

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฏ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ต
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.2 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและสรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีการหมักปุ๋ย	3
2.1.1 ประเภทของกระบวนการหมัก	3
2.1.2 รูปแบบของการหมักปุ๋ยแบบใช้ออกซิเจน	5
2.1.3 ปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายในกระบวนการหมัก	8
2.2 เกณฑ์ในการพิจารณาปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้วและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	14
2.2.1 ลักษณะทางกายภาพ	15
2.2.2 ลักษณะทางเคมี	15
2.2.3 ลักษณะทางชีวภาพ	16
2.3 ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก	16
2.4 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง	22
3.2 วัสดุหมัก	24
3.3 วิธีดำเนินการทดลอง	24
3.4 การเก็บตัวอย่างและพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	25
3.5 วิธีการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ	27
3.6 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง	27
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	29
4.1 ลักษณะสมบัติของวัสดุหมัก	29
4.1.1 ลักษณะสมบัติของวัสดุหมักเริ่มต้นแต่ละชนิด	29
4.1.2 ลักษณะสมบัติของวัสดุหมักเริ่มต้น	30
4.2 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆของวัสดุหมักในระหว่างการหมัก	31
4.2.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	31
4.2.2 การเปลี่ยนแปลงพีเอช	38
4.2.3 การเปลี่ยนแปลงความชื้น	40
4.2.4 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า	43
4.2.5 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน	48
4.2.6 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียในไนโตรเจนและไนเตรทในไนโตรเจน	57
4.2.7 ธาตุอาหาร	64
4.2.8 สี กลิ่น และลักษณะเนื้อปุ๋ย	66
4.2.9 ความหนาแน่น	77
4.3 การทดลองของมวลและขนาดปุ๋ย	78
4.3.1 การทดลองของมวล	78
4.3.2 ขนาดของปุ๋ยหมัก	80

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	85
5.1 สรุปผลการทดลอง	85
5.2 ข้อเสนอแนะ	86
เอกสารอ้างอิง	87
ภาคผนวก	90
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ	91
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ในช่วงการหมักปุ๋ย	94
ประวัติผู้เขียน	120

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 เปรียบเทียบการหมักระหว่างแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ	4
2.2 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน	16
3.1 ขนาดของโครงข่ายอากาศ	23
3.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลองหมักปุ๋ย	23
3.3 รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างและพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์วัสดุหมัก	27
3.4 รายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ	28
4.1 ลักษณะสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการหมัก	29
4.2 ลักษณะสมบัติของวัสดุหมักที่ผสมแล้ว	30
4.3 น้ำหนักของไนโตรเจนทั้งหมดในกองหมัก	64
4.4 ปริมาณธาตุอาหารตอนเริ่มต้นและสิ้นสุดการหมักของกลุ่มที่ไม่มีการพลิกกอง	65
4.5 ปริมาณธาตุอาหารตอนเริ่มต้นและสิ้นสุดการหมักของกลุ่มที่มีการพลิกกอง	66
4.6 การลดลงของมวลวัสดุหมักของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	79
4.7 การลดลงของมวลวัสดุหมักของกองหมักที่มีการพลิกกอง	80

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 รูปแบบการหมักแบบกองแฉวพลิกกลับกอง	6
2.2 รูปแบบการหมักแบบใช้แรงงานคนในการพลิกกลับกอง	7
2.3 รูปแบบการหมักแบบใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่	7
2.4 การเติมอากาศโดยวิธีแพสซิฟ	11
3.1 โครงเหล็กแวนอนหุ้มด้วยตาข่ายในล่อนที่ประกอบขึ้นสำหรับการทดลอง	22
3.2 ขนาดของกองหมัก	25
3.3 จุดเก็บตัวอย่างและจุดวัดอุณหภูมิ	26
4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	32
4.2 การลดลงของอุณหภูมิเฉลี่ยทุกๆ 30 วัน ของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	33
4.3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของกองหมักที่มีการพลิกกอง	35
4.4 การลดลงของอุณหภูมิเฉลี่ยทุกๆ 30 วัน ของกองหมักที่มีการพลิกกอง	36
4.5 อุณหภูมิภายในกองหมักที่เปลี่ยนแปลงของกองหมักที่มีการพลิกและไม่มีการพลิกกอง ที่มีขนาดโครงระบายอากาศเท่ากัน	37
4.6 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	39
4.7 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของกองหมักที่มีการพลิกกอง	40
4.8 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	41
4.9 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกองหมักที่มีการพลิกกอง	44
4.10 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	44
4.11 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของกองหมักที่มีการพลิกกอง	46
4.12 ค่าการนำไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงของกองหมักที่มีการพลิกและไม่มีการพลิกกอง ที่มี ขนาดโครงระบายอากาศเท่ากัน	47
4.13 การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	48
4.14 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	49
4.15 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.16 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ลดลงระหว่างการหมักของกองหมักที่ไม่พลิกกอง	51
4.17 การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนของกองหมักที่มีการพลิกกอง	52
4.18 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนของกองหมักที่มีการพลิกกอง	53
4.19 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกองหมักที่มีการพลิกกอง	54
4.20 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ลดลงระหว่างการหมักของกองหมักที่มีการพลิกกอง	55
4.21 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนในระหว่างการหมักของกองหมักที่การพลิกและไม่มีการพลิกกอง ที่มีขนาดของโครงสร้างอากาศเท่ากัน	56
4.22 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียในไนโตรเจนของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	58
4.23 การเปลี่ยนแปลงไนเตรทในไนโตรเจนของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	59
4.24 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียในไนโตรเจนของกองหมักที่มีการพลิกกอง	60
4.25 การเปลี่ยนแปลงไนเตรทในไนโตรเจนของกองหมักที่มีการพลิกกอง	61
4.26 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียในไนโตรเจนของกองหมักที่มีและไม่มีการพลิกกอง ที่มีขนาดโครงสร้างอากาศเท่ากัน	62
4.27 การเปลี่ยนแปลงไนเตรทในไนโตรเจนของกองหมักที่มีและไม่มีการพลิกกอง ที่มีขนาดโครงสร้างอากาศเท่ากัน	63
4.28 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CW60 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก	68
4.29 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CW40 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก	69
4.30 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CW20 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก	70
4.31 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CW0 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก	71
4.32 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CT60 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก	73
4.33 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CT40 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก	74
4.34 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CT20 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก	75
4.35 สีและลักษณะวัสดุหมักกองหมัก CT0 ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการหมัก	76
4.36 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	77

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.37 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของกองหมักที่มีการพลิกกอง	78
4.38 น้ำหนักของปุ๋ยหมักค้ำตะแกรงจากกองหมักที่ไม่มีการพลิกกอง	81
4.39 น้ำหนักของปุ๋ยหมักค้ำตะแกรงจากกองหมักที่มีการพลิกกอง	82
4.40 ขนาดของปุ๋ยหมักที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักของกองหมักที่มีการพลิก และไม่มีการพลิกกอง ที่มีขนาดโครงระบายอากาศเท่ากัน	84

อักษรย่อและสัญลักษณ์

ก.	กรัม (gram)
กก.	กิโลกรัม (kilogram)
ชม.	ชั่วโมง (hour)
°ซ	องศาเซลเซียส (°C)
มก./กก.	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (milligram per kilogram)
มล.	มิลลิลิตร (milliliter)
ds/m	เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (desiSemens per meter)
C	คาร์บอน (carbon)
(C/N) _i	อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเมื่อเริ่มต้นการทดลอง
(C/N) _f	อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง
MC	ความชื้น (Moisture Content)
N	ไนโตรเจน (nitrogen)