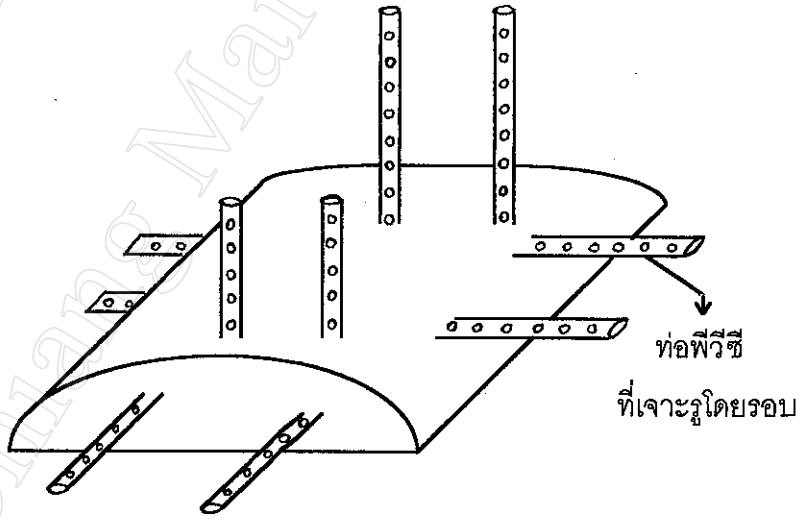
# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการทดลอง

## 3.1 รูปแบบการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการหมักปุ๋ยด้วยวิธีกองแบบมีการระบายอากาศซึ่งเป็นวิธีที่นำวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักมากองไว้บนพื้นซีเมนต์ภายใต้หลังคากันแดดและฝน รวมทั้งมีการเสียบท่อพีวีซีที่เจาะรูโดยรอบทั้งในแนวนอนและแนวตั้งเพื่อให้เป็นการระบายอากาศตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังได้มีการกำหนดค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นในการหมักและได้ควบคุมค่าความชื้นตลอดระยะเวลาในการหมักเพื่อให้มีความเหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียชนิดที่ใช้ก๊าซออกซิเจน ซึ่งกองปุ๋ยหมักที่ใช้วิธีกองแบบมีการระบายอากาศที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4




รูปที่ 4 รูปร่างของกองปุ๋ยหมักที่ใช้วิธีกองแบบมีการระบายอากาศ

## 3.2 การดำเนินการทดลอง

เนื่องจากช่วงเวลาของการเกิดของเสียที่นำมาหมักแตกต่างกันตามฤดูกาลกล่าวคือเศษหญ้ามีมากในฤดูฝนและเศษใบไม้แห้งมีมากในฤดูแล้ง ส่วนกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียมีอยู่ตลอดทั้งปี ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 Run เพื่อให้เกิดความเหมาะสมดังนี้

3.2.1 การทดลองใน Run ที่ 1

3.2.1.1 วัสดุอุปกรณ์และวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง Run ที่ 1

ก) เศษหญ้า

เศษหญ้าที่ถูกนำมาเป็นวัตถุดิบในการหมักในการทดลองครั้งนี้เป็นเศษหญ้าที่ถูกตัดมาจากบริเวณสนามหลังภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งเมื่อได้สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีและกายภาพของเศษหญ้าที่นำมาใช้ในการหมักพบว่ามีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเป็น 57.0 และค่าความชื้นร้อยละ 10.5 นอกจากนี้ก่อนการหมักยังได้มีการลดขนาดของเศษหญ้าด้วยเครื่องตัดให้มีขนาดประมาณ 5 ซม. เพื่อให้เกิดการย่อยสลายที่ง่ายขึ้นและเป็นการเพิ่มที่ผิวสัมผัสอากาศอีกด้วย รายละเอียดของข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างลักษณะทางเคมีและกายภาพของเศษหญ้าที่ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักครั้งนี้ได้แสดงในตาราง ก.1

ข) กากตะกอนน้ำเสีย

กากตะกอนน้ำเสียที่ถูกนำมาเป็นวัตถุดิบในการหมักในการทดลองครั้งนี้เป็นกากตะกอนที่ได้จากเครื่องรีดกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กากตะกอนดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้ได้เลยเพราะว่ามีลักษณะเป็นสารเนื้อเดียวและง่ายต่อการนำมาผสมกับเศษหญ้า และเมื่อสุ่มตัวอย่างกากตะกอนจากกากตะกอนทั้งหมดที่ใช้ในการหมักในครั้งนี้มาวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีและกายภาพพบว่ามีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเป็น 13.0 และค่าความชื้นร้อยละ 83.5 รายละเอียดของข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างลักษณะทางเคมีและกายภาพของกากตะกอนน้ำเสียที่ถูกนำมาเป็นวัตถุดิบได้แสดงในตาราง ก.1

ค) สารเร่งพด.-1

สารเร่งพด.-1 เป็นสารเร่งที่ถูกนำมาใช้ในการหมักปุ๋ยซึ่งผลิตโดยกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ รายละเอียดของสารเร่งพด.-1 ดูในภาคผนวก ข สัดส่วนในการเติมสารเร่งพด.-1 คือ ปริมาตรของของผสม 1 กอง (ไม่เกิน 10 ลบ.ม.) ต่อ สารเร่งพด.-1 150 ก. (1 ถุง ขนาดมาตรฐาน) (เอกสารคำแนะนำการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ สารเร่งพด.-1 และวิธีการต่อเชื้อ, 2538)

ง) ท่อพีวีซี

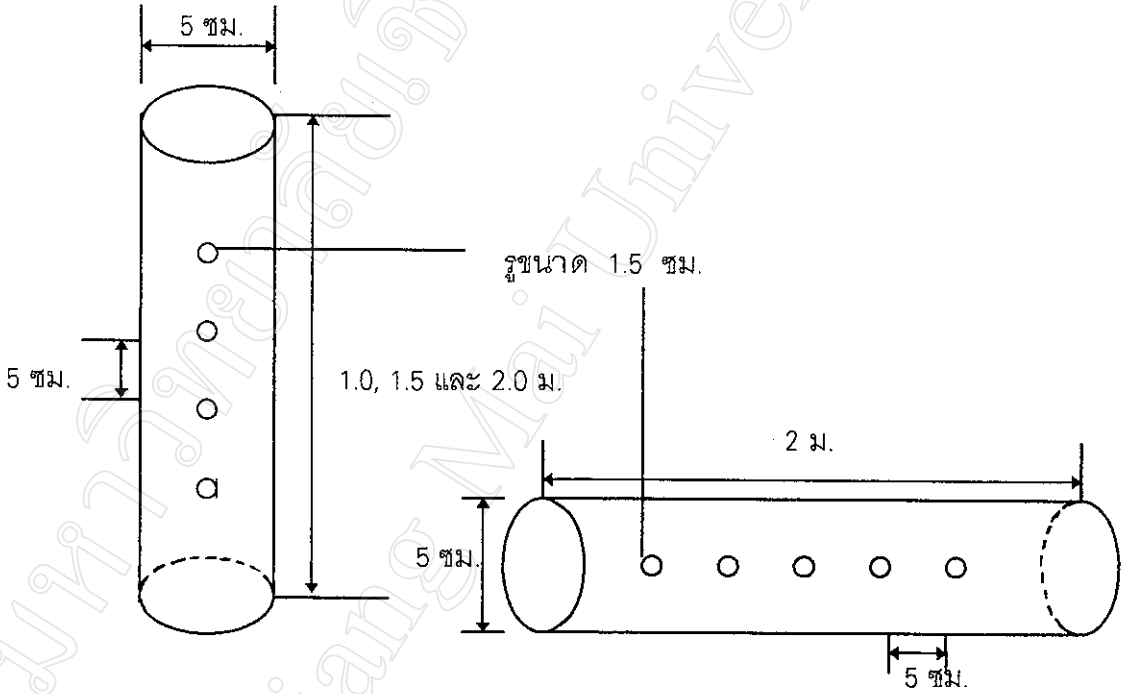
ท่อพีวีซีที่นำมาใช้เป็นท่อพีวีซีที่ถูกเจาะรูโดยรอบตลอดความยาวเพื่อให้อากาศไหลผ่านเข้าไปในกองปุ๋ยหมักได้ การศึกษาในครั้งนี้ใช้ท่อพีวีซีจำนวน 8 ท่อน ต่อ 1 กอง ซึ่งรูปที่ 5 แสดงรายละเอียดของท่อพีวีซีที่ถูกใช้เสียบเข้าไปในกองปุ๋ยหมักได้แก่ ก) ท่อพีวีซีที่ถูกเสียบในแนวตั้ง และ ข) ท่อพีวีซีที่ถูกเสียบแนวนอน ส่วนรายละเอียดของท่อพีวีซีมีดังต่อไปนี้

- เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อมีขนาด 5 ซม.

- ท่อพีวีซี 4 ท่อนที่ถูกเสียบกองปุ๋ยในแนวนอนของทุกกองยาวท่อนละ 2 ม.

- ท่อพีวีซี 4 ท่อนที่ถูกเสียบกองปุ๋ยในแนวตั้งสำหรับกองปุ๋ยที่มีขนาดความสูง 0.5 1.0 และ 1.5 ม. ยาวท่อนละ 1.0 1.5 และ 2.0 ม. ตามลำดับ

- ท่อพีวีซีถูกเจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ซม. โดยเว้นให้ห่างกันทุกๆ 5 ซม. ตลอดความยาวของท่อพีวีซี




ก) ท่อพีวีซีที่ถูกเสียบในแนวตั้ง ข) ท่อพีวีซีที่ถูกเสียบในแนวนอน

รูปที่ 5 รายละเอียดของท่อพีวีซีที่ถูกใช้เสียบเข้าไปในกองปุ๋ยหมักในแนวตั้งและแนวนอน

3.2.1.2 วิธีการทดลองของการทดลองใน Run ที่ 1

เพื่อศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมัก และ ผลของการพลิกกลับและไม่พลิกกลับกองปุ๋ยหมักต่อกระบวนการหมัก การทดลองใน Run ที่ 1 จึงประกอบไปด้วยกองปุ๋ยหมักจำนวน 4 กองที่มีความแตกต่างกันซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของการศึกษาได้ดังตารางที่ 4 โดยได้ทำการผสมเศษหญ้ากับกากตะกอนน้ำเสียในสัดส่วน 1.0 ต่อ 3.8 กก.นน.เปียก ซึ่งเป็นสัดส่วนที่คำนวณมาจากการทำสมดุลมวลสารระหว่างเศษหญ้าและกากตะกอนน้ำเสียเพื่อ

ให้ได้ของผสมมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นอยู่ในช่วง 25-30 และมีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 60-70 การคำนวณหาสัดส่วนของวัตถุดิบระหว่างเศษหญ้าและกากตะกอนน้ำเสีย และค่าความชื้นของของผสมได้แสดงในภาคผนวก ค นอกจากนี้ยังได้เติมสารเร่งพด.-1 ในปริมาณ 150 ก. (1 ถุง มาตรฐาน) สำหรับทุกๆกอง เมื่อผสมวัตถุดิบตามสัดส่วนดังกล่าวและคลุกเคล้าให้เข้ากันดีแล้วก็นำของผสมที่ได้ไปกองให้เป็นกองปุ๋ยหมักที่มีความสูง 0.5 ม. จำนวน 1 กอง (กองที่ 1-1), 1.0 ม. จำนวน 2 กอง (กองที่ 1-2 และ 1-3) และ 1.5 ม. จำนวน 1 กอง (กองที่ 1-4) โดยที่ขนาดความกว้างและความยาวของฐานกองปุ๋ยแต่ละกองได้ถูกควบคุมให้มีค่าเท่ากันประมาณ 1.5 ม. ตลอดกระบวนการหมักด้วยการนำไม้ไผ่มาทำเป็นกรอบในส่วนฐานของกองปุ๋ย นอกจากนี้ยังได้ทำการเสียบท่อพีวีซีตามรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วทั้งในแนวนอนและแนวตั้งเพื่อให้เกิดการเติมและระบายอากาศตามธรรมชาติอีกด้วย เมื่อระยะเวลาในการหมักผ่านไปทุกๆ 14 วัน ได้ทำการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักกองที่ 1-1, 1-2 และ 1-4 โดยใช้แรงงานคน ส่วนกองที่ 1-3 ไม่ได้ทำการพลิกกลับ และความชื้นของวัสดุทุกกองได้ถูกควบคุมไว้ที่ช่วงค่าร้อยละ 60-70 โดยการ

ตารางที่ 4 รายละเอียดของการศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมักต่อกระบวนการหมักปุ๋ย ผลของการพลิกกลับและไม่พลิกกลับกองปุ๋ยหมักต่อกระบวนการหมักปุ๋ย และเหตุผลในการศึกษาของการทดลองใน Run ที่ 1

| กองที่ | ความสูงของกองปุ๋ยหมัก (ม.) | การพลิกกลับกองปุ๋ยหมักหรือไม่พลิกกลับกองปุ๋ยหมัก | เหตุผลในการศึกษา |
|---|---|---|---|
| 1-1 | 0.5 | พลิกกลับทุกๆ 14 วัน | เพื่อศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมักเทียบกับกองที่ 1-2 และ 1-4 |
| 1-2 | 1.0 | พลิกกลับทุกๆ 14 วัน | เพื่อศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมักเทียบกับกองที่ 1-1 และ 1-4 และเพื่อศึกษาผลการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักเทียบกับกองที่ 1-3 |
| 1-3 | 1.0 | ไม่พลิกกลับ | เพื่อศึกษาผลการไม่พลิกกลับกองปุ๋ยหมักเทียบกับกองที่ 1-2 |
| 1-4 | 1.5 | พลิกกลับทุกๆ 14 วัน | เพื่อศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมักเทียบกับกองที่ 1-1 และ 1-2 |

รดน้ำให้ชุ่มตลอดทั้งกองปุ๋ยหมักด้วยบัวรดน้ำ แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปเพียง 1 วัน ภายหลังจากการรดน้ำด้วยบัวรดน้ำความชื้นที่บริเวณผิวด้านนอกของกองปุ๋ยหมักได้ลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่ความชื้นภายในกองปุ๋ยหมักยังคงมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 60-70 ดังนั้นเพื่อเป็นการควบคุมความชื้นของวัสดุที่บริเวณผิวด้านนอกให้มีค่าเท่ากับความชื้นของวัสดุที่อยู่ภายในกองปุ๋ยหมักจึงได้ทำการสเปรย์น้ำให้ชุ่มทั่วบริเวณผิวด้านนอกของกองปุ๋ยหมักด้วยกระบอกฉีดสเปรย์น้ำซึ่งกรรมวิธีการควบคุมความชื้นดังกล่าวนี้ได้ถูกใช้ตลอดระยะเวลาในการหมัก 120 วัน

3.2.2 การทดลองใน Run ที่ 2

3.2.2.1 วัสดุอุปกรณ์และวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง Run ที่ 2

ก) ใบไม้แห้ง

ใบไม้แห้งที่ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักในครั้งนี้เป็นใบไม้แห้งที่ผลัดใบแล้วร่วงหล่นอยู่ภายในมหาวิทยาลัย เมื่อสุ่มตัวอย่างใบไม้แห้งจากใบไม้แห้งทั้งหมดที่ถูกรวบรวมมาเพื่อใช้ในการหมักมาวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีและกายภาพพบว่ามีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเป็น 33.0 และค่าความชื้นร้อยละ 10.0 นอกจากนี้ยังได้มีการลดขนาดของใบไม้แห้งด้วยเครื่องตัดให้มีขนาดประมาณ 5 ซม. เช่นเดียวกับการลดขนาดของเศษหญ้า รายละเอียดของข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างลักษณะทางเคมีและกายภาพของใบไม้แห้งที่ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักในครั้งนี้ได้แสดงในตาราง ก.1

ข) กากตะกอนน้ำเสีย

รายละเอียดของกากตะกอนน้ำเสียเหมือนกับการทดลองใน Run ที่ 1

ค) ปุ๋ยต่อเชื้อ

ปุ๋ยต่อเชื้อที่ถูกนำมาใช้คือปุ๋ยหมักที่ได้จากการทดลองใน Run ที่ 1 ซึ่งสัดส่วนในการเติมปุ๋ยต่อเชื้อคือปริมาตรของของผสม 10 ลบ.ม. ต่อ ปุ๋ยที่เป็นเชื้อ 200 กก. (เอกสารคำแนะนำการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งพด.-1 และวิธีการต่อเชื้อ, 2538)

ง) ท่อพีวีซี

รายละเอียดของท่อพีวีซีเหมือนกับการทดลองใน Run ที่ 1

3.2.2.2 วิธีการทดลองของการทดลองใน Run ที่ 2

การทดลองใน Run ที่ 2 ถูกทำภายหลังจากที่การทดลองใน Run ที่ 1 เสร็จสิ้นแล้วซึ่งประกอบไปด้วยกองปุ๋ยหมักที่แตกต่างกันเช่นเดียวกับการทดลองใน Run ที่ 1 จำนวน 4 กอง แต่วัตถุดิบที่ใช้ในการหมักคือใบไม้แห้งผสมกับกากตะกอนน้ำเสียในสัดส่วน 1.0 ต่อ 1.5 กก.นน.เปียก ซึ่งเป็นสัดส่วนที่คำนวณมาจากการทำสมดุลมวลสารระหว่างใบไม้แห้ง

และกากตะกอนน้ำเสียเพื่อให้ของผสมมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นอยู่ในช่วง 25-30 (การคำนวณมีลักษณะเช่นเดียวกับการคำนวณในภาคผนวก ค) แต่ภายหลังการผสมวัตถุดิบในสัดส่วนดังกล่าวพบว่ามีค่าความชื้นร้อยละ 52-55 ดังนั้นจึงต้องปรับค่าความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจนโดยการรดน้ำในสัดส่วนน้ำ 0.3 ลิตร ต่อ ของผสม 1 กก.นน.เปียก เพื่อให้ของผสมมีค่าความชื้นเริ่มต้นในช่วงร้อยละ 60-70 นอกจากนี้ยังได้มีการเติมปุ๋ยต่อเชื้อซึ่งเป็นปุ๋ยหมักที่ได้จากการทดลองใน Run ที่ 1 ซึ่งสัดส่วนของปุ๋ยต่อเชื้อที่ถูกเติมลงไปขึ้นอยู่กับปริมาตรเริ่มต้นของกองปุ๋ยหมัก โดยที่ขนาดความกว้างและความยาวของกองปุ๋ยหมัก การใช้ท่อพีวีซี และการควบคุมความชื้นของกองปุ๋ยหมักตลอดกระบวนการหมักมีสภาวะเช่นเดียวกับการทดลองใน Run ที่ 1 ส่วนการศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมักต่อกระบวนการหมักปุ๋ย, ผลของการพลิกกลับและไม่พลิกกลับกองปุ๋ยหมักต่อกระบวนการหมักปุ๋ย และเหตุผลในการศึกษามีรายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รายละเอียดในการศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมักต่อกระบวนการหมักปุ๋ย ผลของการพลิกกลับและไม่พลิกกลับกองปุ๋ยหมักต่อกระบวนการหมักปุ๋ย และเหตุผลในการศึกษาของการทดลองใน Run ที่ 2

| กองที่ | ความสูงของกองปุ๋ยหมัก (ม.) | การพลิกกลับหรือไม่พลิกกลับกองปุ๋ยหมัก | เหตุผลในการศึกษา |
|---|---|---|---|
| 2-1 | 0.5 | พลิกกลับทุกๆ 14 วัน | เพื่อศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมักเทียบกับกองที่ 2-2 และ 2-4 |
| 2-2 | 1.0 | พลิกกลับทุกๆ 14 วัน | เพื่อศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมักเทียบกับกองที่ 2-1 และ 2-4 และเพื่อศึกษาผลการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักเทียบกับกองที่ 2-3 |
| 2-3 | 1.0 | ไม่พลิกกลับ | เพื่อศึกษาผลการไม่พลิกกลับกองปุ๋ยหมักเทียบกับกองที่ 2-2 |
| 2-4 | 1.5 | พลิกกลับทุกๆ 14 วัน | เพื่อศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมักเทียบกับกองที่ 2-1 และ 2-2 |

## 3.3 รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างและพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างและพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีและกายภาพในระหว่างการหมักปุ๋ยจากเศษหญ้า เศษใบไม้แห้ง และกากตะกอนน้ำเสียด้วยวิธีกองแบบมีการระบายอากาศ, เพื่อศึกษาผลของความสูงของกองปุ๋ยหมักต่อกระบวนการหมัก, เพื่อศึกษาผลการพลิกกลับและการไม่พลิกกลับกองปุ๋ยหมักต่อกระบวนการหมัก และเพื่อศึกษาลักษณะสมบัติของปุ๋ยหมักที่เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก ของการทดลองใน Run ที่ 1 และ Run ที่ 2 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างและพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

| พารามิเตอร์ | ตำแหน่งและจำนวนส่วนที่ทำการเก็บตัวอย่างหรือทำการวัดค่า | จำนวนตัวอย่างต่อครั้งที่วิเคราะห์ | ความถี่ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง | วัตถุประสงค์ของการเก็บวิเคราะห์ตัวอย่าง |
|---|---|---|---|---|
| 1. คาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ (C) | - กระจายสุ่มตัวอย่าง 3 ส่วน จากตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ของกองปุ๋ยหมัก ตามลำดับ แล้วเอามาผสมกัน | 2 | - 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ตลอดกระบวนการหมัก | - เพื่อตรวจดูสารอาหารและการได้ที่ของปุ๋ยหมัก |
| 2. ไนโตรเจนทั้งหมด (N) | " | 2 | " | " |
| 3. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) | - คำนวณจากค่า C และ N ที่วิเคราะห์ได้ | 2 | " | " |
| 4. ฟอสฟอรัส | - กระจายสุ่มตัวอย่าง 3 ส่วน จากตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ของกองปุ๋ยหมัก ตามลำดับ แล้วเอามาผสมกัน | 2 | - 1 ครั้งเมื่อเริ่มต้น และ 1 ครั้งเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก | - เพื่อตรวจดูสารอาหารของปุ๋ยหมัก |
| 5. โปแตสเซียม | " | 2 | " | " |

ตารางที่ 6 รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างและพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ (ต่อ)

| พารามิเตอร์ | ตำแหน่งและจำนวนส่วนที่ทำการเก็บตัวอย่างหรือทำการวัดค่า | จำนวนตัวอย่างต่อครั้งที่วิเคราะห์ | ความถี่ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง | วัตถุประสงค์ของการเก็บวิเคราะห์ตัวอย่าง |
|---|---|---|---|---|
| 6. เชื้อโรค | - กระจายสุ่มตัวอย่าง 3 ส่วน จากตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ของกองปุ๋ยหมัก ตามลำดับ แล้วเอามาผสมกัน | 2 | - 1 ครั้งเมื่อเริ่มต้นและ 1 ครั้งเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก | - เพื่อตรวจดูเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ |
| 7. โลหะหนัก * | ” | 2 | ” | - เพื่อตรวจดูปริมาณโลหะหนักว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ |
| 8. การลดลงของมวลขยะ | - ชั่งน้ำหนักเปียกของปุ๋ยทั้งกอง | - | ” | - เพื่อตรวจดูว่ามวลของวัสดุมีค่าลดลงเท่าไร |
| 9. ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย | - กระจายสุ่มตัวอย่าง 3 ส่วน จากตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ของกองปุ๋ยหมัก ตามลำดับ แล้วเอามาผสมกัน | 2 | - 1 ครั้ง เมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดเดือนที่ 1 ของการหมัก หลังจากนั้น 1 ครั้งต่อสัปดาห์ จนสิ้นสุดกระบวนการหมัก | - เพื่อตรวจดูการได้ที่ของปุ๋ยหมัก โดยที่ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียต้องมีค่าลดลงและคงที่ในที่สุด |
| 10. ไนโตรเจนในรูปออกซิ - ไดส์ไนโตรเจน | ” | 2 | ” | - เพื่อตรวจดูการได้ที่ของปุ๋ยหมัก โดยที่ไนโตรเจนในรูปออกซิไดส์ไนโตรเจนต้องมีค่าเพิ่มขึ้นและคงที่ในที่สุด |
| 11. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวก | ” | 2 | ” | - เพื่อตรวจดูคุณสมบัติซึ่งแสดงถึงความสามารถในการที่พืชจะดูดซึมสารอาหารจากดิน |
| 12. เถ้า (Ash) (dry wt. basis) | ” | 2 | - 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ตลอดกระบวนการหมัก | - เพื่อตรวจดูถึงความสามารถในการถูกย่อยสลายของสารอินทรีย์ |

ตารางที่ 6 รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างและพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ (ต่อ)

| พารามิเตอร์ | ตำแหน่งและจำนวนส่วนที่ทำการเก็บตัวอย่าง หรือ ทำการวัดค่า | จำนวนตัวอย่างต่อครั้งที่วิเคราะห์ | ความถี่ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง | วัตถุประสงค์ของการเก็บวิเคราะห์ตัวอย่าง |
|---|---|---|---|---|
| 13. ของแข็งที่ระเหยได้ (Volatile Solids) (dry wt. basis) | - คำนวณได้จากผลต่างของร้อยละ 100 กับร้อยละของเถ้า (dry wt.basis) | 2 | - 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ตลอดกระบวนการหมัก | - เพื่อตรวจดูถึงความสามารถในการถูกย่อยสลายของสารอินทรีย์ |
| 14. พีเอช | - กระจายสุ่มตัวอย่าง 3 ส่วน จากตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ของกองปุ๋ยหมัก ตามลำดับ แล้วเอามาผสมกัน | 2 | " | - เพื่อตรวจดูความเป็นกรด-ด่างว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ |
| 15. ความชื้น | " | 2 | " | - เพื่อควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการหมัก |
| 16. อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก | - สุ่มวัดส่วนบน กลาง และล่าง บริเวณกลางกองปุ๋ย | - ตำแหน่งละ 1 ครั้ง | - ทำการวัดทุกวัน | - เพื่อตรวจดูการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของกระบวนการหมัก |
| 17. ปริมาณของก๊าซออกซิเจนภายในกองปุ๋ยหมัก | " | " | " | - เพื่อตรวจดูว่ามีปริมาณของก๊าซออกซิเจนเพียงพอต่อการหมักแบบที่ใช้ออกซิเจนหรือไม่ |

หมายเหตุ : * โลหะหนักที่ถูกวิเคราะห์ได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ทองแดง นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสี

## 3.4 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างในแต่ละพารามิเตอร์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างในแต่ละพารามิเตอร์

| พารามิเตอร์ | วิธีการวิเคราะห์ |
|---|---|
| 1. ไนโตรเจนทั้งหมด | วิธีของ Kjeldahl |
| 2. คาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ | วิธีของ Walkley & Black |
| 3. ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย และไนโตรเจนในรูปออกซิไดส์ไนโตรเจน | วิธีการย่อยสลายด้วยโปแตสเซียมคลอไรด์ |
| 4. ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม | วิธีการย่อยสลายด้วยเปอร์ซัลเฟต |
| 5. เถ้าและของแข็งที่ระเหยได้ | อบใน Forced Air Drying Oven ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น U-40 ที่อุณหภูมิ 100 °ซ และเผาใน Electric Muffle Furnace ยี่ห้อ NEY รุ่น NEY 2-160 A ที่อุณหภูมิ 650 °ซ |
| 6. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวก | วิธีการไตเตรท |
| 7. โลหะหนัก (Pb, Cu, Cr, Zn, Cd and Ni) | ใช้ Atomic Absorption / Flame Emission Spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น AA-630-12 |
| 8. การลดลงของมวลและการกระจายของขนาด * | - ชั่งนน.เปียกเพื่อวิเคราะห์การลดลงของมวลโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิตอลยี่ห้อ KUBOTA รุ่น KA.10<br>- วิเคราะห์การกระจายของขนาดโดยใช้ตะแกรงคัดขนาดปุ๋ยขนาด 5 และ 10 มม. และเครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิตอลยี่ห้อ KUBOTA รุ่น KA.10 |
| 9. เชื้อโรค ** | ใช้กล้องจุลทรรศน์ยี่ห้อ OLYMPUS รุ่น CH |
| 10. อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก | ใช้เทอร์โมมิเตอร์ |
| 11. ปริมาณของก๊าซออกซิเจนภายในกองปุ๋ยหมัก | ใช้เครื่องวัดปริมาณของก๊าซออกซิเจน ยี่ห้อ Engineered System & Design รุ่น OX 630 |
| 12. ความชื้น | อบใน Forced Air Drying Oven ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น U-40 ที่อุณหภูมิ 100 °ซ |
| 13. พีเอช | ใช้พีเอชมิเตอร์ยี่ห้อ HORIBA รุ่น D-14 E |

หมายเหตุ : * กรรมวิธีในการหาการลดลงของมวลคือ

ก) ชั่งน้ำหนักของปุ๋ยหมักที่ได้ทั้งกอง โดยค่าน้ำหนักที่ได้มีหน่วยเป็น กก.นน.เปียก

ข) วิเคราะห์หาค่าความชื้นของปุ๋ยหมักที่ได้ชั่งนน.เปียก

ค) คำนวณหาค่าน้ำหนักที่ได้ในหน่วย กก.นน.แห้ง

ง) นำค่าที่ได้จากข้อ ค) ไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักของปุ๋ยหมักเมื่อเริ่มต้นในการหมักในหน่วย

กก.นน.แห้ง เพื่อคำนวณหามวลที่หายไปในระหว่างกระบวนการหมักในหน่วย กก.นน.แห้ง และร้อยละของมวล (โดยนน.แห้ง) ที่หายไปในระหว่างกระบวนการหมัก

กรรมวิธีในการหาการกระจายของขนาด คือ

ก) ทำการคลุกเคล้าปุ๋ยหมักที่ได้ในแต่ละกองให้มีการผสมกันของเนื้อปุ๋ยอย่างทั่วถึงโดยใช้พลั่ว

ข) ทำการลดขนาดกองปุ๋ยหมักให้เหลือประมาณครึ่งหนึ่งด้วยวิธีควอเตอร์ริ่ง (quartering)

ค) นำปุ๋ยหมักที่ได้จากข้อ ข) ไปทำการร่อนตะแกรงขนาด 5 และ 10 มม. โดยทำการร่อนตะแกรงปุ๋ยหมักแบบ wet seiving ซึ่งปุ๋ยหมักที่ค้างบนตะแกรงขนาด 10 มม. คือปุ๋ยหมักที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 มม. ขณะที่ปุ๋ยหมักที่ค้างบนตะแกรงขนาด 5 มม. และผ่านตะแกรงขนาด 5 มม. คือ ปุ๋ยหมักที่มีขนาดระหว่าง 5-10 มม. และปุ๋ยหมักที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มม. ตามลำดับ

ง) ชั่งน้ำหนักปุ๋ยหมักทั้ง 3 ขนาด

จ) วิเคราะห์หาค่าความชื้นของปุ๋ยหมักทั้ง 3 ขนาด ที่ได้จากข้อ ง)

ฉ) คำนวณหาค่าน้ำหนักแห้งของปุ๋ยหมักทั้ง 3 ขนาด และคำนวณเทียบค่าเพื่อให้เป็นน้ำหนักแห้งของปุ๋ยหมักทั้งกอง

ช) คำนวณหาสัดส่วนของปุ๋ยหมักทั้ง 3 ขนาด ในหน่วยร้อยละโดยนน.แห้ง และคำนวณเทียบค่าเพื่อให้เป็นสัดส่วนของปุ๋ยหมักทั้ง 3 ขนาดทั้งกอง ในหน่วยร้อยละโดยนน.แห้ง

** กรรมวิธีในการตรวจสอบเชื้อโรค คือ การใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูเชื้อโรคจากแผ่นสไลด์โดยตรงซึ่งได้ทำการตรวจสอบเชื้อโรคในปุ๋ยหมักที่ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University