ด้วยอภินันทนาการจาก
จำนวน 1 ชิ้น
วันที่ 15 ส.ค. 2556

รายงานการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการหมักปุ๋ยโดยใช้ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่

Feasibility Study of Composting by using a Twin Horizontal Perforate Pipes Reactor

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

นางสาวกาสูหรี สาอีซา

นางสาวนุรมา ดือราเซะ

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2555

ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์)

เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการหมักปุ๋ยโดยใช้ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่

Feasibility Study of Composting by using a Twin Horizontal Perforate Pipes Reactor

ผู้วิจัย นางสาวกาสูรี สาอีซา รหัส 514273003

นางสาวนุรมา คือราเซะ รหัส 514273019

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ

(ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(นางสาวนัดดา โปดำ)

.....กรรมการ

(นางสาวหิรัญวดี สุวิบูรณ์)

.....กรรมการ

(ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

.....

(ดร.พิพัฒน์ ลิมปนะพิทยาธร)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชื่องานวิจัย การศึกษาความเป็นไปได้ในการหมักปุ๋ยโดยใช้ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่

ผู้วิจัย นางสาวกาสูหรี สาอีซา

นางสาวนุรมา ดือราเซะ

โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ปี 2555

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการหมักปุ๋ยโดยใช้ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่ ซึ่งเป็นถังหมักที่มีวิธีการหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ โดยไม่มีการพลิกกลับกองปุ๋ยในระหว่างการหมัก และใช้เวลาในการหมักปุ๋ยลดลง โดยผู้วิจัยทดลองใช้ถังหมักแบบใช้อากาศสองแบบ คือถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่ที่มีการเติมอากาศผ่านท่อเจาะรูแนวนอนคู่ และถังหมักแบบธรรมดาที่เติมอากาศโดยการพลิกกลับกองทุกๆ 7 วัน ทดลองหมักปุ๋ยโดยใช้หญ้าในการหมัก และใช้ระยะเวลาในการหมัก 35 วัน แล้วทำการวิเคราะห์ปุ๋ยในด้านคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และคุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อินทรีย์คาร์บอน และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักที่ได้จากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดาเริ่มต้นการหมัก (เมื่อวันที่ 7 ของการหมัก) เท่ากับ 95.32และ 79.12 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดกระบวกการหมัก (ระยะเวลา 35 วันของการหมัก) เท่ากับ 22.86 และ 15.53 ตามลำดับ อัตราส่วนธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน:ฟอสฟอรัส:โพแทสเซียม เท่ากับ 1.30:0.47:2.93 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดามีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักที่ได้ภายในเวลา 35 วัน จากถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนมีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทย พ.ศ. 2548

เลขทะเบียน 1133024
วันที่
เลขเรียกหนังสือ ว 631.87 ก124ก

Environment Research Feasibility Study of Composting by using a Twin Horizontal Perforate Pipes Reactor

Researchers Ms. Kasuree Sa-eza
Ms. Nurma Derasah

Study Programe Environmental Science

Academic Year 2012

Advisor Mrs. Sucheevan Yoyrurob

Abstract

This research aims to study on feasibility of composting by using a twin horizontal perforate pipe reactor. The reactor is aerobic composting without turning during fermentation process. The experiment used two reactors consist of twin horizontal perforate pipe reactor and conventional reactor with aeration by turning every 7 days. Grass used in the composting process and composting period are 35 days. Later, physical characteristics such as moisture, temperature, pH and chemical characteristics such as nitrogen, phosphorus, potassium, organic carbon and carbon to nitrogen ratio (C/N ratio) were analyzed.

The results showed that the fertilizer from twin horizontal perforate pipe reactor have C/N ratio more than fertilizer from conventional reactor. At the beginning, C/N ratio on the 7th day of fermentation were 95.32 and 79.12 respectively and at the end of fermentation (35 days) were 22.86 and 15.53 respectively. Macronutrients in the form of nitrogen : phosphorus : potassium were 1.30 : 0.47 : 2.93. C/N ratio of fertilizer with using twin horizontal perforate pipe reactor significantly higher than using conventional reactor. At the same time the fertilizer from twin horizontal perforate pipe reactor are in line for Thai agricultural commodity and food standards : compost B.E. 2548 (2005).

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วย เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่คอยให้คำปรึกษาและตรวจแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆจนงานเสร็จสมบูรณ์และขอขอบคุณอาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาอาจารย์นัดดา โปดำ อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์ ที่ช่วยแสดงความคิดเห็นและชี้แนะอันเป็นแนวทางในการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์และโปรแกรมวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่อนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมถึงขอขอบคุณสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่อำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ให้บริการเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการสืบค้นและพิมพ์รายงาน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดาและมารดา ที่สนับสนุนทุนวิจัยและคอยให้กำลังใจตลอดมารวมทั้งเพื่อนๆและบุคคลที่ไม่ได้กล่าวถึงที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

กาสูหรี สาอีซา

นุรมา ดือราเซะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ฆ)
สารบัญ	(ค)
สารบัญตาราง	(ฆ)
สารบัญภาพ	(ง)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 สมมุติฐาน	2
1.5 ขอบเขตการศึกษา	2
1.6 ตัวแปร	3
1.7 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.2 ประเภทของการหมัก	4
2.3 ลักษณะการหมักแบบใช้อากาศ	5
2.4 วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก	7
2.5 การเตรียมวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก	7
2.6 ขั้นตอนการกองปุ๋ยหมัก	8
2.7 กิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก	9
2.8 ปัจจัยที่ควบคุมการย่อยสลาย	10
2.9 ลักษณะของปุ๋ยหมักเสร็จสมบูรณ์แล้ว	14
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	
3.1 การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี	17
3.2 วิธีการดำเนินการ	19
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	
4.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ	
4.1.1 อุณหภูมิ	22
4.1.2 ความชื้น	24
4.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมี	
4.2.1 ค่าความเป็นกรด – ด่าง	26
4.2.2 ปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์	28
4.2.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด	30
4.2.4 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	31
4.2.5 ปริมาณโพแทสเซียม	33
4.2.6 ปริมาณฟอสฟอรัส	35
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	38
5.2 ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม	40
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก วิเคราะห์ทางสถิติ	42
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์	51
ภาคผนวก ค ภาพประกอบ	59

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดระหว่างการหมักและหลังการหมัก	21
4.1	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	23
4.2	การเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	25
4.3	การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	27
4.4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	29
4.5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	30
4.6	การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	33
4.7	การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	34
4.8	การเปลี่ยนแปลงฟอสฟอรัสของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	36
4.9	คุณสมบัติของปุ๋ยหมักเมื่อสิ้นสุดการหมักที่ระยะเวลา 35 วัน	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ถังหมักแบบธรรมดา	19
3.2	ถังหมักเติมอากาศแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่	20
4.1	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	24
4.2	การเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	26
4.3	การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักธรรมดา	27
4.4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	29
4.5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	31
4.6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	33
4.7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	35
4.8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	36

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและที่มาของปัญหา

หญ้าเป็นวัชพืชที่สามารถพบเห็นอยู่ทั่วไปทั้งในบริเวณบ้าน สถานที่ราชการ ตามท้องทุ่งนา และพบว่าวัชพืชนี้ก่อให้เกิดความเสียหายแก่การเกษตรกรรม เป็นอุปสรรคต่อการทำการเกษตร ซึ่งสามารถกำจัดวัชพืชเหล่านี้ได้โดยใช้วิธีทางกายภาพ เช่น การถอนทิ้ง การขุดโดยใช้มีด จอบ และเสียม การใช้เครื่องตัดหญ้าหรือกรรไกรตัดหญ้า เผาไฟ วิธีทางชีวภาพจะเป็นการนำเอาแมลง สัตว์ หรือโรค ที่ชอบกินวัชพืชเป็นอาหารมาทำลายวัชพืชเหล่านั้น และวิธีการใช้สารเคมีซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน แต่วิธีการดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงมีการคิดค้นวิธีการกำจัดหญ้าโดยการนำหญ้ามาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้หลายลักษณะ เช่น การทำปุ๋ยน้ำชีวภาพ การนำไปเลี้ยงสัตว์ และใช้ผลิตปุ๋ยหมัก ทำให้สามารถเปลี่ยนวัชพืชที่ไม่มีคุณค่าให้กลายเป็นพืชเศรษฐกิจ

วิธีการทำปุ๋ยหมักตามแบบเดิม ๆ ที่เกษตรกรคุ้นเคยมีสองวิธี วิธีแรก คือ การกองเศษพืชทิ้งไว้เฉย ๆ ปล่อยให้มีการย่อยสลายตามสภาพ ซึ่งใช้ระยะเวลานานประมาณ 3-5 เดือน วิธีที่สอง คือ มีการพลิกกลับกองปุ๋ยเป็นครั้งคราวเพื่อเติมอากาศ และให้มีการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจน ซึ่งจะได้ปุ๋ยหมักภายในเวลา 2-3 เดือน แต่เนื่องจากทั้งสองวิธีใช้เวลานาน และต้องใช้แรงงานในการพลิกกลับ เกษตรกรจึงมักจะไม่ให้ความสนใจที่จะผลิตปุ๋ยหมักขึ้นใช้เอง และมักจะกำจัดเศษพืชโดยการเผาทำลายซึ่งส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและสร้างมลพิษทางอากาศ

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ผู้ทำการศึกษาเล็งเห็นถึงความสำคัญของวิธีการหมักปุ๋ยในสภาพที่มีอากาศหรือต้องการอากาศแบบไม่กลับกอง เพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักในเวลาอันสั้นโดยไม่ต้องพลิกกลับกองปุ๋ย มีการทำงานที่ง่าย ต้นทุนต่ำ และเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกร ดังนั้นผู้ทำการศึกษาจึงให้ความสำคัญกับปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำศึกษาความเป็นไปได้ในการหมักปุ๋ยของถังหมักเติมอากาศแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ เพื่อแปรสภาพมูลฝอยอินทรีย์ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปทำเป็นปุ๋ย หรือใช้ปรับปรุงดินได้ในระยะเวลาอันสั้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการหมักปุ๋ยของถังหมักเติมอากาศแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่
2. เพื่อศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยหมัก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้อุปกรณ์การทำปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศที่สามารถลดแรงงานในการพลิกกลับกอง
2. ได้ปุ๋ยหมักจากหญ้า รวมถึงทราบปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักจากหญ้า
3. ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่สามารถลดระยะเวลาในการหมักให้รวดเร็วขึ้น

1.4 สมมติฐาน

ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่มีความเป็นไปได้ที่จะใช้เป็นอุปกรณ์หมักปุ๋ยและสามารถให้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทย พ.ศ. 2548

1.5 ขอบเขตการศึกษา

1. การศึกษาความเป็นไปได้ในการหมักปุ๋ยของถังหมักเติมอากาศแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ที่ทำจากถังพลาสติกอเนกประสงค์

2. ศึกษาประสิทธิภาพในการหมักปุ๋ย จากหญ้าและวิเคราะห์พารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น, pH, ไนโตรเจน, โพแทสเซียม, ฟอสฟอรัส, คาร์บอน, C/N ratio

3. การทดลองครั้งนี้จะแบ่งถังหมักออกเป็น 2 ชุด

ชุดที่ 1 ถังหมักแบบธรรมดา จะมีการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ชุดที่ 2 ถังหมักเติมอากาศแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ จะไม่มีการพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก

1.6 ตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบถังหมัก

ตัวแปรตาม ได้แก่ ปุ๋ยหมักและระยะเวลาการหมัก

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ วัตถุอินทรีย์ที่ใช้หมักและสภาวะแวดล้อม

1.7 นิยามศัพท์

ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ทำขึ้นโดยเลียนแบบธรรมชาติในป่า ได้จากเศษพืช มูลสัตว์มากองรวมกันแล้วเกิดการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์จนกระทั่งได้วัสดุที่มีความคงทนต่อการย่อยสลาย มีสีน้ำตาลดำ มีคุณสมบัติในการปรับปรุงดิน ช่วยทำให้พืชและจุลินทรีย์เจริญเติบโตและส่งเสริมกิจกรรมต่างๆได้ดี (ศักดิ์สิทธิ์, 2533)

ถังหมักเติมอากาศ หมายถึง กล่องพลาสติกอเนกประสงค์ที่ใช้ในการหมักปุ๋ยโดยใช้ท่อพีวีซีเจาะเข้ากล่องพลาสติกอเนกประสงค์ให้อยู่ในรูปแนวนอนคู่

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประเภทของการหมักปุ๋ย

การทำปุ๋ยหมักเป็นการย่อยวัตถุอินทรีย์ให้เป็นฮิวมัส (Humus) ด้วยจุลินทรีย์ จุลินทรีย์หลักๆ ได้แก่ เชื้อรา และเชื้อแบคทีเรีย วัตถุอินทรีย์ได้แก่ เศษอาหาร เศษหญ้า กระดาษ เป็นต้น กระบวนการการหมักปุ๋ยสามารถทำได้ 2 แบบ คือ

1. การทำปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศ (Aerobic Compost) เป็นการทำปุ๋ยหมักที่เลียนแบบระบบการย่อยสลายที่เกิดขึ้นช้า ๆ ตามธรรมชาติในผืนป่าซึ่งมีอินทรีย์สารแตกต่างกันหลายร้อยชนิด รวมทั้งจุลินทรีย์ รา หนอน และแมลง แต่เราสามารถเร่งการย่อยสลายนี้ให้เร็วขึ้นได้ด้วยการควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมที่สุด ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมักคือ อุณหภูมิ ความชื้น อากาศ และวัตถุอินทรีย์ วัตถุอินทรีย์เกือบทั้งหมดใช้ทำปุ๋ยหมักได้ ส่วนผสมของวัตถุอินทรีย์ที่ดีสำหรับการทำปุ๋ยหมักจะต้องประกอบด้วยอัตราส่วนผสมที่ถูกต้องระหว่างวัตถุอินทรีย์ที่มีคาร์บอนมาก (Carbon-rich materrials) หรือเรียกว่า วัตถุสีน้ำตาล (Browns) และวัตถุอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนมาก (Nitrogen-rich materials) ที่เรียกว่า วัตถุสีเขียว (Greens) วัตถุสีน้ำตาล ได้แก่ ใบไม้แห้ง ฟางข้าว เศษไม้ เป็นต้น ส่วนวัตถุสีเขียว ได้แก่ เศษหญ้า เศษพืชผักจากครัว เป็นต้น อัตราส่วนผสมที่ดีจะทำให้การทำปุ๋ยหมักเสร็จเร็วและไม่มีกลิ่นเหม็น ถ้ามีส่วนของคาร์บอนมากเกินไปจะทำให้ย่อยสลายช้ามาก และถ้ามีไนโตรเจนมากไปจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็น คาร์บอนจะเป็นตัวให้พลังงานแก่จุลินทรีย์ ส่วนไนโตรเจนจะช่วยสังเคราะห์โปรตีน การผสมวัตถุอินทรีย์ที่แตกต่างกันหรือใช้อัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันจะทำให้อัตราการย่อยสลายแตกต่างกันไปด้วย

2. การทำปุ๋ยหมักแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Compost) เป็นการย่อยสลายอินทรียวัตถุในสภาพที่ไม่มีอากาศ หรือเรียกอีกอย่างว่าแบบ " Cold Process " ที่เรียกเช่นนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ยอยู่ในระดับใกล้เคียงกับอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิภายนอก และเป็นกระบวนการที่ปล่อยพลังงานออกมาน้อยเนื่องจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ประการแรก กระบวนการในสภาพที่ไม่มีอากาศจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ประการที่สองจำนวนความร้อนที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าการทำปุ๋ยหมักในสภาพที่มีอากาศ เนื่องจากมีสารอินทรีย์บางชนิด เช่น พวกไฮโดรคาร์บอนจะไม่ถูกย่อยสลายและข้อเสียของการทำปุ๋ยหมักด้วยวิธีนี้ จะทำให้เกิดกลิ่นต่างๆ เช่น กลิ่นเหม็นเน่าเนื่องจากโปรตีนต่างๆ

ถูกย่อยสลายโดยพวกแบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการอากาศ จึงทำให้เกิดสารที่มีกลิ่นต่างๆขึ้นในกองปุ๋ยหมัก แต่ถ้าสารที่มีกลิ่นเหล่านี้ถ้าอยู่ในสภาพมีอากาศจะถูกออกซิไดส์ โดยแบคทีเรียชนิดที่ต้องการอากาศแล้วเกิดเป็นซัลเฟตคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแอมโมเนียม กลิ่นเหล่านี้จะกระจายหายไปจากภายในกองปุ๋ยออกมาภายนอกที่ผิวหน้ากองปุ๋ยหมัก ซึ่งมีออกซิเจนกระจายอยู่ทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการอากาศเจริญได้ดี และทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ทำให้กลิ่นเบาบางลง

2.2 ลักษณะการหมักแบบเติมอากาศแต่ละวิธี

วิธีการหมักเป็นการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ ในการเปลี่ยนวัตถุดิบให้เป็นปุ๋ยหมัก วิธีการหมักแต่ละวิธีจะกำหนดแบบแผนของการกองวัตถุดิบ การเติมอากาศตลอดจนการเคลื่อนย้ายวัสดุเหล่านั้น จึงมีวิธีการหมักที่แตกต่างกันดังนี้

1. วิธีการหมักแบบเปิด (Open Composting Methods) มีการกองวัสดุ 2 แบบ คือ กองยืนและกองยาว กองวัสดุดังกล่าวแบบธรรมดาหรือมีแผ่นวัสดุมาล้อมด้านข้างนอกจากนี้อาจกองไว้กลางแจ้งหรืออยู่ภายในอาคารก็ได้ เพียงแต่ไม่มีการควบคุมสภาพภายนอกกองวัสดุเท่านั้น

1.1 กองยาวและกลับกอง (Turned Windrow Methods) เป็นวิธีการผลิตปุ๋ยหมักที่ได้รับความนิยมมาก หลักการที่สำคัญคือ ให้อากาศแบบแพสซีฟ และมีการกลับกองวัสดุเป็นครั้งคราว เพื่อให้วัสดุคลุกเคล้ากัน มีการกระจายสารอาหาร น้ำและจุลินทรีย์ไปจนทั่วทั้งกอง ปลดปล่อยแก๊สที่กักไว้ระบายความร้อน มีการสลับวัสดุที่ผิวกองซึ่งเย็นกว่าและมีออกซิเจนมากกว่ากับวัสดุในส่วนกลางของกองที่ร้อนกว่าและมีออกซิเจนน้อยกว่า นอกจากนี้การกลับกองหลายๆครั้งยังมีส่วนให้วัสดุที่เน่าเปื่อยนั้นฉีกขาด จึงมีขนาดเล็กลง

1.2 กองยืนและให้อากาศแบบแพสซีฟ เป็นวิธีการหมักที่มีเรื่องต้องจัดการน้อย จึงเหมาะสำหรับการหมักวัสดุทีสลายตัวช้า เช่น เปลือกไม้ นอกจากจะใช้วัตถุดิบเพียงชนิดเดียวแล้ว ยังอาจนำอินทรีย์สารหลายชนิดมาผสมเข้าด้วยกันแล้วหมัก ทั้งนี้เพื่อปรับสภาพความชื้น ความพรุน ความหนาแน่นรวม และ C:N ratio ให้เหมาะสม เนื่องจากเมื่อนำวัสดุมารวมกองแล้ว จะไม่มีการรบกวนอีกเป็นเวลานาน สำหรับการกลับกองตลอดช่วงการหมักมีเพียง 1-2 ครั้งเท่านั้น กองวัสดุที่หมักสูง 2-5 เมตรขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องมือกลที่ใช้ในการจัดกอง

1.3 กองยืน และเสริมการให้อากาศแบบแพสซีฟ เนื่องจากการให้อากาศแบบแพสซีฟไม่เพียงพอสำหรับการทำปุ๋ยหมักแบบกองยืนหรือกองยาว จึงจำเป็นต้องมีวิธีเสริมเพื่อให้มีอากาศเข้าไปในกองมากขึ้น ซึ่งเหมาะสำหรับการหมักวัสดุที่ค่อนข้างพรุนและสลายตัวค่อนข้าง

เร็ว เช่นเศษหญ้า มูลสัตว์ เศษผักและอาหาร โดยใช้อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยท่อและที่บรรจุอากาศ ซึ่งมี 3 วิธี

ก) ระบบกองยาวและให้อากาศแบบแพสซีฟ (Passively Aerated Windrow System, PAWS) ใช้ได้ดีกับกองที่มีขนาดความสูง 1-3 เมตร และไม่มีการกลับกองระหว่างการหมัก ซึ่งลักษณะสำคัญของกองวัสดุมีดังนี้คือ พื้นล่างรองด้วยวัสดุที่สลายตัวยากและมีการดูดซับดี เช่น ฟางข้าวหรือปุ๋ยหมักอินทรียสารที่นำมาหมักมีความพรุนและคลุกเคล้าสม่ำเสมอ ส่วนบนของกองคลุมด้วยวัสดุที่หยาบและสลายยากหนาประมาณ 15 เซนติเมตร. เพื่อกักเก็บความร้อน ความชื้นตลอดจนแอมโมเนียและกลิ่นเหม็น สำหรับวิธีเสริมการระบายอากาศคือนำท่อพีวีซีมาเจาะรูตลอดความยาว วางท่อบนวัสดุก่อนตั้งกอง ให้ด้านที่มีรูอยู่ข้างบน วิธีนี้มีข้อด้อยคือการขนย้ายปุ๋ยหมักมักทำให้ท่อแตกเสียหาย

ข) ดำเนินการแบบข้อ ก) แต่ใช้แผ่นคอนกรีตที่มีรูกระจายทั่วไปทั้งแผ่นแทนการใช้ท่อพีวีซี ซึ่งจะไม่มีความเสียหายเมื่อใช้เครื่องมือกลตักปุ๋ยออกจากกอง

ค) การถ่ายเทอากาศตามธรรมชาติของกองยืนวิธีนี้ไม่ใช้ท่อหรือแผ่นคอนกรีตแต่ใช้ชั้นวัสดุพรุน เช่น เปลือกไม้ เศษไม้ชิ้นเล็กๆ หรือฟางรองไว้ที่พื้นประมาณ 45 เซนติเมตร. เท่านั้น สามารถกองวัสดุที่นำมาหมักได้สูง 2-3 เมตร

สำหรับหลักการที่สำคัญของ 3 วิธีที่กล่าวมานี้คือ ทำให้อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยสูงเพื่อขับเคลื่อนการพาความร้อน โดยความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ทำให้อากาศภายในกองมีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอก จึงลอยสู่เบื้องบนและออกไปจากกองวัสดุ อากาศด้านล่างที่เย็นกว่าจะเข้าแทนที่การใช้ท่อและแผ่นคอนกรีตที่มีรู หรือวัสดุพรุนรองพื้น เพื่อเป็นทางส่งอากาศให้กระจายไปทั่วบริเวณด้านล่างของกองอย่างทั่วถึงและเพียงพอ โดยที่อุณหภูมิภายในกองคงสูงอย่างต่อเนื่อง สามารถปรับวิธีนี้ใช้กับการหมักอินทรีย์สารชนิดต่างๆ ได้ดี สำหรับระยะเวลาในการหมักขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ ซึ่งมีความยากง่ายในการสลายตัวแตกต่างกัน

2. กองยืนแบบให้อากาศ วิธีนี้พัฒนาขึ้นมาครั้งแรกเพื่อใช้หมักตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย โดยนำตะกอนดังกล่าวขึ้นมาจากบ่อ แล้วผสมกับวัสดุอื่นและทำเป็นกอง ในปัจจุบันใช้วัสดุอื่นๆ ได้หลายชนิดสำหรับการเติมอากาศเป็นระบบใช้แรง โดยไม่มีการกลับกองวัสดุ ซึ่งจะช่วยเพิ่มการถ่ายเทอากาศลดเวลาในการหมักและลดกลิ่นเหม็น หลักการที่สำคัญของวิธีนี้คือ รองพื้นด้วยวัสดุพรุน วางระบบท่อเติมอากาศเป็นเครือข่ายบนวัสดุดังกล่าว แล้วจัดกองวัตถุดิบเป็นแบบกองยืน ส่วนบนของกองคลุมด้วยวัสดุที่หยาบและสลายยากให้หนาประมาณ 18-30 เซนติเมตร แต่ถ้าเป็นกองยาวขนาดของกองวัสดุคือสูง 2-4 เมตร กว้าง 3-10 เมตร ยาว 40-80 เมตร

2.3 วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก

วัสดุที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักแบ่งออกได้ 4 ประเภท

1. วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งทางการเกษตร ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม วัสดุเหลือทิ้งจากไร่นา หรือทางการเกษตรจึงมีอยู่ทั่วไป เช่น ฟางข้าว ใบพืช ลำต้นพืช เปลือก และกากเป็นต้น

2. วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปของวัตถุดิบทางการเกษตรให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การขยายตัวด้านอุตสาหกรรมในประเทศก่อให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่นกากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล ขี้เลื่อยจากโรงงานแปรรูปไม้ กากตะกอนน้ำเสีย เปลือกและกากผลไม้จากโรงงานบรรจุผลไม้กระป๋อง เป็นต้น วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิดสามารถนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นแนวทางในการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าว

3. วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน ในชุมชนที่มีประชากรอยู่รวมกันมากจะมีปัญหาในด้านการกำจัดขยะที่เกิดขึ้นทุกวัน แนวทางที่สามารถนำขยะเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ได้ก็คือการนำมาทำปุ๋ยหมัก ซึ่งมักเรียกกันว่า ปุ๋ยอินทรีย์

4. วัสดุอื่นๆ และวัชพืช วัชพืชบกและวัชพืชน้ำหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักตบชวาที่เป็นปัญหาในการกำจัด เป็นวัชพืชที่เจริญได้อย่างรวดเร็วจนก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมาย การนำผักตบชวามาทำปุ๋ยหมักจึงเป็นแนวทางหนึ่งโดยเปลี่ยนให้เป็นปุ๋ยหมักที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงดิน และยังช่วยทำลายแหล่งของศัตรูพืชได้เป็นอย่างดี

2.4 การเตรียมวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก

1. เศษวัสดุ เศษซากพืชที่รวบรวมได้มานั้นบางครั้งจะมีขนาดใหญ่ และมีความยาวมากเกินไป ควรที่ทำการหั่นหรือสับเพื่อกองปุ๋ยหมักจะได้ไม่เกิดช่องว่างภายในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งจะทำให้กองปุ๋ยจะสูญเสียความชื้นและความร้อนในกองปุ๋ยไปได้ง่าย ทำให้การย่อยสลายจะเป็นไปได้ช้า การหั่นเศษพืชนั้นยิ่งเป็นชิ้นเล็ก การย่อยสลายก็จะเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว เพราะกองปุ๋ยหมักจะมีช่องว่างภายในน้อยจึงเก็บความชื้นได้ดี การอัดตัวของเศษพืชจะทำให้อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักสูงขึ้น เป็นการกระตุ้นให้จุลินทรีย์กระทำกิจกรรมได้ดีขึ้น (ทิพวรรณ, 2547)

2. มูลสัตว์ มูลสัตว์ต่างๆที่จะเตรียมผสมในกองปุ๋ยหมักนั้นถ้าเป็นมูลวัว ควาย เป็ดและไก่ สามารถนำมาใช้ผสมคลุกเคล้ากับเศษพืชได้เลย ไม่ว่าจะอยู่ในสภาพสดๆหรือสลายตัวแล้ว แต่สำหรับอุจจาระของคนจะต้องนำไปหมักให้สลายตัวจนได้ที่เสียก่อน เพื่อเป็นการกำจัดกลิ่นและป้องการแพร่กระจายของเชื้อโรค การใส่มูลสัตว์ต่างๆจะช่วยให้กองปุ๋ยหมักร้อนเร็วและย่อยสลายตัวได้ดีกว่าการใช้เศษพืชหมักเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่นิยมทำกันในปัจจุบัน โดยทั่วไปแล้วจะใช้มูลสัตว์กับเศษพืชในอัตราส่วน 1 ต่อ10 โดยน้ำหนัก

3. เชื้อ พด.-1 สารเร่งพด.-1 ประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ เป็นเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีประโยชน์เป็นเชื้อจุลินทรีย์ ประเภทรา บักเตรี และ แอคติโมมัยซีส ซึ่งสามารถย่อยสลายเศษพืชให้เป็นปุ๋ยหมักได้อย่างรวดเร็ว เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ช่วยประหยัดเวลาในการทำปุ๋ยหมัก และสามารถนำปุ๋ยหมักไปใช้ทันกับความต้องการ และได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี ทั้งนี้เพราะเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์เป็นพวกที่ทำการย่อยเศษพืชได้ดีในสภาพที่กองปุ๋ยมีความร้อนสูง สภาพดังกล่าว จะช่วยทำลายเมล็ดวัชพืชหรือเชื้อโรคที่ปะปนอยู่ได้ กรมพัฒนาที่ดินได้นำสารเร่งนี้มาทดลองเพื่อย่อยเศษพืช ปรากฏว่าสามารถย่อยฟางข้าวใหม่ให้เป็นปุ๋ยหมักใช้ได้ภายในเวลาไม่เกิน 30-45 วัน และกากอ้อยซึ่งสลายตัวยาก เป็นปุ๋ยหมักใช้ได้ไม่เกิน 60 วัน และได้ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์และมีคุณภาพดี

4. น้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยให้การหมักช้าหรือเร็ว และยังทำให้ปุ๋ยหมักมีคุณภาพดีหรือไม่ดี ถ้ากองปุ๋ยหมักนั้นแห้งการสลายตัวจะเป็นไปได้ช้ามาก แต่ถ้ามีน้ำขังในกองปุ๋ยหมักจะทำให้ธาตุอาหารสูญเสียจากกองปุ๋ยได้ง่าย

5. อื่นๆ ได้แก่ จอบ เสียม บัวรดน้ำ สายยาง ฯลฯ

2.5 ขั้นตอนการทำปุ๋ยหมัก

1. เตรียมพื้นที่วางกองปุ๋ยหมัก อาจขุดหลุมลึกราว 50 เซนติเมตร หรือใช้ถังซีเมนต์ซ้อนกัน 2-3 ชั้นวางตะแกรงในชั้นที่สองเพื่อให้เหลือที่ว่างชั้นล่างสุด เจาะช่องเปิดปิดเพื่อให้นำปุ๋ยหมักออกไปใช้ได้ง่าย

2. นำเศษกิ่งไม้ใบไม้ทั้งสดและแห้งผสมคลุกเคล้าให้ทั่ว ความชื้นควรอยู่ในระดับที่เมื่อลองกำดูแล้วให้ความรู้สึกมากกว่าหมาดแต่ไม่ถึงกับปียก

3. ใส่ปุ๋ยคอกโดยโรยสลับกันเป็นชั้น ๆ หรือผสมคลุกเคล้ากับวัสดุแล้วใส่ในภาชนะ

4. กดกองวัสดุให้อัดตัวกันแต่ต้องไม่แน่นจนเกินไป เพื่อให้เกิดความร้อนภายในกอง หมั่นกลับกองปุ๋ยหมักเพื่อให้มีการเติมอากาศเข้าไป

5. ระยะเวลาการย่อยสลายของวัสดุขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุและกระบวนการที่เกิดขึ้น อาจใช้เวลาประมาณ 1-2 เดือน ปุ๋ยหมักที่นำไปใช้ได้จะมีลักษณะเป็นสีเข้ม เมื่อใช้มือบดสามารถขาดออกจากกันได้ง่าย มีกลิ่นคล้ายกลิ่นธรรมชาติ ไม่ฉุนหรือเหม็นรุนแรง หากทำปุ๋ยหมักในถังซีเมนต์สามารถเก็บปุ๋ยที่ร่วงลงมาจากตะแกรงไปใช้ได้ทันที

2.6 กิจกรรมที่เกิดขึ้นในระหว่างการกองปุ๋ยหมัก

ในระหว่างกระบวนการย่อยสลายเศษพืชโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์นั้น ทำให้สภาพแวดล้อมบางประการในกองปุ๋ยหมักเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะมีผลกระทบต่อจุลินทรีย์เป็นอย่างยิ่ง เช่น อุณหภูมิ pH เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ก่อให้เกิดประโยชน์มากมายและสามารถแยกเป็นประเด็นได้ ดังนี้

1. การย่อยสลายเศษพืชโดยใช้จุลินทรีย์ เมื่อมีการกองเศษพืชได้อย่างเหมาะสม จะเป็นการลดระยะเวลาการย่อยสลายเศษพืชให้สั้นลง ทำให้ได้ปุ๋ยหมักเร็วขึ้น เชื้อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทต่อการย่อยสลายเศษพืชประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม คือ แบคทีเรีย เชื้อรา และแอคติโนไมซีต ได้แก่ *Bacilluus* sp. *Cellulomonas* sp. *Aspergillus* sp. *Trichoderma* sp. *Nocardia* sp. และ *Sterptomyces* sp. เป็นต้น จุลินทรีย์เหล่านี้จะขับเอนไซม์เซลลูเลส (Cellulase) ออกมาย่อยสลายเศษพืชได้สารต่างๆ มากมาย

2. การทำลายเชื้อโรคบางชนิด การทดลองกองปุ๋ยหมักจากต้นพืชที่เป็นโรคบางชนิด เช่น เชื้อรา *Helminthosporium Maydis* ซึ่งทำให้เกิดโรคใบไหม้ของข้าวโพด เชื้อ *Curvularia Lunata* ทำให้เกิดโรคใบจุดของข้าวโพด พบว่าอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยสูงถึง 70 องศาเซลเซียส ทำให้เชื้อโรคไม่สามารถเจริญได้ นอกจากนั้นเชื้อรา และเชื้อแอคติโนไมซีต บางชนิดมีความสามารถในการสร้างสารปฏิชีวนะออกมาทำลายเชื้อโรคพืช หรือเกิดการแข่งขันกันระหว่างจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคพืช หรือการที่เชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักเป็นพาราไซต์กับเชื้อโรคพืช ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการทำลายเชื้อโรคพืชทั้งสิ้น

3. การทำลายไข่ของแมลงและเมล็ดพืชบางชนิด ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการกองปุ๋ยหมักบางครั้งอาจสูง 60 ถึง 80 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถทำลายไข่ของแมลงศัตรูพืช ทำให้ไข่ฝ่อไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ และยังมีผลต่อการทำลายเมล็ดวัชพืชบางชนิดโดยตรงด้วย ในขณะที่เมล็ดวัชพืชบางชนิดอาจถูกกระตุ้นให้งอกได้ง่ายขึ้นที่อุณหภูมิสูง และเมื่องอกแล้วก็จะถูกทำลายได้โดยง่ายเมื่อมีการกลับกองปุ๋ยในโอกาสต่อไป

4. การเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมัก จุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักบางชนิด เช่น *Azotobacter* sp. สามารถตรึงไนโตรเจนอากาศได้ จึงเป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักและลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ลงได้ส่วนหนึ่ง นอกจากนั้นธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เกิดจากการสลายตัวของหินฟอสเฟตหรือเศษซากกระดูกจะถูกย่อยสลายออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยเชื้อ *Thiobacillus* sp. เป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักให้ดีขึ้น และเชื้อ *Bacillus* sp. บางชนิดยังมีความสามารถสร้างฮอร์โมนช่วยให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอีกด้วย

5. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำปุ๋ยหมัก การใช้เชื้อเร่งปุ๋ยหมักเป็นการช่วยให้เกษตรกรสามารถทำปุ๋ยหมักได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่จำเป็นต้องซื้อเชื้อเร่งทุกครั้งไป เป็นการลงทุนเพียงครั้งเดียว เพราะเกษตรสามารถนำปุ๋ยหมักที่เป็นแล้วมาใช้ในการต่อเชื้อ โดยใช้ปุ๋ยหมักที่เป็น 100 ถึง 200 กิโลกรัมต่อเศษพืชที่จะนำมาทำปุ๋ยหมัก 1 ตัน จึงเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและลดต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมักลงได้ส่วนหนึ่ง

2.7 ปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการทำปุ๋ยหมัก

การทำปุ๋ยหมักให้ได้คุณภาพที่ดีขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (ศักดิ์สิทธิ์, 2533)

1. อุณหภูมิ อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักมีผลโดยตรงกับกิจกรรมย่อยสลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ ยิ่งอัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolic Rate) ของจุลินทรีย์มากขึ้น (เจริญเติบโตมากขึ้น) อุณหภูมิภายในระบบหมักปุ๋ยก็จะสูงขึ้นในทางกลับกันถ้าอัตราการเผาผลาญอาหารลดลง อุณหภูมิของระบบก็ลดลงจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายวัตถุอินทรีย์และก่อให้เกิดความร้อนในกองปุ๋ยหมักมี 2 ประเภทคือ 1. แบคทีเรียชนิดเมโซฟิลิก (Mesophilic Bacteria) ซึ่งจะมีชีวิตเจริญเติบโต และแพร่พันธุ์ได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 10– 45°C และ 2. แบคทีเรียชนิดเทอร์โมฟิลิก(Thermophilic Bacteria) ซึ่งเจริญเติบโตดีที่อุณหภูมิระหว่าง 45-70°C การรักษาอุณหภูมิของระบบไว้เกินกว่า 55°C เป็นเวลา 3-4 วัน จะช่วยทำลายเมล็ดวัชพืช ตัวอ่อนแมลงวัน และโรคพืชได้

ถ้าอุณหภูมิของระบบสูงถึง 69°C การย่อยสลายจะเร็วขึ้นเป็นสองเท่าของที่อุณหภูมิ 55°C ถ้าอุณหภูมิเกิน 69°C ประชากรของจุลินทรีย์จะทำลายบางส่วน ทำให้อุณหภูมิของระบบลดลง แต่อุณหภูมิของระบบจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อประชากรของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้น ออกซิเจนที่มีอยู่ และกิจกรรมของจุลินทรีย์มีอิทธิพลต่อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น เมื่อมีการปฏิบัติที่ถูกต้อง อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักจะเพิ่มขึ้นและควรปล่อยทิ้งไว้เฉยๆ จนกระทั่งอุณหภูมิถึงจุดสูงสุดและเริ่มลดลง จึงควรกลับกองปุ๋ยหมักเพื่อให้ออกซิเจนสามารถเข้าถึงทั่วกองปุ๋ยหมัก อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักจะกลับสูงขึ้นอีกครั้ง ทำเช่นนี้จนกว่าอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าการทำปุ๋ยหมักเสร็จสิ้นสมบูรณ์

2. การเติมอากาศ (Aeration) ออกซิเจนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับจุลินทรีย์ เพื่อใช้ในการย่อยสลายวัตถุอินทรีย์ การย่อยสลายของอินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเป็นกระบวนการย่อยสลายที่ช้าและทำให้เกิดกลิ่นเหม็น ดังนั้นจึงควรกลับกองปุ๋ยหมักเป็นระยะเพื่อให้จุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ ซึ่งจะช่วยเร่งกระบวนการหมักปุ๋ยให้เร็วขึ้น กองปุ๋ยหมักที่ไม่ได้กลับกอง จะใช้เวลาย่อยสลายนานกว่า 3-4 เท่า การกลับกองปุ๋ยหมักจะทำให้อุณหภูมิสูงมากกว่า ซึ่งจะช่วยทำลายเมล็ดวัชพืชและโรคพืชได้ กองปุ๋ยหมักเมื่อเริ่มต้นควรมีช่องว่างอากาศประมาณ 30-35 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้สภาวะการหมักที่ดีที่สุดเกิดขึ้น และควรรักษาระดับออกซิเจนให้เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ทั่งทั้งกองปุ๋ยหมัก โดยทั่วไปออกซิเจนในกองปุ๋ยหมักจะอยู่ในช่วง 6-16 เปอร์เซ็นต์และ 20 เปอร์เซ็นต์ รอบผิวกองปุ๋ยหมัก ถ้าระดับออกซิเจนต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ การย่อยสลายจะเปลี่ยนไปเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งจะก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นตามมา ดังนั้นออกซิเจนยิ่งมากการย่อสลายยิ่งเกิดมาก

3. ความชื้น (Moisture) จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ที่กลายเป็นปุ๋ยนั้นต้องอาศัยน้ำหรือความชื้นในการดำรงชีพนอกจากนี้น้ำยังเป็นตัวทำลายสารอาหารต่างๆด้วย จึงต้องรักษาความชื้นของกองวัสดุให้ได้ 50-60 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักอย่างไรก็ตามการหมักด้วยวัสดุต่างๆ จึงต้องรักษาความชื้นที่ต่างกันออกไป เช่นความชื้นที่เหมาะในการหมักขยะจากชุมชนคือ 52-58 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเศษอาหารปรับให้ได้ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ วัสดุบางชนิดความชื้นที่เหมาะสมอาจสูงถึง 70-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น หากมีความชื้นต่ำเกินไปแม้ว่าแบคทีเรียจะมีกิจกรรมได้เมื่อความชื้นของวัสดุต่ำเพียง 12-15 เปอร์เซ็นต์ แต่การย่อยสลายอินทรีย์สารในสภาพดังกล่าวจะช้ามาก ใช้เวลาหมักนานกว่าปกติหรือได้ปุ๋ยหมักซึ่งไม่ดีพอ แต่ถ้าความชื้นสูงเกินไป ปริมาณอากาศมีไม่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ทำให้การย่อยสลายชะลอลง บางครั้งยังอาจทำให้เกิดกรดอินทรีย์สะสมเป็นปริมาณมาก เป็นเหตุให้ปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพต่ำลง เพราะกรดอินทรีย์ที่คงค้างอยู่อาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์หรือมีผลเสียต่อการเจริญของรากพืชได้

ความชื้นในกองวัสดุมาจากสองแหล่งคือ ความชื้นเดิมของวัสดุและความชื้นที่เกิดจากกิจกรรมเมทาบอลิซึมของจุลินทรีย์ สำหรับความชื้นจากการย่อยสลายของอินทรีย์สารนั้น ประมาณ 0.55-0.65 กรัม/กรัมวัสดุ ขณะเดียวกันการสลายของอินทรีย์สาร 1 กรัมแบบใช้ออกซิเจน จะให้พลังงานความร้อนประมาณ 25 กิโลจูล (KJ) ซึ่งเพียงพอกับการระเหยน้ำ 10.2 กรัม หรือประมาณ 10 เท่าของน้ำที่ได้จากกิจกรรมสลายตัว จึงเห็นได้ว่ากองวัสดุจะมีการสูญเสียน้ำระหว่างการหมักต่อเนื่อง

การทดสอบความชื้นในกองปุ๋ยหมักสามารถทำได้โดยวิธีการใช้มือหยิบเอาเศษพืชในกองออกมา แล้วกำบีบให้แน่น ถ้ามีน้ำไหลซึมออกมาตามซอกนิ้วไหลงเป็นทาง แสดงว่ากองปุ๋ยแฉะเกินไป ไม่ควรรดน้ำ แต่ควรทำการกลับกองปุ๋ยบ่อยขึ้น หรือใช้วัสดุที่แห้งดูดซับน้ำได้ดี เช่น ขี้เลื่อย เศษพืชแห้งผสมคลุกเคล้าลงไป ถ้าบีบดูแล้วน้ำซึมออกมาจากซอกนิ้ว แต่ไม่ถึงกับไหลเป็น

ทาง แสดงว่าความชื้นพอดีแล้ว แต่เมื่อบีบแล้วไม่มีน้ำซึมออกมาเลย แสดงว่าเศษพืชนั้นแห้งเกินไป ต้องรดน้ำเพิ่มเติม

4. ขนาดวัตถุอินทรีย์ ขนาดวัตถุอินทรีย์ยิ่งเล็กจะทำให้กระบวนการย่อยสลายยิ่งเร็วขึ้น เนื่องจากมีพื้นที่ให้จุลินทรีย์เข้าย่อยสลายมากขึ้น บางครั้งวัตถุดิบมีความหนาแน่นมากหรือมีความชื้นมาก เช่น เศษหญ้าที่ตัดจากสนามทำให้อากาศไม่สามารถผ่านเข้าไปในกองปุ๋ยหมักได้ จึงควรผสมด้วยวัตถุที่เบาแต่งวัตถุที่มีขนาดต่างกันและมีเนื้อต่างกันก็ได้ ขนาดของวัตถุอินทรีย์ที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 2 นิ้ว แต่บางครั้งขนาดวัตถุอินทรีย์ที่ใหญ่กว่านี้ก็จำเป็นต้องใช้บ้างเพื่อช่วยให้การระบายอากาศดีขึ้น

5. การกลับกอง (Turning) ในระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ยจุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญวัตถุอินทรีย์ขณะที่ออกซิเจนถูกใช้หมด กระบวนการหมักปุ๋ยจะช้าลงและอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักลดลง จึงควรกลับกองปุ๋ยหมักเพื่อให้อากาศหมุนเวียนในกองปุ๋ยหมัก เป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ และเป็นการกลับวัสดุที่อยู่ด้านนอกเข้าข้างใน ซึ่งช่วยในการย่อยสลายเร็วขึ้น ระยะเวลาในการกลับกอง สังเกตได้จากเมื่ออุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักขึ้นสูงสุดและเริ่มลดลง แสดงว่าได้เวลาในการกลับกองเพื่อให้อากาศถ่ายเท

6. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (Carbon to Nitrogen Ratio) จุลินทรีย์ใช้คาร์บอนสำหรับพลังงานและไนโตรเจนสำหรับการสังเคราะห์โปรตีนจุลินทรีย์ต้องการใช้คาร์บอน 30 ส่วนต่อไนโตรเจน 1 ส่วน (C:N=30:1 โดยน้ำหนักแห้ง) ในการย่อยสลายวัตถุอินทรีย์ อัตราส่วนนี้จะช่วยในการควบคุมความเร็วในการย่อยจุลินทรีย์ ถ้ากองปุ๋ยหมักมีส่วนผสมที่มีคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงมาก (มีคาร์บอนมาก) การย่อยสลายจะช้า ถ้ากองปุ๋ยหมักมีส่วนผสมที่มีคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำมาก (ไนโตรเจนสูง) จะเกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปแบบของแอมโมเนียสู่บรรยากาศและจะเกิดกลิ่นเหม็น วัตถุอินทรีย์ส่วนมากไม่ได้มีอัตราส่วน C:N=30:1 จึงต้องทำการผสมวัตถุอินทรีย์เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่ถูกต้องคือใกล้เคียง สำหรับปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์แล้วจะต้องมีค่า C:N ไม่เกิน 20:1 เพื่อป้องกันการดึงไนโตรเจนจากดินเมื่อนำปุ๋ยหมักไปใช้งาน

7. ความเป็นกรดเป็นด่าง จุลินทรีย์ที่เป็นตัวการในการที่ก่อให้เกิดกิจกรรมเน่าสลายในกองปุ๋ยหมักอินทรีย์มีอยู่หลายชนิดดังกล่าวแล้วข้างต้น แต่ละชนิดมีการเจริญ เติบโตมีกิจกรรมได้ดีในสภาพความเป็นกรดเป็นด่างต่าง ๆ กัน เช่น บักเตรีเจริญเติบโตได้ดีในกรดอ่อน ๆ จนถึงเป็นกลางและด่างอ่อน ๆ แอคติโนมายซีทและเชื้อราเจริญได้ดีเมื่อเศษพืชมีสภาพหนักไปทางความเป็นกรด ดังนั้นในการทำปุ๋ยหมักถ้าจะให้มีการเน่าสลายเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และรวดเร็วแล้ว ความเป็นกรดเป็นด่างของกองปุ๋ยหมักควรอยู่ตั้งแต่ช่วงที่เป็นกรดอ่อนๆ และด่างอ่อนๆ คือมีค่า pH ประมาณ 5.0-7.5 หากสูงหรือต่ำกว่านี้การย่อยสลายจะช้าลง

โดยทั่วไปแล้วเศษวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักจะมีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อยจนถึงด่างเล็กน้อย ฉะนั้นจึงไม่จำเป็นต้องปรับระดับของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษพืชก็สามารถเกิดขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ดีที่เศษพืชหรือวัสดุที่ผ่านขบวนการของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งอาจมีความเป็นกรดเป็นด่างค่อนข้างจัด ควรปรับปฏิกิริยาให้อยู่ในสภาพความเป็นกลางเสียก่อนทำได้โดยการใส่ปูนขาวหรือขี้เถาก็ได้

8. ปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในเศษพืช นับว่ามีความสำคัญต่อจุลินทรีย์ที่ทำการย่อยเศษพืชนั้น ทั้งนี้จะต้องมีอาหารที่สมบูรณ์และเพียงพอ เศษพืชที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก หากเป็นประเภทที่สลายตัวได้ยาก เช่น ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ฟางข้าว แกลบ ต้นข้าวโพด ซังข้าวโพด เศษกระดาษ เศษปอกระเจา เปลือกมันสำปะหลัง ไส้ปอเทือก เศษหญ้าแห้ง เศษพืชพวกนี้จะมีแร่ธาตุอาหารอยู่น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ จึงควรใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มปริมาณของธาตุอาหารลงไปในกองเศษพืช แร่ธาตุตัวสำคัญที่ปกติไม่เพียงพอหรือขาดแคลนมากที่สุดในเศษพืชพวกนี้ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน เป็นอาหารสร้างความเจริญเติบโต ขยายจำนวนจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยซากพืช กองปุ๋ยที่มีไนโตรเจนน้อยเกินไปความร้อนจะเกิดขึ้นน้อย การย่อยตัวก็ช้าไปด้วย ดังนั้นปุ๋ยที่ใช้โดยทั่วไปจึงเน้นเฉพาะการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีไนโตรเจนเป็นหลักเช่น ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต หรือปุ๋ยยูเรีย

สำหรับแร่ธาตุอาหารชนิดอื่นๆ นอกเหนือไปจากไนโตรเจน ปกติในเศษพืชจะมีอยู่มากพอสมควรแม้ว่าจะไม่ค่อยเพียงพอ แต่การใส่แร่ธาตุเหล่านั้นเพิ่มเติมเข้าไปก็มักไม่ทำให้เศษพืชสลายตัวได้เร็วขึ้นเท่าใดนัก สำหรับปริมาณของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเศษพืชที่นำมาหมัก ถ้าเป็นพวกที่ย่อยสลายได้ง่ายในเศษพืชพวกนี้จะมีธาตุอาหารจำนวนมากอยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมีลงไปอีก หรือจะใส่ก็ใส่ในปริมาณเล็กน้อยเพียงเสริมหรือกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์เท่านั้น แต่ถ้าเศษพืชที่สลายตัวได้ยากก็ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนด้วย เศษพืชที่มีไนโตรเจนน้อยกว่า 1.5 กิโลกรัมต่อเศษพืชแห้ง 100 กิโลกรัม ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติม ส่วนปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ในกรณีที่เศษพืชพวกสลายตัวได้ยากนั้นอาจจะประมาณคร่าวๆ ว่า ถ้าเป็นปุ๋ยยูเรีย ก็ใส่ในอัตราประมาณ 1.5-2.0 กิโลกรัมต่อขนาดกองปุ๋ยที่กองเสร็จแล้ว 2 ลูกบาศก์เมตร หรือถ้าเป็นปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟตก็ใช้ประมาณ 3 - 4 กิโลกรัมต่อกองปุ๋ยขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร เพื่อให้ธาตุไนโตรเจนแก่จุลินทรีย์ หรือถ้าไม่มีอินทรีย์วัตถุที่ให้ธาตุไนโตรเจนก็ใส่ปุ๋ยอินทรีย์แทนได้เช่น การใส่มูลสัตว์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นมูลวัว ควาย สุกร เป็ดและไก่เหล่านี้ผสมคลุกเคล้าลงไปด้วยแล้ว กองปุ๋ยจะร้อนขึ้นได้รวดเร็วและสลายได้ดีกว่าการใช้เศษซากพืชมาทำปุ๋ยหมักแต่เพียงอย่างเดียว

ทั้งนี้เพราะมูลสัตว์มีสารประกอบและแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์อยู่มากมายหลายชนิด การใส่มูลสัตว์จึงเป็นการเร่งเร้าให้จุลินทรีย์ทำการย่อยเศษพืชอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ในมูลสัตว์ที่ใส่ลงไปยังมีจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีความสามารถย่อยเศษพืชได้อยู่มากมาย การใส่มูลสัตว์จึงเป็นการใส่เชื้อจุลินทรีย์จำนวนมากลงไปในกองปุ๋ยนั้นเอง จุลินทรีย์เหล่านี้จะไปสมทบกับจุลินทรีย์ที่ติดมากับเศษพืชช่วยย่อยและแปรสภาพเศษพืชให้กลายเป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ปริมาณของมูลสัตว์ที่ต้องใช้ในการทำปุ๋ยหมักนั้น ถ้ามีมากก็ใส่มากได้ตามต้องการ เพราะยิ่งใส่มากก็จะยิ่งทำให้เศษพืชแปรสภาพได้เร็ว

2.8 ลักษณะของปุ๋ยหมักเสร็จสมบูรณ์

เมื่อกองปุ๋ยหมักเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีทั้งที่มองเห็นได้และที่มองเห็นไม่ได้ ที่มองเห็นได้ก็คือ ชิ้นส่วนของพืชจะมีขนาดเล็กลงและยุบตัวลงกว่าเมื่อเริ่มกอง สีของเศษพืชก็จะเปลี่ยนไป ส่วนที่มองเห็นไม่ได้ก็คือปริมาณของจุลินทรีย์ การสังเกตว่าปุ๋ยหมักสามารถนำมาใช้ได้หรือไม่มีข้อสังเกตง่ายๆ ดังนี้ (ทิพวรรณ, 2547)

1.สีของกองปุ๋ยหมักจะเข้มขึ้นกว่าเมื่อเริ่มกอง อาจมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ

2.อุณหภูมิภายในของปุ๋ยหมักและอุณหภูมิภายนอกใกล้เคียงกันหรือแตกต่างกันน้อย

3.ใช้นิ้วมือบี้ตัวอย่างปุ๋ยหมักดูเศษพืชจะยุ่ยและขาดออกจากกันได้ง่าย ไม่แข็งกระด้าง

4.สังเกตกลิ่นของปุ๋ยหมัก ถ้าเป็นปุ๋ยหมักที่ใช้ได้ ปุ๋ยหมักจะมีกลิ่นคล้ายกลิ่นธรรมชาติ ถ้ามีกลิ่นฉุนหรือมีกลิ่นฟางแสดงว่าปุ๋ยหมักยังใช้ไม่ได้ เนื่องจากขบวนการย่อยสลายยังดำเนินการไม่แล้วเสร็จ

5.วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการดูธาตุคาร์บอน และไนโตรเจน ถ้ามีอัตราส่วนเท่ากันหรือต่ำกว่า 20 : 1 ก็พิจารณาเป็นปุ๋ยหมักได้แล้ว

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิติ และคณะ (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้ลังโฟมในการหมักมูลฝอยอินทรีย์จากบ้านเรือนและใบไม้แห้ง เพื่อพัฒนาถังหมักมูลฝอยขนาดเล็กและลดปริมาณมูลฝอยอินทรีย์ที่ต้องไปกำจัด ณ แหล่งกำเนิด โดยเลือกใช้ลังโฟมเนื่องจากเป็นวัสดุที่หาง่ายและเป็นฉนวนความร้อน ซึ่งจำเป็นต่อการย่อยสลายในการหมักมูลฝอยอินทรีย์จากบ้านเรือนหมักร่วมกับใบไม้แห้ง และหาคุณภาพปุ๋ยหมักที่ได้ จากการทดลองพบว่ามีค่า C/N ratio พีเอช ค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในเกณฑ์

มาตรฐานปุ๋ยทั่วไปของกรมวิชาการเกษตร อุณหภูมิในถังหมักช่วง 5-6 วันแรกเข้าสู่สภาวะเทอร์โมฟิลิค (45-75 °C) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อการย่อยสลายนอกจากนี้กระบวนการหมักใช้เวลาในการหมักเพียง 30 วัน จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ย ไม่พบเชื้อโรคที่เป็นพาหะของโรคในปุ๋ยหมักที่ได้เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก ปุ๋ยที่ได้สามารถนาไปใช้เป็นวัสดุปรับปรุงคุณภาพดินได้ในสวนหรือเพื่อการเกษตร

Lim Siong Hock et *al.*, (2009) ได้ทำการจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและฟิสิกส์ในกระบวนการทำปุ๋ยหมักร่วมจากกากใยปาล์มและสลัดจ์แบบ ไร้อากาศห้องโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม เพื่อศึกษาลักษณะและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและ ฟิสิกส์ในกระบวนการทำปุ๋ยหมักร่วม จากกากใยเปลือกปาล์มและสลัดจ์แบบไร้อากาศของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ในปุ๋ยหมักกากใยเปลือกปาล์มจะใช้ระยะเวลานานในการปรับความชื้น (50– 68 องศาเซลเซียส) มีค่า pH (6 .8- 7.8) ปริมาณค่าความชื้นมีปริมาณ 50% ในการทำปุ๋ยหมักจนเสร็จสมบูรณ์จะใช้ระยะเวลา 50 วัน ส่วนค่า C/N ratio จะอยู่ที่ 12.6 ปริมาณสารอาหารเพิ่มขึ้นค่อนข้างมากและระดับโลหะหนักลดลง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการทำปุ๋ยหมักร่วม จากกากใยเปลือกปาล์มและสลัดแบบไร้อากาศของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม สามารถทำให้เกิดปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพ ซึ่งสามารถนำไปใช้ทำเป็นปุ๋ยหรือใช้ปรับปรุงดินได้

วุฒิชัย และพรพรรณ (2536) ได้ทำการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาในการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวา วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block (RCB) การทดลองมีทั้งหมด 12 Treatment โดยศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทำปุ๋ยหมัก โดยใช้สารเร่งปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ กัน คือ พด. 1, KMIT'L และ F-60 ใช้ยากำจัดวัชพืช คือ Spark และ Paraquat และเปรียบเทียบกับการทำปุ๋ยหมักโดยใช้ผักตบชวาเพียงอย่างเดียว หลังดำเนินการกองปุ๋ยหมักแล้ว ต้องมีการดูแลรักษากองปุ๋ย เช่น การรักษาความชื้นในกองปุ๋ยให้อยู่ในระดับ 50-60 เปอร์เซ็นต์, การกลับกองปุ๋ยทุกๆ 10 วัน เพื่อให้อากาศถ่ายเทและลดความร้อนในกองปุ๋ย การบันทึกผลจะบันทึกถึงความสูงของกองปุ๋ย, อุณหภูมิในและนอกกองปุ๋ย และเก็บตัวอย่างจากกองปุ๋ยทุก 10 วัน เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนในห้องปฏิบัติการ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าปุ๋ยหมักที่ใส่สารเร่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับปุ๋ยที่ไม่ได้ใส่สารเร่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปุ๋ยหมักที่ใส่สารเร่ง พด. 1 มีค่า C/N ratio ต่ำที่สุดคือ 24.795 รองลงมาคือ F-60 มีค่า C/N ratio 24.825 เชื้อผสม (mixed) มีค่า C/N ratio 25.515, KMIT'L 26.3025 ส่วนตำรับที่ใช้ PARAQUAT ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับที่ใช้สารเร่งโดย PARAQUAT มีค่า C/N ratio 27.4525, ผักตบชวาหั่น+มูลสัตว์+Urea มีค่า C/N ratio 30.1175, PARAQUAT+เชื้อ KMIT'L มีค่า C/N ratio 31.105, ผักตบชวา+มูลสัตว์ มีค่า

C/N ratio 33.5475, SPARK+เชื้อ KMIT'L มีค่า C/N ratio 333.6425, ผักตบชวา+มูลสัตว์+Urea มีค่า C/N ratio 35.285, ผักตบชวาเพียงอย่างเดียวมีค่า C/N ratio 37.6025 และ SPARK มีค่า C/N ratio 39.9025 และเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ใช้ผักตบชวาเพียงอย่างเดียวกับตำรับอื่นๆ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวา โดยวิธีใช้สารเร่งใช้เวลาในการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 30-40 วัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

3.1 การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Beaker
2. Burette
3. Erlenmayer Flask
4. Evaporating disher
5. Whatmon No.5
6. Dropper
7. Funnel
8. Graduated cylinder
9. Grass rod
10. Kjeldahl
11. Test tube
12. Volumetric Flask
13. Micro Kjeldahl
14. Micro Kjeldahl
15. Spectrophotometer
16. Oven
17. Desiccators
18. ถังหมักปุ๋ย
19. จอบ
20. บัวรดน้ำ
21. เครื่องชั่ง
22. ท่อพีวีซี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

3.1.2. สารเคมี

1. Ammonium fluoride:NH_4F
2. Ammonium molybdate:$((NH_4)_6MO_7O_{24}.4H_2O$
3. Antimony potassium tartrate:$C_8H_4K_2O_{12}.3H_2O$
4. Ascorbic acid:$C_6H_8O_6$
5. Boric asit:H_3BO_3
6. Ethanol:C_2H_5OH
7. Hydrochloric asit:HCI
8. Mercuric oxide red:HgO
9. Methlene biue:$C_{16}H_{18}N_3CIS.2H_2O$
10. Methyl red indicator:$C_{16}H_{18}N_3CIS.2H_2O$
11. Potassium dihydrogen phosphate:KH_2PO_4
12. Potssium sulfate:K_2SO_4
13. Sodium hydroxide:NaOH
14. Sodium thiosulfte:$Na_2S_2O_3.5H_2O$
15. Sulfutic acid:H_2SO_4
16. เชื้อ พด.-1
17. ปุ๋ยยูเรีย สูตร 46-0-0

PHRANAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

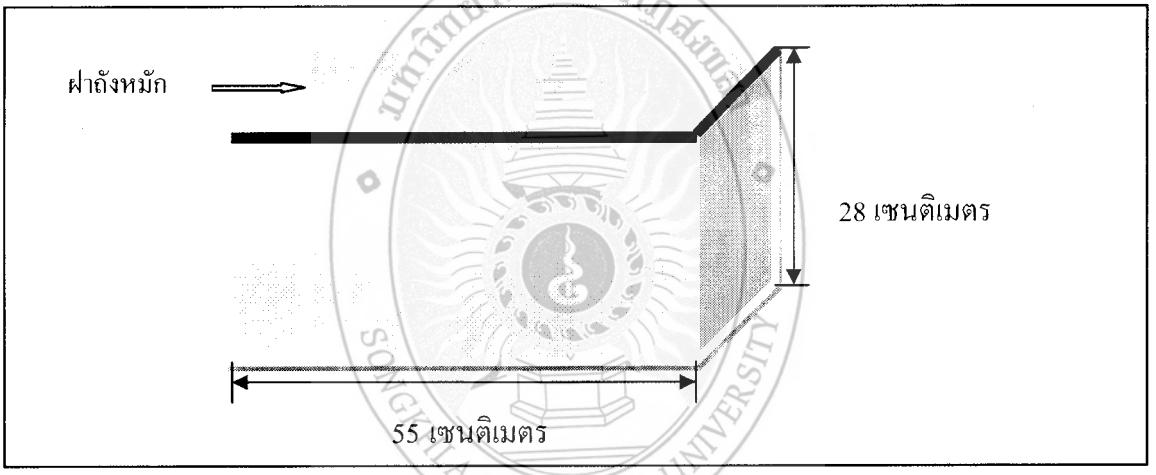
3.2 วิธีการดำเนินการ

3.2.1 การออกแบบถังหมัก

ในการศึกษาประสิทธิภาพในการหมักปุ๋ยของถังหมักเติมอากาศแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ จะทำการทดลองโดยแยกการทดลองออกเป็น 2 ชุด คือ ถังหมักแบบธรรมดา และถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่

การออกแบบถังหมักชุดที่ 1 ถังหมักแบบธรรมดา ดังภาพที่ 3.1

ถังหมักที่ใช้เป็นกล่องพลาสติกเอนกประสงค์ ขนาด 50 ลิตร สูง 28 เซนติเมตร ยาว 55 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.1 ถังหมักแบบธรรมดา

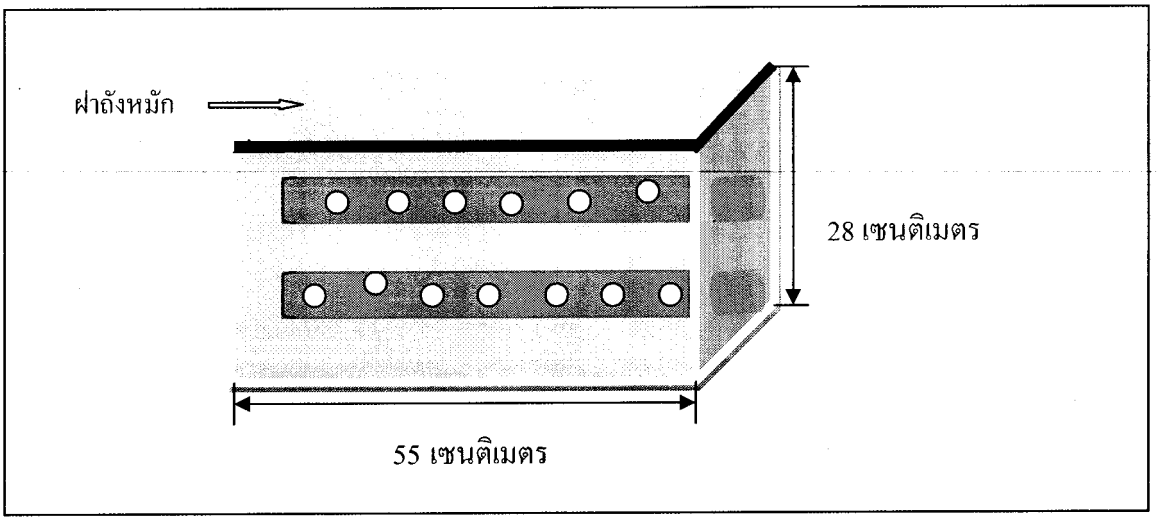
การออกแบบถังหมักชุดที่ 2 ถังหมักเติมอากาศแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ ดังภาพที่ 3.2

1. ถังหมักที่เป็นกล่องพลาสติกเอนกประสงค์ขนาดเดียวกันกับถังหมักชุดที่ 1

2. ทำการเจาะรูด้านข้างของกล่องพลาสติกเอนกประสงค์ทั้งสองด้าน โดยจะทำการเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรโดยห่างกัน 5 เซนติเมตร

3. ใส่ท่อพีวีซีช่วยในการระบายอากาศ

4. ท่อพีวีซีที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จะมีขนาดความยาว 65 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อ โดยจะทำการเจาะรู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรโดยแต่ละรูเจาะห่างกัน 10 เซนติเมตร ด้านข้างท่อพีวีซี ทั้ง 2 ท่อ



ภาพที่ 3.2 ถังหมักเติมอากาศแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่

3.2.2 วิธีการทำปุ๋ยหมัก

1. วัสดุ

จากสูตรการทำปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน ใช้วัสดุดังนี้

- พืช 1000 กิโลกรัม.
- มูลสัตว์ 100-200 กิโลกรัม.
- ปุ๋ยเคมี 1-2 กิโลกรัม.
- เชื่อจุลินทรีย์ตัวเร่ง 1 ชุด

นำมาปรับสูตรให้เหมาะสมดังนี้

หญ้า	5	กิโลกรัม
มูลวัว	2	กิโลกรัม
เชื้อ พด.-1	10	กรัม
ปุ๋ยยูเรีย	100	กรัม

2. ขั้นตอนการทำปุ๋ยหมัก

1. นำหญ้า ที่ได้รวบรวมมาสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 2-5 เซนติเมตร
2. นำหญ้าที่ได้มาคลุกเคล้ากับมูลวัว 2 กิโลกรัม และเชื้อ พด.-1 10 กรัม
3. เมื่อคลุกเคล้าเสร็จแล้วก็นำมาใส่ในถังหมัก โดยใช้ปริมาตรเท่ากันทั้ง 2 ชุด
4. ถังหมักชุดที่ 1 จะทำการพลิกกลับของกองปุ๋ยหมักสัปดาห์ละ 1ครั้ง
5. ถังหมักชุดที่ 2 จะไม่ทำการพลิกกลับของกองปุ๋ย

3.2.3 การทดสอบประสิทธิภาพถังหมัก

การทดสอบประสิทธิภาพถังหมักธรรมดาและถังหมักเติมอากาศแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ โดยใช้ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักเป็นตัวบ่งบอกความเป็นไปได้ในการหมักปุ๋ยของถังหมักแต่ละแบบ เมื่อทำการหมักปุ๋ยแล้ว จะนำปุ๋ยหมักที่ได้จากถังหมักทั้งสองแบบมาวิเคราะห์ โดยใช้พารามิเตอร์ดังนี้

1. ปริมาณธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยหมัก
2. อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก
3. ค่าC/N ratio
4. ความชื้น

3.2.4 การวิเคราะห์คุณลักษณะของปุ๋ยหมัก วิเคราะห์พารามิเตอร์ 2 ลักษณะ คือ การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดระหว่างการหมักและหลังการหมัก

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
อุณหภูมิ	Thermometer
pH	pH meter
ความชื้น	ตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
คาร์บอน	Walkley & Black method
ไนโตรเจน	Modifications of the kjeldahl method
โพแทสเซียม	ส่งวิเคราะห์ที่ ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ฟอสฟอรัส	เครื่อง Spectrophotometer

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ในการหมักปุ๋ยของถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่ โดยเปรียบเทียบกับถังหมักแบบธรรมดาซึ่งเป็นถังหมักที่มีการผลิกกลับกองปุ๋ยทุกๆ 7 วัน โดยนำถังหมักทั้งสองแบบมาใช้หมักปุ๋ยที่ทำจากเศษหญ้า หลังจากนั้นทำการหมักเป็นเวลา 35 วัน แล้วทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ 2 ลักษณะ คือ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

4.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ

เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่าถังหมักแบบท่อเจาะรู่แนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดาให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นปุ๋ยหมักที่มีการเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพ คือ ปุ๋ยหมักจะมีสีเข้มกว่าเมื่อตอนเริ่มหมักโดยจะมีสีเข้มขึ้นเรื่อยๆจนเมื่อได้ที่แล้วปุ๋ยหมักจะมีสีน้ำตาลเข้มซึ่งเป็นสีของอินทรียวัตถุ มีกลิ่นคล้ายกลิ่นดินตามธรรมชาติ อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะใกล้เคียงกับอุณหภูมิธรรมชาติ ลักษณะของวัสดุหมักจะมีลักษณะอ่อนนุ่มยุ่ยขาดจากกันได้ง่าย ไม่แข็งกะด้าง และไม่เป็นก้อนเหมือนตอนเริ่มหมัก

4.1.1 อุณหภูมิ

ระบวนการย่อยสลายปุ๋ยหมักเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยจุลินทรีย์หลายชนิดประกอบด้วยกัน และเมื่ออยู่ในสภาพที่เหมาะสม สารละลายภายในกองปุ๋ยหมักเริ่มการเปลี่ยนแปลงไปตามขั้นตอน โดยระดับอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป แสดงดังตารางที่ 4.1 และภาพที่4.1 ผลการวัดอุณหภูมิภายในถังหมักท่อเจาะรูในแนวนอนคู่ พบว่าในช่วงสัปดาห์แรกของการหมักปุ๋ยมีอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักเริ่มต้นที่ 35 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในถังหมักก็มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆจนในสัปดาห์สุดท้ายของการหมัก มีอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสิ้นสุดที่ 29 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิในถังหมักธรรมดา มีอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักเริ่มต้นที่ 42 องศาเซลเซียส และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่สอง หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักก็ลดลงเรื่อยๆจนในสัปดาห์สุดท้ายมีอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก 33 องศาเซลเซียส

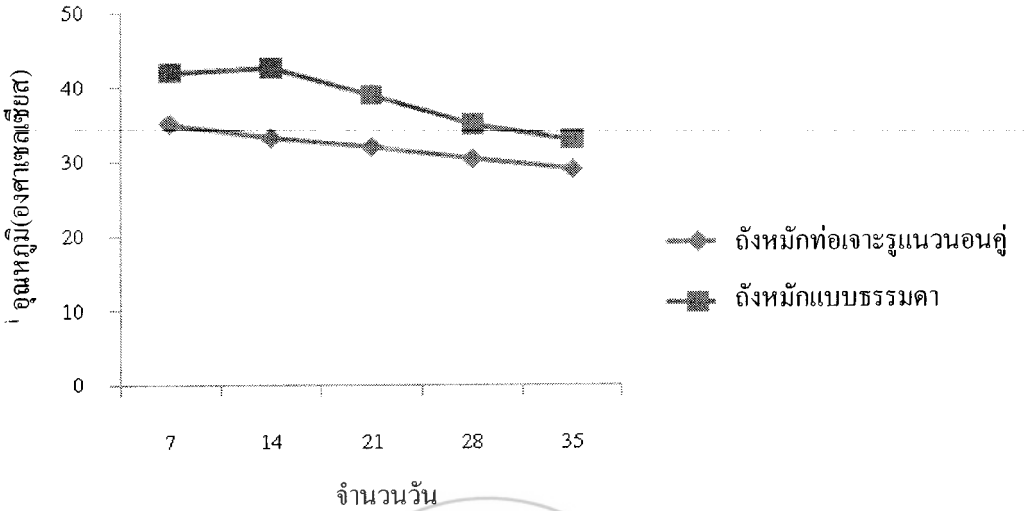
จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในถังหมักแบบธรรมดาจะสูงกว่าอุณหภูมิภายในถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ เนื่องจากว่าถังหมักปุ๋ยแบบธรรมดาเป็นถังหมักแบบมีฝาปิด ทำให้ลดการ

สูญเสียอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักสู่สภาพแวดล้อมส่งผลให้มีช่วงอุณหภูมิภายในสูงกว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ ซึ่งเป็นถังหมักที่มีการระบายความร้อนภายในกองปุ๋ยหมักออกสู่สภาพแวดล้อมโดยผ่านทางท่อเจาะรู ถือเป็นกลไกที่สำคัญของการเติมอากาศแบบแพสซีฟที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มออกซิเจนในกองปุ๋ยหมักให้เพียงพอ สำหรับกระบวนการชีวเคมีที่ให้ออกซิเจนที่เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับจุลินทรีย์เพื่อในการย่อยสลาย วัตถุอินทรีย์ซึ่งจะช่วยเร่งกระบวนการหมักให้เร็วขึ้น (ฉัตรชัย, 2554) ขณะเดียวกันก็ช่วยนำความร้อน ความชื้น คาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซต่างๆจากการหมักออกมา

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิทางสถิติ สรุปได้ว่า ภายในกองปุ๋ยหมักแบบท่อเจาะรูในแนวนอนคู่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 2.67 ส่วนถังหมักแบบธรรมดามีอุณหภูมิเฉลี่ย 393.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 3.23 เมื่อทดสอบความแตกต่างของอุณหภูมิภายในถังหมักทั้งสองแบบพบว่ามีความแตกต่างกันนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นั่นคืออุณหภูมิภายในถังหมักแบบธรรมดามีค่าสูงกว่าอุณหภูมิภายในถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

จำนวนวัน	อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	
	ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่	ถังหมักแบบธรรมดา
7	35.00	42.00
14	33.20	42.60
21	32.00	39.00
28	30.40	35.00
35	29.00	33.00



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

4.1.2 ความชื้น

กกกความชื้นมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และการทำกิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งจุลินทรีย์ดังกล่าวเป็นตัวช่วยในการย่อยสลายวัสดุเศษเหลือใช้ทางการเกษตร โดยทั่วไปแล้วในกระบวนการหมักปุ๋ยชีวภาพ ค่าความชื้นที่เหมาะสม คือมีความชื้นประมาณร้อยละ 50-60 โดยน้ำหนัก จากการทดลองหมักวัสดุหมักในถังหมักทั้ง 2 แบบ ดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 พบว่าความชื้นเริ่มต้นในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักธรรมดามีค่าความชื้นร้อยละ 64.51 และ 82.82 ตามลำดับ(ผลการทดลอง ณ วันที่ 7 จากวันที่เริ่มหมัก) เมื่อสิ้นสุดการหมักในถังหมักถังเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักธรรมดามีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 30.9 และ 53 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงความชื้นของกองปุ๋ยหมักภายในทั้งหมักทั้งสองแบบมีความชื้นค่อยๆ ลดลง เนื่องจากการระเหยของน้ำแล้ว ยังเกิดจากกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์เพื่อสร้างเซลล์ใหม่และเพิ่มจำนวนเซลล์ และเกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์สูงทำให้อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสูง ส่งผลให้เกิดการสูญเสียความชื้นในถังหมักที่ระเหยออกมาพร้อมกับอากาศ (ยงยุทธ, 2551) สำหรับค่าความชื้นภายในถังหมักแบบธรรมดาที่มีค่าสูงกว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ เมื่อสิ้นสุดการหมักเป็นผลมาจากการหมักในภาชนะที่มีฝาปิดช่วยรักษาอุณหภูมิในถังหมักซึ่งส่งผลทำให้ลดการระเหยของน้ำที่มีมากับมูลฝอยอินทรีย์และน้ำที่เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายวัสดุหมักของจุลินทรีย์ จากการทดลอง พบว่าผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักในถัง

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

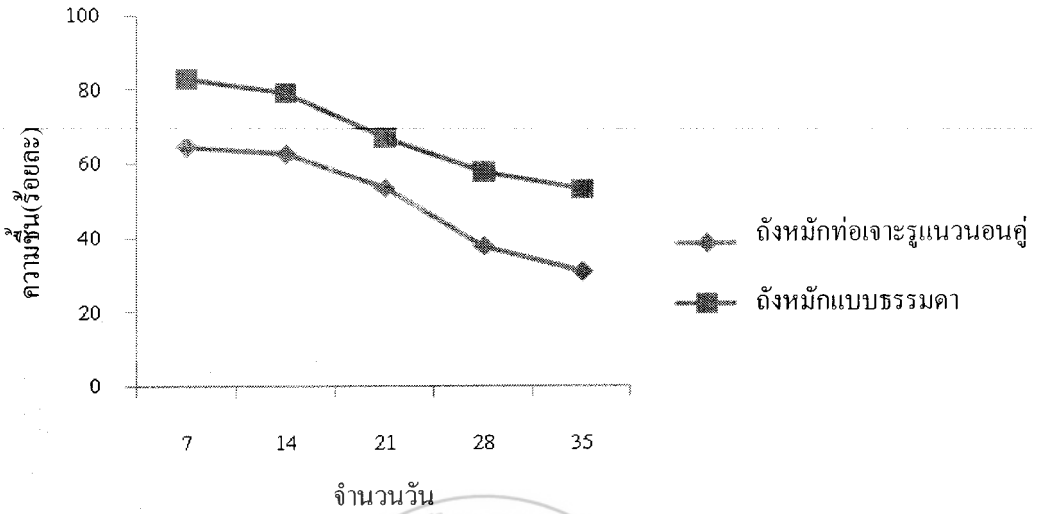
หมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่มีค่าความชื้นตรงตามมาตรฐานคุณภาพปุ๋ยหมัก ซึ่งมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 กำหนดว่าปุ๋ยหมักที่ได้ที่แล้วควรมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 35 (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

จากการวิเคราะห์ความชื้นภายในถังหมักทั้งสองแบบทางสถิติ สรุปได้ว่า ถังหมักแบบท่อเจาะรูมีความชื้นเฉลี่ย 49.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 14.95 ถังหมักแบบธรรมดามีความชื้นเฉลี่ย 67.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 12.95 เมื่อทดสอบความแตกต่างของความชื้นภายในถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยภายในถังหมักแบบธรรมดามีมีความชื้นสูงกว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

จำนวนวัน	ความชื้น(ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	
	ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่	ถังหมักแบบธรรมดา
7	64.51	82.82
14	62.63	79.07
21	53.42	66.98
28	37.76	57.80
35	30.94	53.02

ก
631.8
ก28ก



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

4.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมี

4.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

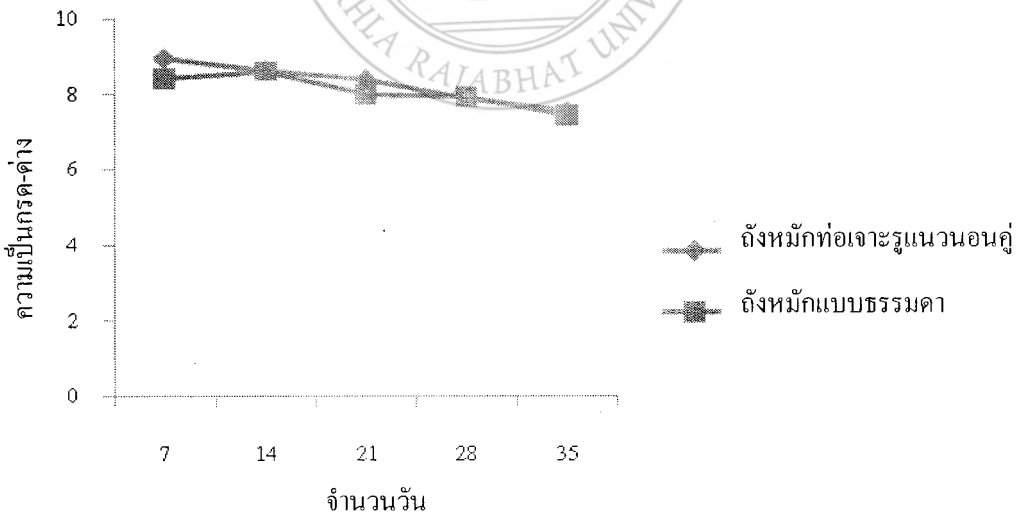
การเปลี่ยนแปลงค่า pH ภายในกองปุ๋ยหมักมีความสัมพันธ์กับการเจริญและกิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ ถึงแม้ว่าในกระบวนการหมักจะมีจุลินทรีย์หลายกลุ่มเข้ามามีบทบาทในกระบวนการหมัก แต่ช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของกระบวนการดังกล่าวควรอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 เนื่องจากมีความเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก (ยงยุทธ, 2551)

จากผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)ของวัสดุหมักของถังหมักทั้งสองแบบมีความใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 โดยถังหมักท่อเจาะรูในแนวนอนคู่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เริ่มต้นเท่ากับ 8.9 ส่วนถังหมักถังธรรมดา มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เริ่มต้นเท่ากับ 8.4 หลังจากนั้นก็มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย จนสิ้นสุดการหมักพบว่าวัสดุในถังหมักท่อเจาะรูในแนวนอนคู่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.5 และวัสดุหมักในถังหมักแบบธรรมดามีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.43 ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทยปุ๋ยหมักต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)อยู่ในช่วง 5.5-8.5 (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

จากการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างทางสถิติ สรุปได้ว่า ภายในถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่มีความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 8.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.56 ส่วนถังหมักแบบธรรมดามีความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 8.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.46 เมื่อทดสอบความแตกต่างของความเป็นกรด-ด่าง พบว่าความเป็นกรด-ด่างภายในถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดาไม่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่าง(pH) ของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

จำนวนวัน	**ความเป็นกรด – ด่าง(pH) (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)**	
	ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่	**ถังหมักแบบธรรมดา**
7	8.95	8.42
14	8.65	8.61
21	8.40	8.00
28	7.90	7.93
35	7.54	7.43



ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

4.2.2 ปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์

กระบวนการทำปุ๋ยหมักเป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ เพื่อนำคาร์บอนไปใช้สร้างองค์ประกอบของเซลล์เพื่อเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ดังนั้นปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักจึงมีความสำคัญในการเจริญเติบโตและกิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า ในช่วงสัปดาห์แรกของการหมัก พบว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักแบบท่อเจาะรูแบบแนวนอนคู่และที่ได้จากถังหมักแบบธรรมดา มีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ร้อยละ 33.4 และ 32.41 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ หลังจากนั้นปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ก็มีอัตราลดลงทุกสัปดาห์จนสิ้นสุดการหมัก ปุ๋ยหมักจากถังหมักจากท่อเจาะรูแนวนอนคู่มีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ร้อยละ 27.03 โดยน้ำหนักแห้ง และปุ๋ยหมักจากถังหมักธรรมดามีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ร้อยละ 29.73 โดยน้ำหนักแห้ง

ซึ่งสาเหตุการลดลงเรื่อยๆของปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ เนื่องจากคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยจุลินทรีย์ จะย่อยสลายคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ จนได้โมเลกุลเล็กแล้วจึงนำเข้าไปในเซลล์เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานออกมาในรูปของความร้อนทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นดังนั้นคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์จะลดลงในช่วงเวลาของการหมัก

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ทางสถิติ สรุปได้ว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่มีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์เฉลี่ย 29.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 2.28 ส่วนถังหมักแบบธรรมดามีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์เฉลี่ย 31.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 1.17 เมื่อทดสอบความแตกต่างพบว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

จำนวนวัน	ปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์(ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	
	ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่	ถังหมักแบบธรรมดา
7	32.44	32.41
14	31.85	31.95
21	29.97	31.28
28	28.37	30.02
35	27.03	29.73

ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

4.2.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

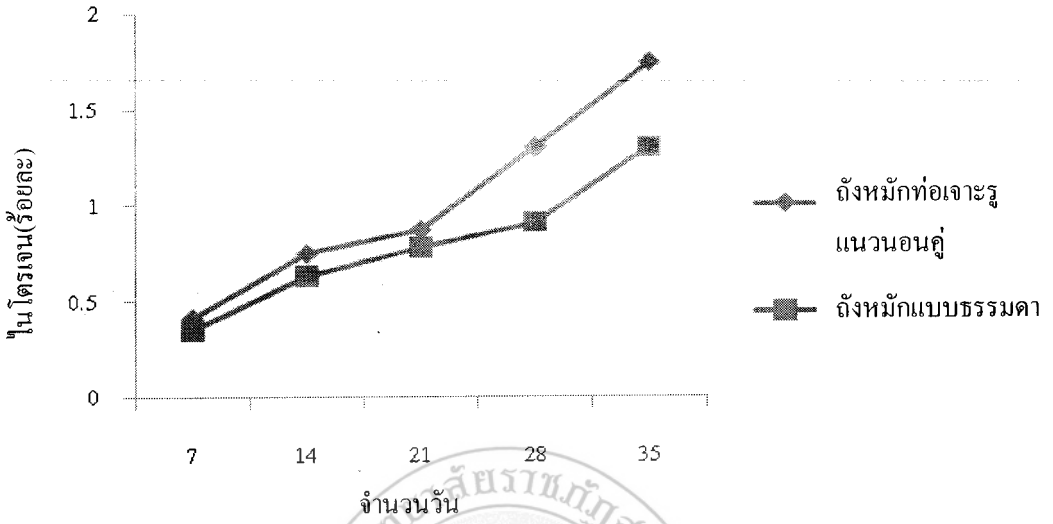
ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ในกระบวนการหมัก ปริมาณไนโตรเจนภายในกองปุ๋ยหมักยังมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์ใช้ไนโตรเจนในการสังเคราะห์โปรตีนเพื่อสร้างเซลล์ใหม่ ในระหว่างการหมักปุ๋ยหมักในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดดังที่แสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ร้อยละไนโตรเจนทั้งหมดโดยน้ำหนักแห้งของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่ และถังหมักแบบธรรมดาพบว่าเมื่อเริ่มต้นการหมักมีค่าร้อยละ 0.41 และ0.35 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกๆสัปดาห์จนสิ้นสุดระยะเวลาการหมักร้อยละไนโตรเจนของปุ๋ยหมักในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่เท่ากับ 1.74โดยน้ำหนักแห้งและปุ๋ยหมักในถังแบบธรรมดามีค่าร้อยละ1.30 จากผลการวิเคราะห์จะเห็นว่าปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์การเพิ่มปริมาณของเซลล์ รวมทั้งการตายของจุลินทรีย์เนื่องจากเซลล์ของจุลินทรีย์มีโปตีนเป็นองค์ประกอบ

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดทางสถิติ สรุปได้ว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย 1.01 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.51 ส่วนถังหมักแบบธรรมดามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย 0.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.35 โดยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

จำนวนวัน	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	
	ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่	ถังหมักแบบธรรมดา
7	0.41	0.35
14	0.75	0.63
21	0.87	0.78
28	1.30	0.91
35	1.74	1.30



ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

4.2.4 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความยากง่ายของการย่อยสลายสารอินทรีย์ กล่าวคือถ้าระบบการหมักมีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นสูงเกินไปจะส่งผลให้อัตราของการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่ำ เพราะจุลินทรีย์ขาดแคลนไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโตแต่ในทางกลับกันถ้ามีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำการเจริญเติบโตและการย่อยสลายของจุลินทรีย์จะเป็นไปได้อย่างรวดเร็วภายใต้เงื่อนไขปริมาณไนโตรเจนไม่ถูกจำกัด และอาจทำให้เกิดสภาพการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดขึ้นได้ ดังนั้นค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนของเศษพืชโดยทั่วไปที่เหมาะสมสำหรับทำปุ๋ยหมักจะอยู่ในช่วงประมาณร้อย 25-35 แต่ในทางปฏิบัติอาจยอมให้อยู่ในช่วง 35-45 ก็ได้ (ยงยุทธ, 2551)

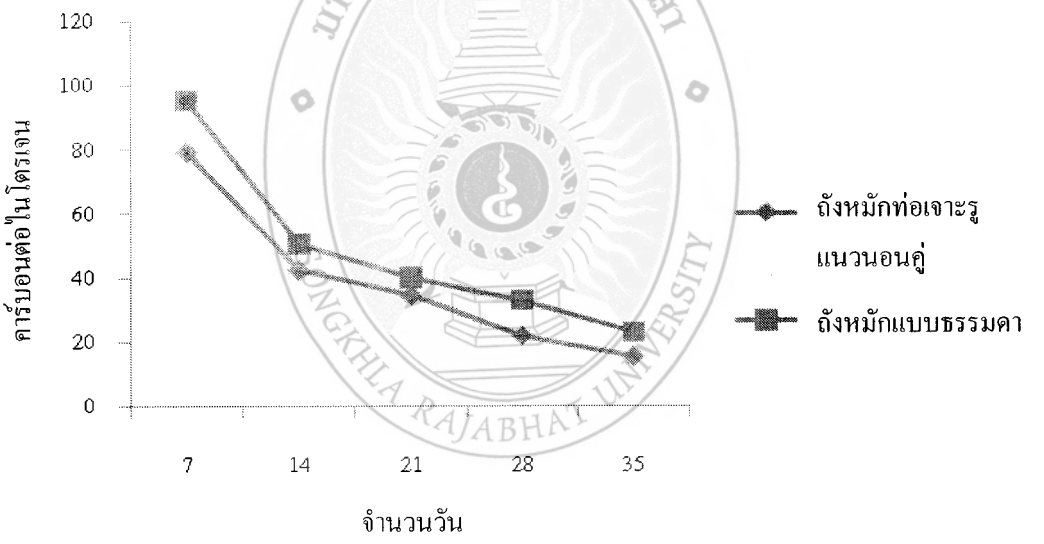
จากการทดลองพบว่าค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักที่ได้จากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดามีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนเมื่อเริ่มต้นการหมัก (เมื่อวันที่ 7 ของการหมัก)เท่ากับ 79.12 และ 92.6 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับและจะเห็นได้ว่า ค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักในถังหมักทั้งสองแบบนั้นมีค่าสูงเกินกว่าช่วงค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสม เนื่องจากวัสดุอินทรีย์แต่จะชนิดมีสัดส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับไนโตรเจนแตกต่างกันตั้งแต่ต่ำกว่า 20 ไปจนถึงสูงกว่า 200 เศษพืชโดยทั่วไปมีอินทรีย์คาร์บอนเป็นองค์ประกอบอยู่ใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วงประมาณ 45-50% แต่จะมีปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกัน

ค่อนข้างมาก ดังนั้นเศษพืชที่มีไนโตรเจนอยู่มาก ก็คือพวกพืชตระกูลถั่วก็จะมีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ ส่วนเศษพืชตระกูลหญ้าที่มีไนโตรเจนน้อยก็จะมีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง (ยงยุทธ, 2551) ดังนั้นจึงต้องมีการเติมปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ลงไปในปุ๋ยหมัก เพื่อเพิ่มอัตราการย่อยสลายและปริมาณไนโตรเจน จึงเห็นได้ว่าในช่วงสัปดาห์ที่สองของการหมัก ค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าลดลงและอยู่ในช่วงที่เหมาะสม เมื่อสิ้นสุดการหมักถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักธรรมดามีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าลดลงเหลือ15.53 และ 22.82โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ ดังที่แสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.6 เห็นได้ว่าค่าคาร์บอนไนโตรเจนในช่วงแรกนั้นมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการย่อยสลายในช่วงแรกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เพราะมีสารที่ย่อยสลายง่ายอยู่มากเป็นเหตุให้ค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดอย่างรวดเร็ว สำหรับกระบวนการหมักนั้นอินทรีย์สารที่สลายได้จะแปรสภาพเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นเมื่อเวลาการหมักเพิ่มขึ้นปริมาณคาร์บอนในวัตถุจะลดลง แต่ความเข้มข้นของไนโตรเจนกลับสูงขึ้นส่งผลให้ค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลง ซึ่งเป็นตัวชี้วัดมาตรฐานที่ใช้กำหนดสภาพของปุ๋ยหมักว่าแปรสภาพได้ดีแล้วหรือไม่โดยถือว่าปุ๋ยหมักที่แปรสภาพดีแล้วมีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่า 20:1(กรมวิชาการเกษตร, 2548)

จากการวิเคราะห์ค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนทางสถิติ สรุปได้ว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่มีคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ย 38.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 24.90 ส่วนถังหมักแบบธรรมดามีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ย 48.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 28.13 เมื่อทดสอบความแตกต่างพบว่าค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนของถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยถังหมักแบบธรรมดามีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงกว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอน

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

จำนวนวัน	คาร์บอนต่อไนโตรเจน(ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	
	ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่	ถังหมักแบบธรรมดา
7	79.12	95.32
14	42.47	50.71
21	34.47	40.10
28	21.99	32.99
35	15.53	22.86



ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนภายในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

4.2.5 ปริมาณโพแทสเซียม

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักของที่สำคัญของพืช จากการทดลองพบว่าโพแทสเซียมของทั้งสองถังมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยในช่วงสัปดาห์แรกของการหมัก ปริมาณโพแทสเซียมของปุ๋ยหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่เท่ากับร้อยละ 1.56 โดยน้ำหนักแห้ง ส่วนถังหมักแบบธรรมดามีปริมาณโพแทสเซียมเท่ากับร้อยละ 1.89 โดยน้ำหนักแห้ง และมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย

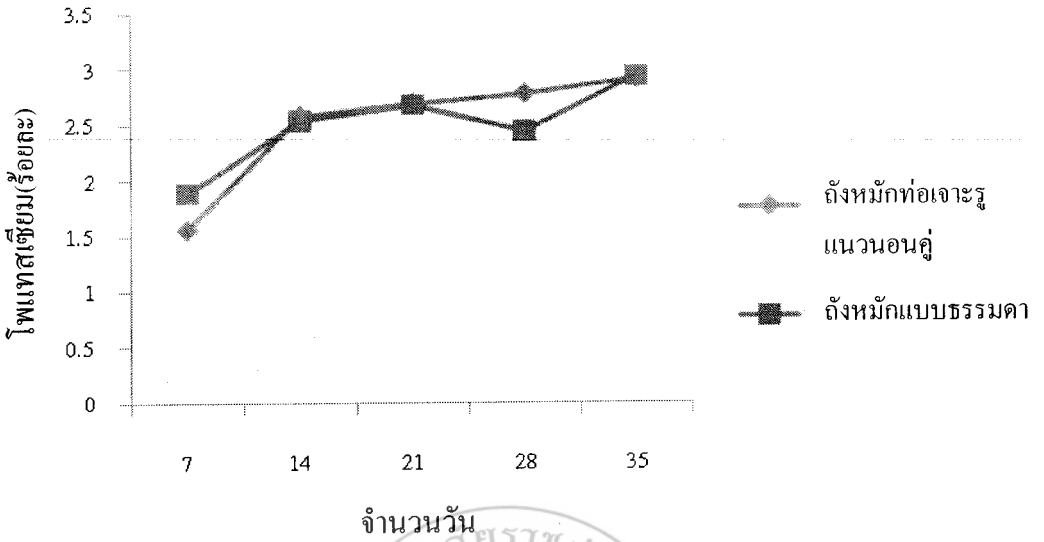
จนสิ้นสุดการหมัก ปริมาณโพแทสเซียมในกองปุ๋ยหมักท่อเจาะรูในแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดามีค่าเท่ากับร้อยละ 2.91 และ 2.93 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.7 ซึ่งผลการทดลองเห็นว่าปริมาณร้อยละของโพแทสเซียมมีค่าเพิ่มขึ้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองเนื่องจากปุ๋ยหมักมีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ลดลง เนื่องจากถูกย่อยสลายในระหว่างการหมัก ทำให้ร้อยละของโพแทสเซียมต่อน้ำหนักแห้งของปุ๋ยหมักมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อสิ้นสุดการหมัก

ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีควรมีปริมาณโพแทสเซียมไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักแห้ง (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ซึ่งปุ๋ยหมักที่ได้จากถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดามีปริมาณร้อยละโพแทสเซียมผ่านเกณฑ์มาตรฐานของประเทศไทย พ.ศ. 2548

จากการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมทางสถิติ สรุปได้ว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่มีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย 2.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.54 ส่วนถังหมักแบบธรรมดามีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย 2.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.38 โดยปริมาณโพแทสเซียมของถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

จำนวนวัน	โพแทสเซียม(ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	
	ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่	ถังหมักแบบธรรมดา
7	1.56	1.89
14	2.58	2.54
21	2.69	2.68
28	2.78	2.44
35	2.91	2.93



ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

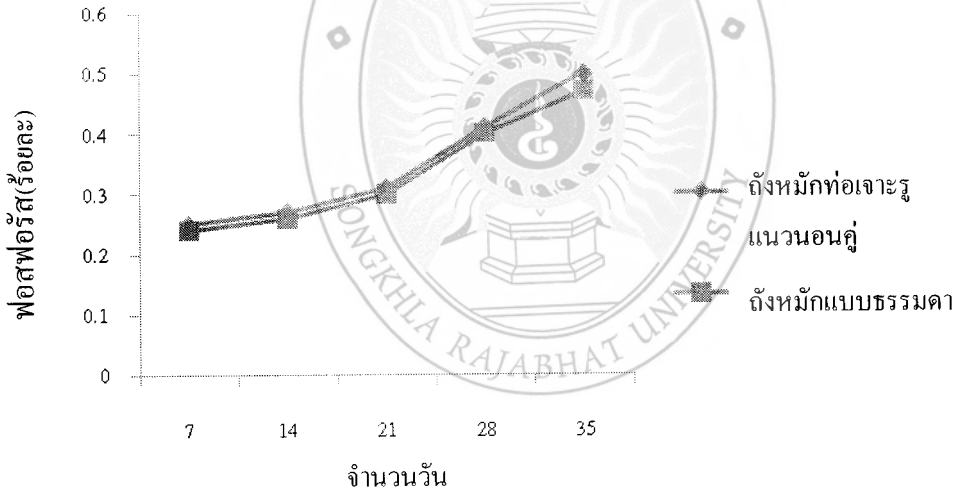
4.2.6 ปริมาณฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่นเดียวกับไนโตรเจน โดยในกระบวนการหมักเชื้อจุลินทรีย์จะเป็นตัวกลางที่สำคัญในการเปลี่ยนฟอสฟอรัสที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ให้อยู่รูปที่พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักดังตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.8 พบว่าปุ๋ยหมักที่หมักในถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา มีปริมาณฟอสฟอรัสเมื่อเริ่มต้นการหมัก (เมื่อวันที่ 7 ของการหมัก) มีค่าร้อยละ 0.25และ0.24 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสร้อย 0.5และ0.47 ตามลำดับ และปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งมีสาเหตุเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโพแทสเซียม

จากการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทางสถิติ สรุปได้ว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่มีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.11 ส่วนถังหมักแบบธรรมดามีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ย0.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.09 โดยถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดามีปริมาณฟอสฟอรัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงฟอสฟอรัสของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

จำนวนวัน	ปริมาณร้อยละฟอสฟอรัส(ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	
	ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่	ถังหมักแบบธรรมดา
7	0.25	0.24
14	0.27	0.26
21	0.31	0.30
28	0.41	0.40
35	0.50	0.47



ภาพที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงฟอสฟอรัสของปุ๋ยหมักจากถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา

ตารางที่ 4.9 คุณสมบัติของปุ๋ยหมักเมื่อสิ้นสุดการหมักที่ระยะเวลา 35 วัน

พารามิเตอร์	มาตรฐานปุ๋ยหมัก*	รูปแบบถังหมัก	
		ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่	ถังหมักธรรมดา
ความชื้น(%)	< 35	30.94	53.02
pH	5.5-8.5	7.54	7.43
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	< 20:1	15.53:1	22.86:1
ปริมาณธาตุอาหารหลัก (%)โดยน้ำหนัก			
-ไนโตรเจน	> 1%	1.75	1.3
-ฟอสฟอรัส	> 0.5%	0.5	0.47
-โพแทสเซียม	> 0.5%	2.91	2.93

ที่มา : *มาตรฐานปุ๋ยหมักจากกรมวิชาการเกษตร, 2548

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดลองเพื่อหาความเป็นไปได้ในการหมักปุ๋ยของถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ โดยเปรียบเทียบกับถังหมักแบบธรรมดา ซึ่งเป็นถังหมักที่เลียนแบบการหมักที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน คือเป็นการหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศที่มีการพลิกกลับกองในระหว่างการหมัก โดยจะทำการพลิกกลับกองปุ๋ยเพื่อเสริมการระบายอากาศทุกๆ 7 วัน ส่วนถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่เป็นถังหมักแบบเติมอากาศ ที่ไม่มีการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักในระหว่างการหมัก แต่จะใช้หลักการทำงานคือ ทำให้อุณหภูมิภายในกองสูงเพื่อขับเคลื่อนการพาความร้อน โดยความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ทำให้อากาศภายในกองมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก อากาศจึงลอยสู่ด้านบนและออกไปจากกองปุ๋ยหมัก ทำให้อากาศด้านล่างที่เย็นกว่าเข้าไปแทนที่ในกองปุ๋ยหมัก โดยใช้ท่อพีวีซีเจาะรูแนวนอนคู่เป็นทางระบายอากาศให้กระจายไปทั่วบริเวณด้านล่างของกองอย่างทั่วถึงและเพียงพอ และความสามารถในการหมักปุ๋ยของถังหมักทั้งสองแบบจะใช้คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ทำจากหญ้าเป็นตัวบ่งชี้

จากผลการทดลองเมื่อนำถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดามาใช้ในการหมักปุ๋ยที่ทำจากเศษหญ้า โดยทำการหมักเป็นเวลา 35 วัน ในระหว่างการหมักและเมื่อสิ้นสุดการหมักที่ระยะเวลา 35 วัน ได้มีการเก็บตัวอย่างปุ๋ยมาวิเคราะห์คุณภาพของปุ๋ยหมักพบว่า ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ เมื่อสิ้นสุดการหมัก ให้คุณภาพปุ๋ยดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.5 ปริมาณความชื้นร้อยละ 30.94 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนร้อยละ 15.53 ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนร้อยละ1.74 ปริมาณฟอสฟอรัส 0.5 ปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมร้อยละ 2.91 ส่วนถังหมักแบบธรรมดา เมื่อสิ้นสุดการหมักให้คุณภาพปุ๋ยดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.43 ปริมาณความชื้นร้อยละ 53.02 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนร้อยละ 22.86 ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนร้อยละ 1.3 ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสร้อยละ 0.47 ปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมร้อยละ 2.93

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่มีแนวโน้มที่สามารถนำมาใช้ในการหมักปุ๋ยอินทรีย์ได้โดยใช้ระยะเวลาในการหมัก 35 วัน เมื่อสิ้นสุดการหมัก ถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่ก็ให้ผลิตภัณฑ์ที่ปุ๋ยหมักซึ่งมีคุณภาพผ่านตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์แห่งประเทศ

ไทย พ.ศ. 2548 (กรมวิชาการเกษตร, 2548) โดยมีปริมาณธาตุอาหารหลักที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน N-P_2O_2-K_2O (1.0-0.5-0.5) คือ 1.74-0.5-2.91 ซึ่งให้คุณภาพดีกว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากถังหมักแบบธรรมดา ซึ่งให้คุณภาพปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ 1.3-0.47-2.93 และมีการเติมปุ๋ยยูเรีย เพื่อเพิ่มความสามารถในการหมักปุ๋ยให้ดีขึ้น

จากการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดามีค่าความชื้น อุณหภูมิ และอัตราส่วนอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ และปริมาณธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นเราสามารถนำถังหมักแบบท่อเจาะรูแนวนอนคู่มาใช้หมักปุ๋ยในสภาพที่มีอากาศแบบและได้ปุ๋ยหมักในเวลาอันสั้นโดยไม่ต้องพลิกกลับกองปุ๋ยในระหว่างการหมัก มีการทำงานที่ง่าย ต้นทุนการผลิตต่ำ และเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกร และปุ๋ยหมักที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ใหม่

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรใส่ท่อพีวีซี ด้านล่างของถังหมัก เพื่อใช้ในการระบายน้ำ ถ้าปุ๋ยหมักภายในถังหากมีความชื้นมากเกินไป

2. ในการทำปุ๋ยหมักโดยใช้ถังแบบท่อเจาะรูในแนวนอนคู่ควรมีการผสมวัสดุให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันก่อนใส่ลงในถังหมัก

3. การสังเกตอัตราการย่อยสลายของปุ๋ยหมักต้องดูลักษณะของวัสดุที่นำมาใช้หมักปุ๋ยหากเป็นวัสดุที่มีไนโตรเจนน้อยเกินไป ความร้อนจะเกิดขึ้นน้อย การย่อยตัวก็ช้าไปด้วย ดังนั้นเราต้องเติมปุ๋ยเคมีที่มีไนโตรเจนเป็นหลักเช่น ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต หรือปุ๋ยยูเรีย

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. **ปุ๋ยอินทรีย์ : การผลิต การใช้ มาตรฐานและคุณภาพ**. เอกสารวิชาการลำดับที่17/2548 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ , 2548.

จำเป็น อ่อนทอง. **คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช**. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , 2545.

ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. **ปุ๋ยหมัก ดินหมักและปุ๋ยชีวภาพ : เพื่อการปรับปรุงดินโดยวิธีเกษตร ธรรมชาติ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2547

ธงชัย มาลา. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ : เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์**.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

พินิจ จันทร. **นวัตกรรมใหม่ปุ๋ยไทย**. สำนักพิมพ์บุ๊คส์เอ็กเพรส, 2552.

ยงยุทธ โอสถสภา. **หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2528.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

วรพจน์ รัมพณีนิล. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดท์บุ๊คส์, 2529.

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. **ปุ๋ยหมัก**. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, 2533.

สมพงษ์ บัวแย้ม. **การผลิตปุ๋ยช่วยชาวบ้าน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พงษ์สาส์น, 2551.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. **ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม**. สำนักพิมพ์มหาวิททยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

นิติ เหมพัฒน์ จรีรัตน์ สกุลรัตน์ และจรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์. **การใช้ลังโฟมในการหมักมูลฝอยอินทรีย์จากบ้านเรือนและใบไม้แห้ง**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2552.

วุฒิชัย ไชยศิริและพรพรรณ พรรณภัทราพงษ์. **การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวา**, 2536.

สถาพร หลังสกุล. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักกับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2552.

Lim Siong Hock, Azhari Samsu Baharuddin, Mohd Najib Ahmad, Umi Kalsom Md Shah, Nor Aini Abdul Rahman, Suraini Abd-Aziz, Mohd Ali Hassan and Yoshihito Shirai (2009) Physicochemical Changes in Windrow Co-Composting Process of Oil Palm Mesocarp Fiber and Palm Oil Mill Effluent Anaerobic Sludge

ปุ๋ยคอก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.kasetporpeang.com /forums /index. (วันที่ค้นข้อมูล : 25 กุมภาพันธ์ 2554).

การผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่กลับกอง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.mlds.go.th/autopage. (วันที่ค้นข้อมูล : 26 พ.ค. 2554).

ฉัตรชัย จันทร์เด่นดวง. การทำปุ๋ยหมัก(Composting). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http:// www.vcharkarn.com / varticle/38803. (วันที่ค้นข้อมูล : 25 กุมภาพันธ์ 2554).

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ก.
วิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความชื้น โดยใช้โปรแกรมspss

Paired Samples Statistics

Pair 1	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่	49.8520	5	14.95614	6.68859
ถังหมักแบบธรรมดา	67.9380	5	12.95800	5.79499

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	5	.983	.003

Paired Samples Test

Pair 1	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่- ถังหมักแบบธรรมดา	-18.0860	3.27927	1.46653	-22.1577	-14.0143	-12.332	4	.000

วิเคราะห์ค่าอุณหภูมิ โดยใช้โปรแกรมspss

Paired Samples Statistics

Pair 1	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่	31.7200	5	2.67432	1.19599
ถังหมักแบบธรรมดา	39.1200	5	3.23605	1.44720

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	5	.944	.016

Paired Samples Test

Pair 1	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่- ถังหมักแบบธรรมดา	-7.4000	1.13137	.50596	-8.8048	-5.9952	-14.626	4	.000

วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้โปรแกรมspss

Paired Samples Statistics

Pair 1	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่	8.2880	5	.56830	.25415
ถังหมักแบบธรรมดา	8.0780	5	.46040	.20590

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	5	.944	.016

Paired Samples Test

Pair 1	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่- ถังหมักแบบธรรมดา	.2100	.24238	.10840	-.0910	.5110	1.937	4	.125

วิเคราะห์ค่าไนโตรเจน โดยใช้โปรแกรมspss

Paired Samples Statistics

Pair 1	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่	1.0140	5	.51578	.23066
ถังหมักแบบธรรมดา	.7940	5	.35133	.15712

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	5	.944	.016

Paired Samples Test

Pair 1	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่- ถังหมักแบบธรรมดา	.2200	.18014	.08056	-.0037	.4437	2.731	4	.052

วิเคราะห์ค่าคาร์บอน โดยใช้โปรแกรมspss

Paired Samples Statistics

Pair 1	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่	29.9320	5	2.28209	1.02058
ถังหมักแบบธรรมดา	31.0780	5	1.17387	.52497

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	5	.944	.016

Paired Samples Test

Pair 1	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่- ถังหมักแบบธรรมดา	-1.1460	1.13720	.50857	-2.5580	.2660	-2.253	4	.087

วิเคราะห์ค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน โดยใช้โปรแกรมspss

Paired Samples Statistics

Pair 1	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่	38.7160	5	24.90961	11.13991
ถังหมักแบบธรรมดา	48.3960	5	28.13126	12.58068

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	5	.995	.000

Paired Samples Test

Pair 1	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่- ถังหมักแบบธรรมดา	-9.6800	4.13072	1.84731	-14.8090	-4.5510	-5.240	4	.006

วิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัส โดยใช้โปรแกรมspss

Paired Samples Statistics

Pair 1	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่	.3520	5	.10826	.04841
ถังหมักแบบธรรมดา	.3300	5	.09487	.04243

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	5	.993	.001

Paired Samples Test

Pair 1	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่- ถังหมักแบบธรรมดา	.0220	.01789	.00800	-.0002	.0442	2.750	4	.051

วิเคราะห์ค่าความโพแทสเซียม โดยใช้โปรแกรมspss

Paired Samples Statistics

Pair 1	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่	2.5040	5	.54141	.24213
ถังหมักแบบธรรมดา	2.4960	5	.38553	.17241

Paired Samples Correlations

Pair 1	N	Correlation	Sig.
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่และถังหมักแบบธรรมดา	5	.923	.025

Paired Samples Test

Pair 1	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
ถังหมักท่อเจาะรูแนวนอนคู่- ถังหมักแบบธรรมดา	.0080	.23784	.10637	-.2873	.3033	.075	4	.944

ภาคผนวก ข.
วิธีวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์

วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

1. การวิเคราะห์ความชื้น

อุปกรณ์

1. Moisture can
2. ตู้อบ
3. เครื่องชั่ง

วิธีการ

1. นำ Moisture can ไปอบที่อุณหภูมิ 100 ^{0}C ประมาณ 2 ชั่วโมง โดยขณะอบให้ปิดฝา
2. นำ Moisture can ที่อบแล้ว ปิดฝา ใส่ Desiccator ทิ้งไว้ให้เย็น
3. ชั่งน้ำหนัก Moisture can บันทึกน้ำหนัก
4. ชั่งตัวอย่างจำนวน 2-3 กรัม ใส่ Moisture can
5. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 ^{0}C ประมาณ 24 ชั่วโมง
6. นำออกจากตู้อบทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนัก บันทึกผล

การคำนวณ

ร้อยละความชื้น = (น้ำหนักตัวอย่างดินก่อนอบ-น้ำหนักตัวอย่างดินหลังอบ)*100/น้ำหลังตัวอย่างดินก่อนอบ

วิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

1. การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. แท่งแก้วคน
3. pH meter

วิธีการ

ชั่งตัวอย่างดิน 20 g เติมน้ำกลั่นลงไป 50 ml คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ วัดค่า pH ด้วย pH Meter

2. การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

หลักการ

ไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ ส่วนที่อยู่ในสารอนินทรีย์ ได้แก่ แอมโมเนียไอออน (NH_4^+) ไนไตรต์ไอออน (NO_2^-) และไนเตรตไอออน (NO_3^-) มีปริมาณน้อยมาก การวิเคาระห์ไนโรเจนทั้งหมด (total N) ในดินโดยวิธีเจดาลโดยทั่วไปจึงมักไม่สนใจส่วนของไนไตรต์ และไนเตรต โดยจะย่อยดินโดยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่มีทองแดง(Cu) และซีลีเนียม (Se) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และมีโพเทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)

สารเคมี

1. สารละลาย $HgSO_4$: ละลาย HgO(red) 8 g ใน H_2SO_4 6N ปริมาตร 100 ml

2. Digestion Reagent : ละลาย K_2SO_4 134 g ในน้ำกลั่น 650 ml เติม conc. H_2SO_4 200 ml คนให้เข้ากัน และเติมสารละลาย $HgSO_4$ 25 ml ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20°C เพื่อป้องกันการตกผลึก

3. Absorbent Solution เลือกใช้ Indicating Boric Acid Solution เตรียมโดยละลาย Boric Acid 40 g ในน้ำร้อน 700 ml ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเทลงในขวดปรับปริมาตร 1,000 ml ที่มี Ethanol 100 ml และ Mixed Indicator 50 ml เมื่อผสมเข้ากันแล้วค่อยๆ เติม 0.1 N NaOH จนกระทั่งได้สีม่วง ซึ่งได้สีม่วง ซึ่งค่า pH ของสารละลายนี้จะอยู่ประมาณ 4.7-4.9 (ใช้สารละลาย 1 ml รวมกับน้ำกลั่น 1 ml สีม่วงแดงของสารละลาย จะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ถ้าสีไม่เปลี่ยนต้องเติม 0.1 N NaOH อีก) ปรับปริมาตรด้วนน้ำกลั่น

4. Mixed Indication : ละลาย methyl Red Indicator 200 g ใน Ethyl Alcohol 95% 100 ml ละลาย Methylene Blue 100 mg ใน Ethyl Alcohol 95% 50 ml แล้วผสมสารละลาย 2 ชนิดนี้เข้าด้วยกัน สารละลายนี้ควรเตรียมทุกๆ เดือน

5. Borate Buffer Solution : นำ NaOH 0.1 mole/L จำนวน 88 ml เติมลงใน $Na_2B_4O_7$

500 ml เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 ml (สารละลาย $Na_2B_4O_7$ เตรียมโดยนำ $Na_2B_4O_7$ 5 g ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรจนได้ 1 L)

6. สารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 0.01 mole/L

7. NaOH 6 mole/ L : ละลาย NaOH 240 g ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 L

วิธีวิเคราะห์

1. Digestion

ชั่งตัวอย่างดิน 0.5-1.0 g ลงใน Micro Kjeldahl Flask เติม Digestion Reagent 50 ml ลงในหลอด Kjeldahl นำเข้าเครื่องย่อย ตั้งอุณหภูมิ 200 ^{0}C เป็นเวลาประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นปรับอุณหภูมิเป็น 345-371 ^{0}C ย่อยจนกระทั่งได้สารละลายใส ปิดเครื่องและปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

2. Distilltion

เติมสารละลาย NaOH ประมาณ 50 ml ทำการกลั่นโดยให้ส่วนที่กลั่นออกมาผ่านหลอดแก้วที่จุ่มอยู่ในสารละลาย Absorbent Solution 25 ml นำมาหาแอมโมเนีย โดยวิธีไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 0.01 mole/L

การคำนวณ

% ไนโตรเจน = (A-B)* C*0.014*100 / น้ำหนักดิน

A= ml ของกรดHCl ที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง

B= ml ของกรดHCl ที่ใช้ไทเทรตกับ Blank

C= ความเข้มข้นของกรด HCl

3. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

หลักการ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยตรง คือ ออร์โธฟอสเฟตไอออน ซึ่งพบในดินน้อยมาก ในการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยตรงจึงต้องสกัดฟอสฟอรัสในส่วนที่ละลายออกมาให้พืชใช้ได้หลังจากที่ออร์โธฟอสเฟตไอออนในสารละลายดินถูกพืชดูดไปใช้ แต่โดยความเป็นจริงแล้วเป็นการยากที่จะทราบปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายออกมาให้พืชนำไปใช้ได้ ดังนั้นปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่กล่าวถึงโดยทั่วไปจึงเป็นเพียงปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ โดยใช้น้ำยาสกัดชนิดใดชนิดหนึ่งที่มีสหสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชดูดไปใช้

น้ำยาสกัดที่ใช้มีทั้งที่เป็นกรดอ่อน กรดแก่ หรือเบส รวมทั้งสารที่สามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะน้ำยาสกัดแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับดินที่แตกต่างกัน

วิธีการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสมักจะนิยมใช้วิธีการสกัดดิน ด้วยน้ำยาต่างๆที่เป็นกรดหรือด่างก็ได้ โดยทั่วไปนิยมใช้ Bray ll ซึ่งความเป็นกรดของน้ำยาทำให้ฟอสเฟตละลายออกมา ก็สามารถวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้

ฟอสเฟตที่สกัดได้จะนำมาทำให้เกิดสี โดยให้ทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียมโมลิบเดต ในสภาพที่เป็นกรด ได้เป็นแอมโมเนียมฟอสโฟโมลิบเดต และถูกรีดิวส์ด้วยกรดแอสคอร์บิกโดยมีพลวง (Antimony) ช่วยทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นคงตัวอยู่ได้นานถึง 24 ชั่วโมง นอกจากนั้นควรมีการเติมกรดบอริก เพื่อลดการรบกวนการเกิดสีในกรณีที่มีฟลูออไรด์อยู่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากปล่อยให้เกิดสีจนสมบูรณ์จึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง
2. เครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์
3. ปิเปตปรับปริมาตร ขนาด 1และ5มิลลิลิตร
4. กระดาษกรองวัตแมน
5. ขวดปรับปริมาตร

สารเคมี

1. น้ำยาสกัดเบรย์ทู : ละลายแอมโมเนียมฟลูออไรด์ (NH_4F) 1.1112 กรัม ในน้ำที่ปราศจากไอออน ประมาณ 500 มิลลิลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริก มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น มิลลิลิตร

2. น้ำยาทำให้เกิดสี :

2.1 สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต 3% น้ำหนักโดยปริมาตร : ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต 15 กรัม ในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร เติมกรดกำมะถันลงไป 140 มิลลิลิตร ปล่อยให้เย็นและปรับปริมาณเป็น 500 มิลลิลิตร

2.2 สารละลายแอนติโมนีโพแทสเซียมทาร์เทรต 0.1% w/V : ละลายแอนติโมนีโพแทสเซียมทาร์เทรต 0.50 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

2.3 สารละลายกรดบอริก 5% w/v : ละลายกรดบอริก 25 กรัม ในน้ำร้อน 450 มิลลิลิตรปล่อยให้เย็นแล้วปรับปริมาณเป็น 500 มิลลิลิตร

เวลาใช้ให้ผสมสารละลายในข้อ 2.1,2.2,2.3 และน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:1:3:10 โดย

ปริมาตร

3. สารละลาบกรดแอสคอร์บิก 0.5% w/v ละลายกรดแอสคอร์บิก 0.5 กรัม ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้ไม่ควรเก็บไว้เกินสองวัน

4. สารละลายมาตรฐานของฟอสฟอรัส

4.1 สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 1,00 มิลลิกรัมต่อลิตร : ชั่งโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสอย่างน้อย 3 ชั่วโมง มา 4.3937 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น ลิตร

4.2 สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 100 มิลลิลิตรกรัมต่อลิตร : ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 1,000 มิลลิลิตรกรัมต่อลิตรมา 10 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

4.3 สารละลายมารฐานฟอสฟอรัส 0,1,2,3,4, และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร : ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มา 0,1,2,3,4 และ 5 มิลิลิตร และปรับปริมาตรโดยใช้น้ำยาเบรย์ทูเป็น 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

ปฏิบัติการ

1. การสกัดฟอสฟอรัสจากดิน

1.1 ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่

1.2 เติมน้ำยาเบรย์ทู 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยมือ 1 นาที

1.3 กรองผ่านกระดาษกรอง เก็บสารที่กรองได้ ไว้วิเคราะห์ฟอสฟอรัส

2. การทำให้เกิดสี

2.1 ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสเข้มข้น 0,1,2,3,4 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารสกัดจากดินในข้อ 1มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

2.2 เติมน้ำยาทำให้เกิดสี และสารละลายกรดแอสคอร์บิกลงไปอย่างละ 1 มิลลิลิตร ซึ่งจะมีสีน้ำเงินเกิดขึ้น จากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไป 2 มิลลิลิตร เขย่าและปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาจนสมบูรณ์โดยใช้เวลาประมาณ 30 นาที

3. การวัดความเข้มสี

3.1 เปิดอุ่นเครื่องวิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ประมาณ 15 นาที

3.2 ปรับให้เครื่องอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 820 นาโนเมตร

3.3 วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสตามลำดับความเข้มข้น

แล้วจึงวัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

คำนวณ

Avai.P (ppm) =ปริมาณน้ำยาBray no.II ที่ใช้สกัด (มล.) x ปริมาณขวดที่ใช้เจือจาง(มล.) x ปริมาณ P ที่อ่านจากกราฟ(ppm)/น้ำหนักดินที่ใช้สกัด(กรัม) x ปริมาตรสิ่งสกัดที่นำมาเจือจาง

4. การวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุในดิน

หลักการ

อินทย์รีวัตถุในดิน (Organic matter) เป็นอินทรีย์สาร (Organic mattaial) ทุกชนิดในดินที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต รวมทั้งที่ปลดปล่อยออกมาจากสิ่งมีชีวิต โดยทั่วไปในอินทรีย์วัตถุมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบประมาณ 58 % การวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนวัตถุโดยวิธีวอล์คเลย์-แบลค ได้อาศัยหลักการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน(Organic Cabon)ก่อนแล้วจึงเปลี่ยนเป็นอินทรีย์วัตถุ วิธีนี้ใช้โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium Dicromate)ไปออกซิไดซ์ (Oxidize) คาร์บอนในสารอินทรีย์ที่กำลังเน่าเปื่อยรวมทั้งในเซลล์ของจุลินทรีย์ดิน ตลอดจนในอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวจนเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์เชิงซ้อนที่มีความคงทนที่เรียกว่า ฮิวมัส (Humus) ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นนี้อาศัยความร้อนจากกรดซัลฟิวริกเข้มข้น จากนั้นจึงหาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมตที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับคาร์บอนโดยนำมาไทรเทรตกับเฟอรัสแอมโมเนียซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulfate) จึงทำให้ทราบปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมตที่ใช้ในการออกซิไดคาร์บอน และคำนวรหาปริมาณอินทรียคาร์บอนและอินทรีย์วัตถุได้

อุปกรณ์

1.เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.001 กรัม

2.ขวดรูปชมพู่ขนาด (Erlenmeyer flask) 250 มิลลิลิตร

3.บิวเรต (Buret) ขนาด50 มิลลิเมตร

4.โวลลุมเมทริกปิเปต(Volumetric pipet) ขนาด 10 มิลลิลิตร

5.กระบอกตวง (Measuming cylinder) ขนาด 10 และ 50 มิลลิลิตร

สารเคมี

1.โพแทสเซียมไดโครเมต 0.167 โมลาร์(1 นอร์มอล): ละลายโพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate: $K_2Cr_2O_7$) (ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง) 49.04 กรัม ในน้ำที่ปราศจากไอออน และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.เฟอรัสแอมโมเนียซัลเฟตเฮกซาไฮเดรต (Ferrous ammonium sulfate haxahydrate: $Fe(NH_4)_2(SO_4 6H_2O)$ 196.07 กรัม ในน้ำร้อนที่ปราศจากไอออนประมาณ 400 มิลลิลิตร วางให้เย็นเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไป 15 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

3.กรดซัลฟิวริก (Sulphuric acid) เข้มข้นอย่างน้อย96% (96-98%w/w H_2SO_4)

4. เฟอโรอินอินดิเคเตอร์ (Ferroin indicator) ละลายฟีนัททาลีนโมโนไฮเดรต (1, 10 O-Phenantroline monchydate) 1.485 กรัมในน้ำที่ปราศจากไอออน และเติม FAS 1โมลาร์ 8 มิลลิลิตร ก่อนปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 100มิลิลิตร

ปฏิบัติการ

1.ชั่งดิน 1.00กรัม(หากเป็นดินอินทรีย์ควรใช้ 0.10กรัม) ใส่ขวดรูปชมพูขนาด 250 มิลลิลิตร

2. ปิเปตโพเทสซียมไดโครเมต 10 มิลลิลิตร เติมลงในขวดและแกว่งให้ผสมเข้ากับดิน ในขั้นนี้ให้ทำแบลงค์ (blank) โดยเติมโพแทสซียมไดโครเมต 10 มิลลิลิตร ลงในขวดที่ไม่มีดินด้วย

3. นำไปเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร ภายใต้ตู้ดูดควันโดยค่อยๆ เทกรดลงด้านข้างขวด และทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที

4. เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 50 มิลลิลิตร แล้วหยดเฟอโรอินอินดิเคเตอร์ลงไป3-4 หยด แกว่งให้เข้ากัน

5. นำไปไทรเทรตด้วย FAS (ควรไทเทรตแบลงค์ก่อน) จนกระทั่งถึงจุดยุติ โดยสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีน้ำตาล บันทึกปริมาตร FAS ที่ใช้

การคำนวณ

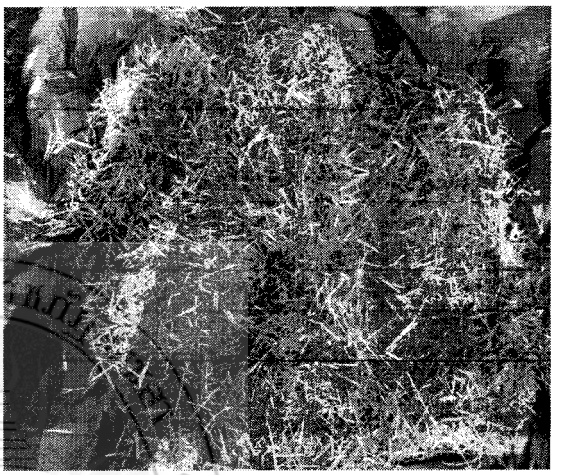
$$\text{oc (\%)} = [(\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times \text{N } K_2Cr_2O_7) - (\text{ml } FeSO_4 \times \text{N } FeSO_4)] \frac{0.003 \times 100}{\text{wwt. of soil (g)}} \times \frac{100}{77}$$

ภาคผนวก ค
ภาพประกอบ

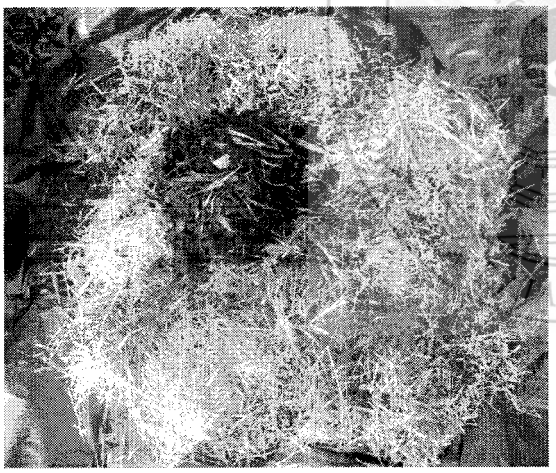
ภาพประกอบการวิจัย

ขั้นตอนการทำปุ๋ยหมัก

ตัดหญ้าเป็นชิ้นเล็กๆ



หญ้าที่ตัดเรียบร้อยแล้ว



นำมูลวัวผสมกับหญ้า

การเตรียมเชื้อ พด.1

อุปกรณ์การทำน้ำน้ำชื้อ พด.1

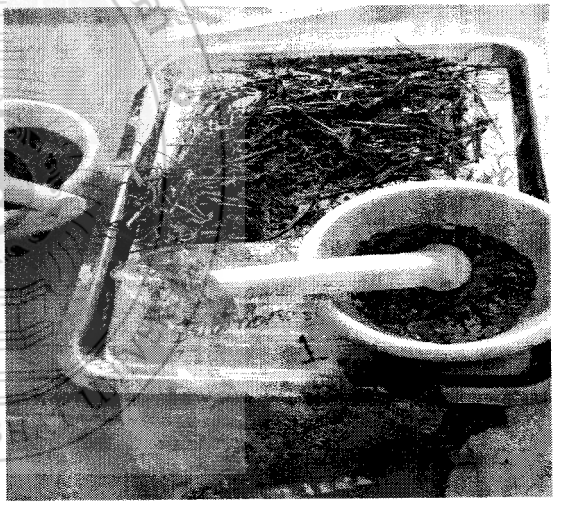
ขั้นตอนการทำปุ๋ยหมัก

ใส่เชื้อ พด.1

คลุกเคล้าวัสดุหมักให้เท่ากัน

คลุกเคล้าวัสดุหมักเสร็จแล้วนำมาใส่ในถังหมักทั้งสองชุด โดยใช้ปริมาณเท่ากัน

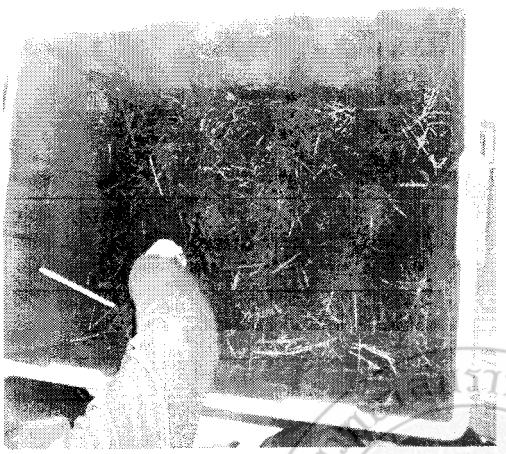
การเก็บตัวอย่างไปทดสอบประสิทธิภาพ



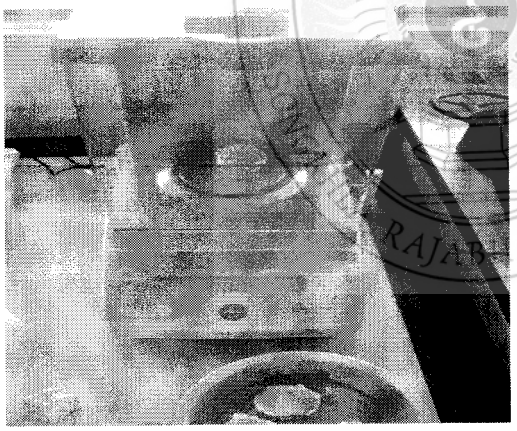
การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยหมัก

การตรวจวัดลักษณะทางกายภาพ

อุณหภูมิ ใช้ Thermometer

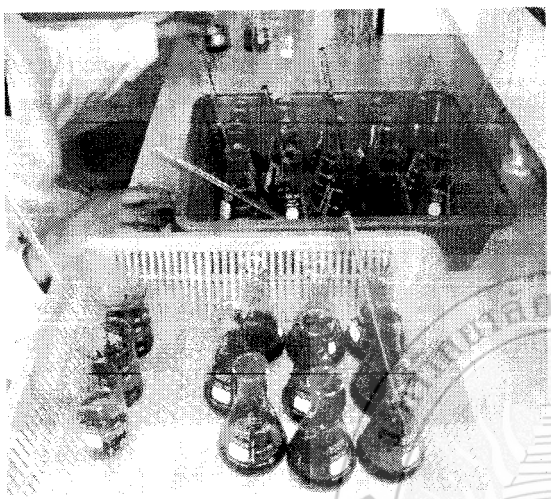


ความชื้น ใช้ตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

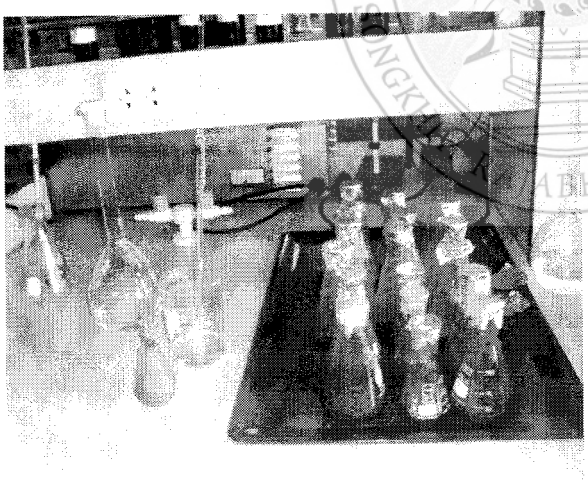


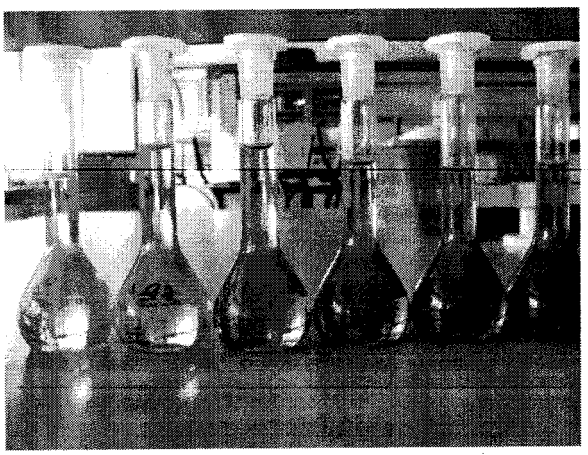
การตรวจวัดลักษณะทางเคมี

ความเป็นกรด-ด่าง ใช้ pH meter

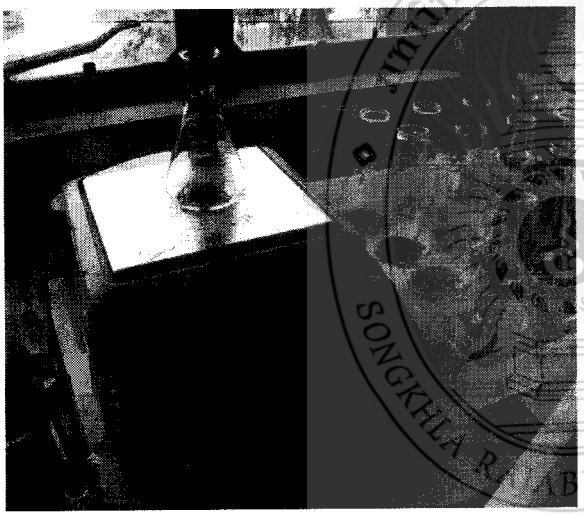


ฟอสฟอรัส ใช้เครื่อง Spectrophotometer





อินทรีย์คาร์บอน ใช้วิธี Walkley & Black method



ไนโตรเจน ใช้วิธี Modifications of the kjeldahl method