

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.2 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและสรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ปุ๋ยหมัก	3
2.2 วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก	3
2.3 ประเภทของการหมัก	5
2.4 วิธีการหมัก	6
2.5 ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมัก	12
2.6 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยหมัก	19
2.7 คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมัก	20
2.8 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาปุ๋ยหมักที่ใช้ได้แล้ว	21
2.9 ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก	23
2.10 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	34
3.1 อุปกรณ์การทดลอง	34
3.2 วิธีการทดลอง	38
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล	48
4.1 ลักษณะของวัตถุดิบ	48
4.2 อัตราส่วนของวัตถุดิบ	50

	หน้า
4.3 ปัจจัยในการควบคุมระบบ	50
4.4 ลักษณะทางเคมี	65
4.5 ลักษณะทางกายภาพ	91
4.6 ลักษณะทางชีวภาพ	95
4.7 ธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก	96
4.8 ระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก	97
4.9 ราคาและสัดส่วนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง	98
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	100
5.1 สรุปผลการทดลอง	100
5.2 ข้อเสนอแนะ	103
เอกสารอ้างอิง	104
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างการคำนวณ	106
ภาคผนวก ข. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้น และพีเอช	113
ภาคผนวก ค. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคาร์บอน ในโตรเจน อัตราส่วนระหว่าง คาร์บอนกับไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม ค่าการนำไฟฟ้าและค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก	124
ภาคผนวก ง. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาด และการลดลงของมวล	133
ประวัติผู้เขียน	136

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การเปรียบเทียบระหว่างการหมักแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน	9
2	อุณหภูมิและเวลาที่ต้องการในการกำจัดเชื้อโรคและพยาธิ	17
3	ชนิดของจุลินทรีย์ที่แยกได้จากกองปุ๋ยหมัก	22
4	คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักในประเทศ	24
5	องค์ประกอบทางเคมีของทั้งสองกองปุ๋ยหมักที่ระยะเวลาในการหมัก 30 และ 80 วัน	32
6	รายละเอียดของการทดลอง	42
7	พารามิเตอร์ ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างและความถี่ในการเก็บตัวอย่าง	46
8	พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์	47
9	ลักษณะของวัตถุดิบ	49
10	อัตราส่วนและลักษณะสมบัติของวัตถุดิบเมื่อเริ่มต้นการหมัก	51
11	ปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้	85
12	ผลการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อโรคและพยาธิจากกองปุ๋ยหมักของกองที่ 1 ถึง 8	96
13	ธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้ว	97
14	เวลาที่ใช้ในการหมัก	99

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1 ไคอะแกรมการทำปุ๋ยหมักด้วยวิธี Windrow	9
2 กองปุ๋ยแบบ Windrow (a) และ Static Pile (b)	10
3 ถังปฏิกริยาว่างในแนวดิ่ง	11
4 ถังปฏิกริยาว่างในแนวนอนแบบถังหมุน	11
5 ระยะเวลาเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในกองหมักตามช่วงอุณหภูมิต่างๆ	16
6 อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักแบบ Windrow ซึ่งมีอัตราการพลิกกลับต่างกัน	18
7 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและพีเอชในปุ๋ยหมักแบบ Windrow	18
8 ขนาดของถังหมุน ขนาด 300 ลิตร	35
9 ถังหมุน	35
10 ขนาดของกล่องหมัก	36
11 กล่องหมัก	36
12 ช่องสำหรับบ่มปุ๋ยหมักและอุปกรณ์เติมอากาศ	37
13 ช่องบ่มปุ๋ยหมัก	37
14 โรงบ่มปุ๋ยหมัก	38
15 ไคอะแกรมแสดงขั้นตอนการทดลองเมื่อใช้ถังหมุนและเติมเทอร์โมฟิสิกแบคทีเรีย	43
16 ไคอะแกรมแสดงขั้นตอนการทดลองเมื่อใช้ถังหมุนและใช้สารไบโอเนค	44
17 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี	45
18 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	53
19 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4	53
20 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6	55
21 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8	56
22 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	59
23 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4	59
24 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6	60
25 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8	60
26 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	62

รูป	หน้า
27 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4	62
28 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6	64
29 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8	64
30 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	66
31 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4	66
32 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6	67
33 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8	67
34 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	69
35 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4	69
36 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6	70
37 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8	70
38 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	71
39 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4	72
40 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6	73
41 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	74

รูป	หน้า
42 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	75
43 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4	76
44 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6	77
45 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8	78
46 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	79
47 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4	80
48 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6	81
49 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8	82
50 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 ถึง 8	83
51 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปตัสเซียมในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 ถึง 8	84
52 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 ถึง 8	86
53 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	87
54 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4	88
55 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 5 กับกองที่ 6	89
56 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 7 กับกองที่ 8	90
57 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดวัตถุในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 1 กับกองที่ 2	91
58 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดวัตถุในกองปุ๋ยหมัก กองที่ 3 กับกองที่ 4	92

รูป

หน้า

- 59 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดวัตถุบในกองปุยหมัก
กองที่ 5 กับกองที่ 6 93
- 94 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการลดลงของขนาดวัตถุบในกองปุยหมัก
กองที่ 7 กับกองที่ 8 94
- 95 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของมวลในกองปุยหมัก ตั้งแต่กองที่ 1 ถึง 8 95

อักษรย่อและสัญลักษณ์

ก.	กรัม
กก.	กิโลกรัม
ชม.	ชั่วโมง
ซม.	เซนติเมตร
°ซ	องศาเซลเซียส
นน.	น้ำหนัก
ม.	เมตร
มก.	มิลลิกรัม
มม.	มิลลิเมตร
มล.	มิลลิลิตร
B	สารไบโอไนค
C	คาร์บอน, ร้อยละ
CEC	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity)
CH ₄	มีเทน
C/N ratio	อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน
CO ₂	คาร์บอนไดออกไซด์
DL	ไบโม่แห้ง
EC	ค่าการนำไฟฟ้า
FW	เศษฟรุตสด
GW	เศษจิงคอง
g	กรัม
H ₂ O	น้ำ
K	โปตัสเซียม
L	ลิตร
LW	เศษลำไย
meq/100g dry weight	มิลลิอิควิวาเลนต์ต่อ100กรัมน้ำหนักแห้ง
mg/kg (dry weight)	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

ณ

mg/l	มิลลิกรัมต่อลิตร
mmho/cm	มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร
N	ไนโตรเจน
NH ₃	แอมโมเนีย
NO ₃	ไนเตรท
O ₂	ออกซิเจน
P	ฟอสฟอรัส
pH	พีเอช
PW	เศษสับปะรด
Rotary drum	ถังหมุน
SD	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
T	เทอร์โมฟิลิคแบคทีเรีย
TOC	คาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ทั้งหมด, ร้อยละ
TN	ไนโตรเจนทั้งหมด
%	ร้อยละ
Ø	เส้นผ่าศูนย์กลาง