเผาตะกอน ภายใต

ความดันสูง

3. Dewatering นำตะกอนมาแยกน้ำออก โดยการตากให้แห้ง หรือ

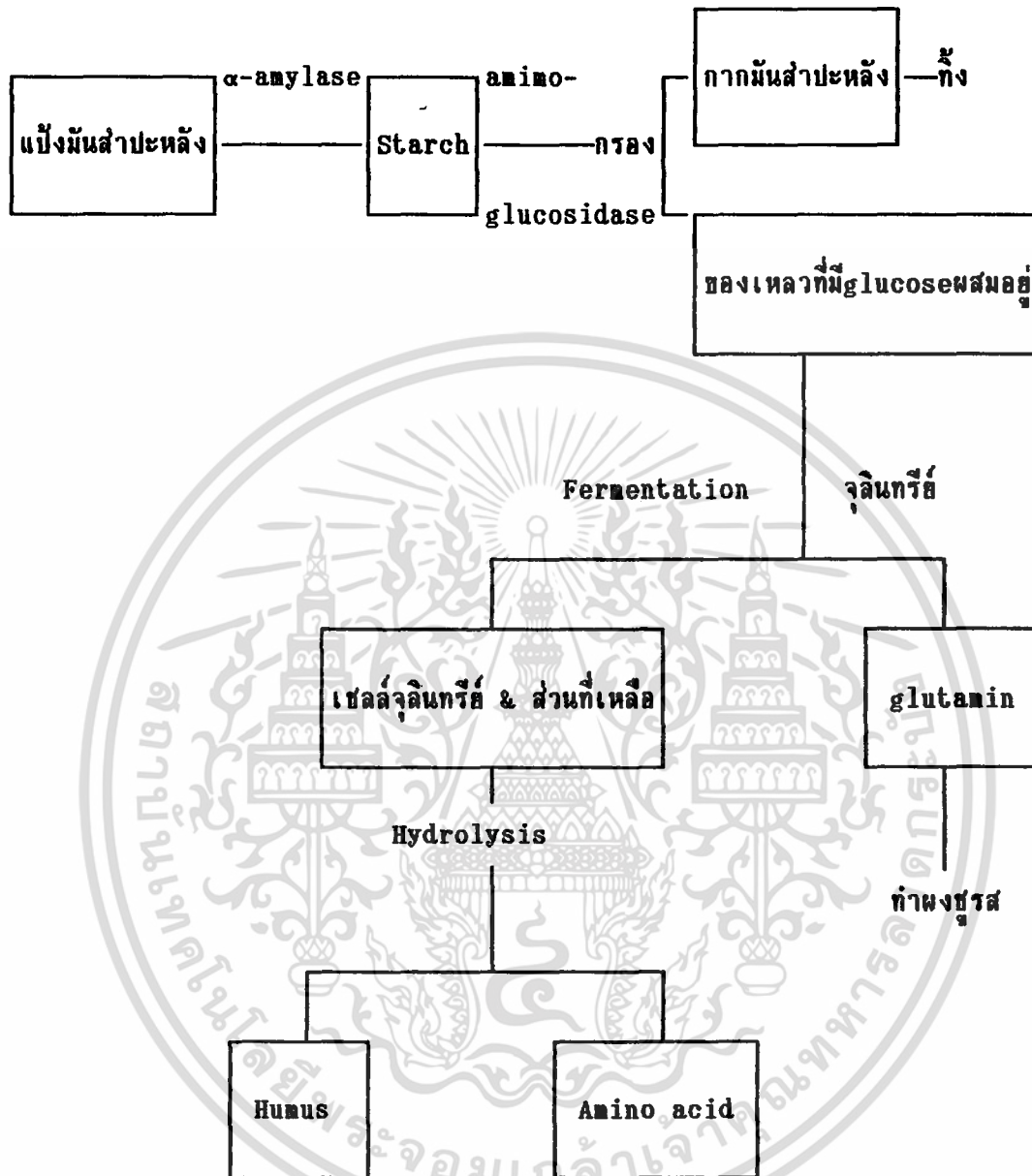
เอกสปีปให้น้ำออกแล้วนำไปถมที่หรือเผาใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sommers ( 1977 ) สำหรับ Activated Sludge จากโรงงาน  
อาซิโนะโมโตะ และโรงงานน้ำอัดลมของบริษัทเสริมสุข มีขบวนการกำจัดตะกอนแตกต่างกัน  
ออกไป ซึ่ง pH และปริมาณ Ca ใน AS cake จากโรงงานเสริมสุขสูงกว่าใน  
AS cake จากโรงงานอาซิโนะโมโตะมาก เพราะในขบวนการกำจัดของเสียของบริษัท  
เสริมสุข มีการเติมปูนขาวลงไปในน้ำเสีย เพื่อปรับ pH และช่วยให้มีการตกตะกอน  
น้ำเสียด้วย มีข้อสังเกตอีกประการหนึ่ง คือ ระบบการกำจัดน้ำเสีย ของบริษัทเสริมสุข  
มีถึงอาหารสำหรับจุลินทรีย์ ซึ่งเติม Urea และ  $\text{Na}_2\text{PO}_4$  ลงไป เพื่อปรับให้ค่า  
BOD/N/P ในน้ำเสียให้เท่ากับ 100/10/1 ดังนั้น AS cake จากโรงงานเสริมสุข  
จึงมีปริมาณ P สูงกว่า AS cake จากโรงงานอาซิโนะโมโตะ แต่จะมีปริมาณ N ต่ำกว่า  
เพราะการใส่ปูนขาว จะไปลดปริมาณ N ใน sludge ได้



ภาพที่ 1 ขบวนการได้ activated sludge จากโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัท ไออีโนโตะ จำกัด (นิกา, 2524) ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ขบวนการเกิดฮิวมีส ( Humus ) ที่มอดจาก บริษัท อายิโนะโมเิตะ จำกัด (นิภา, 2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. อินทรีย์วัตถุ

2.1 อินทรีย์วัตถุในดิน เป็นวัตถุที่สลายซับซ้อนมาก ประกอบด้วยสารประกอบ (compound) ที่มีปรากฏในพืช และสัตว์ แล้วยังประกอบด้วย จุลินทรีย์ทั้งที่มีชีวิตอยู่ และที่ตายไปแล้ว ตลอดจนสารประกอบที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ขึ้น และสารประกอบที่เกิดขึ้น (Products) เนื่องจาก กิจกรรมการสลายตัวของจุลินทรีย์ จึงกล่าวได้ว่า อินทรีย์วัตถุในดิน ประกอบด้วย สารประกอบอินทรีย์ (organic compound)แทบทุกชนิด สามารถเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติ

สุดใจ (2515) กล่าวว่า อินทรีย์วัตถุในดิน แบ่งออกได้ 3 พวก คือ

1. พวกที่ยังไม่ได้สลายตัว (Undecompose plant and animal residues)
2. พวกที่สลายตัวบางส่วนแล้ว (Unstable Substance)
3. พวกที่สลายตัวแล้ว จนไม่สามารถบอกลักษณะเดิมได้ (Stable Substance)

สมศักดิ์ (2528) กล่าวว่า สารที่เป็นส่วนประกอบของอินทรีย์ โดยส่วนมาก จะประกอบด้วย cellulose , hemicellulose , lignin , อินทรีย์สารที่ละลายในน้ำได้เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน และพวก aliphatic acid ,อินทรีย์สารที่ละลายใน ether และ alcoholเช่น fat, oil, wax, resin และ pigment ที่มีโปรตีน ซึ่งเป็นธาตุที่สำคัญคือ ไนโตรเจน และกำมะถัน และสารประกอบอื่น ๆ ที่เป็นเถ้า หรือ พวกธาตุอื่น ๆ

### 2.2 ความสำคัญของอินทรีย์วัตถุในดิน

เอกสารนี้เป็นอินทรีย์วัตถุที่มีอิทธิพลต่อสมบัติของดินทั้งสมบัติทางฟิสิกส์ (physical property) ด้านการค้ำไม่การณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

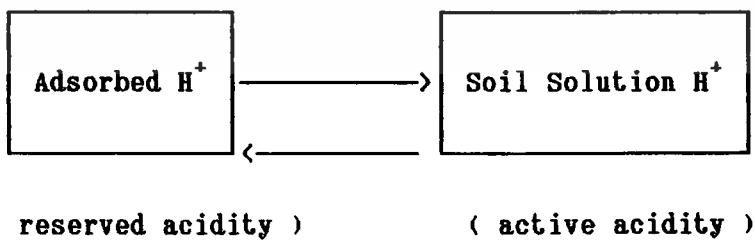
ทางเคมี ( chemical property ) และทางชีว ( biological property )  
 ของดินดังนี้

a. อิทธิพลต่อสีของดิน อินทรีย์วัตถุในดิน จะทำให้สีของดินเป็นสีน้ำตาลจนถึง  
 สีดำ

b. อิทธิพลต่อสมบัติทางฟิสิกส์อื่น ๆ อินทรีย์วัตถุช่วยส่งเสริมให้อนุภาคของดิน  
 จับตัวเป็นก้อน (granulation) ช่วยลดความหนืด (plasticity) และ cohesion  
 ของดิน ตลอดจนเป็นตัวช่วย ให้ดินมีความจุในการอุ้มน้ำ (water holding capacity)  
 และการถ่ายเทอากาศดีขึ้น

c. อิทธิพลต่อความสามารถในการดูดซับ ไอออนบวก (influence on  
 cation capacity) อินทรีย์วัตถุในดิน เป็นสารที่มีความสามารถในการดูดซับไอออนบวก  
 ได้สูงมากคือ การดูดซับโดยอินทรีย์วัตถุในดินจะสูงกว่า 2 - 30 เท่าของในดินทั่ว ๆ ไป  
 เนื่องจาก ประจุลบที่เกิดขึ้นหลังจากการ dissociation ของสารประกอบบางกลุ่ม  
 ในอินทรีย์วัตถุ เช่น carboxylic group ( -COOH ) และ phenolic group

d. อิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดิน อินทรีย์วัตถุในดิน มีประจุลบ  
 (net negatively charge) เป็นจำนวนมาก มีความสามารถในการดูดซับไอออนบวก  
 ได้สูง จึงมีผลทำให้ ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH ได้ดี  
 ดังสมการ



ซึ่งถ้ามีการเติมสาร ที่มีคุณสมบัติเป็นกรด หรือด่างลงไปในดิน ปฏิกริยาจะเกิดขึ้นทันที

เอกเพื่อรักษา equilibrium ให้อากาศที่ ไรกรดหรือด่าง จะสะสมในสารละลายดินชั้น (Soil) ด้านการค้ำ  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

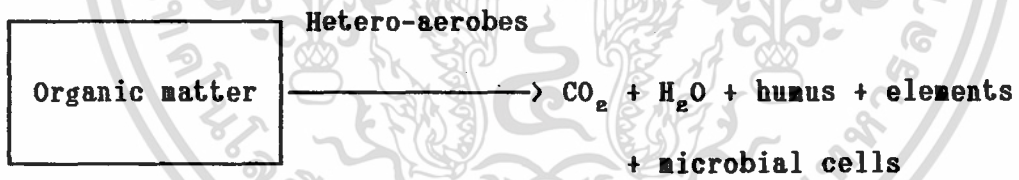
Solution) จึงมีน้อยมาก ( คือ ทำให้ดินเป็น buffering capacity สูงขึ้น )

e. อิทธิพลต่อปริมาณ และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร อินทรีย์วัตถุ ในดินมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบ หรือผสมอยู่ ธาตุเหล่านี้ จะถูกปลดปล่อยออกมา สะสมอยู่ในดิน หลังจากอินทรีย์วัตถุสลายตัว โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์

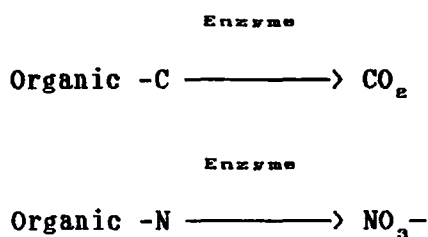
f. อิทธิพลต่อจุลินทรีย์ดิน อินทรีย์วัตถุในดิน เป็นอาหารของจุลินทรีย์ดิน โดยเฉพาะจุลินทรีย์พวก Heterothrophic ดินที่มีอินทรีย์วัตถุในปริมาณสูงจะทำให้ปริมาณ ของจุลินทรีย์ในดินนั้นสูงด้วย ซึ่งเป็นผลให้กิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ เช่นการแปรสภาพ ของธาตุอาหารพืช การตรึงไนโตรเจน ฯลฯ เกิดขึ้นในดินได้เป็นอย่างดี

### 2.3 ผลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ

การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุนั้น ถ้าเกิดในสภาพที่มีอากาศเพียงพอ (aerobic condition ) องค์ประกอบที่สลายตัวได้ง่าย ๆ ส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนเป็น CO<sub>2</sub> คง เหลือแต่ส่วนที่สลายตัวยาก

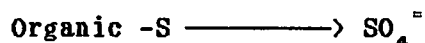


ในการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในสภาพดังกล่าว ถ้าพิจารณาถึงการสลายตัวของ สารประกอบที่มีธาตุอาหารที่สำคัญๆเป็นองค์ประกอบเช่น C, N, S, P แล้วก็พอจะแสดง ให้เห็นได้ง่าย ๆ ดังนี้

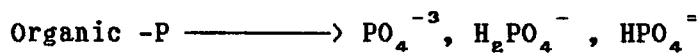


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

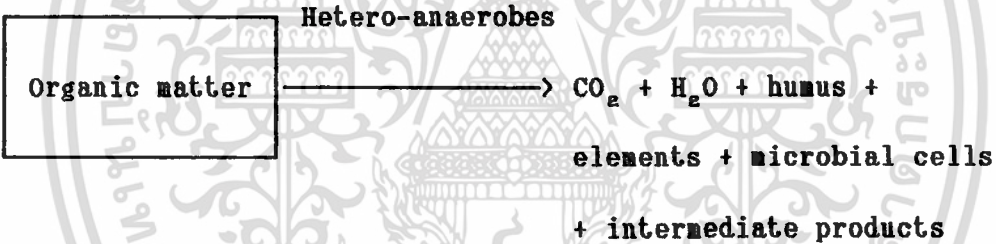
Enzyme



Enzyme

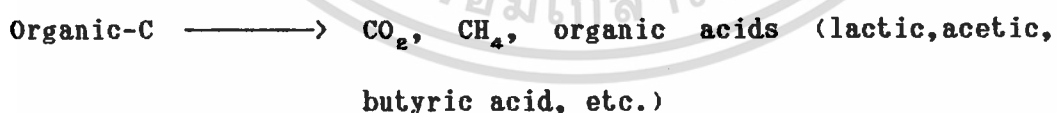


ถ้าการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ เกิดขึ้นในสภาพ ที่มีอากาศถ่ายเทไม่ดี หรือมี ออกซิเจนไม่เพียงพอ (anaerobic condition) ผลที่ได้จากการสลายตัวจะเป็นไป อย่างไม่ค่อสมบูรณ์ คือองค์ประกอบที่อ่อนง่าย จะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ยังมีสารประกอบพวก organic acid หรือ intermediate products อื่น ๆ เกิดขึ้น อีกด้วย

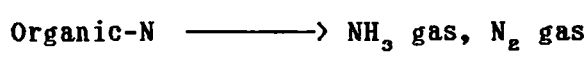


สารประกอบที่มี C, N, S, P เป็นองค์ประกอบ ก็จะแสดงการสลายตัวได้ดังนี้

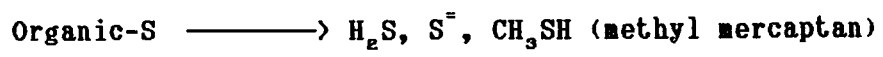
Enzyme



Enzyme



Enzyme



2.4 การวัด หรือการประเมินกิจกรรม ของพวกจุลินทรีย์ Heterotrop โดยวัดปริมาณ หรืออัตราการเกิด ของ  $CO_2$  ในการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ โดยจุลินทรีย์ ทำได้หลายวิธี เช่น

- a. วัดปริมาณ  $CO_2$  ที่ปลดปล่อยออกมาโดยตรง หรือวัดปริมาณ  $O_2$  ที่ถูกใช้ไป ซึ่งได้นำวิธีนี้มาใช้ในการทดลอง
- b. วัดปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่ลดลง โดยวิธีทางเคมี หรือการชั่งน้ำหนัก (weight loss)
- c. วัดปริมาณการสูญเสียอินทรีย์สารบางชนิดเช่น cellulose หรือ lignin (สมศักดิ์ , 2528)

### 3. ปุ๋ย (Fertilizers)

Cooke (1980) กล่าวว่า ธาตุ (element) ทุกชนิดที่ใส่ลงไปในดิน เพื่อให้พืชเจริญเติบโต และได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เราเรียกว่า " ปุ๋ย "

#### 3.1 ประเภทของปุ๋ย

เราอาจแบ่งประเภทของปุ๋ย อย่างกว้าง ๆ ได้ 2 ประเภท โดยถือตามลักษณะของสารประกอบ หรือแหล่งที่มาโครงสร้างของสารประกอบ

3.1.1 ปุ๋ยอนินทรีย์ (Inorganic fertilizers) คือปุ๋ยที่ได้จากการสังเคราะห์ หรือทำปฏิกิริยาเคมี ผลที่ได้จากปฏิกิริยาเคมี ทำให้ได้ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยนั้นสูงขึ้นร้อยละของปุ๋ยเคมี มีหลายประการ คือ ระบุปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยนั้นค่อนข้างแน่นอน, ละลายน้ำได้ดีพืชนำไปใช้ได้เร็ว และใส่ปริมาณน้อย

3.1.2 ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic fertilizers) คือ ปุ๋ยที่ได้จากสิ่งมีชีวิตเป็นแหล่งกำเนิด เช่นปุ๋ยคอกได้จากมูลสัตว์เลี้ยง ปุ๋ยหมักได้จากการสลายตัวของเศษใบไม้เศษหญ้า รวมกัน ปุ๋ยเหล่านี้จะมีธาตุ C, H, O เป็นส่วนใหญ่ ธาตุอาหารหลักมีน้อย แต่อาจมีหลาย ๆ

ธาตุ ในปุ๋ยนั้น ๆ สัดส่วนแท้จริงของธาตุอาหารไม่แน่นอนนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooke (1980) ได้ให้ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์ไว้ว่า เป็นปุ๋ยที่ได้จากเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงฆ่าสัตว์ โรงงานสกัดน้ำมันพืช โรงงานกลูกลีกล และรวมถึงมูลสัตว์ หรือซากสัตว์ที่ทับถมอยู่ตามธรรมชาติ เช่น มูลนกทะเล มูลค้างคาว สิ่งเหล่านี้นำมาใช้เป็นปุ๋ยบำรุงดิน ให้ธาตุอาหารสูงกว่า ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด

### 3.2 ปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก (composts) คือปุ๋ยที่ได้จากการหมักอินทรีย์สาร ให้สลายตัวหนึ่งตามธรรมชาติ โดยนำสิ่งเหล่านี้มากองรวมกัน รดน้ำให้ชื้น แล้วทิ้งไว้ให้สลายตัวเรื่อย ๆ จนได้ที่ จึงนำมาใช้บำรุงดิน อาจใส่ปุ๋ยเคมีลงไปบ้าง เพื่อเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และเพิ่มคุณค่าทางด้านธาตุอาหารของปุ๋ยหมักด้วยก็ได้ ปุ๋ยชนิดนี้ บางคนเรียกว่า ปุ๋ยคอกเทียม (Artificial manure หรือ Synthetic manure) (สงสุกธ , 2528)

### 3.3 วัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ทำปุ๋ยหมักได้ (ปรีชญา , 2522)

3.3.1 ประเภทเศษพืช เช่น เศษพืชชนิดต่าง ๆ ที่เหลือทิ้งไว้ในไร่นา (ฟางข้าว, เปลือกถั่ว, ต้นถั่ว, ต้นข้าวโพด, ช้างข้าวโพด, เศษหญ้าชนิดต่าง ๆ ที่เป็นหญ้าสด หรือหญ้าแห้ง, ใบอ้อย, ไม้ป้อ และใบไม้ทุกชนิด ฯลฯ)

3.3.2 วัสดุทางการเกษตรที่เหลือทิ้งจากโรงงาน และโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล กากสับปะรดจากโรงงานอาหารกระป๋อง กากมันสำปะหลังจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง กากปลา จากโรงงานทำน้ำปลาเหล่านี้เป็นต้น

3.3.3 เศษจากขยะมูลฝอย ที่มีอยู่ทุกครัวเรือน

3.3.4 วัสดุพืชน้ำ เช่น ผักตบชวาในแม่น้ำลำคลอง วัสดุพืชทุกชนิดที่อยู่ตามไร่นา

3.3.5 มูลสัตว์ต่าง ๆ รวมทั้งดินธรรมดาเหล่านี้ นำมาใช้ผสมกับเศษพืชทำเป็น

เอกปุ๋ยหมักก็ได้เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 สารเคมีชนิดต่าง ๆ เช่นปุ๋ยเคมีที่มี ธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เพื่อเป็นตัวเร่งทำให้เศษพืชสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วยิ่งขึ้น

3.3.7 เชื้อจุลินทรีย์บางชนิด ที่สามารถย่อยสลายเศษพืชได้อย่างรวดเร็ว สามารถนำมาผสมกับเศษพืช ให้เกิดประโยชน์เป็นปุ๋ยหมักได้

### 3.4 ปัจจัยในการย่อยสลายปุ๋ยหมักหรืออินทรีย์วัตถุ (วราพจน์ ,2529)

3.4.1 ความละเอียดของวัสดุหมัก ถ้าวัสดุยิ่งละเอียดมาก การสลายตัวจะยิ่งเร็ว

3.4.2 อัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนพืช ที่มีอัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนต่ำ จะสลายตัวเร็ว

3.4.3 การระบายน้ำและอากาศในกองปุ๋ย จะต้องดีอยู่เสมอ ถ้าอากาศระบายออกไม่ได้ ความร้อนของกองปุ๋ยหมัก จะข่าจุลินทรีย์ และทำให้การหมักดำเนินไปได้ช้า ถ้ากองปุ๋ยระบายน้ำออกไม่ได้ เกิดการเน่าบูดมีแก๊สพิษภายในกองปุ๋ย การสูญเสียธาตุอาหารมีมาก โดยขบวนการเปลี่ยนรูปไนโตรเจนเป็นแก๊ส

3.4.4 ความชื้นในกองปุ๋ย จะต้องมีส่วนผสม ไม่แห้งหรือ และเกินไป จะต้องจัดการระบายน้ำส่วนเกิน ออกจากกองปุ๋ย และหมั่นรดน้ำอย่าให้กองปุ๋ยแห้ง

3.4.5 สารเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอกปุ๋ยเคมีที่ใส่เพิ่มไปในกองปุ๋ย

3.4.6 อุณหภูมิในกองปุ๋ย ควรจะอยู่ระหว่าง 52-58 องศาเซลเซียส การควบคุมอุณหภูมิอาจทำได้โดยมีรูระบายภายในกองปุ๋ย หรือหมั่นกลับกองปุ๋ย

3.4.7 การกลับกองปุ๋ยหมัก ซึ่งมีประโยชน์ด้านการกระจายความชื้น ระบายอากาศ และลดอุณหภูมิภายในกองปุ๋ย และยังช่วยให้เกิดการสลายตัวได้ทั่วทุกส่วนด้วย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหมัก ( สมิตรา , 2532 )

1. C/N ratio เป็นปัจจัยที่สำคัญในการหมักปุ๋ย ขบวนการสลายตัวของอินทรีย์สารในกองปุ๋ยหมักจะเร็วขึ้น เมื่อ C/N ratio ของกองปุ๋ยต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนเพียงพอ หรือสารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูงลงไปกองปุ๋ย เพื่อให้อัตราการสลายตัวเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น

2. ปริมาณความชื้นและการถ่ายเทอากาศ การสลายตัวของอินทรีย์สารจะเกิดขึ้นได้เร็ว ในสภาพที่กองปุ๋ยมีการถ่ายเทอากาศดี หากกองปุ๋ยมีความชื้นสูงเกินไป จะทำให้ขบวนการสลายตัวที่เกิดขึ้นเป็น anaerobic procees ซึ่งจะเกิดได้ช้า

3. อุณหภูมิ อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมัก จะเปลี่ยนไปตามระยะเวลาในการหมักปุ๋ย โดยที่อุณหภูมิจะค่อย ๆ สูงขึ้น จนกระทั่งประมาณ 65 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงและคงที่

3.5 มาตรฐานปุ๋ยหมัก ( THANYADEE , 1984 )

3.5.1 ต้องมีค่า C/N ratio ไม่สูงกว่า 20:1

3.5.2 มี total nitrogen 1 % ,  $P_2O_5$  1 % และ  $K_2O$  0.5 % หรือสูงกว่า

3.5.3 มีความชื้นและสารที่ระเหยได้ไม่เกิน 35 % โดยน้ำหนัก

3.5.4 มีอินทรีย์วัตถุ 30-60 %

3.5.5 pH ระหว่าง 6 - 7.5

3.5.6 ไม่มีเชื้อโรคที่ร้ายแรงไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงปรารถนา และมีอุณหภูมิตามธรรมชาติ

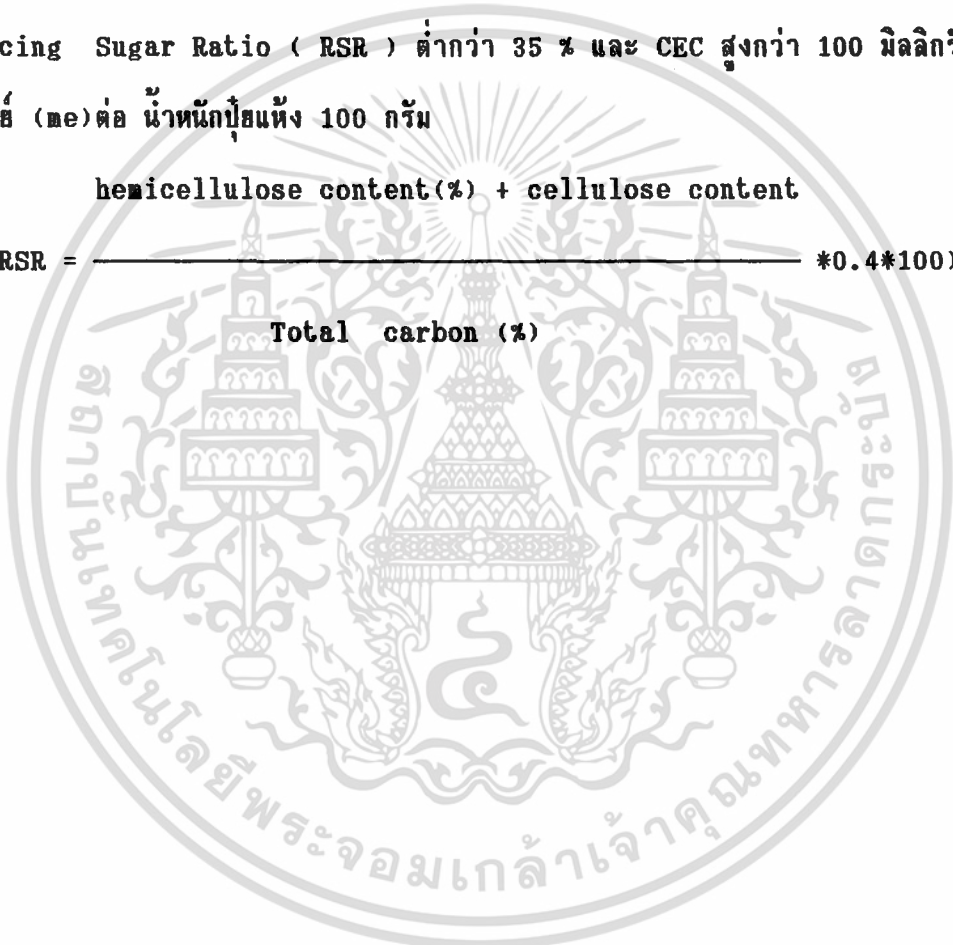
องสุทธ (2528) กล่าวว่า ลักษณะของปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้ว (well matured compost) หมายถึงลักษณะของปุ๋ยหมักที่แสดงว่า เหมาะสมสำหรับการใช้ในไร่นา สำหรับลักษณะที่ชี้ว่าปุ๋ยนั้นหมักได้ที่แล้วมี 2 แบบ คือ ลักษณะภายนอก และสมบัติทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะภายนอก คือ ซากพืชสลายเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย เปื่อยยุ่ย และมี  
สีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งเป็นหลักที่ใช้ในการพิจารณาได้ดี และกลีกรทั้งหลายก็ใช้เกณฑ์  
เหล่านี้ทั้งสิ้น

สมบัติทางเคมี นักวิจัยถือว่าปุ๋ยหมักจากฟางข้าวซึ่งได้ที่แล้ว จะต้อง มี  
C/N ratio ต่ำกว่า 20 ในโตรเจนทั้งหมดมากกว่า 2 % (โดยน้ำหนักแห้ง)  
Reducing Sugar Ratio ( RSR ) ต่ำกว่า 35 % และ CEC สูงกว่า 100 มิลลิกรัม  
สมมูลย์ (me) ต่อ น้ำหนักปุ๋ยแห้ง 100 กรัม

$$\text{ค่า RSR} = \frac{\text{hemicellulose content}(\%) + \text{cellulose content}}{\text{Total carbon}(\%)} * 0.4 * 100$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูล และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**กรมส่งเสริมการเกษตร**  
**สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม**  
**เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป**

## อุปกรณ์การทดลอง

### 1 วัสดุอินทรีย์ที่เหลือใช้

#### 1.1 จากโรงงานอุตสาหกรรม

1.1.1 Humus มีลักษณะเป็นก้อนสีน้ำตาล เมื่อบดละเอียดจะเป็นผง น้ำหนักเบาและมีกลิ่นฉุน

1.1.2 Celite เป็นก้อนหนืด เมื่อบดแห้ง มีลักษณะร่วนซุย เป็นเนื้อทราย

1.1.3 AS cake มีลักษณะเป็นแผ่นสีโสดหนืดสีดำ เมื่อแห้งจะหด เป็นแผ่นแข็ง

1.1.4 Ami Ami L มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาล มีกลิ่นฉุน

#### 1.2 จากฟาร์มไก่

1.2.1 มูลไก่ มีลักษณะเป็นเม็ดแข็ง มีเศษใบไม้หรือขนไก่ปนมา

### 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการหมัก

2.1 ถังหมัก เส้นผ่าศูนย์กลาง 26.5 cm สูง 30 cm สามารถจุได้ 16.5 l

2.2 ป้อนากาศ หรือวาล์วปรับความดัน

2.3 Erlenmeyer Flask ขนาด 500 ml

2.4 เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ  $O_2$  ( $O_2$  meter)

2.5 เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ  $CO_2$  ( $CO_2$  meter)

2.6 เครื่องวัดอุณหภูมิ แบบ RTD

2.7 เครื่องบันทึกผลการใช้ปริมาตรก๊าซ  $O_2$  และการปลดปล่อยก๊าซ  $CO_2$  และค่าอุณหภูมิ โดยการบันทึกจะแสดงผลเป็นกราฟเส้น

2.8 FLOW METER

### 3 สารเคมีชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์

4 เครื่องใช้และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นมาก ในการวิเคราะห์ เช่น เครื่องชั่ง ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เครื่องวัด pH , เครื่อง digest , เครื่องกลั่น , เครื่องแก้วต่าง ๆ เป็นต้น  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ดังนี้คือ

### 1 การหมัก

1.1 กำหนดสัดส่วนของวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ ก่อนทำการหมัก Humus , Celite , AS cake , Ami Ami L และมูลไก่ ซึ่งแต่ละ Treatment แตกต่างกันที่ปริมาณของอากาศที่ผ่านเข้าไปในถังหมัก และใช้ปุ๋ยขาวปรับ ค่าเป็นกรดเป็นด่าง ในอัตรา 7.6 กรัม ต่อส่วนผสม 100 กรัม

#### มีส่วนประกอบดังนี้

Humus	35 %
Celite	42 %
AS cake	12 %
Ami Ami L	4 %
มูลไก่	7 %

ในการทดลองนี้มีการทดสอบการให้ปริมาณอากาศในถังหมัก 4 ระดับ

(Treatment) คือ

Treatment 1 ไม่ให้อากาศในถังหมัก ( T1 )

Treatment 2 ให้อากาศในถังหมัก 50 ml/min ( T2 )

Treatment 3 ให้อากาศในถังหมัก 100 ml/min ( T3 )

Treatment 4 ให้อากาศในถังหมัก 50 ml/min และหยุดให้

อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที ( T4 )

### 1.2 การเตรียมวัสดุอินทรีย์

1.2.1 นำวัสดุอินทรีย์เหล่านี้มาบด

1.2.2 ร่อนวัสดุอินทรีย์ดังกล่าวด้วยตะแกรงขนาด 4 มม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1.2.3 ingsวัสดุอินทรีย์ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การหมัก

1.3.1 นำวัสดุอินทรีย์ที่เหลือใช้ที่เตรียมไว้มาผสมกัน ตามสัดส่วน และคลุกเคล้าให้เข้ากันดี

1.3.2 เติมน้ำ โดยไม่ให้ส่วนผสมแฉะหรือแห้งเกินไป คลุกเคล้าให้เข้ากัน

1.3.3 นำส่วนผสมที่คลุกเคล้าแล้วใส่ลงถังหมัก ปิดให้แน่น

1.3.4 ค่อยถังหมักเข้ากับระบบที่เตรียมไว้ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3

1.4 เก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักทุก ๆ 6 วัน เก็บทั้งหมด 12 ครั้ง เป็นระยะเวลาการหมัก 66 วัน

2 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2.1 หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ( % moisture )

อบวัสดุอินทรีย์ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

( น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ - น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ )

$$\text{โดย } \% \text{ moisture} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} * 100$$

2.2 หาเปอร์เซ็นต์เถ้า

อบอินทรีย์วัตถุที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วเผาที่อุณหภูมิ 800 องศา

เซลเซียส 5 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับ

น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา}} * 100$$

น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา

2.3 หาความเป็นกรดเป็นด่าง ( pH ) และค่าการนำไฟฟ้าเมื่ออิมตัวด้วยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ( EC ) โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง วัสดุอินทรีย์ต่อน้ำ เท่ากับ 10:1

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีเห็นเหตุแบบลงโทษ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หาปริมาณคาร์บอน ( Organic carbon ) และอินทรีย์วัตถุ ( Organic matter ) ในวัสดุอินทรีย์เหลือใช้โดยวิธี Walkley and Black

2.5 หาปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด ( Total nitrogen ) ในวัสดุอินทรีย์นี้ โดยการย่อยสลายด้วย  $H_2SO_4 - Li_2SO_4 - Se - H_2O_2$  กลั่นด้วย วิธี Kjeldahl method

2.6 หาปริมาณของฟอสฟอรัสทั้งหมด ( Total phosphorus ) ย่อยสลายด้วยกรด  $HNO_3 - H_2SO_4 - HClO_4$  โดย Develope สีด้วยวิธี Molybdate - vanadate solution

2.7 หาอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ( C/N ratio ) ได้โดย

$$C/N \text{ ratio} = \frac{\text{x Carbon}}{\text{x Nitrogen}}$$

### 3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กราฟเส้นแสดงค่า เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด, ความเป็นกรดเป็นด่าง, เปอร์เซ็นต์เถ้า, เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน, เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ, เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส, C/N ratio, เปอร์เซ็นต์ความชื้น, และค่าการนำไฟฟ้าเมื่ออิมตัวด้วยน้ำ ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมักสูตร A ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

3.2 กราฟเส้นแสดงการให้ปริมาณก๊าซ  $O_2$ , การปลดปล่อยก๊าซ  $CO_2$  และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ในขณะเกิดขบวนการสลายตัว ของปุ๋ยหมักสูตร A ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

### ระยะเวลาในการทดลอง

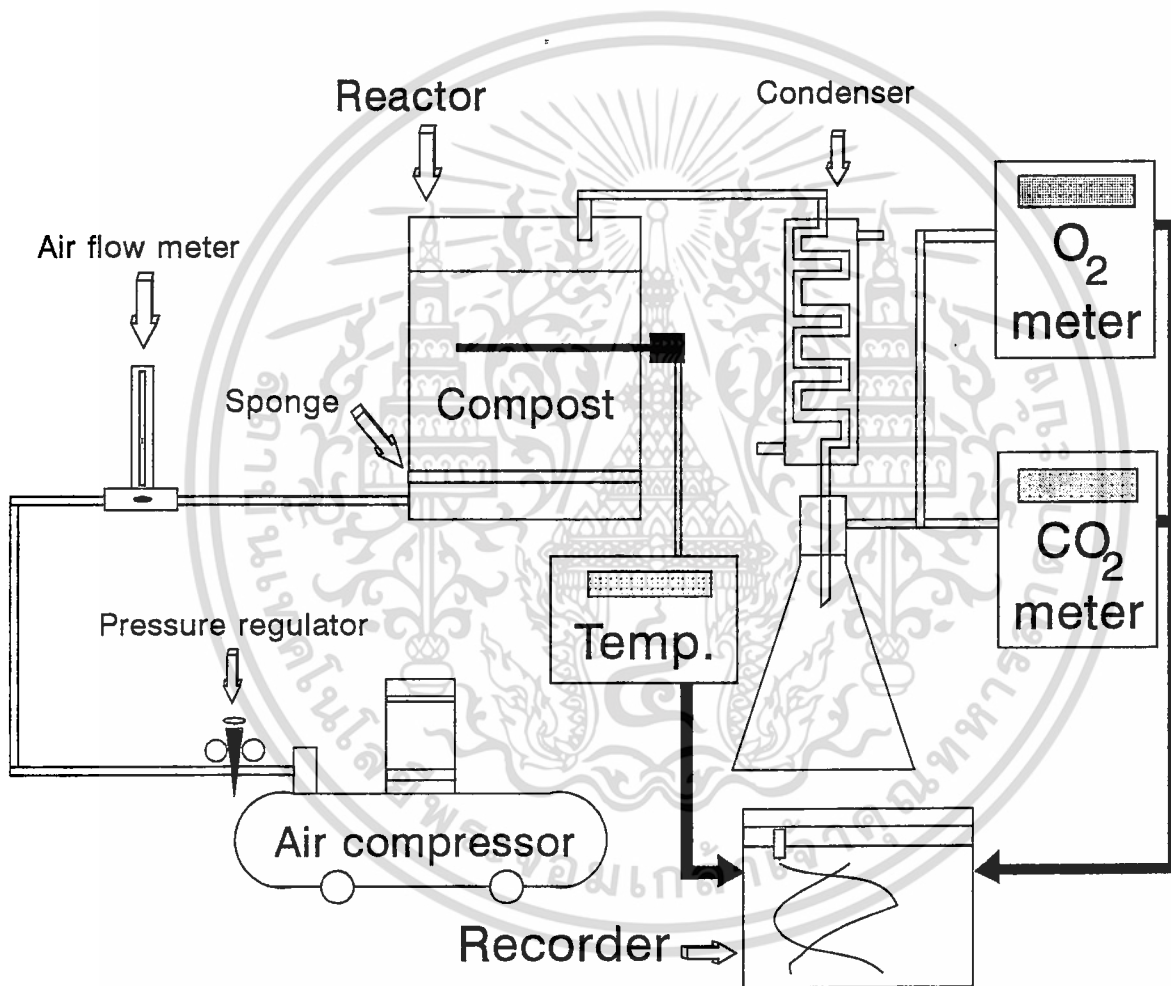
การหมักถึงการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เริ่มตั้งแต่ วันที่ 4 เมษายน พ.ศ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ส่วนหนึ่งการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า 2535 ถึงวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2536 เป็นระยะเวลา 9 1/2 เดือน  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปฐพีวิทยา ดิถุคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ฯ



ภาพที่ 3 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ในการหมักปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการทดลอง**

1 การวิเคราะห์หีสถิตอินทรีย์เหลือใช้จากทางการเกษตรและอุตสาหกรรม ที่ใช้สำหรับทำปุ๋ยหมัก โดยทำการวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์ในโตรเจนทั้งหมด, ความเป็นกรดเป็นด่าง , เปอร์เซ็นต์เด้า , เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน , เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ, เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส , C/N ratio , เปอร์เซ็นต์ความชื้น , และค่าการนำไฟฟ้าเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำ ( EC ) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1



**ตารางที่ 1** แสดงค่าวิเคราะห์ต่างๆของวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม

ค่าวิเคราะห์	ชนิดของวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรม				
	Humus.	Celite	Askake	AniAmi L	มูลไก่
% ความชื้น	21.250	41.620	81.505	75.665	15.850
pH	1.92	3.68	5.94	3.500	7.41
ค่าการนำไฟฟ้า	12.670	0.430	8.00	4.240	2.540
% เถ้า	24.73	38.30	17.187	24.096	50.610
% คาร์บอน	40.69	29.07	-	22.033	18.810
% อินทรีย์วัตถุ	73.59	52.676	-	40.009	34.208
%ไนโตรเจนทั้งหมด	7.05	0.87	14.9	7.117	4.730
C/N ratio	5.77	33.41	-	3.096	1.270
%ฟอสฟอรัสทั้งหมด	2.69	6.97	1.316	0.750	1.690

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การวิเคราะห์ปุ๋ยหมักสูตร A ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ ในถังหมัก ทุก ๆ 6 วัน

2.1 ค่า เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมัก ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ ในถังหมัก ทุก ๆ 6 วัน โดยดูจากตารางที่ 2-5 ภาพที่ 4 พบว่า

2.1.1 ปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ กัน

ค่า % Total nitrogen ของปุ๋ยหมัก Treatment 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 4.9-5.11 %

ค่า % Total nitrogen ของปุ๋ยหมัก Treatment 2 เวลา 1-18 วันแรก มีค่าลดลงจาก 5.28-4.40 % และหลังจากนั้น มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 5.47 %

ค่า % Total nitrogen ของปุ๋ยหมัก Treatment 3 เวลา 1-18 วันแรก มีค่าลดลงจาก 5.62-4.36 % และจะเพิ่มขึ้นเป็น 5.65 %

ค่า % Total nitrogen ของปุ๋ยหมัก Treatment 4 ใน 1-24 วันแรกมีค่าลดลงจาก 5.60-4.50 % และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 5.33 %

2.1.2 ปุ๋ยหมักทุกระดับการให้อากาศ สามารถแบ่งได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีค่า % Total nitrogen ลดลงในระยะ 1-18 วันแรก และค่า % Total nitrogen เพิ่มขึ้นหลังจากนั้น คือ Treatment 2 & Treatment 3

กลุ่มที่ 2 มีค่า % Total nitrogen ลดลงในระยะ 1-24 วันแรก และค่า % Total nitrogen เพิ่มขึ้นหลังจากนั้น คือ Treatment 4

กลุ่มที่ 3 มีค่า % Total nitrogen อยู่ระหว่าง 4.9-5.2 % คือ Treatment 1

2.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ( pH ) ของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่างๆ ในถังหมัก ทุก ๆ 6 วัน โดยดูจากตารางที่ 2-5 ภาพที่ 5 พบว่า

2.2.1 ปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ ดังนี้

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยหมัก Treatment 1 (ไม่ให้อากาศ ในถังหมัก ) เพิ่มขึ้น 1.096 เท่า

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยหมัก Treatment 2 ( 50 ml./min ) เพิ่มขึ้น 1.168 เท่า

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยหมัก Treatment 3 (100 ml./min ) เพิ่มขึ้น 1.022 เท่า

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยหมัก Treatment 4 ( 50 ml./min หยอดให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที ) เพิ่มขึ้น 1.235 เท่า

2.2.2 ปุ๋ยหมักทุกระดับการให้อากาศ พบว่าเราสามารถแบ่งเป็น กลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5 คือ T1

กลุ่มที่ 2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0 คือ T2, T3

กลุ่มที่ 3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.5 คือ T4

2.3 ค่าเปอร์เซ็นต์เถ้า ( % Ash) ของปุ๋ยหมักให้อากาศที่ระดับต่าง ๆ ในถังหมัก ทุก ๆ 6 วัน โดยดูจากตารางที่ 2-5 ภาพที่ 6 พบว่า

2.3.1 ปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

ค่าเปอร์เซ็นต์เถ้าของปุ๋ยหมัก Treatment 1 (ไม่ให้อากาศในถังหมัก) เพิ่มขึ้น 6.881 %

ค่าเปอร์เซ็นต์เถ้าของปุ๋ยหมัก Treatment 2 (50ml./min) เพิ่มขึ้น 15.420 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเปอร์เซ็นต์เฝ้าของปุ๋ยหมัก Treatment 3 (100 ml./min)

เพิ่มขึ้น 42.652 %

ค่าเปอร์เซ็นต์เฝ้าของปุ๋ยหมัก Treatment 4 (50 ml./min หสค์

ให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที ) เพิ่มขึ้น 11.367 %

2.3.2 ปุ๋ยหมักทุกระดับการให้อากาศ พบว่า เราสามารถแบ่งได้ดังนี้คือ

กลุ่มแรกมี % เฝ้าอยู่ระหว่าง 45-47 คือ T1, T3, T4

กลุ่มที่ 2 มี % เฝ้าอยู่ระหว่าง 50 % คือ T2

2.4 ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน ของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

ในถังหมัก ทุก ๆ 6 วัน โดยดูจากตารางที่ 2-5 ภาพที่ 7 พบว่า

2.4.1 ปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนของปุ๋ยหมัก Treatment 1 (ไม่ให้อากาศในถังหมัก) ลดลง 10.55 %

ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนของปุ๋ยหมัก Treatment 2 (50 ml./min) ลดลง 21.68 %

ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนของปุ๋ยหมัก treatment 3 (100 ml./min) ลดลง 21.39 %

ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนของปุ๋ยหมัก Treatment 4

(50 ml./min หสค์ให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที)

ลดลง 30.72 %

2.4.2 ปุ๋ยหมักทุกระดับการให้อากาศ พบว่าเราสามารถแบ่ง เปอร์เซ็นต์

อินทรีย์คาร์บอนได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนมีค่าประมาณ 20 % คือ T2,

T3 , T4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
กลุ่มที่ 2 เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนมีค่าประมาณ 30 % คือ T1  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีวัตถุ ของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ ในถังหมัก ทุก ๆ 6 วัน โดยดูจากตารางที่ 2-5 ภาพที่ 8 พบว่า

2.5.1 ปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศ

ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีวัตถุของปุ๋ยหมัก Treatment 1 (ไม่ให้อากาศในถังหมัก) ลดลง 10.49 %

ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีวัตถุของปุ๋ยหมัก Treatment 2 (50 ml./min) ลดลง 21.53 %

ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีวัตถุของปุ๋ยหมัก Treatment 3 (100 ml./min) ลดลง 21.242 %

ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีวัตถุของปุ๋ยหมัก Treatment 4 (50 ml./min หยุดให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที) ลดลง 30.524 %

2.5.2 ปุ๋ยหมักทุกระดับการให้อากาศ พบว่าสามารถแบ่ง % อินทรีวัตถุได้ 2 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 ค่า % อินทรีวัตถุ ประมาณ 40 % คือ T2 , T3 , T4

กลุ่มที่ 2 ค่า % อินทรีวัตถุ ประมาณ 50 % คือ T1

2.6 ค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสทั้งหมด ของปุ๋ยหมักที่ให้อากาศในระดับต่าง ๆ ในถังหมัก ทุก ๆ 6 วัน โดยดูจากตารางที่ 2-5 ภาพที่ 9 พบว่า

2.6.1 ปุ๋ยหมักที่ระดับอากาศต่าง ๆ

ค่า % ฟอสฟอรัสทั้งหมด ของปุ๋ยหมัก Treatment 1 (ไม่ให้อากาศในถังหมัก ) เพิ่มขึ้น 15.571 %

ค่า % ฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยหมัก Treatment 2 (50 ml./min) เพิ่มขึ้น 29.19 %

ค่า % ฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยหมัก Treatment 3 (100 ml./min)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 เพิ่มขึ้น 40.193 %  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า % ฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยหมัก Treatment 4 (50 ml./min  
หยุดให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที) เพิ่มขึ้น 2.332 %

2.6.2 ปุ๋ยหมักทุกระดับการให้อากาศ สามารถแบ่งได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ค่า % ฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 0.350 % คือ T2 , T4

กลุ่มที่ 2 ค่า % ฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 0.330 % คือ T1

กลุ่มที่ 3 ค่า % ฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 0.430 % คือ T3

2.7 ค่าอัตราระหว่างอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจน ( C/N ratio ) ของปุ๋ยหมัก  
ที่ระดับการให้อากาศต่างๆ ในถังหมักทุก ๆ 6 วัน โดยดูจากตารางที่ 2-5 ภาพที่ 10 พบว่า

2.7.1 ปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

ค่า C/N ratio ของ Treatment 1(ไม่ให้อากาศในถังหมัก) ลดลง  
0.859 เท่า

ค่า C/N ratio ของ Treatment 2 (50 ml./min) ลดลง  
0.754 เท่า

ค่า C/N ratio ของ Treatment 3 (100 ml./min) ลดลง  
0.780 เท่า

ค่า C/N ratio ของ Treatment 4(50 ml./min หยุดให้อากาศ  
30 นาที ทุก ๆ 30 นาที ) ลดลง 0.726 เท่า

2.7.2 ปุ๋ยหมักทุกระดับการให้อากาศ แบ่งได้ 2 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 C/N ratio ประมาณ 4 คือ T2, T3 , T4

กลุ่มที่ 2 C/N ratio ประมาณ 6 คือ T1

2.8 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ ในถังหมัก

ทุก ๆ 6 วัน โดยดูจากตารางที่ 2-5 ภาพที่ 11 พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.8.1 ปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

ค่า ความชื้นของ Treatment 1 (ไม่ให้อากาศในถังหมัก)  
แตกต่างกัน 2.835 %

ค่า ความชื้นของ Treatment 2 (50 ml./min) แตกต่างกัน  
12.942 %

ค่า ความชื้นของ Treatment 3 (100 ml./min) แตกต่างกัน  
18.68 %

ค่า ความชื้นของ Treatment 4 (50 ml./min หยุดให้อากาศ  
30 นาที ทุก ๆ 30 นาที) แตกต่างกัน 0.740 %

2.8.2 ปุ๋ยหมักทุกระดับการให้อากาศ พบว่า ความชื้นที่เริ่มต้นทำ  
การหมักมีค่าประมาณ 46-49 % และ ความชื้นหลังการหมักแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ  
กลุ่มที่ 1 ความชื้น เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 48-54 % คือ T1, T2, T4  
กลุ่มที่ 2 ความชื้น ลดลงเป็นประมาณ 37 % คือ T3

2.9 ค่าการนำไฟฟ้าเมื่อลิ่มตัวค้ำน้ำของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ  
ในถังหมัก ทุก ๆ 6 วัน โดยดูจากตารางที่ 2-5 ภาพที่ 12 พบว่า

### 2.9.1 ปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมัก Treatment 1 (ไม่ให้อากาศในถังหมัก)  
เพิ่มขึ้น 1.057 เท่า

ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมัก Treatment 2 ( 50 ml./min) เพิ่มขึ้น  
1.087 เท่า

ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมัก Treatment 3 (100 ml./min) ลดลง  
0.981 เท่า

ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมัก Treatment 4 (50 ml./min หยุดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ผู้อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที) เพิ่มขึ้น 0.948 เท่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.9.2 ปุ๋ยหมักทุกระดับการให้อากาศ แบ่งได้ 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 มีค่าการนำไฟฟ้า ประมาณ 12 คือ T1,T2

กลุ่มที่ 2 มีค่าการนำไฟฟ้า ประมาณ 10 คือ T3,T4

3 การใช้ปริมาณก๊าซ  $O_2$  การปลดปล่อยก๊าซ  $CO_2$  และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ในขณะเกิดการสลายตัวของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

3.1 ปุ๋ยหมัก Treatment 1 (ไม่ให้อากาศในถังหมัก) จากตารางที่ 6 ภาพที่ 13 พบว่า

จากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในขณะเกิดกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ในสภาพไม่มีอากาศ หรือก๊าซ  $O_2$  ไม่เพียงพอ จะทำให้อุณหภูมิมักมีการเปลี่ยนแปลงน้อย คือ อุณหภูมิจะขึ้น ๆ ลง ๆ อยู่ในช่วงระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส

3.2 ปุ๋ยหมัก Treatment 2 (50 ml./min) จากตารางที่ 7 ภาพที่ 14 พบว่า

3.2.1 อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในระยะ 1 วัน แรก โดยเพิ่มขึ้น 52.7 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิจะลดลงระยะหนึ่งถึงจุดที่อุณหภูมิต่ำที่ 47.2 องศาเซลเซียส และหลังจากนั้นอุณหภูมิของปุ๋ยหมักในถังหมักก็จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงอุณหภูมิสูงสุดที่ 60 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งอุณหภูมิตั้งที่ในช่วง 30 องศาเซลเซียส

3.2.2 การใช้ปริมาณก๊าซ  $O_2$  เริ่มต้นที่ 19 % เมื่ออุณหภูมิตั้งที่ 50 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์มีการใช้  $O_2$  มาก ทำให้  $O_2$  เหลืออยู่ 2.3 % และจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง แล้วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุดสูงสุด จุลินทรีย์จะมีการใช้  $O_2$  เพิ่มขึ้นอีก จนเหลืออยู่เพียง 2-1 % และก๊าซ  $O_2$  จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลงอีก

3.2.3 การปลดปล่อยก๊าซ  $CO_2$  เริ่มต้นมี  $CO_2$  1.5 % เมื่อมีการใช้  $O_2$  มาก จะทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซ  $CO_2$  ออกมาก จะเห็นได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เมื่อ  $O_2$  เหลืออยู่น้อยแต่ปริมาณการปลดปล่อย  $CO_2$  กลับเพิ่มขึ้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ปุ๋ยหมักสูตร Treatment 3 (100 ml./min) โดยดูจากตารางที่ 8 ภาพที่ 15 พบว่า

3.3.1 อุณหภูมิขณะเกิดการสลายตัวของปุ๋ยหมักนั้น อุณหภูมิของกองปุ๋ยจะค่อย ๆ สูงขึ้นจนถึงที่ 54.1 องศาเซลเซียส ภายใน 2 วันแรก หลังจากนั้น อุณหภูมิจะลดลง จนในวันที่ 16 ของการหมัก อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอีก และจะคงที่ในช่วง 45- 50 องศาเซลเซียส

3.3.2 ก๊าซ  $O_2$  เริ่มต้นที่ 19 % ถูกจุลินทรีย์ใช้ในขณะการเกิดกิจกรรม ทำให้ปริมาณก๊าซ  $O_2$  ลดลง เหลืออยู่เพียง 14 % และจากนั้นจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งปริมาณก๊าซ  $O_2$  อยู่ในระดับค่อนข้างคงที่

3.3.3 ก๊าซ  $CO_2$  เริ่มต้นที่ 0.7 % และมีการปลดปล่อย  $CO_2$  ของจุลินทรีย์ออกมา ในขณะที่เกิดขบวนการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ ทำให้ปริมาณ  $CO_2$  เพิ่มขึ้นสูงสุดที่ 5.3 % และหลังจากนั้น จะลดลงจนมีอยู่ภายในกองปุ๋ยที่ระดับค่อนข้างคงที่ จะเห็นได้ว่า ในขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูง จะทำให้ปริมาณก๊าซ  $O_2$  เหลืออยู่น้อย แต่กลับทำให้ปริมาณก๊าซ  $CO_2$  กลับมีเพิ่มขึ้น

3.4 ปุ๋ยหมัก Treatment 4 (50 ml./min หยอดให้อากาศ 30 นาทีทุก ๆ 30 นาที ) โดยดูจากตารางที่ 9 ภาพที่ 16 พบว่า

มีอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 36.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นถึงจุดสูงสุดที่ 55.9 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาดังนั้น 6 วัน และหลังจากนั้นอุณหภูมิมิมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ โดยเป็นไปอย่างช้า เมื่อเวลาผ่านไป 16 วัน อุณหภูมิของปุ๋ยหมักจะอยู่ที่ 47.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิห่างจากจุดสูงสุดเพียง 7.5 องศาเซลเซียส

**ตารางที่ 2** แสดงค่าวิเคราะห์ % moisture,ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH),ค่าการนำไฟฟ้า(EC), % เถ้า, %Total Nitrogen, % อินทรีย์คาร์บอน, % อินทรีย์วัตถุ, % Total Phosphorus, C/N ratio. ทุก ๆ 6 วันของปุ๋ยหมักสูตร Humus 35 %, Celite 42 % , AScake 12 % , มูลไก่ 7 % , AmiAmi L 4 % ไม่ให้อากาศ ในถังหมัก (T1)

วันที่	ค่าวิเคราะห์								
	%ความชื้น	pH	EC	%เถ้า	%Total N	%C	%อินทรีย์วัตถุ	%Total P	C/N ratio
1	48.88	5.08	11.84	36.98	4.91	35.54	64.322	0.289	7.24
6	48.98	3.01	11.76	58.33	5.50	34.93	63.224	0.273	6.35
12	58.02	5.78	11.76	54.78	4.78	34.12	61.775	0.311	7.14
18	54.83	3.16	12.18	56.57	4.50	33.25	60.200	0.268	6.58
24	53.86	5.24	12.61	55.70	4.97	33.79	61.172	0.343	6.79
30	54.29	5.23	12.46	55.59	5.02	33.35	60.380	0.385	6.64
36	55.83	5.41	12.36	55.75	4.81	33.05	59.840	0.352	6.87
42	53.88	5.42	12.78	54.87	5.05	32.60	59.030	0.351	6.45
48	54.14	5.57	21.68	54.26	4.91	32.20	58.319	0.351	6.58
54	53.98	5.38	12.48	54.65	4.90	32.34	58.562	0.343	6.60
60	55.12	5.66	12.85	53.74	5.05	32.30	58.490	0.334	6.39
66	54.98	5.57	12.53	55.02	5.11	31.79	57.572	0.334	6.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3** แสดงค่าวิเคราะห์ % moisture,ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH),ค่าการนำไฟฟ้า(EC),  
% เถ้า, %Total Nitrogen, % อินทรีย์คาร์บอน, % อินทรีย์วัตถุ, % Total  
Phosphorus, C/N ratio. ทุก ๆ 6 วันของปุ๋ยหมักสูตร Humus 35 %,  
Celite 42 AS cake 12 %, มูลไก่ 7 %, Ami Ami L 4 % ในอากาศในถังหมัก  
ปริมาตร 50 ml./min (T2)

วันที่	ค่าวิเคราะห์								
	%ความชื้น	pH	EC	%เถ้า	%Total N	%C	%อินทรีย์วัตถุ	%Total P	C/N ratio
1	48.68	5.07	11.79	56.68	5.28	28.18	51.074	0.282	5.34
6	48.98	5.35	12.03	56.93	5.17	27.57	49.976	0.327	5.33
12	54.025	5.70	12.25	55.88	5.15	25.27	45.845	0.335	4.90
18	54.83	5.91	11.01	50.40	4.40	24.75	44.900	0.335	5.63
24	53.86	5.81	12.16	50.99	4.70	24.36	44.198	0.335	5.22
30	54.29	5.98	9.91	50.77	4.97	24.54	44.522	0.401	4.94
36	55.83	6.00	10.35	50.97	5.09	23.72	43.046	0.343	4.66
42	53.88	6.07	10.78	52.12	5.13	23.63	42.884	0.349	4.61
48	54.14	6.23	11.74	48.96	5.14	23.88	43.334	0.455	4.64
54	53.98	6.04	11.20	48.20	5.15	23.60	42.830	0.347	4.58
60	55.12	6.03	10.93	49.09	5.18	22.54	40.922	0.343	4.35
66	54.98	5.92	12.82	50.00	5.47	22.07	40.076	0.353	4.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4** แสดงค่าวิเคราะห์ % moisture,ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH),ค่าการนำไฟฟ้า(EC), % เถ้า, %Total Nitrogen, %อินทรีย์คาร์บอน, % อินทรีย์วัตถุ, % Total Phosphorus, C/N ratio. ทุก ๆ 6 วันของปุ๋ยหมักสูตร Humus 35 %, Celite 42 %, AScake 12 %, มูลไก่ 7 %, AmiAmi L 4 % ให้อากาศในถังหมัก ปริมาณ 100 ml./min (T3)

วันที่	ค่าวิเคราะห์								
	%ความชื้น	pH	EC	%เถ้า	%Total N	%C	%อินทรีย์วัตถุ	%Total P	C/N ratio
1	46.68	6.09	10.47	60.32	5.62	27.91	50.590	0.311	4.97
6	48.77	5.10	11.27	60.40	5.29	26.88	48.734	0.327	5.08
12	54.62	5.37	11.35	57.69	5.07	26.10	47.330	0.403	5.14
18	57.54	5.62	8.33	54.44	4.36	24.05	43.631	0.437	5.52
24	56.31	5.74	9.81	52.98	4.91	24.12	43.829	0.474	4.91
30	55.70	5.68	8.88	54.88	5.07	23.32	43.757	0.410	4.60
36	53.58	5.60	9.76	52.80	5.26	23.77	41.471	0.420	4.52
42	47.08	5.19	8.88	52.08	5.37	23.51	40.877	0.405	4.38
48	51.59	6.04	10.23	52.43	5.40	23.45	42.569	0.455	4.34
54	47.47	5.70	9.75	53.55	5.53	22.37	40.625	0.386	3.97
60	48.31	6.18	10.06	52.73	5.62	22.32	40.512	0.440	3.97
66	37.96	5.96	10.27	54.38	5.65	21.94	39.833	0.436	3.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5** แสดงค่าวิเคราะห์ % moisture,ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH),ค่าการนำไฟฟ้า(EC), % เถ้า, %Total Nitrogen, % อินทรีย์คาร์บอน, % อินทรีย์วัตถุ, % Total Phosphorus, C/N ratio. ทุก ๆ 6 วันของปุ๋ยหมักสูตร Humus 35 %, Celite 42 %, AScake 12 %, มูลไก่ 7 %, AmiAmi L 4 % ให้อากาศในถังหมัก ปริมาณ 50 ml./min หลุดให้อากาศ 1 นาที ทุก ๆ 30 นาที ( T4 )

วันที่	ค่าวิเคราะห์								
	%ความชื้น	pH	EC	%เถ้า	%Total N	%C	%อินทรีย์วัตถุ	%Total P	C/N ratio
1	48.62	5.28	10.17	56.98	5.60	29.29	53.072	0.343	5.23
6	47.09	5.31	10.12	57.10	5.24	24.71	54.188	0.335	5.32
12	46.62	5.45	10.09	62.91	5.07	26.93	48.914	0.334	5.31
18	50.18	5.57	18.33	52.77	4.89	26.01	47.172	0.398	5.38
24	54.35	5.96	7.48	52.99	4.50	26.33	47.744	0.431	5.78
30	50.85	5.97	8.69	52.54	5.05	24.76	44.931	0.417	4.90
36	49.67	5.91	9.05	50.69	5.22	24.46	43.784	0.401	4.68
42	48.41	5.83	9.91	55.02	5.23	20.29	36.872	0.347	4.30
48	47.53	6.68	9.68	52.38	5.26	22.06	40.056	0.401	4.19
54	48.06	6.45	9.02	52.31	5.18	22.49	40.832	0.367	4.15
60	48.25	6.62	9.43	52.21	5.30	20.88	37.934	0.419	3.89
66	48.26	6.52	9.65	52.09	5.33	21.95	39.86	0.351	3.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 6** แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในถังหมักขณะเกิดการสลายตัวของปุ๋ยหมัก  
T1 (ไม่ให้อากาศในถังหมัก)

จำนวนวัน	อุณหภูมิ ( °c )	จำนวนวัน	อุณหภูมิ ( °c )
0	32.2	8.25	30.1
0.25	33.1	8.50	28.9
0.50	32.8	8.75	29.5
0.75	29.9	9.00	30.0
1.00	30.1	9.25	28.4
1.25	29.5	9.50	28.6
1.50	29.3	9.75	28.5
1.75	29.0	10.00	29.0
2.00	28.9	10.25	29.5
2.25	29.0	10.50	28.9
2.50	29.2	10.75	28.3
2.75	29.3	11.00	28.6
3.00	28.2	11.25	29.8
3.25	27.7	11.50	29.5
3.50	29.7	11.75	29.6
3.75	29.9	12.00	28.9
4.00	30.3	12.25	29.5
4.25	31.7	12.50	29.9
4.50	29.3	12.75	30.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนวัน	อุณหภูมิ ( ° c )	จำนวนวัน	อุณหภูมิ ( ° c )
4.75	29.6	13.0	29.6
5.00	29.3	13.25	29.6
5.25	29.6	13.50	28.6
5.50	29.5	13.75	29.2
5.75	28.4	14.00	29.1
6.00	28.7	14.25	28.7
6.25	29.0	14.50	28.7
6.50	29.7	14.75	28.5
6.75	29.9	15.00	28.1
7.00	30.2	15.25	28.6
7.25	29.8	15.50	28.7
7.50	30.0	15.75	29.0
7.75	30.0	16.00	28.6
8.00	30.1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 7** แสดงค่าการใช้ปริมาณก๊าซ  $O_2$  การปลดปล่อยก๊าซ  $CO_2$  และการเปลี่ยนแปลง  
อุณหภูมิในถึงขณะเกิดขบวนการสลายตัวของปุ๋ยหมักสูตร T2 (50 ml./min)

จำนวนวัน	ปริมาณก๊าซ $O_2$ ในถังหมัก (%)	ปริมาณก๊าซ $CO_2$ ที่ปลดปล่อย (%)	อุณหภูมิ
0	19.0	1.5	32.5
0.25	14.0	6.0	41.8
0.50	2.5	18.0	50.0
0.75	10.5	10.0	52.7
1.00	13.0	6.5	51.7
1.25	13.5	5.0	48.9
1.50	13.7	5.5	47.4
1.75	12.5	7.0	47.2
2.00	11.0	8.0	47.2
2.25	10.5	10.2	48.8
2.50	10.4	10.5	48.9
2.75	9.2	11.5	50.2
3.00	8.0	12.5	51.7
3.25	7.5	13.0	52.6
3.50	6.5	14.5	54.7
3.75	5.5	15.5	56.4
4.00	5.0	16.5	57.3
4.25	4.0	17.0	58.0
4.50	3.5	18.0	59.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนวัน	ปริมาณก๊าซ O <sub>2</sub> ในถังหมัก (%)	ปริมาณก๊าซ CO <sub>2</sub> ที่ปลดปล่อย (%)	อุณหภูมิ
4.75	3.0	18.5	59.5
5.00	2.8	18.2	59.6
5.25	3.0	17.5	60.0
5.50	1.5	17.6	58.7
5.75	1.9	17.8	58.9
6.00	2.1	17.5	58.7
6.25	2.7	18.0	58.4
6.50	2.4	18.0	58.0
6.75	3.2	17.5	58.5
7.00	3.1	17.0	58.5
7.25	2.5	18.7	58.0
7.50	3.0	16.3	58.3
7.75	3.2	16.0	58.0
8.00	2.8	16.2	57.5
8.25	3.0	16.2	57.3
8.50	3.8	16.0	56.6
8.75	3.5	15.8	55.4
9.00	3.7	16.0	54.5
9.25	3.8	15.6	54.5
9.50	4.7	15.2	53.0
9.75	5.7	13.5	52.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนวัน	ปริมาณก๊าซ O <sub>2</sub> ในถังหมัก (%)	ปริมาณก๊าซ CO <sub>2</sub> ที่ปลดปล่อย (%)	อุณหภูมิ
10.0	7.2	13.0	52.0
10.25	7.8	12.7	51.5
10.50	8.2	12.2	51.2
10.75	8.5	12.4	50.8
11.00	9.7	10.7	50.5
11.25	9.8	9.9	49.2
11.50	10.1	8.7	48.5
11.75	11.3	7.9	48.8
12.00	11.7	7.5	48.5
12.25	12.3	6.8	48.3
12.50	12.5	6.8	48.5
12.75	13.0	7.5	48.5
13.00	14.0	6.1	47.0
13.25	14.5	5.9	46.9
13.50	15.3	5.5	45.4
13.75	15.8	4.5	44.3
14.00	16.0	3.9	42.9
14.25	17.0	3.6	41.9
14.50	17.7	3.3	42.0
14.75	18.0	2.5	41.8
15.00	18.0	2.1	41.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนวัน	ปริมาณก๊าซ O <sub>2</sub> ในถังหมัก (%)	ปริมาณก๊าซ CO <sub>2</sub> ที่ปลดปล่อย (%)	อุณหภูมิ
15.25	18.5	2.1	41.9
15.50	18.5	2.2	41.9
15.75	16.8	2.2	39.9
16.00	17.5	2.1	39.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 8** แสดงค่าการใช้ปริมาณก๊าซ  $O_2$  การปลดปล่อยก๊าซ  $CO_2$  และการเปลี่ยนแปลง  
อุณหภูมิในถึงขณะเกิดขบวนการสลายตัวของปัสหมักสูตร T3 (100 ml./min)

จำนวนวัน	ปริมาณก๊าซ $O_2$ ในถึงหมัก (%)	ปริมาณก๊าซ $CO_2$ ที่ปลดปล่อย (%)	อุณหภูมิ
0	19.2	0.7	35.9
0.25	17.6	2.2	41.1
0.50	15.0	4.1	45.0
0.75	13.7	6.7	52.2
1.00	15.2	5.2	54.1
1.25	17.2	3.2	53.1
1.50	18.1	2.2	49.7
1.75	18.7	1.4	47.8
2.00	19.0	1.2	44.7
2.25	19.1	1.3	42.7
2.50	18.9	1.1	41.9
2.75	18.6	1.3	40.4
3.00	18.3	1.9	40.2
3.25	17.9	2.1	40.2
3.50	17.3	2.2	40.3
3.75	16.7	2.6	41.2
4.00	16.2	3.0	41.8
4.25	16.1	3.3	42.3
4.50	15.5	3.2	43.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนวัน	ปริมาณก๊าซ O <sub>2</sub> ในถังหมัก (%)	ปริมาณก๊าซ CO <sub>2</sub> ที่ปลดปล่อย (%)	อุณหภูมิ
4.75	15.6	3.0	45.2
5.00	16.0	3.1	44.3
5.25	15.9	3.0	45.4
5.50	15.6	2.7	45.7
5.75	15.2	3.3	46.4
6.00	15.2	3.6	47.3
6.25	14.7	3.8	47.2
6.50	14.6	3.2	48.2
6.75	14.2	3.7	48.4
7.00	14.4	4.3	49.8
7.25	14.4	4.3	50.2
7.50	14.0	4.1	51.6
7.75	14.0	4.1	52.4
8.00	14.6	3.9	53.0
8.25	14.7	3.9	52.8
8.50	14.2	3.9	52.4
8.75	14.2	3.5	52.0
9.00	14.7	3.4	52.7
9.25	15.0	3.4	52.9
9.50	14.5	2.9	54.1
9.75	14.7	2.9	55.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนวัน	ปริมาณก๊าซ O <sub>2</sub> ในถังหมัก (%)	ปริมาณก๊าซ CO <sub>2</sub> ที่ปลดปล่อย (%)	อุณหภูมิ
10.00	15.2	2.8	55.6
10.25	15.3	3.0	55.3
10.50	15.3	2.6	55.1
10.75	15.5	2.8	55.3
11.00	15.6	2.9	55.1
11.25	15.6	2.9	54.9
11.50	14.4	5.3	55.4
11.75	14.4	5.3	56.4
12.00	14.7	5.2	56.7
12.25	15.0	5.2	56.1
12.50	14.6	5.2	56.4
12.75	15.2	4.7	56.9
13.00	15.8	4.4	57.1
13.25	15.2	4.6	55.4
13.50	15.5	4.7	54.5
13.75	15.9	4.6	54.6
14.00	15.6	4.7	54.2
14.25	15.2	4.3	54.1
14.50	15.1	4.8	51.9
14.75	15.4	4.8	51.5
15.00	15.7	4.8	51.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูล และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนวัน	ปริมาณก๊าซ O <sub>2</sub> ในถังหมัก (%)	ปริมาณก๊าซ CO <sub>2</sub> ที่ปลดปล่อย (%)	อุณหภูมิ
15.25	15.8	4.6	50.5
15.50	15.4	4.6	50.0
15.75	15.5	4.5	49.6
16.00	15.2	4.6	49.3

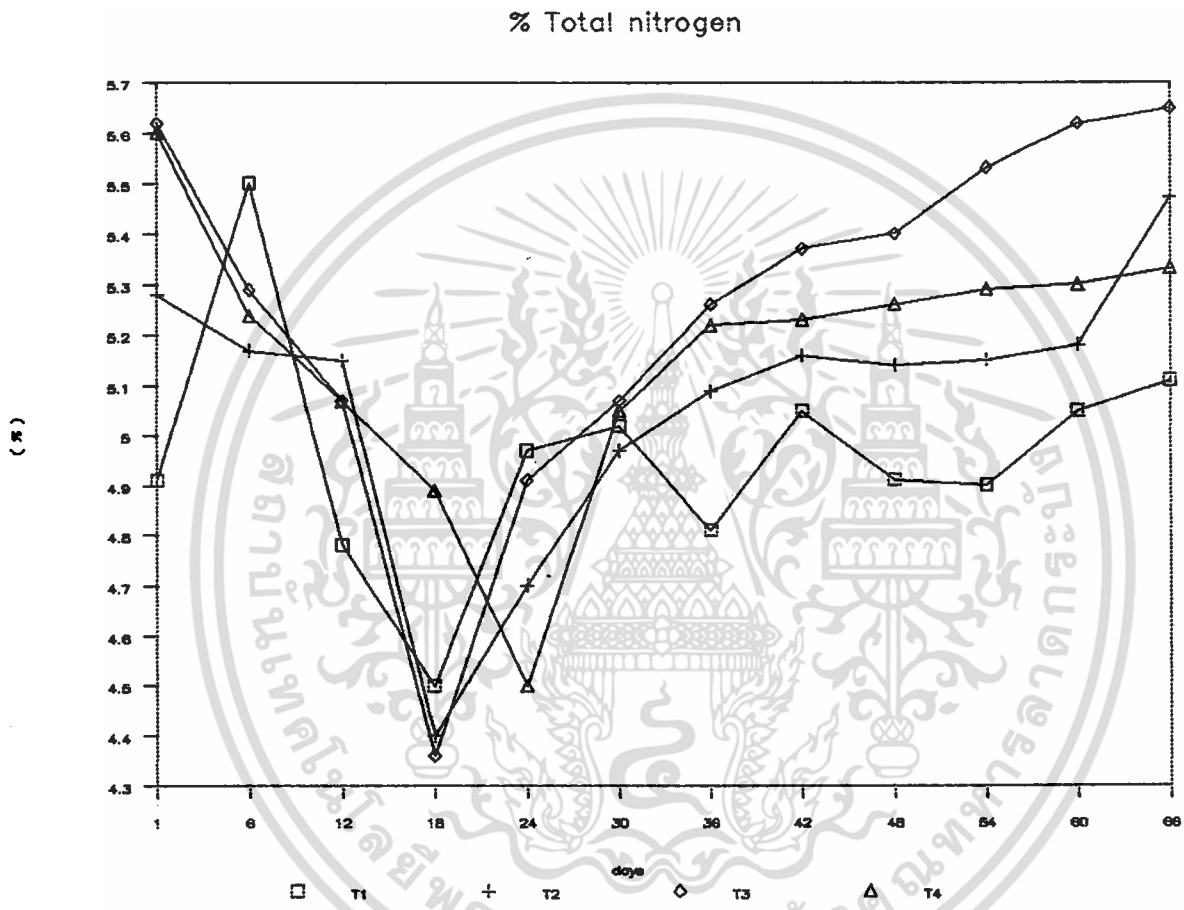
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 9** แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในถังหมักขณะเกิดการสลายตัวของปุ๋ยหมัก  
T2 ( 50 ml./min หรือให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที )

จำนวนวัน	อุณหภูมิ ( °c )	จำนวนวัน	อุณหภูมิ ( °c )
0	36.8	8.25	53.2
0.25	41.3	8.50	53.1
0.50	42.1	8.75	53.1
0.75	42.5	9.00	52.1
1.00	42.6	9.25	52.1
1.25	42.1	9.50	51.9
1.50	42.1	9.75	52.1
1.75	43.7	10.00	53.2
2.00	45.1	10.25	53.2
2.25	46.1	10.50	53.0
2.50	45.1	10.75	52.1
2.75	47.6	11.00	51.1
3.00	47.9	11.25	51.6
3.25	49.1	11.50	51.0
3.50	49.9	11.75	52.0
3.75	50.2	12.00	51.9
4.00	51.9	12.25	51.3
4.25	52.9	12.50	51.1
4.50	52.1	12.75	51.8

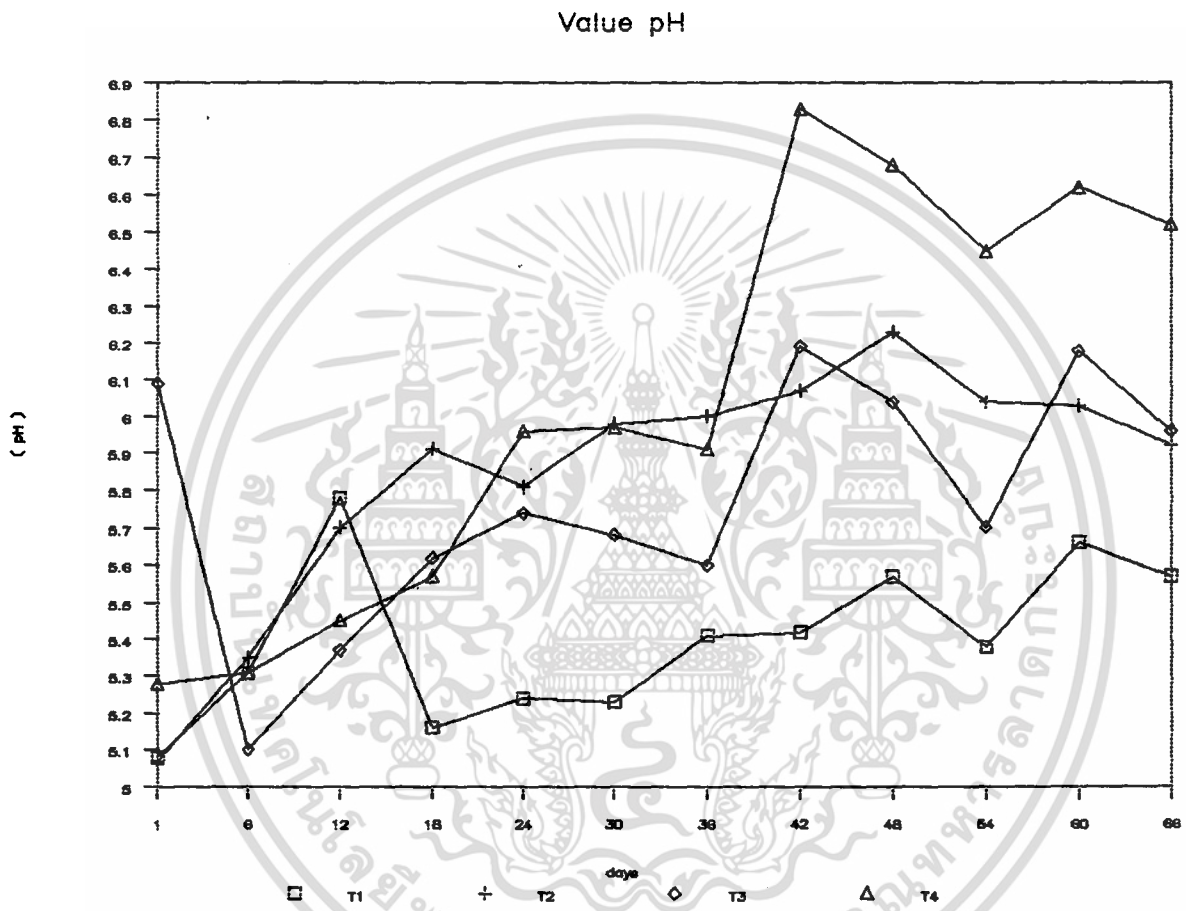
จำนวนวัน	อุณหภูมิ ( ° c )	จำนวนวัน	อุณหภูมิ ( ° c )
4.75	53.7	13.0	52.0
5.00	53.9	13.25	51.8
5.25	54.1	13.50	51.6
5.50	54.1	13.75	51.9
5.75	55.1	14.00	51.9
6.00	55.9	14.25	50.4
6.25	55.6	14.50	50.1
6.50	54.3	14.75	49.9
6.75	54.9	15.00	48.9
7.00	54.9	15.25	47.1
7.25	54.7	15.50	47.5
7.50	54.4	15.75	46.9
7.75	54.6	16.00	48.1
8.00	54.0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



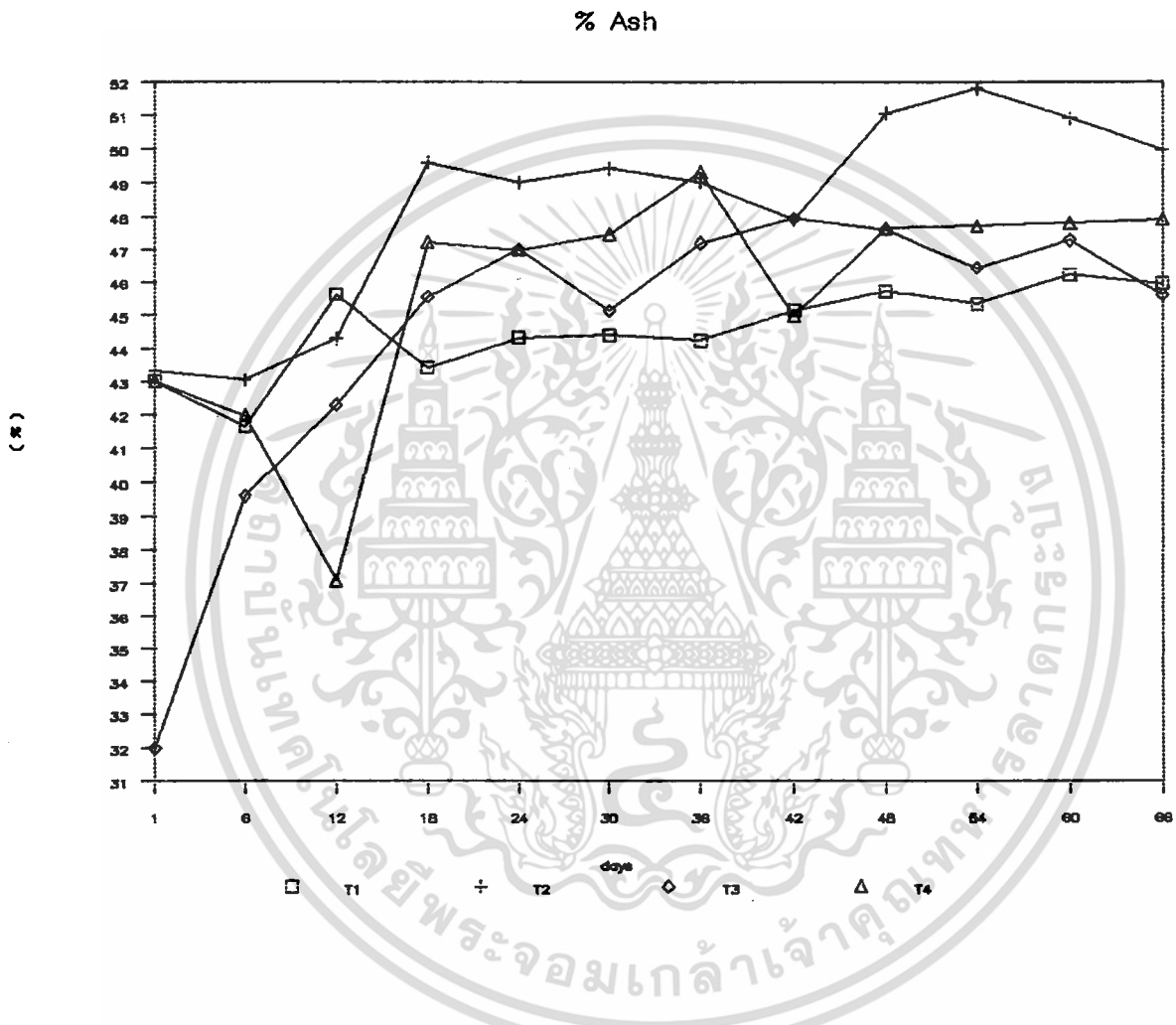
ภาพที่ 4 แสดง เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด ทุก ๆ 6 วัน ของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดง ความเป็นกรดเป็นด่าง ทุก ๆ 6 วัน  
ของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

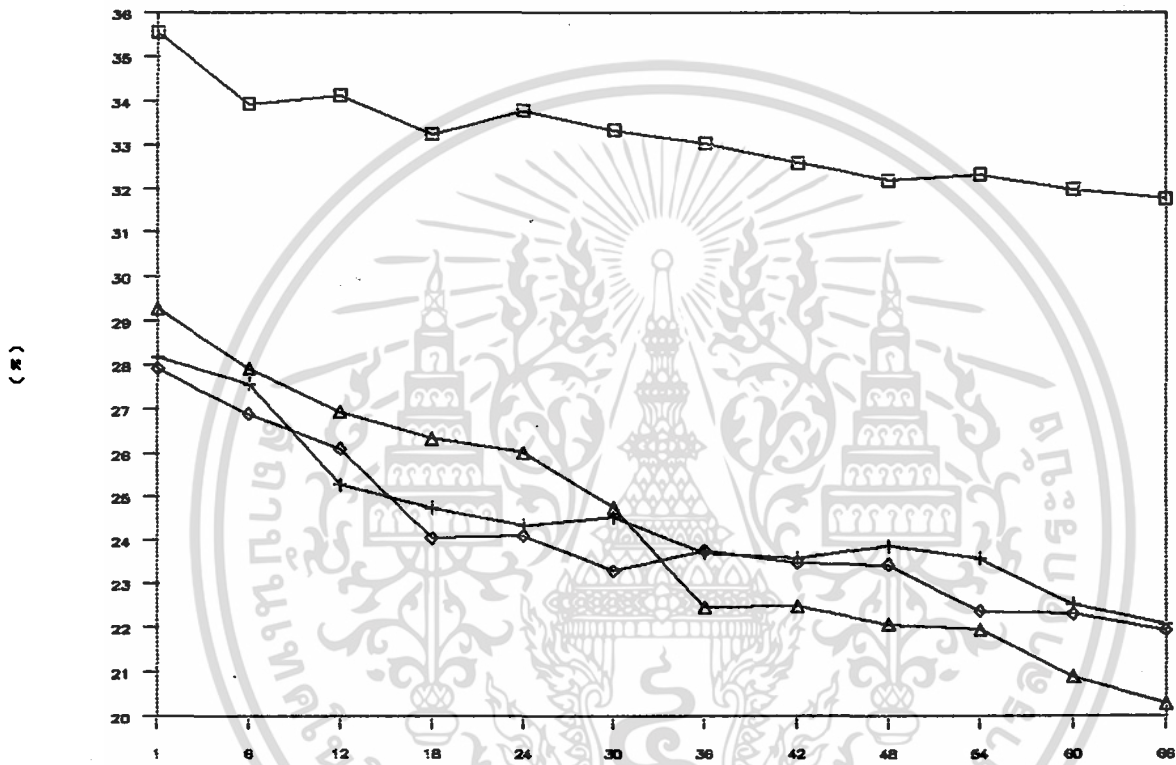
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดง เปอร์เซนต์เถ้า ทุก ๆ 6 วัน  
ของบ่อหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

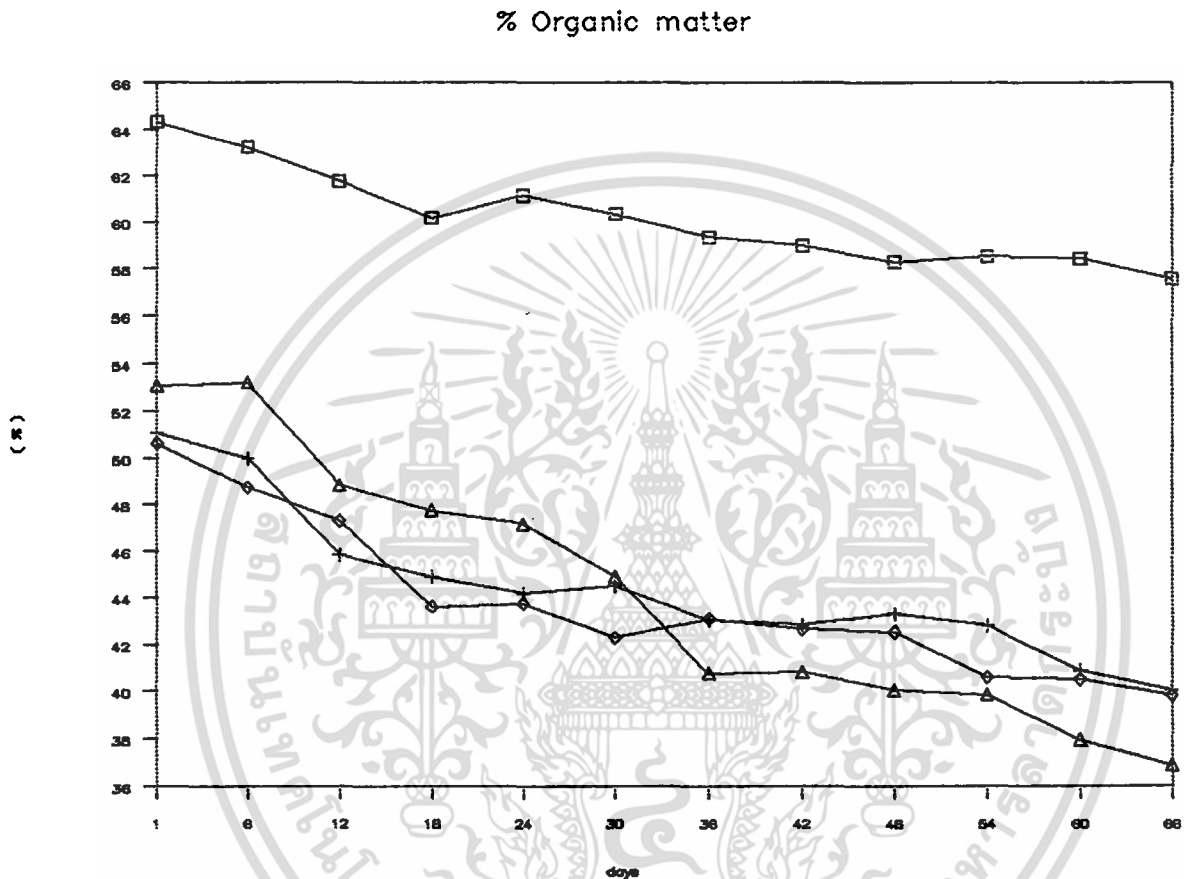
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

% Organic carbon



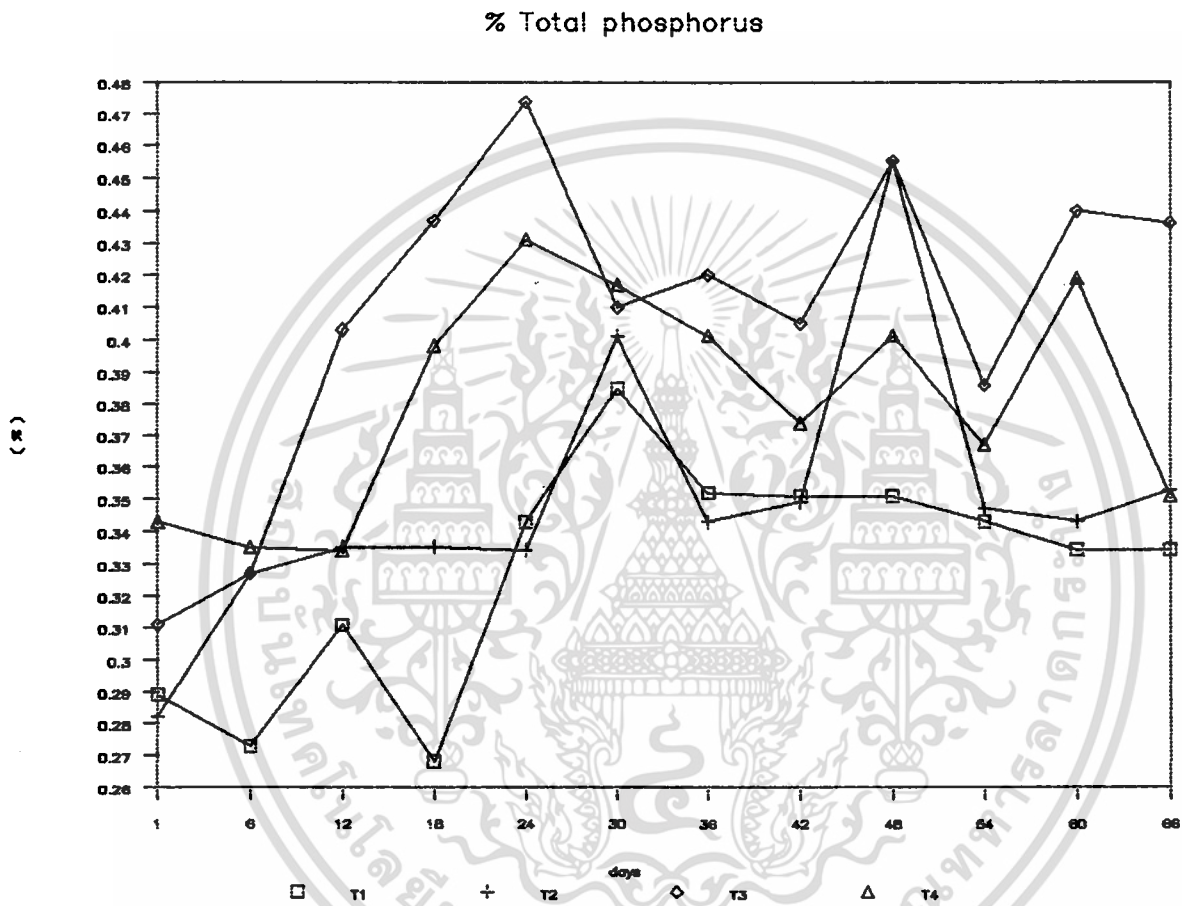
ภาพที่ 7 แสดง เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน ทุก ๆ 6 วัน ของบ่อน้ำที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



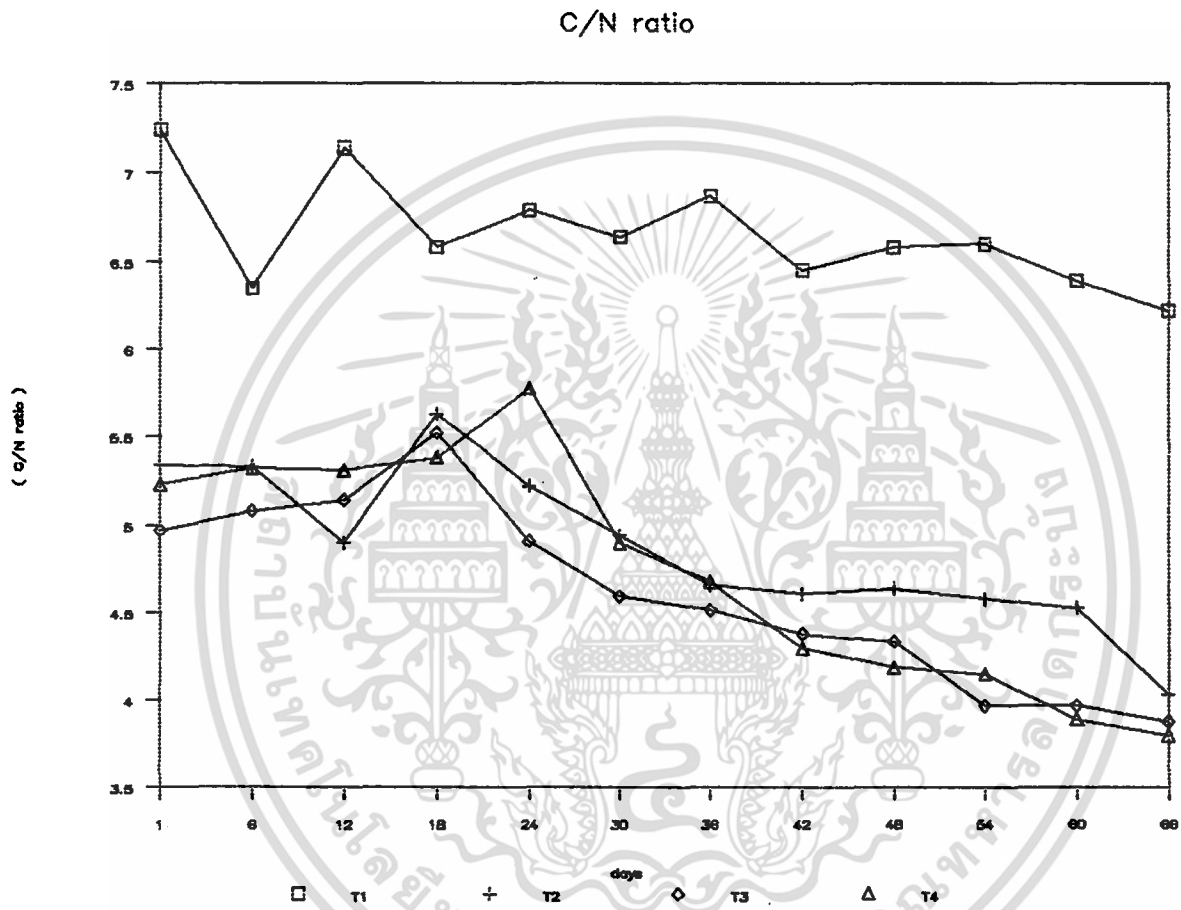
ภาพที่ 8 แสดง เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ ทุก ๆ 6 วัน  
ของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



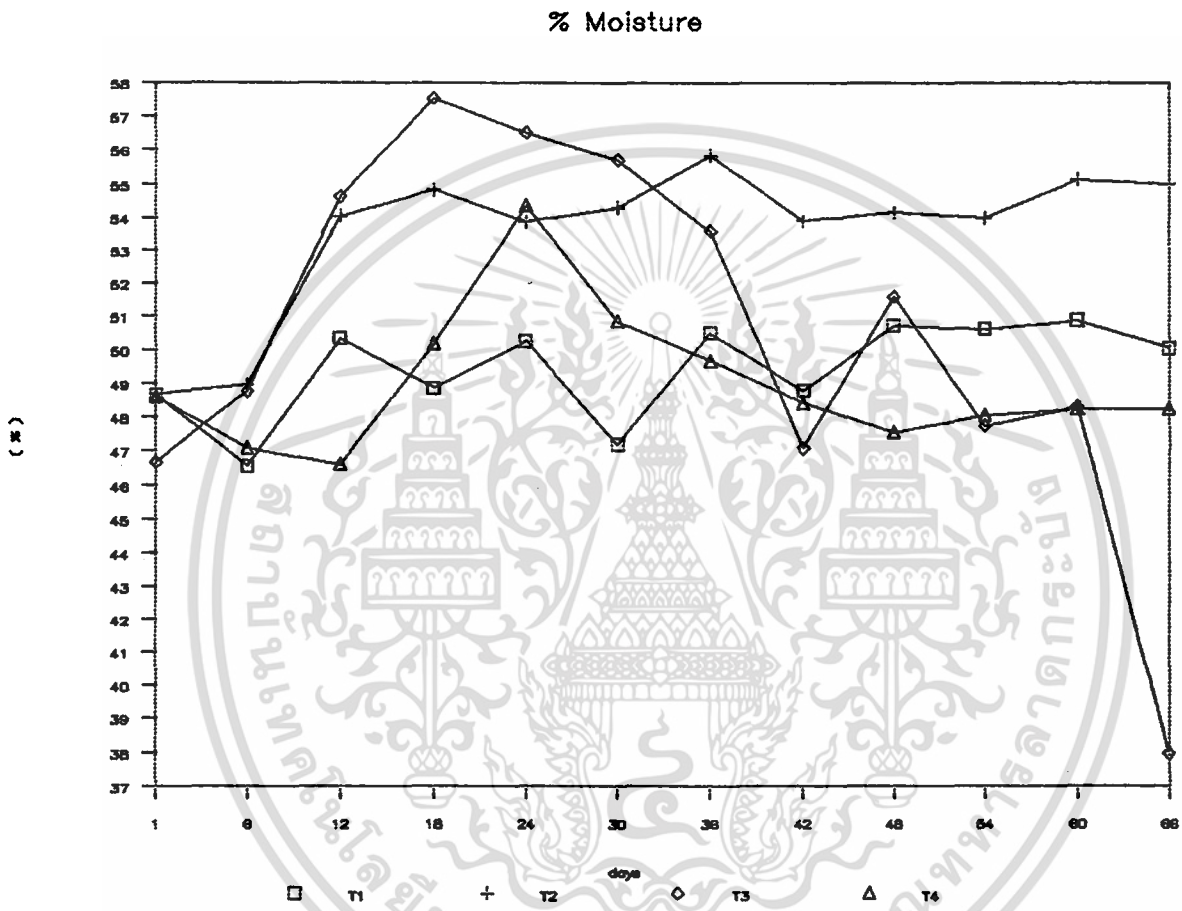
ภาพที่ 9 แสดง เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสทั้งหมด ทุก ๆ 6 วัน  
ของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



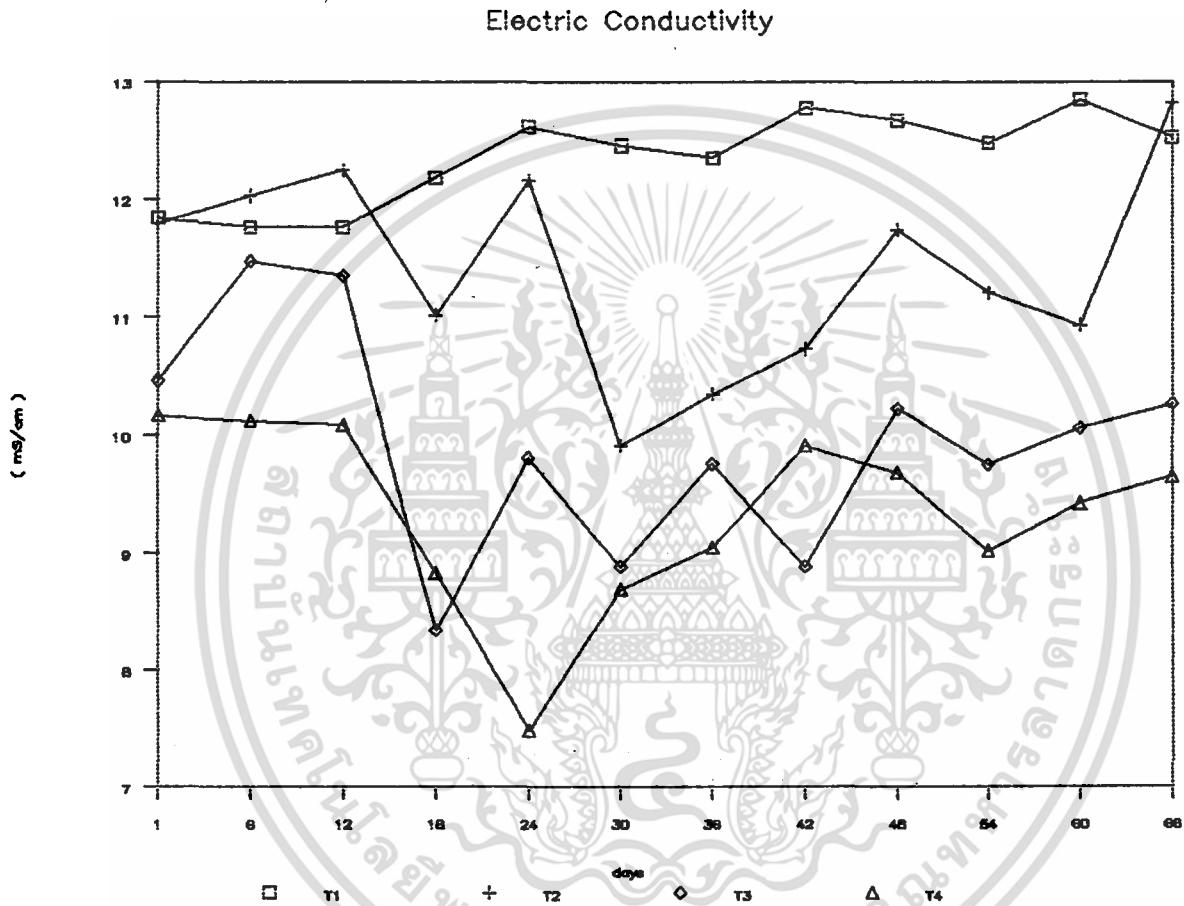
ภาพที่ 10 แสดง C/N ratio ทุก ๆ 6 วัน  
ของบ่อหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



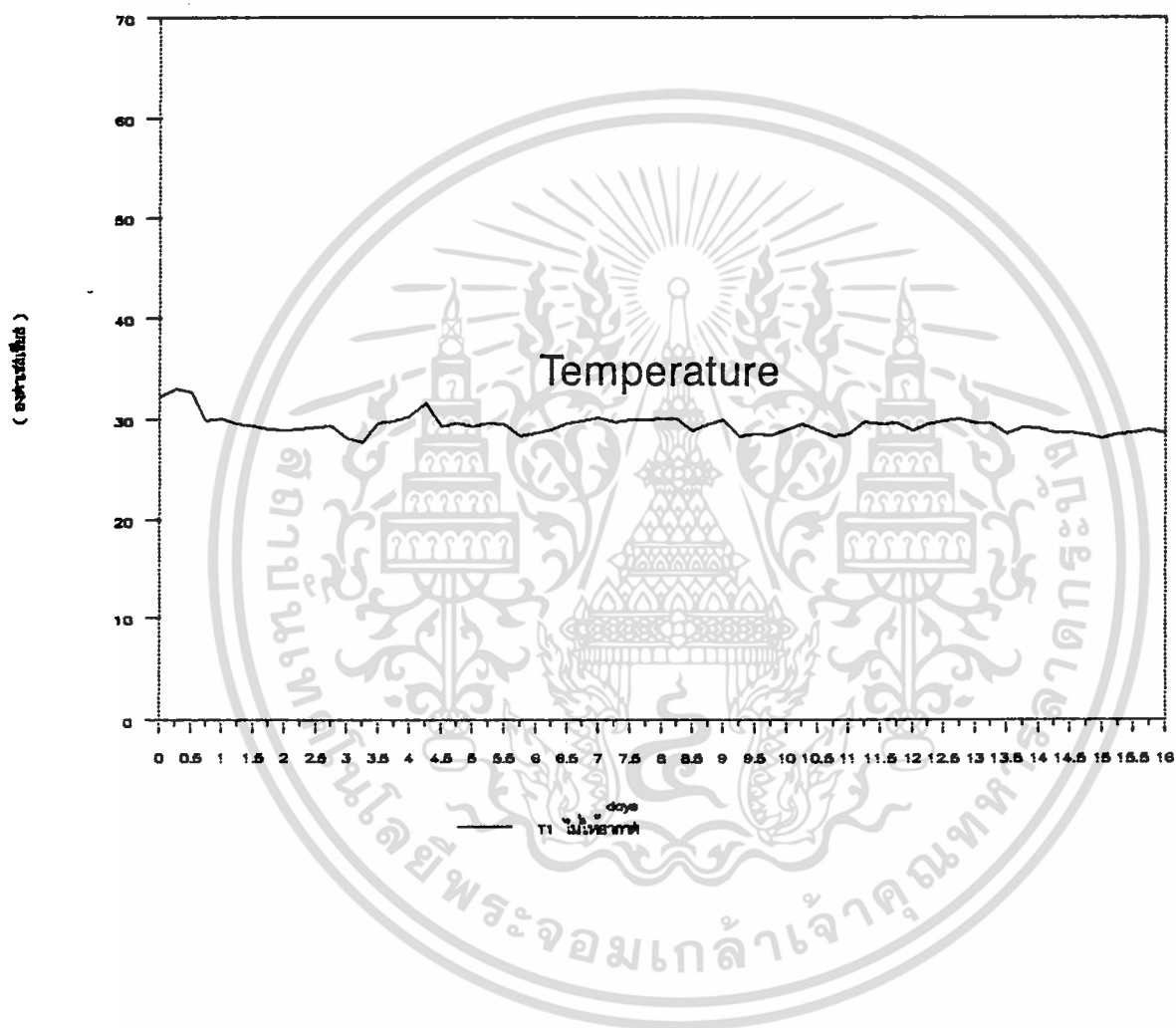
ภาพที่ 11 แสดง เปอร์เซ็นต์ความชื้น ทุก ๆ 6 วัน  
ของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดง ค่าการนำไฟฟ้าเมื่ออิมตัวด้วยน้ำ ทุก ๆ 6 วัน  
ของปุ๋ยหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ

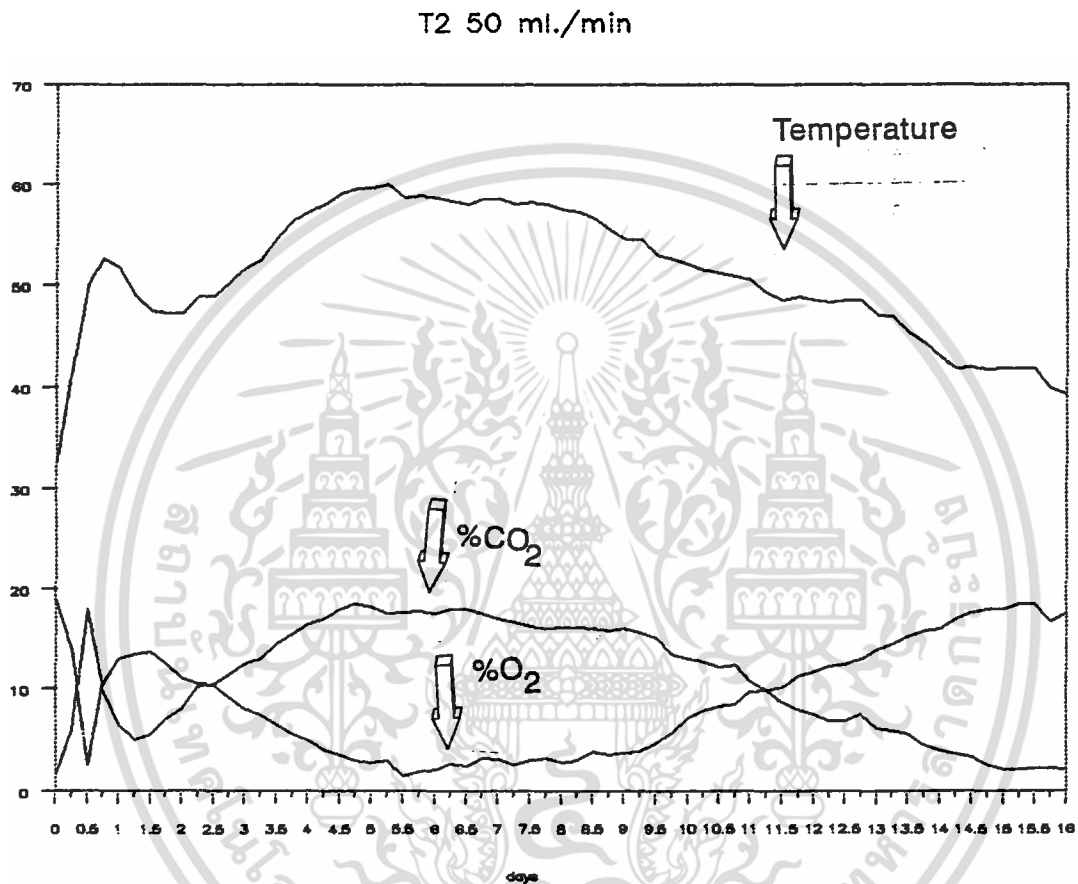
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13

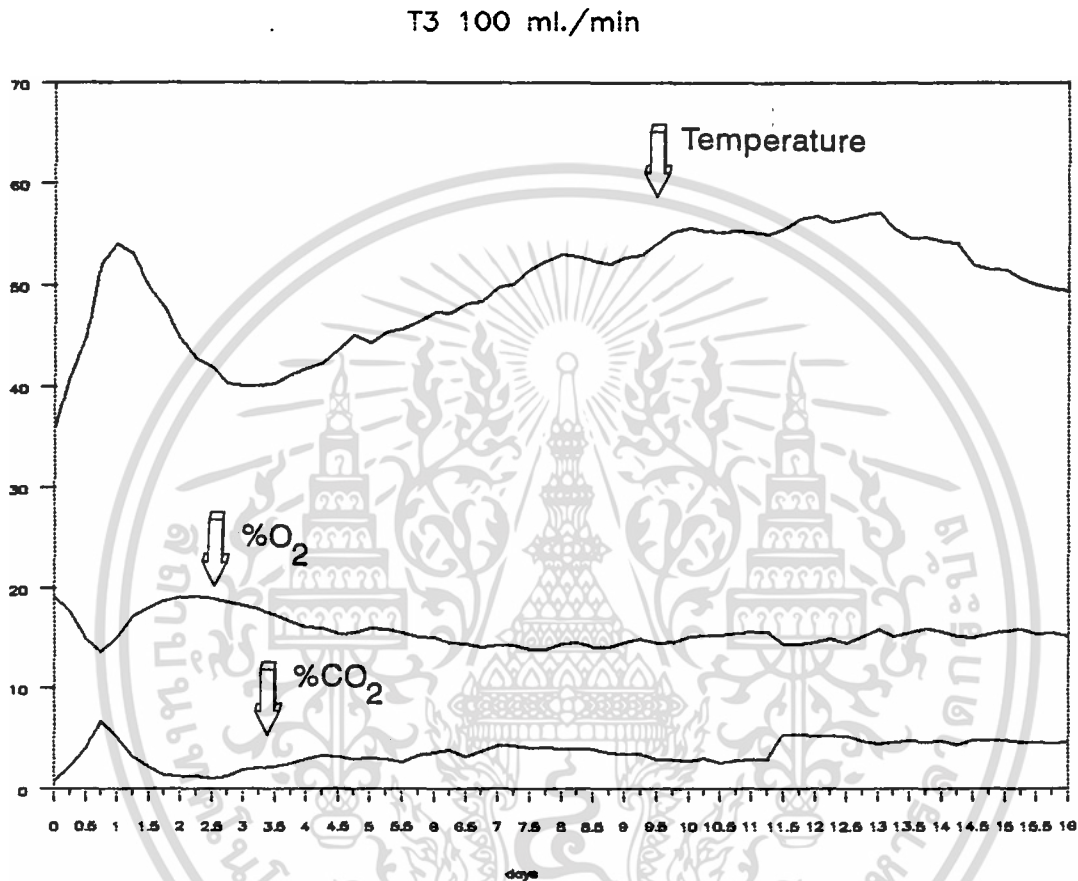
แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะเกิดกระบวนการสลายตัวของปุ๋ยหมัก Treatment 1 ( ไม่ให้อากาศในถังหมัก )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 แสดง การใช้ก๊าซ O<sub>2</sub> , การปลดปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> , การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะเกิดขบวนการสลายตัวของ ปุ๋ยหมัก Treatment 2 (50 ml./min)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

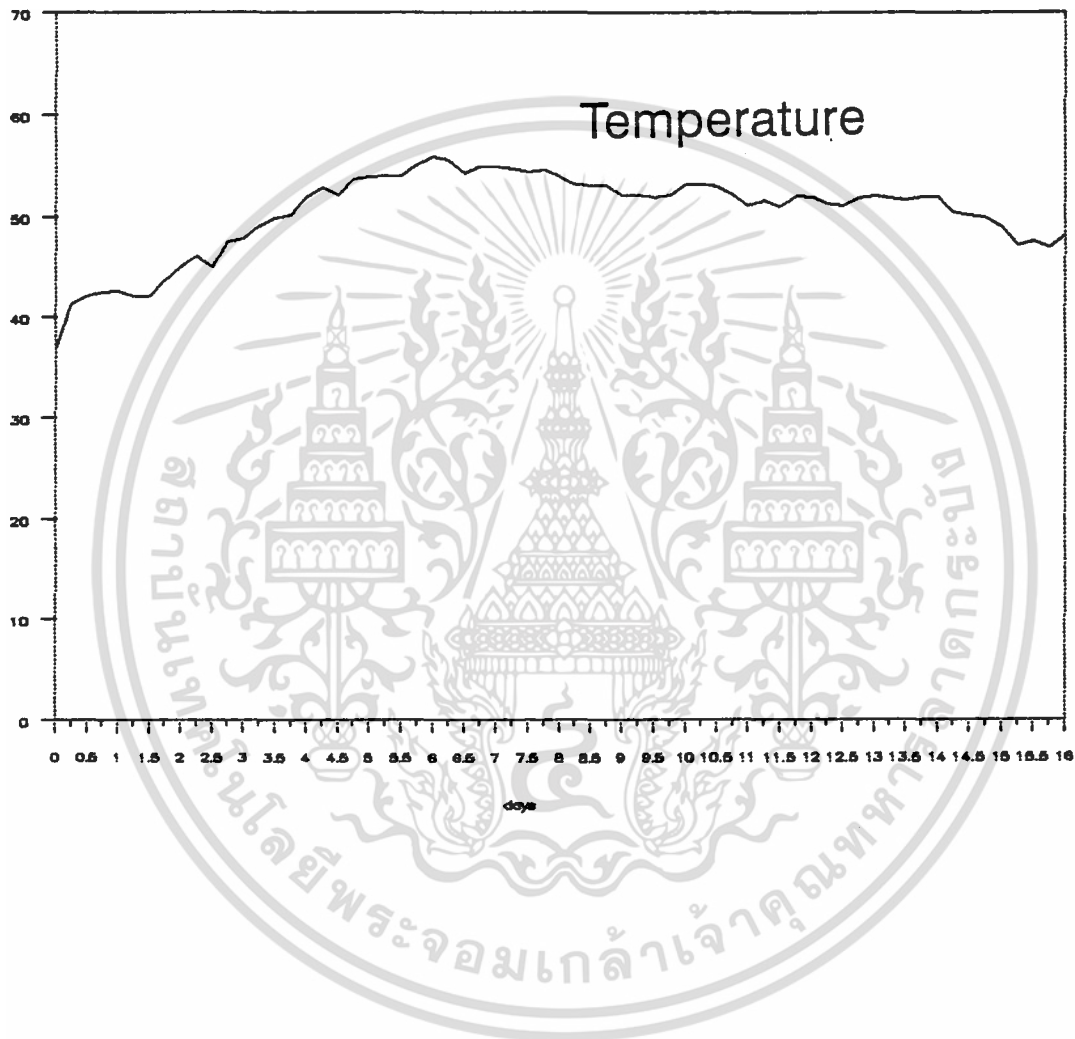


ภาพที่ 15

แสดง การใช้ก๊าซ O<sub>2</sub> , การปลดปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ,  
 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะเกิดกระบวนการสลายตัวของ  
 ปุ๋ยหมัก Treatment 3 (100ml./min)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

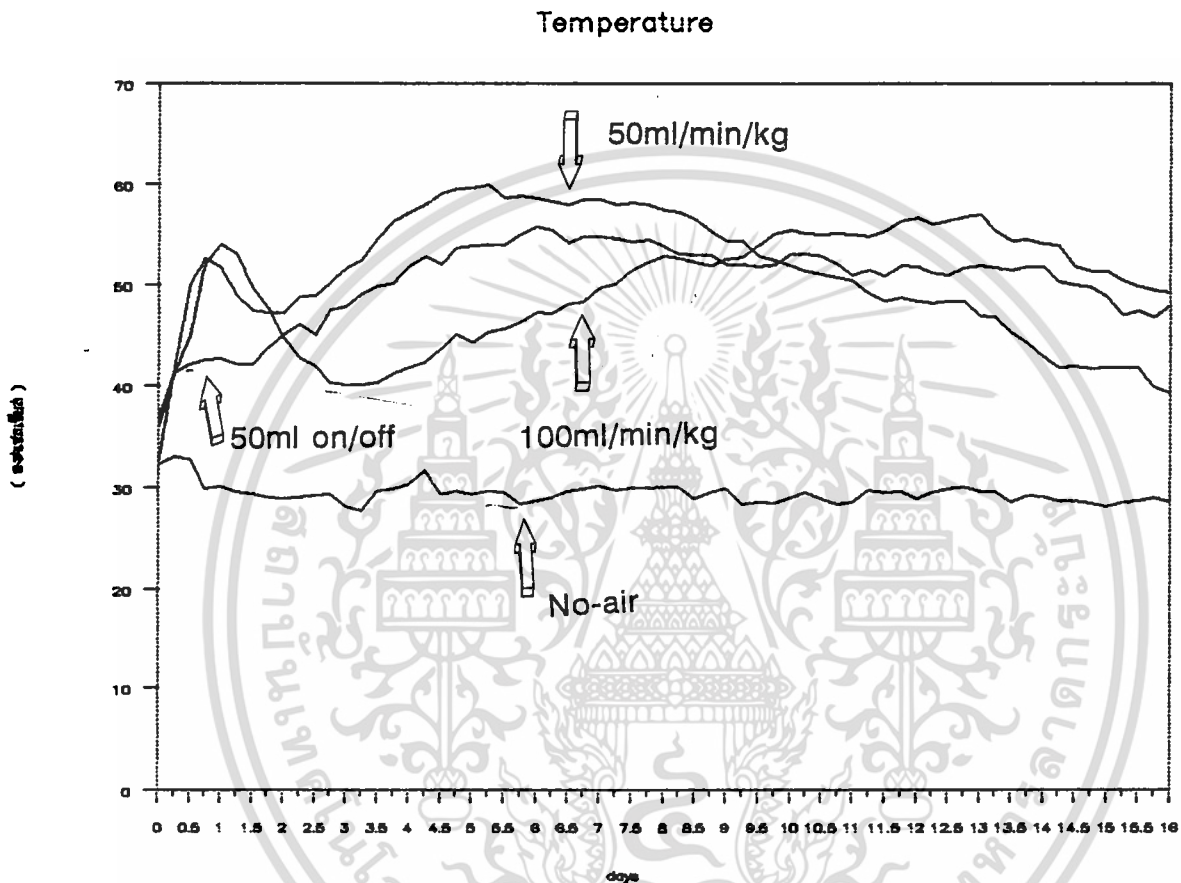
T4 50ml./min stop 30 min



ภาพที่ 16

แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะเกิดขบวนการสลายตัวของปุ๋ยหมัก Treatment 4 (50ml./min หยุดให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระยะหมักของแต่ละ Treatment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหมักปุ๋ยหมัก ซึ่งประกอบด้วย Humus 35 % , Celite 42 % , AS cake 12 % , Ami Ami L 4 % , มูลไก่ 7 % ที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ กัน สามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. ในการทดลองในครั้งนี้จะเห็นได้ว่า ส่วนผสมมีค่า C/N ratio เริ่มต้นอยู่ระหว่าง 7:1-5:1 ซึ่งมาตรฐานปุ๋ยหมัก ค่า C/N ratio น้อยกว่า 20:1 แต่ที่ต้องทำการหมัก ก็เพื่อขจัดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์และหมักกองปุ๋ยหมักให้มีอุณหภูมิสูงระหว่าง 50-65 องศาเซลเซียส จะสามารถทำลายเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อพืชได้
2. ปุ๋ยหมัก T1 ( ไม้ให้อากาศในถังหมัก ) จากการทดลองปุ๋ยนี้ในขณะทำการหมักนั้น เกิดขบวนการหมักไม่สมบูรณ์ เนื่องจากอุณหภูมิในถังหมักอยู่ระหว่าง 29-35 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าการสลายตัวช้ากว่าที่มีการให้อากาศ เนื่องจากมีก๊าซ  $O_2$  ไม่เพียงพอ
3. ปุ๋ยหมัก T2 ( 50 ml/min ) หลังจากผ่านขบวนการหมักแล้ว เราสามารถนำปุ๋ยนี้มาใช้ได้ เพราะมีคุณสมบัติดังนี้ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0 , ค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 5.14 % , ค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส 0.350 % ( น้อยกว่ามาตรฐานปุ๋ยหมัก ) , ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ 40 % , ค่า C/N ratio = 4:1 , อุณหภูมิขณะหมักสูงสุดที่ 60 องศาเซลเซียส , ไม่มีกลิ่นฉุน
4. ปุ๋ยหมักสูตร T3 ( 100 ml/min ) หลังจากผ่านขบวนการหมักแล้ว มีคุณสมบัติทางเคมีดังนี้ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0 , ค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 5.62 % , ค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส 0.450 % ( น้อยกว่ามาตรฐานปุ๋ยหมัก ) , ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ 40 % , ค่า C/N ratio = 4:1 , อุณหภูมิขณะหมักสูงสุดอยู่ระหว่าง 50-57 องศาเซลเซียส , ไม่มีกลิ่นฉุน , ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น 37 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปุ๋ยหมักสูตร T4 (50 ml/min หยอดให้อากาศ 30 นาที ทุก ๆ 30 นาที) ปุ๋ยที่ได้มีคุณสมบัติดังนี้ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.5 , ค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 5.50 % , ค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส 0.350 % (น้อยกว่ามาตรฐานปุ๋ยหมัก) , ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ 40 % , ค่า C/N ratio = 4:1 , อุณหภูมิขณะหมักสูงสุดอยู่ระหว่าง 49-52 องศาเซลเซียส , ไม่มีกลิ่นฉุน

6. จากการให้อากาศในถังหมักจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ในขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณก๊าซ  $O_2$  ในถังลดลงแต่กลับทำให้ก๊าซ  $CO_2$  ในถังหมักเพิ่มขึ้น อันเป็นผลมาจากการกระทำกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยมีการใช้ก๊าซ  $O_2$  ในการย่อยสลายอินทรีย์คาร์บอน ให้เป็น ก๊าซ  $CO_2$  ดังนั้นในขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดจะทำให้มีปริมาณก๊าซ  $O_2$  เหลืออยู่ต่ำที่สุดและปริมาณก๊าซ  $CO_2$  จะมีสูงที่สุดในขณะนั้น

7. จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่า การให้อากาศเพียงงพอในถังหมักมีผลต่อขบวนการหมักซากอินทรีย์วัตถุ โดยจำทำให้เกิดการหมักอย่างสมบูรณ์ เมื่อเทียบกับการหมักในสภาวะที่มีอากาศไม่เพียงพอ ซึ่งจะเกิดการหมักอย่างไม่สมบูรณ์ในสภาวะนี้

8. และจากการให้อากาศในถังหมักที่ระดับการให้อากาศต่าง ๆ กันมีผลต่อการหมักแตกต่างกันไม่มากนัก ดังผลที่แสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

### วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองความชื้นในดินหมักอยู่ระหว่าง 46-49 % จะสังเกตเห็นว่า ใน Treatment 1 (ไม่ผ่านอากาศในถังหมัก) จะทำให้เกิดเชื้อราขึ้นแน่นบริเวณส่วนบนของกองปุ๋ย ดังนั้นปุ๋ยที่ได้ใน Treatment นี้ ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับพืช

ค่า % Organic carbon ของกองปุ๋ยมีแนวโน้มลดลง ในทุก Treatment แต่ใน Treatment 1 % Organic carbon จะสูงกว่า Treatment อื่นๆ เนื่องจากเกิดการย่อยสลาย Organic carbon ให้เป็นก๊าซ  $CO_2$  น้อยกว่า Treatment อื่น

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของกองปุ๋ยหมักสูงขึ้น (pH) และในส่วผสมมี Humus ถึง 35 % จึงต้องมีการปรับค่า pH ให้สูงขึ้นโดยการใส่ปูนขาว 7.6 กรัมต่อส่วนผสม 100 กรัม ซึ่ง pH หลังการหมักมีค่าประมาณ 6-6.5 ใน Treatment 2,3 และ 4

ค่าเปอร์เซ็นต์ Total N ของปุ๋ยหมักในแต่ละ Treatment หลังจากการหมักเป็นเวลา 66 วัน จะมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด ของแต่ละ Treatment มีดังนี้  $T3(5.63) > T2(5.47) > T4(5.33) > T1(5.11)$

ค่าเปอร์เซ็นต์ Total P ของปุ๋ยหมัก หลังจากหมักแล้วมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดย Treatment ที่ 1 จะเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือ 15.371 % ส่วนใน Treatment ที่ 3 จะเพิ่มขึ้นสูงสุด คือ 40.192 % และ Treatment ที่ 2, 3 ค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสจะเพิ่มขึ้นตามลำดับดังนี้คือ 29.19 %, 23.32 %

สำหรับค่า C/N ratio จะเห็นได้ว่าในตอนแรกค่า C/N ratio นั้นต่ำกว่า 20:1 อยู่แล้วแต่ก็ต้องทำการหมักก็เพื่อขจัดกลิ่นและโรคที่เป็นอันตรายต่อพืช หลังจากการหมัก C/N ratio จะมีค่าลดต่ำลงประมาณ 0.7-0.9 เท่า โดยแต่ละ Treatment มีค่า C/N ratio เมื่อสิ้นสุดการหมักดังนี้  $T1(6.22) > T2(4.03) > T3(3.88) > T4(3.80)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่างๆกันทำให้เกิดขบวนการย่อยสลายดังนี้

Treatment 1 ไม่ผ่านอากาศในถังหมักทำให้ไม่เกิดขบวนการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ

Treatment 2 ให้อากาศในถังหมัก 50 ml./min เกิดการย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์ โดยใช้เวลา 16 วัน

Treatment 3 ให้อากาศในถังหมัก 100 ml./min ทำให้เกิดการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ได้อย่างสมบูรณ์แต่ใช้เวลามากกว่า 16 วัน ถือว่านานกว่าใน Treatment 2

Treatment 4 ให้อากาศในถังหมัก 50 ml./min หยุดให้อากาศ 30 นาที ทุกๆ 30 นาที มีผลทำให้เกิดการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ แต่เกิดได้ไม่สมบูรณ์ และใช้เวลาในการหมักมากกว่าใน Treatment 2 และ 3 ดังนั้นในการทำปุ๋ยหมักขนาดใหญ่ ควรจะให้มีการระบายอากาศในระดับ 50 ถึง 100 ml./min/kg แต่ในระดับการระบายอากาศ 50 ml./min จะเกิดการสลายตัวได้เร็วกว่า

## หนังสืออ้างอิง

ข่าวสำนักงาน. 2532. การผลิตการกำจัดและการบำบัดของเหล็กรีดอินทรีย์ และศึกษา  
ในการใช้ประโยชน์จากของเหล็กรีดอินทรีย์ในประเทศไทย. ปีที่ 30 ฉบับที่ 329 :  
หน้า 3-4.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์. 2530. ปฐพีเบื้องต้น. มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 673 หน้า.

ธรรมโชติ สันนิวัตร์. 2525. การศึกษาค่าทางอาหารของวัสดุบางอย่างในการเป็นอา  
หารเสริมโปรตีนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตร  
ศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นิภา พานิชทัณฑ์กุล. 2524. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่อคุณสมบัติของ  
ดินและการเจริญเติบโตของพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพมหานคร.

ปรัชญา ชัญญาดี. 2522. ปุ๋ยหมัก. หน้าที่ดิน. ปีที่ 16 ฉบับที่ 166: หน้า 11-12.

พรชัย สุภากร. 2526. อินทรีย์วัตถุในดิน. หน้าที่ดิน. ปีที่ 20 ฉบับที่ 214: หน้า  
25-29.

หน้าที่ดิน. 2532. บทบาทของปุ๋ยหมักต่อการปรับปรุงบำรุงดิน. หน้าที่ดิน. ปีที่ 27  
ฉบับที่ 294: หน้า 31-32.

หน้าที่ดิน. 2534. ความสำคัญของอินทรีย์วัตถุในดิน. หน้าที่ดิน. ปีที่ 28 ฉบับที่ 313 :  
หน้า 35-37.

ธงชุกธ โอสดสภา. 2528. หลักการผลิตและใช้ปุ๋ย. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตร  
ศาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 274 หน้า.

วราภรณ์ วัฒนสิน. 2529. ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย. วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยา  
เขตเกษตรลำปาง. 216 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิชา มะเสนา. 2531. กรดฮิวมิคกับการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจ. เฉพะการ  
เกษตร. ปีที่ 12 ฉบับที่ 11: 106-109 หน้า.
- สมศักดิ์ วั่งใน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. โทษวัฒนาพานิช กรุงเทพมหานคร.  
193 หน้า.
- สุดใจ สิริเวช. 2515. ดินเบื้องต้น. วิทยาลัยเกษตรกรรม นครศรีธรรมราช. 145 หน้า.
- สมิตรา กุ้วโรดม. 2532. ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยี  
การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. 179 หน้า.
- เสริมพล รัตสุข และ ไชยชุกช กลินสุคนธ์. 2524. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงาน  
อุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย  
โทษ. 159-165 หน้า.
- เสริมพล และ ชัยชุกช. 2518. "SLUDGE" หน้า 3-4 ใน นิพนธ์ นานาทักข์กุล (ผู้รวบรวม)  
ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่อคุณสมบัติของดิน และการเติบโตของ  
พืช. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- หลักการปฐพีฟิสิกส์. 2529. สารปรับปรุงโครงสร้างของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. หน้า 160-161.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2522. การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดเพื่อ  
การปรับปรุงดินปลูกพืชในกระถางและใช้เป็นปุ๋ย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อาซิโนะโมโตะ (ประเทศไทย) บริษัท. 2530. ลามิ-ลามิ อาหารพืชน้ำขุ่นน้ำ. เอก  
สารแนะนำผลิตภัณฑ์ ฝ่ายพัฒนาการเกษตร บริษัทอาซิโนะโมโตะ (ประเทศไทย)  
จำกัด.
- Blair, R and D.W. Knight. 1973. Recycling Animal Waste. Feed  
Stuff. 45: 32-35 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Felldhofer, S.F. Estric, Dumanovsky ; B. Rapic ; and M. Lucie.

1976. The amino acid composition of poultry dropping and the possibility of using them in feeding. Nutr. Abstr. Rev. 49: 1022.

Hinrichl. Bohn, Brianl. Moneal, George. A. O'Connor. 1976. Soil chemistry. The United state of America: 90-94 pp.

Martin, J. H., R. C. Lochr, and T. E. Pitbeam. 1983. Animal Agricultural Waste. 6(3): 31-66 pp.

Muller, Z.O. 1980. Feed Form Animal Waste. State of Knowledge Feed and Agricultural Organization of The United Nations Rome. 190 p.

Thamyadee,p. 1984. Organic recycling. Technical Workshop on The Problem of Land with Pecling and Stagnating Productivity. 6-9 November 1984. Pattaya, Thailand. D 7-1-24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 10** แสดงการวิเคราะห์ค่า เปอร์เซนต์ไนโตรเจนทั้งหมด ของปุ๋ยหมักสูตร A ที่มีการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน ทุก 6 วัน เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน

ระดับการให้อากาศ	ปุ๋ยหมัก			
	T1	T2	T3	T4
จำนวนวัน				
1	4.91	5.28	5.62	5.60
6	5.50	5.17	5.29	5.24
12	4.78	5.15	5.07	5.07
18	4.50	4.40	4.36	4.89
24	4.97	4.70	4.91	4.50
30	5.02	4.97	5.07	5.05
36	4.81	5.09	5.26	5.22
42	5.05	5.13	5.37	5.23
48	4.91	5.14	5.40	5.26
54	4.90	5.15	5.53	5.29
60	5.05	5.18	5.62	5.30
66	5.11	5.47	5.65	5.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 11** แสดงการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ของปุ๋ยหมักสูตร A ที่มีการให้อากาศ  
ในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน ทุก 6 วัน เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน

ระดับการให้อากาศ	ปุ๋ยหมัก			
	T1	T2	T3	T4
จำนวนวัน				
1	5.08	5.07	6.09	5.28
6	5.31	5.35	5.10	5.31
12	5.78	5.70	5.37	5.45
18	5.16	5.91	5.62	5.57
24	5.24	5.81	5.74	5.96
30	5.23	5.98	5.68	5.97
36	5.41	6.00	5.60	5.91
42	5.42	6.07	6.19	6.83
48	5.57	6.23	6.04	6.68
54	5.38	6.04	5.70	6.45
60	5.66	6.03	6.18	6.62
66	5.57	5.92	5.96	6.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 12** แสดงการวิเคราะห์ค่า เปอร์เซนต์เด้า ของปุ๋ยหมักสูตร A ที่มีการให้อากาศ  
ในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน ทุก 6 วัน เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน

ระดับการให้อากาศ	ปุ๋ยหมัก			
	T1	T2	T3	T4
จำนวนวัน				
1	43.02	43.32	31.98	43.02
6	41.67	43.07	39.60	42.90
12	45.62	44.32	42.31	37.09
18	43.43	49.60	45.56	47.23
24	44.34	49.01	47.02	47.01
30	44.41	49.43	45.12	47.46
36	44.25	49.03	47.20	49.31
42	45.13	47.88	47.92	44.98
48	45.74	51.04	47.57	47.62
54	45.35	51.80	46.45	47.69
60	46.26	50.91	47.27	47.79
66	45.98	50.00	45.62	47.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 13** แสดงการวิเคราะห์ค่า เปรอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน ของปุ๋ยหมักสูตร A ที่มีการให้อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน ทุก 6 วัน เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน

ระดับการให้อากาศ	ปุ๋ยหมัก			
	T1	T2	T3	T4
จำนวนวัน				
1	35.540	28.180	27.910	29.290
6	34.930	27.570	26.880	27.910
12	34.125	25.275	26.100	26.930
18	33.250	24.750	24.050	26.330
24	33.790	24.360	24.120	26.010
30	33.350	24.540	23.320	24.767
36	33.050	23.720	23.770	22.460
42	32.600	23.630	23.510	22.490
48	32.205	23.880	23.450	22.060
54	32.340	23.600	22.370	21.950
60	32.300	22.540	22.320	20.880
66	31.790	22.070	21.940	20.290

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 14** แสดงการวิเคราะห์ค่า เฟอร์เซนต์อินทรีวัตต์ ของปุ๋ยหมักสูตร A ที่มีการให้อากาศ  
 ในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน ทุก 6 วัน เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน

ระดับการให้อากาศ	ปุ๋ยหมัก			
	T1	T2	T3	T4
จำนวนวัน				
1	64.322	51.074	50.588	53.072
6	63.224	49.976	48.734	53.228
12	61.775	45.845	47.330	48.824
18	60.200	44.900	43.640	47.744
24	61.172	44.198	43.766	47.168
30	60.380	44.522	42.326	44.930
36	59.840	43.046	43.136	40.778
42	59.030	42.884	42.668	40.832
48	58.319	43.334	42.560	40.058
54	58.562	42.830	40.616	39.862
60	58.490	40.922	40.526	37.934
66	57.572	40.076	39.842	36.872

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 15** แสดงการวิเคราะห์ค่า เปอร์เซนต์ฟอสฟอรัส ของปุ๋ยหมักสูตร A ที่มีการให้อากาศ  
ในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน ทุก 6 วัน เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน

ระดับการให้อากาศ	ปุ๋ยหมัก			
	T1	T2	T3	T4
จำนวนวัน				
1	0.289	0.282	0.311	0.343
6	0.273	0.327	0.327	0.335
12	0.311	0.335	0.403	0.394
18	0.268	0.335	0.437	0.398
24	0.343	0.334	0.474	0.431
30	0.385	0.401	0.410	0.417
36	0.352	0.343	0.420	0.401
42	0.351	0.349	0.405	0.374
48	0.351	0.455	0.455	0.401
54	0.343	0.347	0.386	0.367
60	0.334	0.343	0.440	0.419
66	0.334	0.353	0.436	0.351

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 16** แสดงการวิเคราะห์ค่า C/N ratio ของปุ๋ยหมักสูตร A ที่มีการให้อากาศ  
 ในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน ทุก 6 วัน เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน

ระดับการให้อากาศ	ปุ๋ยหมัก			
	T1	T2	T3	T4
จำนวนวัน				
1	7.24	5.34	4.97	5.23
6	6.35	5.33	5.08	5.32
12	7.14	4.90	5.14	5.31
18	6.58	5.63	5.52	5.38
24	6.79	5.22	4.91	5.78
30	6.64	4.94	4.60	4.90
36	6.87	4.66	4.52	4.68
42	6.45	4.61	4.38	4.30
48	6.58	4.64	4.34	4.19
54	6.60	4.58	3.97	4.15
60	6.39	4.53	3.97	3.89
66	6.22	4.03	3.88	3.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 17** แสดงการวิเคราะห์ค่า เปอร์เซนต์ความชื้น ของปุ๋ยหมักสูตร A ที่มีการให้อากาศ  
ในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน ทุก 6 วัน เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน

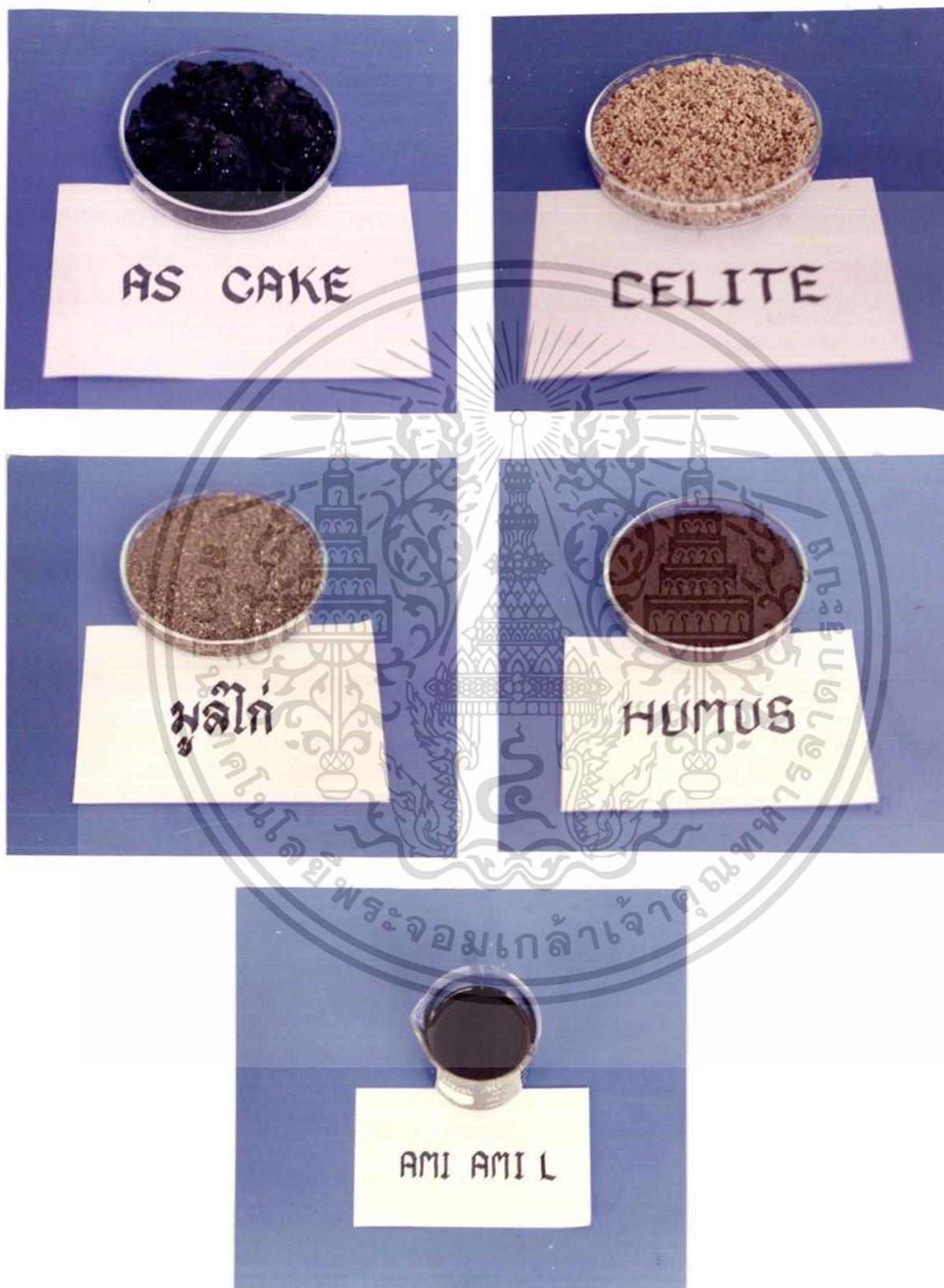
ระดับการให้อากาศ	ปุ๋ยหมัก			
	T1	T2	T3	T4
จำนวนวัน				
1	48.68	48.68	46.68	48.62
6	46.57	48.98	48.78	47.09
12	50.33	54.03	54.62	46.62
18	48.87	54.83	57.54	50.18
24	50.26	53.86	56.51	54.35
30	47.18	54.29	55.70	50.85
36	50.50	55.83	53.58	49.67
42	48.80	53.88	47.08	48.42
48	50.72	54.14	51.59	47.53
54	50.63	53.98	47.74	48.06
60	50.89	55.12	48.31	48.25
66	50.06	54.98	37.96	48.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 18** แสดงการวิเคราะห์ค่า การนำไฟฟ้าเมื่ออิมิตัวด้วยน้ำของปุ๋ยหมักสูตร A ที่มีการให้  
อากาศในถังหมักที่ระดับต่าง ๆ กัน ทุก 6 วัน เป็นเวลาประมาณ 2 เดือน

ระดับการให้อากาศ	ปุ๋ยหมัก			
	T1	T2	T3	T4
จำนวนวัน				
1	11.84	11.79	10.47	10.17
6	11.76	12.03	11.27	10.12
12	11.76	12.25	11.35	10.09
18	12.18	11.01	8.33	8.83
24	12.62	12.16	9.81	7.48
30	12.46	9.91	8.88	8.69
36	12.36	10.35	9.76	9.05
42	12.78	10.78	8.88	9.91
48	12.68	11.74	10.23	9.68
54	12.48	11.20	9.75	9.02
60	12.85	10.93	10.06	9.43
66	12.53	12.82	10.27	9.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นภาพที่ 18 งานวิจัยสำหรับวัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมและฟาร์ม ระเบียบด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้