Carsten Bachert

BAUHAUS – มหาวิทยาลัยเวียมาร์

แผนกการจัดการของเสีย

คู่มือการทำปุ๋ยหมัก

แบบเปิดแนวกองฟาง

สำหรับประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

BAUHAUS – มหาวิทยาลัยเวียมาร์

ผู้แต่ง:

Carsten Bachert

ด้วยความร่วมมือของ:

Dipl.-Ing. Antje Klauß - Vorreiter

Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Bidlingmaier

คู่มือการทำปุ๋ยหมักแบบเปิดแนวกองฟาง

สำหรับประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

©Bauhaus – มหาวิทยาลัยเวียมาร์

แผนกการจัดการของเสีย

Coudraystraße 7
99423 เวียมาร์

โทรศัพท์: +49 36 43 / 58 46 14
แฟกซ์: +49 36 43 / 58 46 39

บทประพันธ์

ภายในคอกเก็บเศษซากอินทีรย์วัตถุอันอบอุ่นนั้น

เป็นที่ก่อกำเนิดการเปลี่ยนแปลงชีวิตสู่ความตายซ้ำแล้วซ้ำเล่า

การผสมผสานของอินทียสารนั้นเกิดขึ้นก่อนที่หญิงสาวคนแรกก้าวเดินบนโลก

และก่อนที่ไดโนเสาร์ตัวแรกจะชูคอขึ้นจากหนองน้ำ

ต้นกำเนิดต้นหญ้าตายซากในทุ่งหญ้าที่เหี่ยวแห้ง

จากการเกาะกุมของน้ำค้างแข็งในฤดูหนาว

ได้กลายเป็นอินทียสารโดยความชุ่มชื้นจากใต้โลก

อันนกและแมลงต่างๆ
มีส่วนร่วมในการสารต่อวัฏจักร

แห่งการกลับคืนแห่งชีวิตมานานแสนนาน...

สารบัญ

บทนำ **1**

การตรวจสอบหรือ การเฝ้าสังเกตระหว่างกระบวนการเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพื่อให้ได้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในแนวกองฟางเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีและมีคุณภาพ **2**

ความรู้เบื้องต้นในการทำปุ๋ยหมัก **4**

วิธีการบำบัดปุ๋ยด้วยอากาศ **4**

ระบบการทำแนวกองฟางแแบเปิดโล่ง 5

ปัจจัยต่างๆในขั้นตอนการปฏิบัติการ **9**

ชนิดของสารตั้งต้นทางเคมี 10

อุณหภูมิ 10

ความชื้น 10

การอัดเข้าของอากาศ 11

ระ ดั บค่ า pH 12

อัตราส่วนระหว่างคาร์บอน-ไนเตรต 12

การออกแบบโรงปุ๋ย **13**

ปัจจัยสำคัญในการสร้างโรงปุ๋ย **13**

วิธีการจัดส่งวัตถุดิบ 14

การเก็บรักษาวัตถุ 14

ก่อนการปฏิบัติ 15

กระบวนการทำปุ๋ย 15

การเตรียมการทำปุ๋ย 15

การเก็บรักษาปุ๋ย 16

โครงสร้างการกักเก็บแบบชั้นตะแกรง 16

ข้อกำหนดของเนื้อที่ **17**

การออกแบบค่าประจุไฟฟ้า 17

การคำนวณสถานที่ 21

การไหลผ่านของวัตถุ **22**

สัดส่วนและขนาด **25**

การดำเนินการที่โรงปุ๋ย **29**

วัตถุดิบที่ใส่เข้าไป **29**

วัตถุที่เหมาะสมและที่ไม่เหมาะสม 29

สิ่งที่เพิ่มแข้าไป 33

ไนโตรเจน และคาร์บอน-ความเข้มข้นของวัตถุที่ใส่ลงไป 37

กระบวนการการเสื่อมสลาย **38**

ขอบเขตปัจจัยกระบวนการ (การเฝ้าสังเกต) 38

การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรระหว่างกระบวนการทำ 40

ปุ๋ยหมัก **43**

คุณภาพปุ๋ย 43

การนำปุ๋ยไปใช้ 44
คุณภาพปุ๋ยที่ประเทศเยอรมันนี 45

บทวิเคราะห์ที่โรงปุ๋ย 48

การคัดเลือกตัวอย่าง 52

วัตถุที่ใส่ลงไป 54

ปุ๋ย 56

อุณหภูมิ และการตรวจสอบด้วยกำปั้น 58
อุณหภูมิ 58
การตรวจสอบด้วยกำปั้น 59

ปริมาณรวมกองฟาง 60

ระดับการเน่าสลาย และแบบทดสอบDeward 61

ความหนาแน่น 63

ปริมาณความชื้น 65

คาร์บอนอินทีรย์ 66

วิธีการแก้ปัญหา 68

สารบัญภาพตัวอย่าง

ภาพตัวอย่าง I-1การจัดการทรัพยากร 1

ภาพตัวอย่าง II-1รูปแบบของแนวกองฟาง 6

ภาพตัวอย่าง II-2 การทำแนวกองฟางด้วยมือ [6] 6

ภาพตัวอย่าง II-3 การทำแนวกองฟางโดยใช้ลังและแบบไม่ใช้ลัง 7

ภาพตัวอย่าง II-4 การทำปุ๋ยโดยป้อนอากาศเข้า, การนำขยะแข็งจากเทศบาลกลับมาใช้ใหม่ 8

ภาพตัวอย่าง II-5 กระบวนการกลับกองฟาง 8

ภาพตัวอย่าง II-6ภาพขยายขนาดใหญ่ของอณูและช่องอณู 11

ภาพตัวอย่าง III-1 ขนาดของกองฟางซึ่งขึ้นอยู่กับระบบการให้อากาศ 19

ภาพตัวอย่าง III-2 ตัวอย่างการไหลผ่านของวัตถุที่โรงปุ๋ยขนาดใหญ่แบบหมุนกลับกองฟางในแนวเส้นตรง 23

ภาพตัวอย่าง III-3 ตัวอย่างการไหลผ่านของวัตถุที่โรงปุ๋ยขนาดเล็กโดยการไม่ใส่วัตถุในแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า 24

ภาพตัวอย่าง III-4 ตัวอย่างสัดส่วนและความสมดุลของค่าประจุไฟฟ้าโดยคิดเป็นมวลเปอร์เซนต์ 26

ภาพตัวอย่าง IV-1 ลำดับขั้นของขยะอินทีรย์, แหล่งทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงได้: BUND Hessen (1992) 30

ภาพตัวอย่าง IV-2 ลักษณะเส้นโค้งอุณหภูมิ 40

ภาพตัวอย่าง IV-3 การลดลงของปริมาณระหว่างกระบวนการ, ตัวอย่างนำร่องโรงปุ๋ยที่กรุงพนมเปญ [8] 42

ภ า พตั ว อ ย่ า ง V-1 หลักไม้ที่ใช้แยกตัวอย่าง 52

ภาพตัวอย่าง V-2 การแบ่งตัวอย่างการเก็บ 53

ภาพตัวอย่าง V-3 กองฟางรูปสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมคางหมู 60

ภาพตัวอย่าง V-4 ขวดบรรจุ Deward 61

ภาพตัวอย่าง V-5 อุ ณหภู มิ เ ส้ น โ ค้ ง แ ล ะ แ บ บ ท ด ส อ บ Deward 62

ด้วยความขอบคุณอย่างยิ่งต่อ คุณ ธณชัย ยั่งยืน(BA), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ ประเทศไทย, ผู้ถ่ายภาพ.

ตารางสารบัญ

ตารางที่ III-1การออกแบบค่าประจุไฟฟ้า 18

ตารางที่ IV-1 การเพิ่มวัตถุที่เหมาะสมลงไป 34

ตารางที่ IV-2 คาร์บอน-ไนโตรเจน -ความเข้มข้นของวัตถุดิบที่ผสม 37

ตารางที่ IV-3 การเฝ้าสังเกตระหว่างกระบวนการย่อยสลาย 39

ตารางที่ IV-4 การนำปุ๋ยมาใช้ 44

ตารางที่ IV-5 บรรทัดฐานคุณภาพปุ๋ยที่ประเทศเยอรมันนี 46

ตารางที่ V-1 บทวิเคราะห์โรงปุ๋ย 50

ตารางที่ VI-1 วิธีการแก้ปัญหา 68

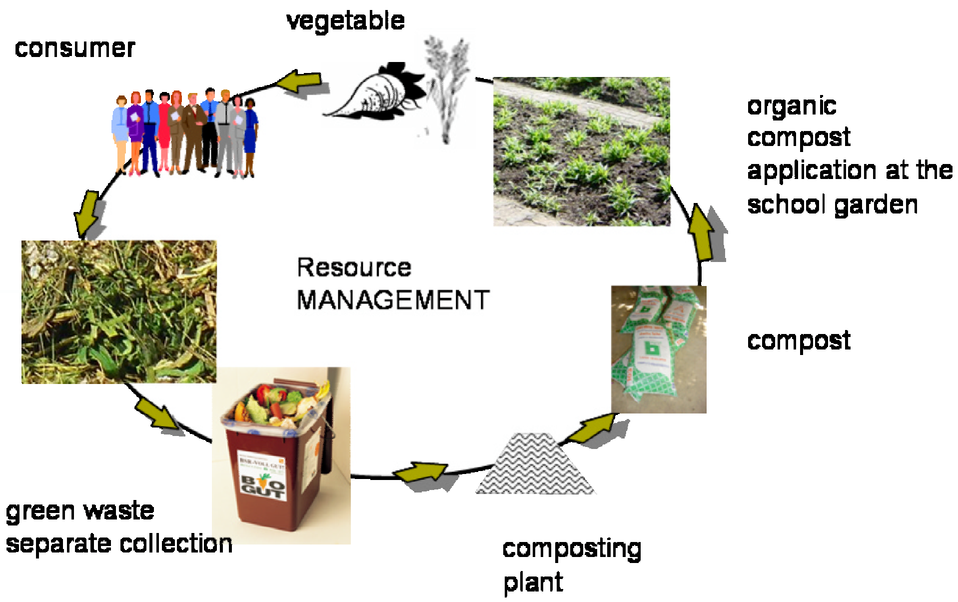
บทที่
1

บทนำ

เ ก ริ่ น นำ

ในระยะเวลาที่แร่ธาตุในปุ๋ยไม่สามารถหาได้หรือมีราคาแพงเกินไป ปุ๋ยผสมจึงเป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญที่ให้สารอาหารแก่พืชและเป็นตัวปรับสภาพดิน ณ ปัจจุบัน
ผู้คนส่วนใหญ่ได้ตระหนักถึงปุ๋ยผสมเป็นแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติซึ่งให้สารอาหารและฮิวมัสซึ่งเป็นประโยชน์ต่อดิน

การทำปุ๋ยยังหมายถึงการสิ้นสุดวงจรชีวิตทางธรรมชาติ



ภาพตัวอย่าง I-1 การจัดการทรัพยากร [11]

การจัดการทรัพยากร ผัก – ผู้บริโภค- ขยะสีเขียว- การคัดแยกขยะ- โรงทำปุ๋ย- ปุ๋ย- ปุ๋ยที่สามารถใช้ได้จริงในสวนของโรงเรียน- ผัก

วิธีการทำปุ๋ยนั้นง่ายและไม่ยุ่งยากสำหรับประเทศต่างๆ ในระยะเริ่มต้นของการพัฒนาทางเครื่องจักร สำหรับประเทศกำลังพัฒนาการกำจัดขยะชีวภาพนี้มีข้อดีหลายอย่าง เช่น อุปกรณ์มีราคาไม่แพง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ,

เกริ่นนำ

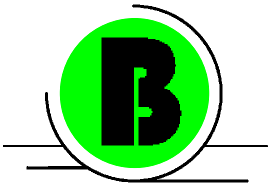
มีการผสมผสานเข้ากันกับสิ่งแวดล้อม และได้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ ดังนั้นคู่มือเล่มนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการออกแบบโรงปุ๋ยหมักในเชิงเศรษฐกิจให้แก่ประเทศกำลังพัฒนา[5]

การเสื่อมสลายของสารทางชีวภาพเป็นกระบวนการทางธรรมชาติ ปุ๋ยหมักเป็นขยะชีวภาพชนิดหนึ่งซึ่งถูกนำมาใช้โดยชาวจีนมาเป็นเวลาช้านานก่อนคริสตกาล เพื่อให้เข้าใจหลักการเบื้องต้นระหว่างกระบวนการต่างๆจึงเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นคู่มือเล่มนี้ได้ให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการปรับเปลี่ยนทางธรรมชาติในโรงปุ๋ยหมักในสภาวะทางธรรมชาติ , กระบวนการการทำปุ๋ย,การออกแบบโรงปุ๋ย, การตรวจสอบกระบวนการ,ปัจจัยต่างๆในการแก้ปัญหาและอื่นๆ

การตรวจสอบหรือ การเฝ้าสังเกตระหว่างกระบวนการเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพื่อให้ได้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในแนวกองฟางเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีและมีคุณภาพ

ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับคู่มือ

คู่มือในกาทำปุ๋ยหมักประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้:



ระดับเบื้องต้น:

- ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนเบื้องต้นในโรงทำปุ๋ยซึ่งสามารถผลิตปุ๋ยคุณภาพดีในระยะเวลาอันสั้น
- โดยส่วนใหญ่แล้วขั้นตอนนี้เกี่ยวกับการผสมและป้อนวัตถุที่ดีลงไป เช่น การตรวจวัดอุณหภูมิ และความชื้น, การลดลงของปริมาณระหว่างกระบวนการ และการคำนวณค่าปริมาณต่างๆ

ระดับก้าวหน้า:

- ขั้นตอนนี้กล่าวรวมถึงระดับเบื้องต้นทั้งหมด
- ที่เพิ่มเติมในขั้นตอนนี้คือ ค่าความหนาแน่นของวัตถุที่ใส่ลงไปโดยปริมาณและมวลทั้งหมดดีเท่ากันกับปริมาณและมวลระหว่างกระบวนการผลิต

วิศวกรผู้รับผิดชอบ
ผู้จัดการโครงการ
ผู้ออกแบบโรงปุ๋ยหมัก

ระดับวิจัย:

- ขั้นตอนนี้รวมถึงระดับเบื้องต้นและระดับก้าวหน้า
- ความแตกต่างในขั้นตอนนี้จากระดับก้าวหน้าคือ การวิเคราะห์ทางเคมีปริมาณและอัตราส่วนของสารอาหารเป็นวัตถุประสงค์หลักของขั้นตอนนี้

หัวหน้าโครงการ

กษณ์ที่เป็นประโยชน์

จดบันทึกการเก็บข้อมูลที่ได้ลงในตัวอย่างการเก็บข้อมูล

คำนวณผลที่ได้ตามสูตรที่ให้

สำหรับรายละเอียดและข้อมูลเพิ่มเติมสามารถหาได้จากหน้าหรือบทอื่น

p. 12
3

หน้า

บทที่

ใช้สีช่วยในบทแปลและอธิบายขั้นตอนต่างๆ

ระยะเวลาในการปฏิบัติการระหว่างกระบวนการ

ความรู้เบื้องต้น

บทที่
2

ความรู้เบื้องต้นในการทำปุ๋ยหมัก

วิธีการบำบัดปุ๋ยด้วยอากาศ

คำนิยามปุ๋ยหมัก

การย่อยสลายของสารที่สามารถสลายได้ทางชีวภาพ หมายถึงกระบวนการย่อยสลายทางธรรมชาติ หากมนุษย์มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียก กระบวนการทำปุ๋ย ผลผลิตขั้นสุดท้ายของการบำบัดปุ๋ยด้วยอากาศคือปุ๋ยที่เสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว

ปุ๋ยหมัก

> “ปุ๋ยหมัก คือ
> การย่อยสลายหรือเน่าเปื่อยของขยะแข็งที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีววิทยาภายใต้การควบคุมสภาวะทางอากาศที่ปราศจากสิ่งรบกวนในระยะเวลาในการเก็บรักษาและเสร็จสิ้นสมบูรณ์ปืนที่น่าพอใจและสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยในการเกษตรกรรม”
>
> *Luis F. Diaz, 2003 [5]*

คำจำกัดความ

กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ

- เฉพาะขยะจากพืชและสัตว์เท่านั้นที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพโดยผ่านกระบวนการการการทำงานของจุลินทีย์

p. 25
4

กากของเสียที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

- ในคู่มือเล่มนี้ส่วนใหญ่ใช้ซากพืชสดในกระบวนการทำปุ๋ย
  เพื่อเป็นการปรับคุณภาพปุ๋ยให้เพิ่มซากสัตว์ลงไปได้

- การทำปุ๋ยหมักขยะจากเทศบาล (ขยะผสม)
  คือการบำบัดชนิดหนึ่งก่อนการเผาหรือการถมดินซึ่งไม่อธิบายในคู่มือเล่มนี้

p. 31
4

ภายใต้การควบคุมสภาวะทางอากาศ

- การปรับกระบวนการ โดยให้กระบวนการอยู่ในสภาวะที่ดีของอากาศ (ออกซิเจน)
  , น้ำ, ส่วนผสมของวัตถุที่ใส่เข้าไป
  และการเฝ้าสังเกตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

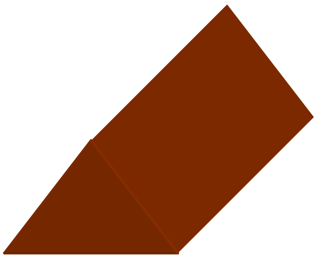
p.37
4

สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยในการเกษตรกรรม

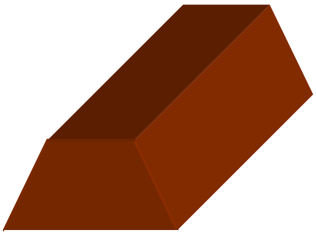
- ผลผลิตในขั้นสุดท้ายนี้ไม่ควรเป็นอันตรายต่อธรรมชาติ
  ไม่มีส่วนประกอบของวัตถุแข็งและใกล้สิ้นสุดกระบวนการย่อยสลาย

ระบบการทำแนวกองฟางแแบเปิดโล่ง

การใส่วัตถุทั้งหมดเข้าด้วยกันโดยสร้างแนวกองซึ่งเรียกระบบนี้ว่า ระบบแนวกองฟาง



กองรูปสามเหลี่ยม

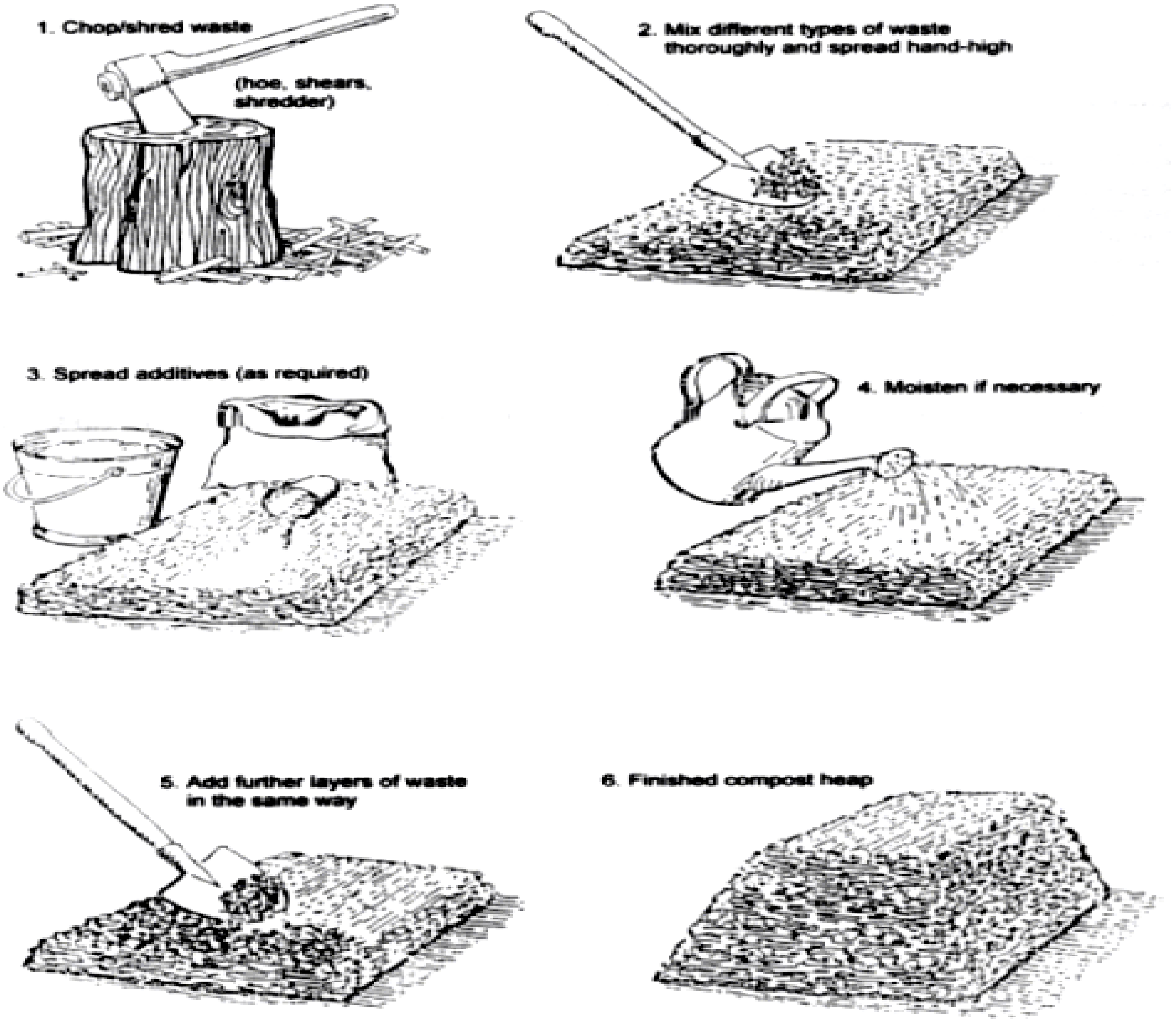


กองรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

ภาพตัวอย่าง II-1 รูปแบบของแนวกองฟาง

การทำปุ๋ยแนวกองฟางแบบเปิดโล่งนี้ หมายถึง แนวของกองฟางที่ไม่มีสิ่งใดมาปกคลุม

ภาพตัวอย่างการสร้างกองฟางด้วยมือ



ภาพตัวอย่าง II-2 คู่มือการสร้างแนวกองฟาง [6]

1. ขยะที่ถูกตัดเป็นชิ้นเล็ก (จอบ, กรรไกรตัดหญ้า และเครื่องจักรสำหรับตัด)

2. ผสมขยะชนิดต่างๆ ให้เข้ากัน และเกลี่ยให้ทั่วให้มีความสูงดท่าฝ่ามือ

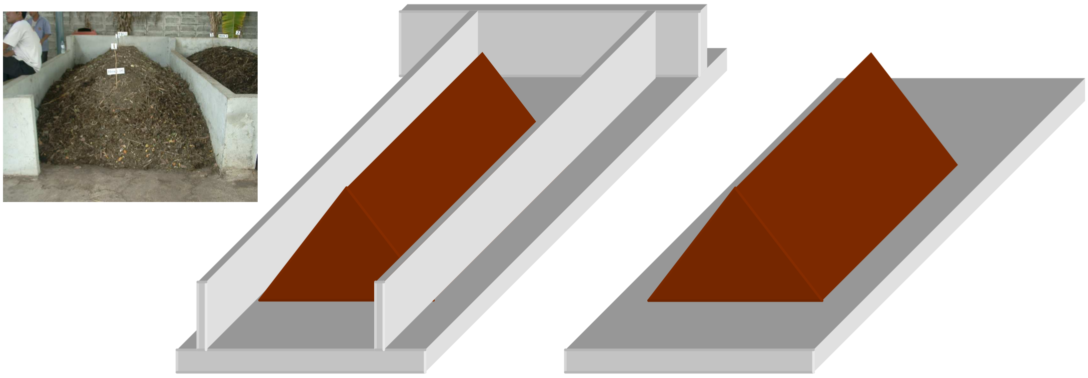
3. หากจำเป็นสามารถเพิ่มส่วนที่ต้องเพิ่มและเกลี่ยให้ทั่ว

4. เติมน้ำได้หากจำเป็น

5. เพิ่มขยะชั้นต่างๆ ในวิธีการเดียวกัน

6. เสร็จเป็นกองปุ๋ยที่สมบูรณ์

ในการสร้างแนวกองฟางนั้นสามารถใช้ลังหรือกระบะหรือปราศจากการใช้ลังและกระบะ (ดังภาพข้างล่าง)



ภาพตัวอย่าง II-3 การทำปุ๋ยแบบเปิดโล่งโดยใช้ลังและไม่ใช้ลัง

การใช้ลังหรือกระบะมีความเหมาะสมสำหรับโรงปุ๋ยขนาดเล็กและขนาดกลาง
การใช้เครื่องจักรในการกลับกองฟางกับลังนั้นไม่เหมาะสมเท่าใดนัก

ระบบการทำปุ๋ยแบบเปิดโล่งนี้แบ่งเป็น 2 รูปแบบ

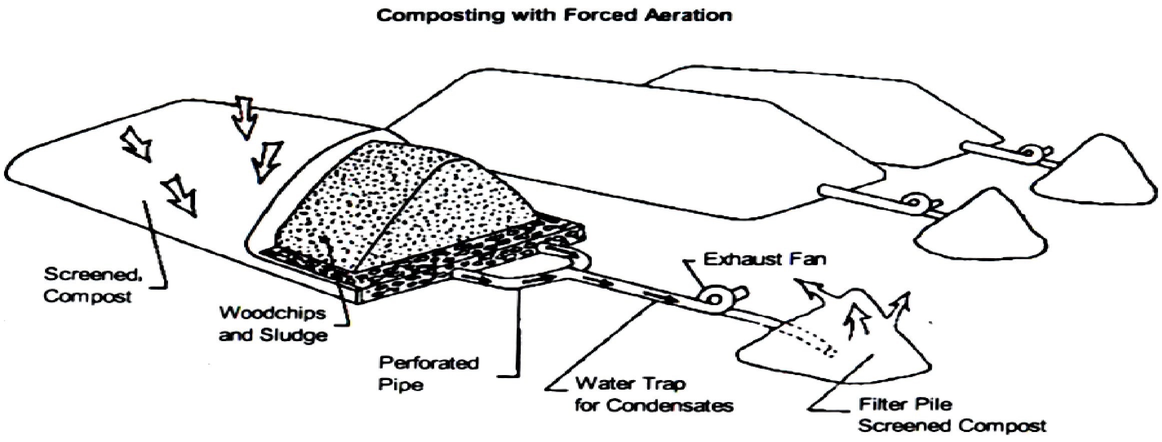
ระบบการเติมอากาศแบบธรรมชาติ

ระบบนี้เป็นการเติมอากาศแบบธรรมชาติ ในระหว่างกระบวนการทำปุ๋ย
ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในแนวกองฟางจะเพิ่มสูงขึ้น และความเข้มข้นของออกซิเจนจะลดต่ำลง
ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในแนวกองฟางจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าบรรยากาศโดยรอบ
เนื่องจากความแตกต่างและอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในแนวกองฟาง ซึ่งออกซิเจนสามารถผ่านเข้าไปได้
ดังนั้นเป็นไปได้ที่ออกซิเจนสามารถผ่านแนวกองฟางที่ชั้นความหนา 80 เซนติเมตร
(กฏโดยทั่วไปส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับปริมาณชั้นความหนาของวัตถุ)

ที่เพิ่มเติมที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ วิถีของชาวจีนที่ปฏิบัติกันมาเป็นเวลาช้านาน โดยการใช้ระบบอากาศผ่านท่อ โดยใช้แรงดันเคลื่อนที่ผ่านไปยังปล่องไฟ ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้ถือเป็นระบบการเติมอากาศแบบธรรมชาติ [5]

ระบบการเติมอากาศแบบป้อนอากาศเข้า

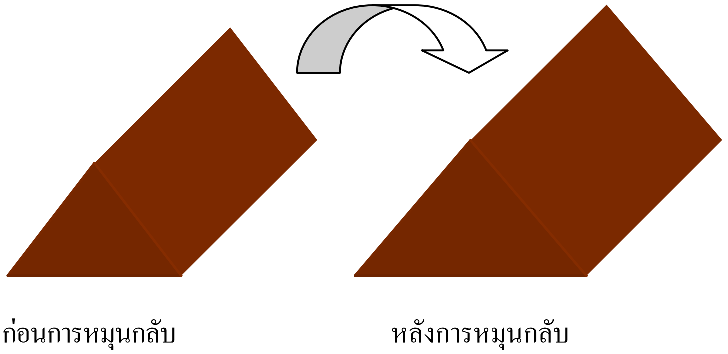
ในระหว่างกระบวนการทำในระบบนี้ ความเข้มข้นของออกซิเจนในแนวกองฟางจะลดต่ำลง การระบายอากาศหรือการกลับวัตถุเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์สำหรับระบบนี้ ระบบการระบายอากาศโดยใช้แรงขับอากาศเพื่อกดอากาศในแนวกองฟางให้สูงกว่าความกดอากาศภายนอกหรือกดความกดอากาศในแนวกองฟางให้ลดต่ำลง ซึ่งทั้งสองระบบนี้สามารถเพิ่มความเข้มข้นของออกซิเจน โดยใช้เครื่องจักรปั๊มอากาศเข้าไป



ภาพตัวอย่าง II-4 การทำปุ๋ยโดยป้อนอากาศเข้า และการนำขยะแข็งจากเทศบาลกลับมาใช้ใหม่[4]

ภาพอธิบายการทำปุ๋ยโดยการใช้อากาศ ตะแกรงแกรงขยะ- เศษไม้ และกากตะกอน- ท่อซึ่งเจาะเป็นรู- ท่อพักน้ำสำหรับขยะที่มากองรวมกัน- ที่ปล่อยควัน- เครื่องกรอง

การหมุนพลิกกลับวัตถุนี้เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของออกซิเจนซึ่งสามารถกลับด้วยมือหรือใช้เครื่องจักร



ภาพตัวอย่าง II-5 กระบวนการกลับแนวกองฟาง

คำแนะนำสำหรับระบบการป้อนอากาศเข้า

การผสมกันของอากาศทางธรรมชาติและการหมุนกลับแนวกองฟางเป็นวิธีที่ดีข้อดี คือหลีกเลี่ยงการใช้ท่อ ค่าเครื่องจักรซึ่งมีราคาแพงและต้องเสียค่าบำรุงรักษา การใช้ท่อนี้ก่อให้อาจเกิดปัญหาหลายอย่าง เช่น การดูแลในการสร้างและการโยกย้าย, การรั่วของท่อ และอื่นๆข้อเสียของการใช้เครื่องจักรอีกข้อหนึ่งคือ ต้องคอยเฝ้าสังเกตเวลาในกระบวนการเพื่อกลับกองฟาง

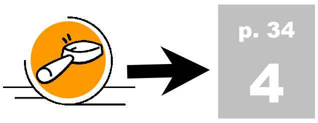
จุลินทรีย์

กระบวนการเสื่อมสลายของกากของเสียที่มีลักษณะแข็งที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีววิทยาขึ้นอยู่กับกระบวนการการอาศัยและการทำงานของจุลินทรย์ ดังที่ Mr. Luis F. Diaz ได้ให้คำนิยามระบบนิเวศน์วิทยาของปุ๋ยดังนี้

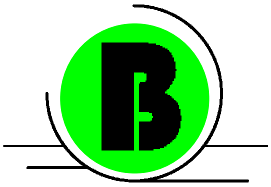
‘ปุ๋ย คือกระบวนการย่อยสลายอย่างต่อเนื่องของสารตั้งต้นทางเคมีโดยการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต
สารที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีนี้ย่อยสลายจากชั้นแรกแล้วจึงย่อยสลายในชั้นต่อๆไป
ซึ่งกระบวนการย่อยสลายอย่างต่อเนื่องนี้เป็นการทำงานของโมเลกุลโดยสิ่งมีชีวิต หรือจุลินทีรย์โดยวิธีทางธรรมชาติ”

Luis F. Diaz, 2003 [5]

เชื้อแบคทีเรีย, เชื้อรา, เชื้อโปรโตซัว และเชื้อ actinomycea
เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่โดยทั่วไปในระหว่างกระบวนการการทำปุ๋ย



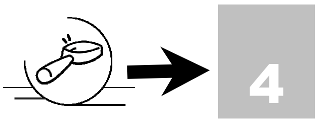
ในระหว่างกระบวนการ จำนวนประชากรของจุลินทรีย์จะเปลี่ยนแปลง
เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิซึ่งเป็นการปฏิบัติในช่วงอุณหภูมิพิเศษ



ปัจจัยต่างๆในขั้นตอนการปฏิบัติการ

ตามที่ได้กล่าวในหมวดก่อนว่าจุลินทรีย์เป็นตัวเสื่อมสลายวัตถุที่ใส่เข้าไป และเป็นตัวย่อยสายในชั้นต่อๆไป ซึ่งกระบวนการต่างๆเหล่านี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มีอิทธิพลต่อความเร็ว ระยะเวลาในการย่อยสลาย และการทำงานของจุลินทีรย์

ปัจจัยในการปฏิบัติการต่างๆเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อการเฝ้าสังเกตและการควบคุมกระบวนการการทำปุ๋ย



สามารถหาคำอธิบาย สำหรับปัจจัยกระบวนการที่เหมาะสมระหว่างกระบวนการได้ในบทที่ 4

ชนิดของสารตั้งต้นทางเคมี

ดังคำนิยามที่ให้ไว้ข้างต้นว่า ปุ๋ยหมัก คือสารที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โดยการใช้วัตถุที่ผสมแตกต่างกันออกไป คุณลักษณะที่หลากหลายต่อกระบวนการ และคุณภาพของปุ๋ยที่ถูกกำหนดไว้ เช่น ปริมาณของช่องระหว่างน้ำกับอากาศ ความชื้น และขนาดของอณูของวัตถุที่ผสมลงไป
ดังนั้นวัตถุที่ผสมลงไปจึงเป็นสารตั้งต้นทางเคมีระยะที่สำคัญในการผลิตปุ๋ยที่มีคุณภาพดีออกมา

p. 30
4

สำหรับวัตถุดิบ ที่เหมาะสมและที่ไม่เหมาะสมและส่วนผสมที่เหมาะสมสามารถดูได้ในบทที่ 4

อุณหภูมิ

การทำงานของจุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตเป็นตัวผลิตพลังงานความร้อนซึ่งเราสามารถวัดพลังงานความร้อนนี้ได้จากการคำนวณอุณหภูมิภายในกองฟาง อุณหภูมินี้มีผลต่อความเร็วในการย่อยสลายซึ่งเป็นกฎโดยทั่วไปของการการทำงานของจุลินทรีย์ ที่จุลินทรีย์สูงขึ้น อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (อุณหภูมิไม่ควรสูงเกิน 70 องศาเซลเซียส)

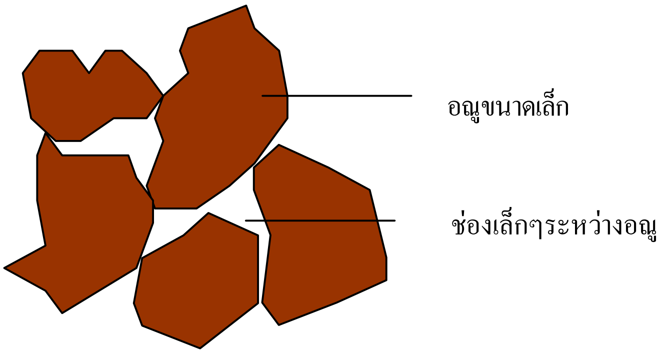
p. 31
4

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการคำนวณในระยะนี้
คือระยะการเสื่อมสลายและระยะการเน่าเปื่อย

ความชื้น

จุลินทรีย์ต้องการน้ำในการดำรงชีวิต การให้น้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้กระบวนการย่อยสลายสามารถดำเนินต่อไป

ปัญหาที่พบ คือความชิดกันมากเกินไประหว่างน้ำและอากาศ เพราะทั้งน้ำและอากาศต้องการช่อง
หรืออณูเล็กระหว่างกันและกันการแยกตัวของช่องระหว่างอณูเล็กๆขึ้นอยู่กับขนาด และจำนวนของวัตถุที่ใส่ลงไป [5]



ภาพตัวอย่าง II-6 ภาพขยายขนาดใหญ่ของอณูและช่องอณู

p. 31 4

การเฝ้าสังเกตความชื้นเป็นสิ่งสำคัญมากในระยะนี้

p. 31 4

p. 11 2

การอัดเข้าของอากาศ

การอัดเข้าของอากาศทั้งแบบอัดเข้าหรือเข้าแบบธรรมชาติมีหน้าที่แตกต่างกันระหว่างกระบวนการดังนี้:

- การให้ออกซิเจนเพื่อรักษาให้จุลินทรีย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้
- ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์น้อยลง
- การลดปริมาณน้ำเพื่อให้วัตถุแห้ง
- ลดความร้อนลงเพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิสูงเกิน 70 องศาเซลเซียส

ปริมาณออกซิเจนที่ได้ขึ้นอยู่กับการทำงานของจุลินทีรย์ การตรวจสอบออกซิเจนจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับส่วนที่ผสมลงไป โดยเฉพาะจำนวน ขนาด และการกระจายกันของช่องระหว่างอณู

จงจดบันทึกทุกสิ่งที่เกี่ยวข้องกันระหว่างความชื้น และอากาศซึ่งได้อธิบายไว้ในบทก่อน

ระดับค่า pH

การทำงานของจุลินทรีย์มีความสัมพันธ์กับระดับค่า pH
ของสารตั้งต้นทางเคมีของวัตถุที่ใส่เข้าไป
ซึ่งระดับค่า
pHที่ดีต่อการทำงานของจุลินทรีย์ควรอยู่ระหว่าง
7 และ11 หากต่ำกว่า 7 มีผลต่อการลดลงของความเร็วในระหว่างระยะแรกของการเน่าสลาย หากค่า pH
ต่ำกว่า 5 ซึ่งจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทีรย์อย่างรุนแรงในระยะเริ่มต้น
อุณหภูมิจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนสามารถสังเกตเห็นได้ ดังนั้นช่วงระยะเวลาระหว่างการเก็บรักษา
การดูแลควรใช้ระยะเวลาไม่นาน การย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศไม่สามารถควบคุมได้เนื่องจากการขาดออกซิเจน
ในช่วงเวลาการเก็บซึ่งนำไปสู่ค่า pH ในระดับต่ำ [2]

อัตราส่วนระหว่างคาร์บอน-ไนเตรต

อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนเตรตในวัตถุที่ใส่ลงไปมีความสัมพันธ์อย่างมากต่อความเร็วในกระบวนการเสื่อมสลาย
อัตราส่วนควรอยู่ระหว่าง 1:20 ถึง 1:35 (คาร์บอน ต่อ ไนเตรต – เหมาะสมที่สุด)
ถ้าหากอัตราส่วนต่ำกว่า 1:10 คาร์บอนจะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทีรย์
หรือถ้าหากอัตราส่วนมากกว่า 1:40 อัตราส่วนของไนเตรตมีน้อยเกินไป หากอัตราส่วนนอกเหนือไปจาก 1:10 ถึง 1:40
สิ่งมีชีวิตหรือจุลินทีรย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ อัตราส่วนของคาร์บอน
และไนเตรตเป็นสิ่งที่สำคัญมาก
อัตราส่วนที่ได้ไม่ใช่ผลวิเคราะห์ทางเคมีแต่เป็น อัตราส่วนทางชีววิทยา

บทที่

3

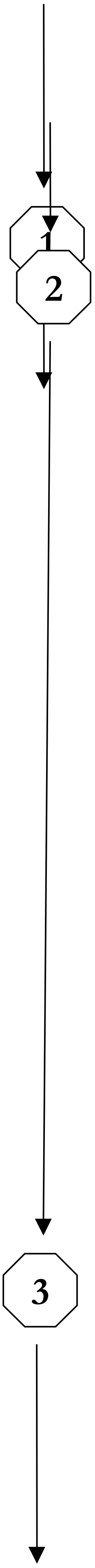
การออกแบบโรงปุ๋ย

สิ่งสำคัญขั้นต่ำในการออกแบบโรงปุ๋ยคือ :

- รถสามารถเข้าถึงได้
- ปริมาณน้ำพอเพียง
- มีหลังคาปกคลุม
- น้ำไม่สามารถไหลผ่านได้

ปัจจัยสำคัญในการสร้างโรงปุ๋ย

คำอธิบายต่อไปนี้เป็นเพียงคำอธิบายเบื้องต้น สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ [3].
สำหรับโรงปุ๋ยที่มีขนาดเล็กสามารถรวบขั้นตอนในการทำได้



วิธีการจัดส่งวัตถุดิบ

จุดทางเข้าในการขนส่งวัตถุ
หรือขยะที่ไม่ใช้แล้วถือเป็นจุดเริ่มต้นในการทำโรงปุ๋ยโดยเฉพาะโรงปุ๋ยขนาดใหญ่
แต่ไม่สำคัญมากนักสำหรับโรงปุ๋ยที่มีขนาดเล็ก

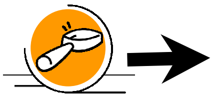
สำหรับการคำนวณปริมาณวัตถุที่ใส่เข้าไปให้นับจากจำนวนเที่ยวของยานพาหนะแล้วจึงประเมินค่าปริมาณ และเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดีกว่าให้ใช้ตราชั่งวัดขนาดใหญ่วัดปริมาณของรถที่บรรทุกว่าเต็มหรือว่างเปล่า
สำหรับวัตถุที่เหลือให้ใช้วิธีการเดียวกัน

การเก็บรักษาวัตถุ

ในส่วนนี้โรงทำปุ๋ยมีหน้าที่แตกต่างกันดังนี้ [3]

- การใช้สายตาตรวจแยกประเภทวัตถุที่ไม่เหมาะสม
- ที่ว่างในการรับน้ำหนักสำหรับวัตถุที่ขนส่งแพงหรือกระบวนการไม่สำเร็จ
- การไหลผ่านอย่างต่อเนื่องของวัตถุไปยังขั้นต่อไป
- การคัดแยกวัตถุสำหรับวัตถุที่แตกต่างกัน

ขนาดของสถานที่ในการเก็บรักษาขึ้นอยู่กับขนาดของโรงปุ๋ยและชนิดของวัตถุที่ใช้



p. 15
3

ระยะเวลาในการเก็บรักษาขยะสีเขียวและขยะจากสวนไม่ควรนานเกิน 1 วัน
ถ้าหากไม่สามารถทำได้โดยเฉพาะโรงปุ๋ยที่มีขนาดเล็กให้ปกคลุมด้วยตะแกรงหรือที่กรองเนื่องจากเครื่องกรองชีวภาพนี้มีข้อจำกัดคือ สามารถปล่อยพลังงานที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและส่งกลิ่นได้

โครงสร้างของวัตถุที่ยังใหม่อยู่หรือที่ร่อนตะแกรงแล้วสามารถเก็บได้เกิน 1
สัปดาห์โดยปราศจากหลังคาปกคลุม ในกรณีพิเศษ เช่น
วัตถุดิบมีขนาดเล็กสามารถไหลผ่านไปได้ด้วยดีจึงเป็นไปได้ที่ให้ดำเนินการต่อไปได้โดยปราศจากสถานที่เก็บรักษา

p. 9
2

ก่อนการปฏิบัติ

วัตถุประสงค์ในขั้นตอนนี้คือ :

- การปรับสภาวะกระบวนการทำปุ๋ยให้เหมาะสมที่สุด เช่น การลดขนาดของอณู, การผสมวัตถุต่างๆ, ปริมาณน้ำและวัตถุที่เหมาะสม

4

สำหรับโรงปุ๋ยขนาดเล็กแนะนำให้ใช้รถที่มีขนาดเล็กในการขนถ่ายจะเหมาะสมกว่า

ขั้นตอนนี้เป็นโอกาสสุดท้ายในการคัดแยกขยะที่ไม่เหมาะสม
และให้คำนึงถึงสถานที่ในการเก็บวัตถุที่ไม่เหมาะสมด้วย (บางครั้งใช้เพียงถังขยะ
แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุที่ผสมลงไปว่าเป็นมลพิษหรือไม่)

กระบวนการทำปุ๋ย

การออกแบบกระบวนการทำปุ๋ยนี้เราสามารถวัดหรือปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

p. 9
2

5

สามารถหาคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ
ปัจจัยหรือตัวแปรต่างๆเช่น
ความถี่ในการกลับกองฟาง,
ความชื้นและอื่นๆได้ในบทที่ 4
(การดำเนินการที่โรงปุ๋ย)

สิ่งสำคัญในขั้นตอนนี้คือ พื้นที่ในกระบวนการทำ
หากสภาวะในการทำมีความเหมาะสมจะนำไปสู่ระยะเวลาในการทำซึ่งใช้เวลาไม่มากนัก
และใช้พื้นที่น้อยสำหรับกองฟาง

6

การเตรียมการทำปุ๋ย

หลังกระบวนการส่วนใหญ่เสร็จสิ้นลง พร้อมที่จะร่อนวัตถุเพื่อคัดแยกจากโครงสร้างวัตถุ

7

p. 37
4

เส้นผ่านศูนย์กลางของตะแกรงที่ใช้ขึ้นอยู่กับวิธีการดำเนินการ เช่น

ปุ๋ยอินทีรย์ที่เป็นหญ้าต้องการเส้นผ่านศูนย์กลางที่มีขนาดเล็กมาก
ส่วนที่เป็นตัวปรับสภาพดินต้องการเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดที่ใหญ่กว่า

การเก็บรักษาปุ๋ย

เนื่องจากการจำหน่ายปุ๋ยไม่สามารถทำได้ตลอดปี ดังนั้นการเก็บรักษาปุ๋ยจึงเป็นสิ่งสำคัญ
สถานที่ในการเก็บควรมีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับ 1/3 (หรือ 1/2) ต่อปี
ควรมีหลังคาปกคลุมเพื่อป้องกันการสูญเสียของสสารหรือสารอาหาร
โดยเฉพาะฤดูฝนเพื่อเก็บรักษาความชื้นในปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง
ก่อนการบรรจุลงถุงควรเพิ่มไนโตรเจนเพื่อเป็นการปรับเพิ่มคุณภาพปุ๋ย
(สามารถทำขั้นตอนนี้ได้กับขั้นการเตรียมการทำปุ๋ย)

โครงสร้างการกักเก็บแบบชั้นตะแกรง

โครงสร้างของชั้นกรองสามารถใช้ประโยชน์ได้กับใบไม้ที่เน่าเปื่อยแล้วจากต้นไม้
หรือพุ่มไม้เพื่อเป็นการทดแทน กรณีที่วัตถุดิบที่ผสมใหม่ไม่สามารถหาได้
โดยเฉพาะในหน้าหนาวซึ่งเป็นเวลาที่ไม่มีการตัดต้นไม้ หรือพุ่มไม้
หมายความว่าสถานที่ในการเก็บนั้นควรมีขนาดใหญ่พอสำหรับวัตถุที่เก็บประมาณ 1/3 ต่อปี
(แบบแผนในการสร้างกระบวนการทำปุ๋ยนระหว่างฤดูหนาวยังเป็นสิ่งสำคัญด้วยเช่นกัน)
การกับเก็บที่สามารถปฏิบัติได้คือ
การกักเก็บองค์ประกอบวัตถุดิบนี้ร่วมกับองค์ประกอบวัตถุดิบใหม่ในพื้นที่เดียวกัน
ดังนั้นค่าความร้อนที่จุดก่อไฟในพื้นที่นั้นจะสูงมาก

ข้อกำหนดของเนื้อที่

ตัวเลขที่ให้ต่อไปนี้ใกล้เคียงกับการคำนวณสถานที่ในการทำโรงปุ๋ย
เนื่องจากความซับซ้อนทางกระบวนการทางชีวภาพจำนวนตัวเลขเหล่านี้จึงไม่ใช่ค่าทางวิทยาศาสตร์
ค่าคำนวณที่ได้นี้มาจากประสบการณ์จริงที่ได้จากประเทศเยอรมันนี กัมพูชา และไทย รวมถึงสิ่งตีพิมพ์เฉพาะทางด้วย

ขนาดของโรงปุ๋ยที่ให้ต่อไปนี้นั้นถูกแบ่งเป็นประเภทไม่มีข้อจำกัด
ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการจัดการของแต่ละขนาดของสถานที่

- โรงปุ๋ยขนาดเล็กควรอยู่ที่ 5,000 Mg/a
- โรงปุ๋ยขนาดกลางควรอยู่ที่ 10,000 Mg/a
- โรงปุ๋ยขนาดใหญ่ควรอยู่ที่ 25,000 Mg/a

การออกแบบสถานที่ มีความแตกต่างกันดังต่อไปนี้

- สถานที่ และโครงสร้างสำหรับวัตถุที่ผสมลงไป
- บริเวณที่เน่าเปื่อย
- ก่อนการปฏิบัติ และสถานที่ในการเตรียมการ
- วิธีในการขนส่งเครื่องจักรและคนงาน

สามารถคำนวณสถานที่ของโรงปุ๋ยที่ให้มาได้ในบทต่อไป แต่อย่างไรก็ตาม
เป็นการดีกว่าที่วัดคำนวณค่าแบบทดสอบตามความเหมาะสมของท้องถิ่นที่ตนอยู่

การออกแบบค่าประจุไฟฟ้า

สถานที่ในการเก็บรักษา

การศึกษาการคำนวณสำหรับสถานที่ในการเก็บรักษานั้นเหมือนกันทั้งหมด
แต่ควรใส่ใจในเรื่องของชนิดความแตกต่างของวัตถุดิบที่ผสมลงไป และความแตกต่างของระยะเวลาในการเก็บ
การคาดคะเนสถานที่ในการเก็บที่สมบูรณ์ให้เพิ่มสถานที่ในการคำนวณสำหรับวัตถุทุกชนิดที่ผสมลงไปเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ III-1 การออกแบบค่าประจุไฟฟ้า

ชนิดของวัตถุดิบ	ค่าความหนาแน่นโดยประมาณ	ความสูงของกองขยะ	ระยะเวลา
	[กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร]	[เมตร]	[วัน]
โครงสร้างวัตถุ	**X**	**2,5 – 3**	**ถึง 90**
ขยะสีเขียว	**X**	**2,0**	**~ 1 – 3 (7** สำหรับโรงปุ๋ยขนาดเล็ก**)**
ขยะจากสวน	**X**	**2,0**	**~ 1 – 3 (7** สำหรับโรงปุ๋ยขนาดเล็ก **)**
ปุ๋ย	**650**	**2,5**	**ถึง 90**

เนื่องจากช่วงระยะเนื้อที่ของความหนาแน่นของวัตถุดิบหลากชนิดมีจำนวนมากที่ใส่เข้าไป มีความชิดกันระหว่างปริมาณความจุของน้ำและความหนาแน่น สามารถเกิดขึ้นได้ในแตละช่วงฤดูกาล (หน้าร้อน,หน้าฝน และหน้าหนาว) จากตารางข้างต้นจึงไม่สามารถให้ตัวเลขที่แน่นอนได้

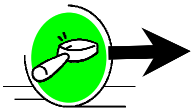
ค่ าการคำนวณสำหรั บสถานที่ ในการเก็ บรั กษาของวั ตถุ ที่ ผสมลงไปเฉลี่ ยประมาณ 600 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร แต่อย่างไรก็ตามน่าจะเป็นการดีกว่า ถ้าหากวัดผลดังกล่าวด้วยตนเอง ที่ที่ให้ไว้ในบทที่ 5 บทวิเคราะห์ที่โรงทำปุ๋ย และถ้าหากโรงปุ๋ยดำเนินการด้วยการกลับกองฟางด้วยมือหรือที่กรอง ความสูงของกองขยะควรสูงน้อยกว่า 2 เมตร

สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการกับเก็บตามที่กำหนดไว้เป็นระยะเวลาที่ต้องได้การออกแบบ หรือคิดคำนวณมาอย่างดีแล้ว วัตถุดิบที่นำมาประกอบเป็นโครงสร้าง และทำปุ๋ยหมักสามารถเก็บได้นานกว่า 1 ปี และค่ามวลโดยประมาณ 30 เปอร์เซนต์ของวัตถุดิบที่ผสมลงไป คือปุ๋ย

พื้ นที่ในการเน่าสลาย

เวลาในการดำเนินการควรอยู่ระหว่าง 8 - 12 สัปดาห์ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะต่างๆ การนำไปใช้เฉลี่ยอยู่ในช่วงสัปดาห์ที่ 10 เหมาะสมที่สุด

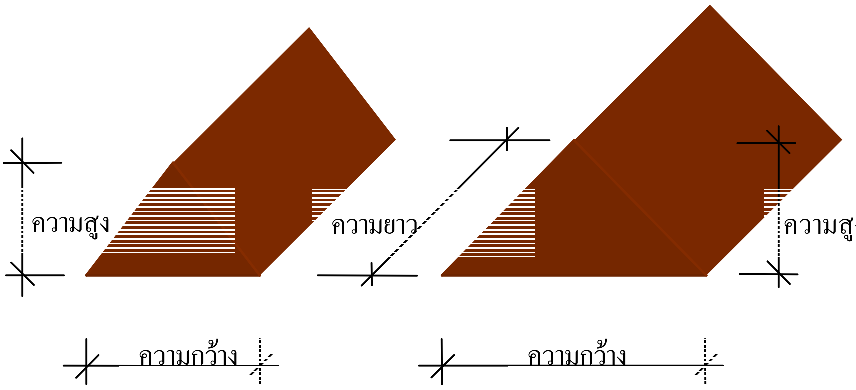
ขนาดของแนวกองฟางสามารถมีขนาดแตกต่างกันออกไป ซึ่งความสูงและความกว้างของกองฟางขึ้นอยู่กับวิธีการอัดของอากาศและอัตราส่วนของวัตถุที่ผสมลงไป



p. 43
5

สำหรับผลค่าการคำนวณที่เหมาะสมสำหรับค่าความหนาแน่นคือ 400กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ภาพตัวอย่าง III-1 ขนาดของกองฟางซึ่งขึ้นอยู่กับระบบการเติมอากาศ



	การกลับกองฟางแบบธรรมชาติ	การอัดอากาศเข้าโดยใช้ท่อ
ความสูง	$\leq$ 1.2 เมตร	$\leq$ 2.5 เมตร
ความกว้าง	$\leq$ 1.8 เมตร	$\leq$ 3.5 เมตร
ความยาว	ไม่จำกัด	

จงจดบันทึกขนาด และส่วนลึกของกองฟางที่ได้ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุที่ผสมลงไป หรือการใช้เครื่องจักรหรือมนุษย์ในการหมุน และยังสามารถสร้างกองฟางด้วยรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

สถานที่ในการเตรียมการและก่อนการปฏิบัติ

สำหรับโรงปุ๋ยหมักที่มีขนาดใหญ่ ที่ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากเท่านั้น ที่ขั้นตอนนี้นับเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง จงคำนวณขนาดของพื้นที่ที่ต้องใช้แยกออกจากการเตรียมการด้านวิชาการ และจงเพิ่มพื้นที่สำหรับพื้นที่ที่จะไว้ใช้เก็บและปล่อยให้วัตถุดิบที่นำมาทำปุ๋ยเน่าเปื่อย

แต่สำหรับโรงทำปุ๋ยขนาดเล็กที่ไม่ได้ใช้เครื่องจักร หรือที่มีเครื่องจักรขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ในกรณีนี้การคำนวณเนื้อที่จึงไม่จำเป็นนัก

วิ ธี ก า ร ข น ส่ ง

สำหรับโรงทำปุ๋ยที่มีขนาดปกติทั่วไป ให้เพิ่มสถานที่เก็บ และสถานที่ในการเน่าเปื่อย 25 เ ป อ ร์ เ ซ น ต์ ของสถานที่ทั้งหมด (คือพื้นที่เก็บปุ๋ยรวมกับพื้นที่สำหรับทิ้งวัตถุดิบให้เน่าเปื่อย) เพื่อเป็นที่ในการขนส่งก็นับว่าเพียงพอแล้ว

การคำนวณสถานที่

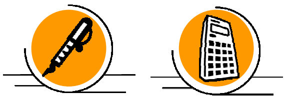
ข้อสังเกตเบื้องต้น

การคำนวณค่าสถานที่ทั้งหมดของโรงปุ๋ย ผลของค่าที่ได้คือความเร็วในการไหลผ่านของวัตถุที่ผสมลงไป จำนวนของวัตถุที่ผสมลงไปใน 1 ปี หรือ 1 สัปดาห์สามารถวัดได้จากการวิเคราะห์ขยะ ถ้าหากบางข้อมูลไม่สามารถหาได้สามารถคำนวณหาสถานที่ได้จากบทก่อน

สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมสามารถหาดูได้จากภาคผนวกในแผ่นตารางตัวอย่าง

ข้ อมูลที่ต้องการ

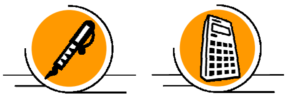
ขั้ นตอน



ขั้นที่ **1 :**

ขนาดและความหนาแน่นของวัตถุ,ระยะเวลาและความสูงของกองขยะ

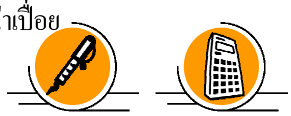
- คำนวณสถานที่ในการเก็บรักษา



ขั้นที่ **2 :**

ขนาดและความหนาแน่นของวัตถุ,ระยะเวลาและความสูงของกองขยะ

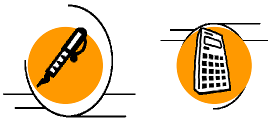
- คำนวณบริเวณที่มีการเน่าเปื่อย



ขั้นที่ **3**

การวัดขนาดของเครื่องจักรที่ใช้ (ไม่จำเป็นสำหรับโรงปุ๋ยขนาดเล็ก)

- ถ้าหากจำเป็นสำหรับขั้นตอนนี้ให้คำนวณสถานที่สำหรับเครื่องจักร (ก่อนการปฏิบัติ ขั้นเตรียมการ เครื่องบดขนาดใหญ่ และการกลับ)



ขั้นที่ **4 :**

เพิ่ม 25% ของสถานที่ทั้งหมดโดยข้ามขั้นที่ 1-3

- คำนวณสถานที่สำหรับการขนส่ง

ขั้นประเมินผล

- ให้รวมสถานที่ทั้ง 4 เข้าด้วยกันผลลัพธ์ที่ได้คือ ความต้องการสถานที่ทั้งหมดสำหรับโรงปุ๋ย

ข้อสังเกต

- หลังจากหาสถานที่ทั้งหมดได้แล้ว ให้คำนึงถึงวัตถุที่สามารถไหลผ่านได้จริง และให้วาดภาพของโรงปุ๋ยอันใหม่

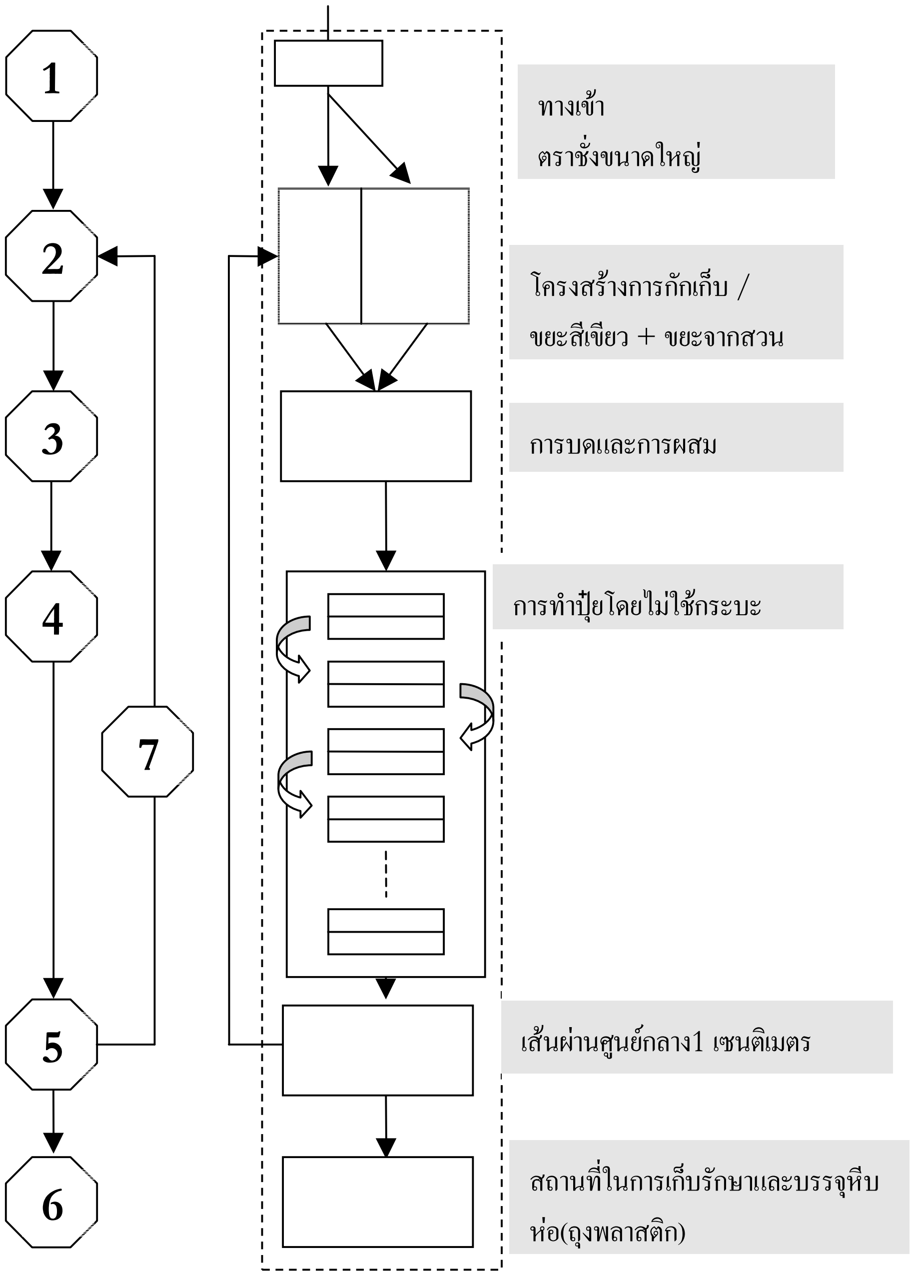
การไหลผ่านของวัตถุ

การปรับเปลี่ยนวัตถุที่ไหลผ่านเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่จำเป็นที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ในการทำงาน การไหลผ่านของวัตถุที่ดี ไม่ยุ่งยากซับซ้อนยังสามารถช่วยประหยัดทั้งเงินและเวลาได้อีกด้วย

ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นบางตัวอย่างของการไหลผ่านของวัตถุที่ดี

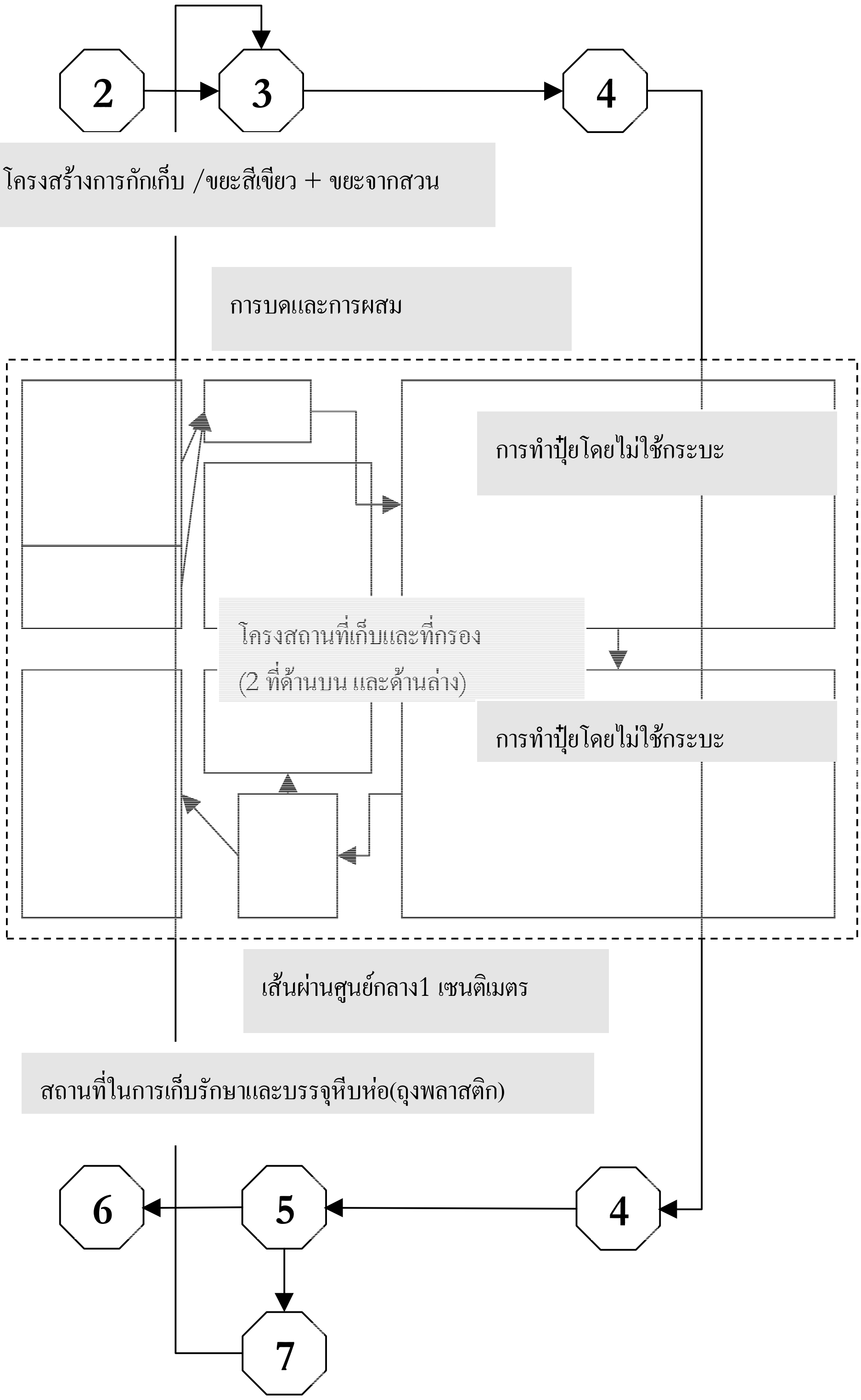
การไหลผ่านของวัตถุในแนวเส้นตรง

- วัตถุสามารถไหลผ่านได้ง่าย
- ข้อเสียคือใช้ระยะเวลาในการย้อนกลับไปยังจุดกรองวัตถุ (7).



ภาพตัวอย่าง III-2 ตัวอย่างการไหลผ่านของวัตถุที่โรงทำปุ๋ยขนาดใหญ่ในแนวเส้นตรง (การกลับกองฟาง)

การไหลผ่านของวัตถุในแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า



ภาพตัวอย่าง III-3 ตัวอย่างการไหลผ่านของวัตถุที่โรงทำปุ๋ยขนาดเล็กในแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า (โดยไม่ใส่วัตถุลงไป)

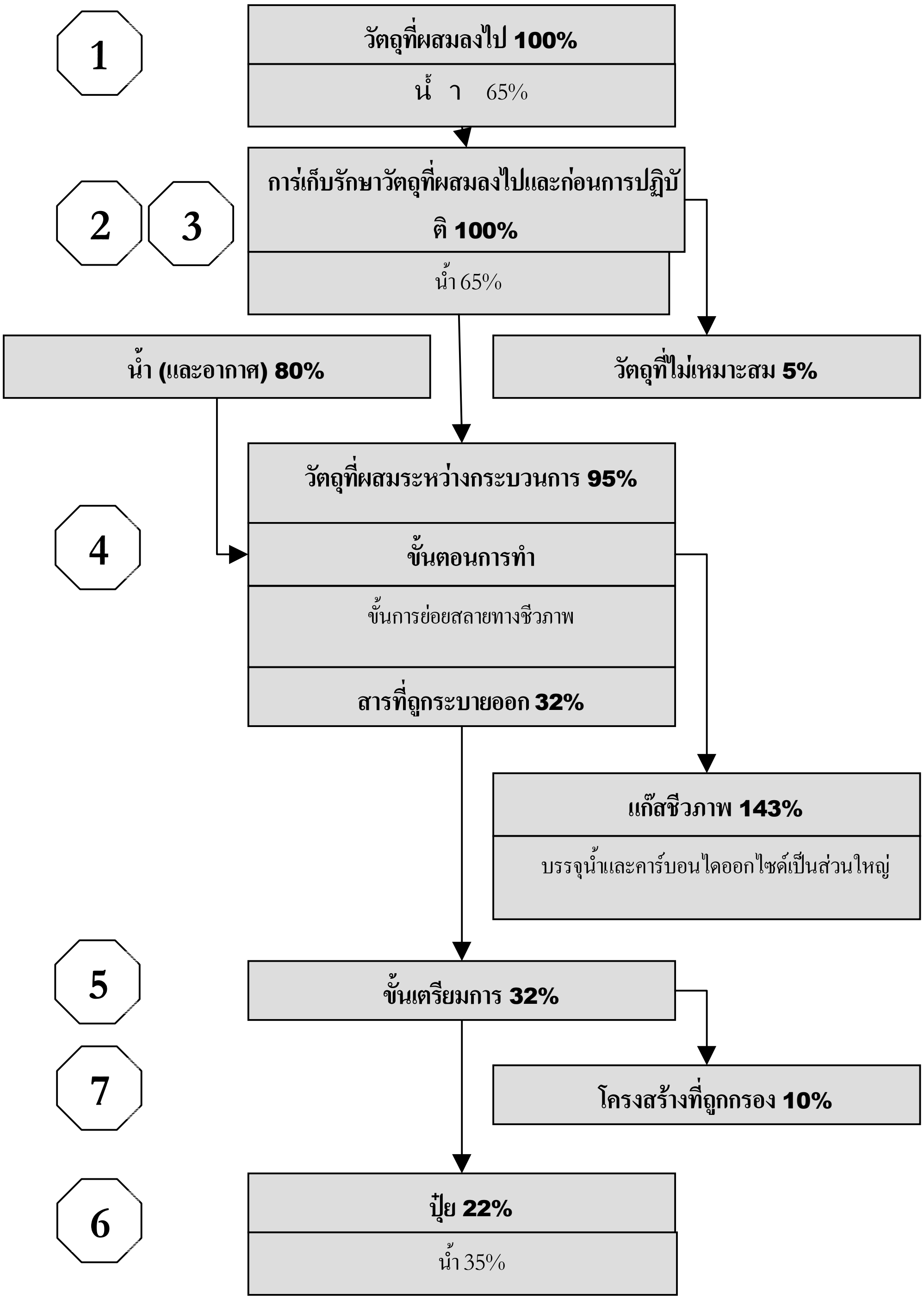
สัดส่วนและขนาด

ข้อสังเกตเบื้องต้น

วิธีการใช้ระดับก้าวหน้านั้นให้ร่าง หรือออกแบบสัดส่วนและขนาดด้วยตนเอง ซึ่งสามารถหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพิ่มเติมได้จากภาคผนวก การออกแบบแผ่นสำหรับการคำนวณ ข้อความ วิธีการไหลขอผ่านของวัตถุ และตัวอย่างที่ให้เพื่อความเข้าใจในขั้นตอนการคำนวณต่างๆ

ตัวอย่างที่ให้ในหน้าถัดต่อไปนี้เป็นเพียงตัวอย่างอย่างง่าย วัตถุประสงค์เพื่อให้เข้าใจ และให้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการให้น้ำ และสัดส่วนปริมาณของปุ๋ยที่คาดว่าจะได้เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ เนื่องด้วยสัดส่วนความสมดุลนี้อาจเป็นไปได้ที่จะได้ผลของปริมาณประจุไฟฟ้าของกระบวนการเนื่องจากชนิดวัตถุที่ผสมแตกต่างกันออกไป

จงจดบันทึกปริมาณที่ให้เป็นเปอร์เซนต์โดยมวล



ภาพตัวอย่าง III-4 [2]

ตั วอย่ างความสมดุ ลของขนาดโดยคิ ดเป็ นเปอร์ เซนต์ , สามารถปรั บเปลี่ ยนได้

ความต้องการสำหรับสัดส่วนและขนาด

p. 41
5

การจดบันทึกข้อมูลในการสร้างค่าความสมดุลของขนาดเป็นสิ่งสำคัญยิ่งระหว่างกระบวนการทำในการทำกองฟางในขั้นต่อไป และเพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแบบทดสอบให้ดูบทที่ 5 บทวิเคราะห์ที่โรงทำปุ๋ย

ขั้นที่ **1:**

- จดบันทึกมวลและปริมาณความชื้นทั้งหมด

ขั้นที่ **2:**

- จดบันทึกขนาดของวัตถุที่ผสมลงไป และขนาดของวัตถุที่ไม่เหมาะสม

ขั้นที่ **3:**

- จดบันทึกการให้น้ำโดยมวลและปริมาณ
- ขั้นสุดท้ายนี้ให้จดบันทึกมวล และปริมาณความชื้นของวัตถุที่กรอง

ขั้นประเมินผล

- คำควณผลค่าที่ได้จากขั้นตอนการคำนวณลงในตารางการเก็บข้อมูลหรือลงในตัวอย่าง
- วาดแผนผังระบบการไหลผ่านของวัตถุอย่างง่ายดังเช่นภาพตัวอย่าง III-4 สัดส่วนและขนาดของค่าประจุไฟฟ้าโดยปริมาณเป็นเปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการทำโรงปุ๋ย และคำนวณค่าที่ได้เป็นเปอร์เซนต์

ข้อสังเกต

- ด้วยสัดส่วนที่สมดุลสามารบอกได้ว่าประมาณ 22 เปอร์เซนต์ของวัตถุดิบที่ผสมลงไปดดยมวลนั้นคือมวลปุ๋ย และมวลการให้น้ำในระหว่างกระบวนการทำคือ 30 เปอร์เซนต์ของมวลวัตถุดิบ

- จากวัตถุดิบ10.000 มิลลิกรัม ปริมาณการให้น้ำอยู่ประมาณ 3.000 มิลลิกรัม และปริมาณปุ๋ยที่คาดว่าจะได้ประมาณ 2.200 มิลลิกรัม

- ให้คำนึงถึงจำนวนความแตกต่างของวัตถุดิบที่ผสมลงไป ความแตกต่างทางสภาวะแวดล้อม และอื่นๆ

บทที่

4

การดำเนินการที่โรงปุ๋ย

วัตถุดิบที่ใส่เข้าไป

วัตถุและส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยมีความสำคัญต่อระยะเวลาในการผลิตและการได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่กฎกล่าวไว้ว่า
"ปุ๋ยที่ดีนั้นต้องการส่วนผสมที่ดีด้วยเช่นกัน"

วัตถุที่เหมาะสมและที่ไม่เหมาะสม

ขยะอินทีรย์ประกอบด้วยสารแรกเริ่มทางชีวภาพ
ในคู่มือเล่มนี้ไม่ได้อธิบายถึงขยะธรรมชาติหรือขยะสังเคราะห์และไม่ได้ระบุว่าขยะนั้นสามารถย่อยสลายได้หรือไม่
ซึ่งคำนิยามนี้ยังรวมถึงสีและน้ำมันซึ่งเป็นชนิดของขยะอนินทีรย์ [6]

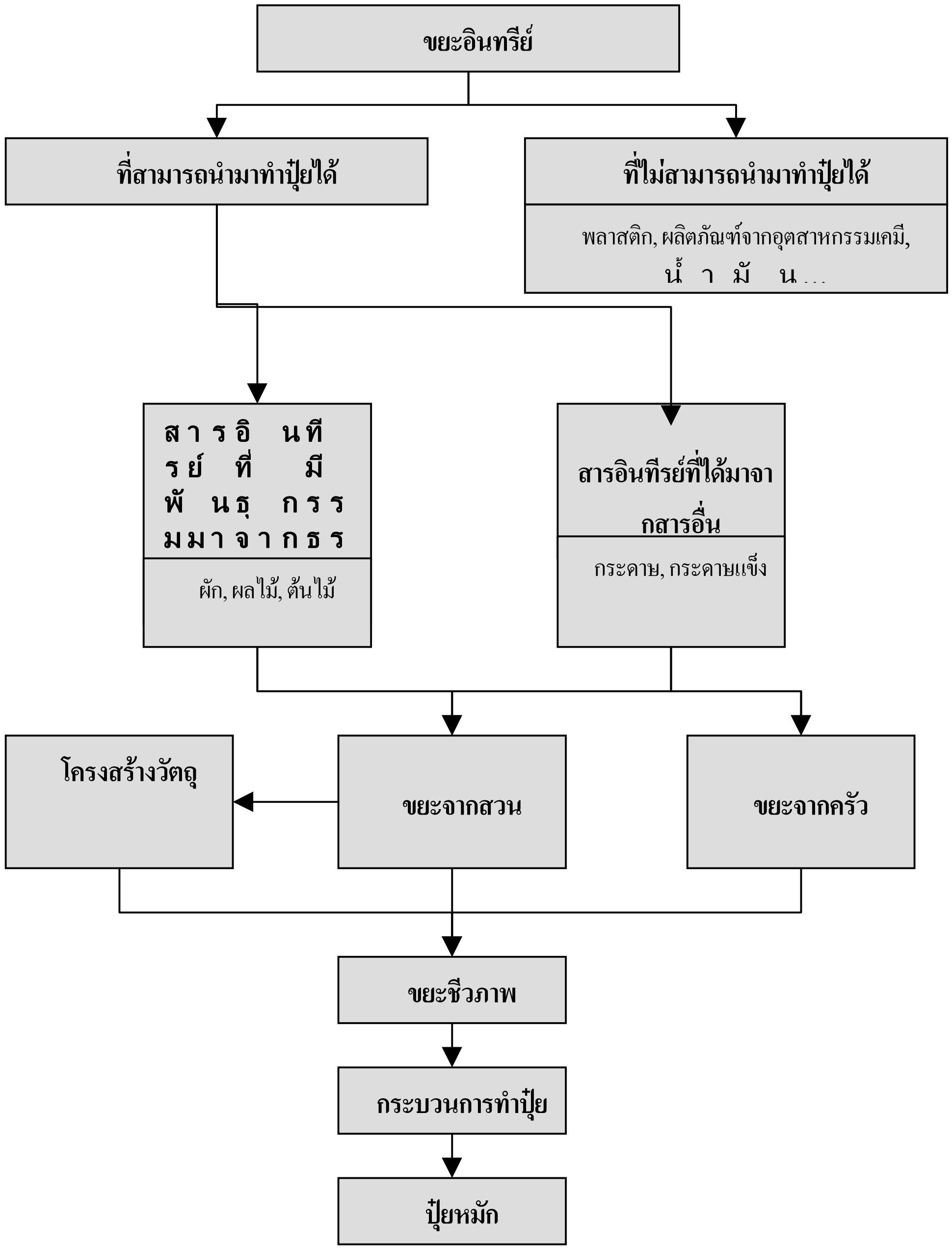
ในคู่มือเล่มนี้ขยะชีวภาพ ใช้อธิบายถึงขยะ,
ที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยการทำงานของจุลินทรีย์ (สามารถย่อยสลายได้ทางชีววิทยา)

การแบ่งขยะชีวภาพในแต่ละประเภทขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ [6]

- ขยะที่เหมาะสำหรับการบำบัดโดยไม่ใช้อากาศ เช่น ขยะที่เป็นของเหลว หรือที่มีปริมาณน้ำสูง
- ขยะที่เหมาะสำหรับการทำปุ๋ยโดยใช้อากาศ เช่น ขยะที่มีความแข็ง โดยเฉพาะขยะที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่

ขยะชีวภาพจัดเป็นทรัพยากรชนิดหนึ่ง ดังนั้นขยะชีวภาพสามารถถูกจัดอยู่ในขยะประเภท จากครัวเรือน(หรือตลาด) จากสวน(สวนสาธารณะ, ข้างถนน) และจากคอกปศุสัตว์ (โรงฆ่าสัตว์)

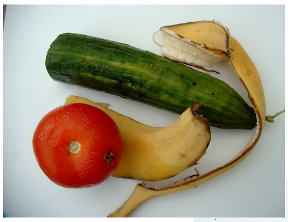
ข้อมูลที่เกี่ยวกับขยะชีวภาพที่กล่าวต่อไปนี้จะหมายถึงขยะที่เหมาะสำหรับการทำปุ๋ย
ซึ่งคู่มือนี้ส่วนใหญ่กล่าวถึงขยะสีเขียวที่สามารถปรับนำมาใช้ทำปุ๋ยได้ และสามารถนำส่วนต่างๆจากสัตว์มาใช้ได้ด้วย

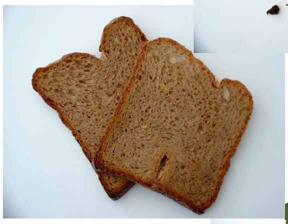


ภาพตัวอย่าง IV-1 ภาพลำดับขั้นของขยะชีวภาพ, สามารถปรับเปลี่ยนได้ [6]

การดำเนินการ

วัตถุหรือขยะที่เหมาะสำหรับการทำปุ๋ย





ขยะจากครัว

- เศษผัก ผลไม้ และผักสลัดที่เหลือ
- ซากผลไม้
- ถุงชา กาแฟ และเศษผงของชาและกาแฟ
- เปลือกไข่และถั่วต่างๆ
- เศษขนมปัง
- เปลือกมันฝรั่ง
- เศษดอกไม้
- กระดาษทิชชู่, กระดาษเช็ดปาก

ขยะจากสวน

- เศษหญ้าที่ตัด
- ใบไม้

โครงสร้างวัตถุ

- เปลือกไม้
- ต้นไม้ พุ่มไม้ และเนื้อไม้
- รากต้นไม้
- ปลอกของมะพร้าวที่ปั่นและบดแล้ว

- พืชสมุนไพร,เมล็ดวัชพืชต่างๆ
- ดอกไม้, ต้นไม้ และส่วนต่างๆ ของต้นไม้ที่เน่า
- ตะไคร่น้ำ
- ผลไม้ที่ร่วงจากต้น

- เศษหญ้าสีเขียว เช่น จากสวนสาธารณะหรือสนามกีฬา

วัตถุหรือขยะที่ไม่เหมาะสำหรับการทำปุ๋ย

ขยะรีไซเคิล

- พลาสติก, โฟม, โพลีเสตียรไร, แผ่นพลาสติกฟอยล์, ขวด และแก้วพลาสติก
- วัตถุโลหะต่างๆ, กระป๋อง และแก้วที่ใช้แล้ว
- กล่องนม, กระดาษขนาดใหญ่ที่ใช้แล้ว และกล่องกระดาษแข็งที่เป็นมลภาวะ

สารที่เป็นอันตราย

- แบตเตอรี่, สีและน้ำมัน
- ยาชนิดต่างๆ
- กาว, จำพวกถ่านอัลคาไลน์ และกรดต่างๆ
- ยาฆ่าแมลงและยากำจัดศัตรูพืช

ขยะส่วนที่เหลือ

- เศษอาหารที่ปรุงแล้ว เช่น เนื้อสัตว์ ปลา เศษกระดูก และผลไม้
- ผ้าอ้อมเด็ก และผลิตภัณฑ์อนามัยต่างๆ
- กระดาษประเภทมันวาว
- เศษก้นบุหรี่
- ขยะจากสัตว์เลี้ยง

วัตถุโดยรวมที่ไม่เหมาะสมสำหรับการทำปุ๋ย

- ไม้ที่ทาสีหรือมีสารเคลือบเงา
- ขยะจากครัวที่มีไขมันปริมาณสูง
- ขยะที่เป็นมลภาวะทั่วไป

สิ่งที่เพิ่มแข้าไป

วัตถุที่ผสมเพิ่มเติมลงไปซึ่งเป็นตัวเพิ่มคุณภาพของปุ๋ย
ช่วยเร่งความเร็วในกระบวนการย่อยสลายและหรือเป็นตัวลดสารอาหาร สิ่งต่างๆ เหล่านี้เราเรียกว่า สิ่งที่เพิ่มเข้าไป ซึ่งเป็นผลดีส่วนประกอบของวัตถุที่ผสมลงไปแต่ก็ไม่มีความจำเป็นมากนัก

การดำเนินการ

ตารางที่ IV-1 **วัตถุที่เหมาะสมที่ใส่เพิ่มลงไป,สามารถปรับเปลี่ยนได้,** [6]

สิ่งที่ใส่เพิ่มลงไป	การประยุกต์ใช้
สิ่งที่เพิ่มลงไปนอกเหนือจากกระบวนการทำปุ๋ย	
ปุ๋ยที่ได้มาตรฐาน	อุดมด้วยจุลินทรีย์สำหรับเพาะวัตถุที่ผสมลงไปในระยะเริ่มแรก
การเพิ่มแร่ธาตุบางชนิดลงไป	
ผงหินฟอสเฟต	ในระหว่างกระบวนการทำปุ๋ยผงหินฟอสเฟต นั้นสามารถละลายน้ำได้ดีโดยผ่านการทำงานของจุลินทรีย์ สามารถนำผงหินฟอสเฟตนี้ไปปรับใช้กับการเกษตรในแถบเขตร้อนที่มีฟอสเฟตต่ำ
ทราย	เพียงจำนวนไม่มากซึ่งเป็นประยชน์สำหรับปริมาณของกรดซิลิกา ซึ่งมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช และความคงที่ของสิ่งมีชีวิตในดิน
ปูนขาว	ปูนขาวช่วยให้ระดับค่า **pH** คงที่ มีแคลเซียมสูงซึ่งขาดในแคลนในปุ๋ย
ผงหิน(บาซอลต์บดละเอียด, ผงแคลเซียม, ดินเหนียว	ผงหินต่างๆนั้นมีแร่ธาตุเป็นส่วนประกอบสำคัญ ช่วยทำให้มีความคงที่ทางชีววิทยาในการย่อยสลายวัตถุดิบ
ปูนขาวalginic	ปุ๋ยจากการได้อยู่อาศัยของผง**algae** ให้สารอาหารอย่างดีต่อแบทีเรีย เหมาะสำหรับการทำให้ภาวะกรดด่างเป็นกลางต่อถ่านหินและเปลือกไม้
ผงalgae	ปุ๋ยจากการได้อยู่อาศัยของผง**algae** ซึ่งมีแคลเซียมน้อยกว่าผง**alginic** เป็นแหล่งที่มีแร่ธาตุเป็นส่วนประกอบสำคัญ
ผงกระดูก	ประกอบด้วยกรดฟอสฟอรัสเป็นส่วนใหญ่ ช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมและฟอสเฟตในปุ๋ย
ผงbloodป่น	ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งมีสารอินทีรย์ประกอบ ถูกนำมาใช้แทนได้ถ้าไม่มีซากสัตว์
ผงจากเขาสัตว์	ผง**bloodป่น** แต่มีผลกระทบน้อยกว่า เหมาะสำหรับกระบวนการทำปุ๋ย
สิ่งที่ใส่เพิ่มลงไปซึ่งสามารถเน่าเปื่อยได้	
มูลสัตว์(มูลวัว, ม้า,ควาย, แกะ,หมู, ไก่, เป็ด และกระต่าย)	ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งมีสารอินทีรย์ประกอบ
ปุ๋ยคอกเหลว	ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งมีสารอินทีรย์ประกอบ

โครงสร้างวัตถุที่ผสมเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพื่อทำให้มีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นและการทำปุ๋ยโดยปราศจากโครงสร้างไม่สามารถเป็นไปได้เช่นกัน

ส่วนประกอบที่เหมาะสมสำหรับวัตถุที่ใส่ลงไป

p. 45
5

สำหรับการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่เหมาะสมโดยปริมาณและน้ำหนักให้ดูจากบทที่ 5 การวิเคราะห์โรงทำปุ๋ย

ส่วนประกอบที่เหมาะสม

ส่วนผสมที่ง่ายที่สุดโดยปริมาณคือ การผสมขยะจากสวนและขยะสีเขียวเข้าด้วยกัน(ยังไม่ผสมโครงสร้างวัตถุ) จากนั้นให้ผสมขยะสีเขียวและขยะจากสวนอัตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่งกับโครงสร้างวัตถุ

และเนื่องจากขยะชีวภาพมีลักษณะแตกต่างเฉพาะ
เราจึงไม่สามารถบอกจำนวนส่วนประกอบที่แน่นอนของวัตถุที่ผสมลงไปได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคนที่ทำการผสมว่าสามารถหาส่วนผสมที่เหมาะสมได้หรือไม่ แต่อย่างไรก็ตามมีเกณฑ์พื้นฐานช่วยในการหาส่วนประกอบที่เหมาะสมเช่นกัน

เกณฑ์พื้นฐานสำหรับหาส่วนประกอบที่เหมาะสมในการทำปุ๋ย (คิดเป็นเปอร์เซนต์)

- ไม่ควรผสมวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้เป็นองค์ประกอบของโครงสร้างปุ๋ย ให้มีปริมาณน้อยกว่า 40 เปอร์เซนต์ และมากกว่า 60 เปอร์เซนต์

- สามารถผสมขยะจากสวนและขยะจากครัวให้มีสัดส่วนถึง 60 เปอร์เซนต์ (หรืออาจจะใช้เพียงขยะพืชผักจากครัวเพื่อผสมกับองค์ประกอบที่จะใช้เป็นโครงสร้างก็ได้เช่นกัน)

- ถ้าจะให้มีเพียงขยะที่สามารถจะนำมาใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่า 50 เปอร์เซนต์ ของปริมาณมวลวัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตโดดคำนวณมวลของขยะที่ได้รับให้อยู่ในรูปร้อยละแล้ว วัตถุดิบที่ใช้เป็นโครงสร้างควรมีปริมาณมากกว่า 30 เปอร์เซนต์

ไนโตรเจน และคาร์บอน-ความเข้มข้นของวัตถุที่ใส่ลงไป

ให้ตรวจดูจากตารางเพื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน ให้ดูจากจากตารางต่อไปนี้ (ตารางที่ IV-2 ไนโตรเจนและคาร์บอน-อัตราส่วนวัตถุที่ใส่ลงไป)

p. 11
2
p. 56
5

สามารถหาคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับอัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนเพิ่มเติมได้ในบทที่ 2 ความรู้เบื้องต้นในการทำปุ๋ยหมักและหาดูได้จากบทที่ 5 บทวิเคราะห์ที่โรงปุ๋ย

ชนิดของขยะ	อัตราส่วน **C:N**	ชนิดของขยะ	อัตราส่วน **C:N**
ไนโตรเจน– ความเข้มข้นของขยะ		คาร์บอน– ความเข้มข้นของขยะ	
ปุ๋ยคอกเหลว	**2 – 3**	ขยะจากผลไม้	**35**
มูลไก่	**10**	ใบไม้	**40 – 60**
เศษหญ้าที่ตัดแล้ว	**12 – 15**	ข้าวฟาง,หญ้าแห้ง	**48 - 60**
เศษผัก	**13**	เปลือกไม้	**100 – 130**
ขยะจากครัว	**23**	เศษจากการตัดแต่งต้นไม้	**100 – 150**
ต้นมันฝรั่ง	**25**	ขี้เลื่อย	**100 – 500**
มูลม้า	**25**	กระดาษ / กระดาษแข็ง	**200 – 500**

ตารางที่ IV-2 **ไนโตรเจนและคาร์บอน-ความเข้มข้นของวัตถุที่ใส่ลงไป,สามารถปรับเปลี่ยนได้** [4] [6]

จากข้อมูลที่ให้ข้างบนนี้สามารถปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของไนโตรเจน และคาร์บอนโดยการเปลี่ยนส่วนประกอบของวัตถุที่ใส่ลงไป [2].

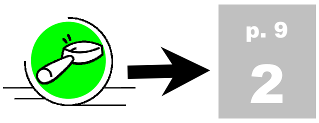
กระบวนการการเสื่อมสลาย

ขอบเขตปัจจัยกระบวนการ (การเฝ้าสังเกต)

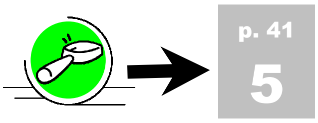
การเก็บข้อมูลของการเฝ้าสังเกตการณ์ของสภาวะที่เหมาะสมในการทำปุ๋ยเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการผลิตและถ้าหากค่าที่ได้ไม่ได้ตามที่ควรจะเป็น กระบวนการการทำอาจใช้ระยะเวลานานหรือสิ้นสุดลง

หากมีปัญหาข้อสงสัยใดๆในกระบวนการทำสามารถตรวจดูวิธีการแก้ปัญหาได้ในบทที่ 6 วิธีการแก้ปัญหา

ข้อแนะนำ คือให้คัดลอกตารางค่าในการเฝ้าสังเกตการณ์ทุกระยะ



สามารถหาคำอธิบายของปัจจัยที่กำหนดให้ได้ในบทที่ 2 ปัจจัยต่างๆในขั้นตอนการปฏิบัติ



สำหรับผลการคำนวณค่าการเฝ้าสังเกตการณ์ให้ดูจากบทที่ 5 บทวิเคราะห์ที่โรงปุ๋ย

การดำเนินการ

ตารางที่ IV-3 การเฝ้าสังเกตระหว่างกระบวนการย่อยสลาย [11]

ปัจจัยต่างๆ	กระบวนการทำปุ๋ย
สิ่งแวดล้อม	อากาศ
ความถี่ในการกลับกองฟาง	ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ **1.** วิธีรายสัปดาห์; หมุนกองฟางทุกๆสัปดาห์ **2.** วิธีอุณหภูมิ; หมุนหรือกลับกองฟางหากอุณหภูมิต่ำกว่าระดับ 40 องศาเซลเซียส ถึง 30 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิ	**อุณหภูมิที่เก็บไว้ไม่ควรสูงเกิน70 ดีกรี หรือไม่ควรสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส หลังการพลิกกลับปุ๋ยแล้ว ซึ่งสามารถใช้และเก็บได้อย่างปลอดภัย**
ความชื้น	ความชื้นที่เหมาะสมตามบทวิเคราะห์**การตรวจสอบด้วยกำปั้น** (บทที่ 5)
ระดับในการเน่าเปื่อย	การคำนวณ**ระดับการเน่าเปื่อย** (บทที่ 5 – แบบทดสอบ Deward)
ปริมาณน้ำ	**40 – 70 เปอร์เซนต์ WS**
ระดับค่าpH	**7 – 11** (light alkaline)
การหลีกเลี่ยงของปริมาณอากาศ	**30 – 50 เปอร์เซนต์** (ปริมาณของช่องเล็กๆในกองฟางขึ้นอยู่กับส่วนประกอบที่ของวัตถุที่ใส่ลงไป)

อัตราส่วนคาร์บอน : ไนโตรเจน	**20 – 35**

การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรระหว่างกระบวนการทำ

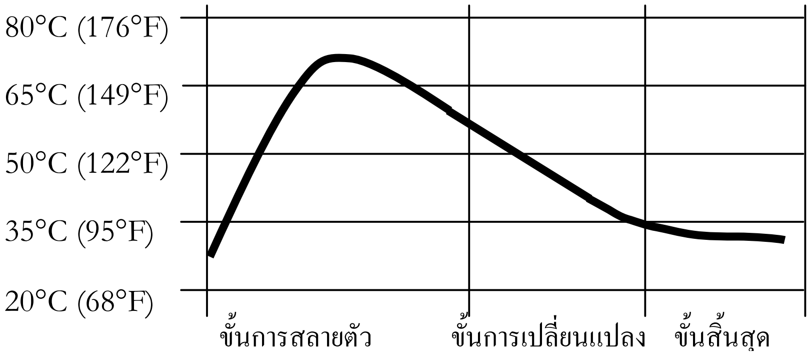
การเฝ้าสังเกตการณ์ระหว่างกระบวนการทำนั้นเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดี และช่วยลดระยะเวลาในการทำให้สั้นลง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกราฟวิถีของอุณหภูมิหรือการพัฒนาการของปริมาณรวมทั้งหมดสามารถช่วยให้เราเข้าใจถึงหลักส ำคัญในการทำปุ๋ยยิ่งขึ้น ปัญหาที่พบในระหว่างกระบวนการเน่าเปื่อยสามารถปรับแก้ไขได้เพื่อให้ได้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ

อุณหภูมิ

การเฝ้าสังเกตอุณหภูมิเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในกระบวนการทำปุ๋ย เนื่องจากเราสามารถทำการวัดได้ และแสดงถึงความสำเร็จในกระบวนการ สารอินทีรย์ในการย่อยสลายโดยผ่านการทำงานของจุลินทีรย์ เนื่องจากจุลินทีรย์สามารถปล่อยความร้อนได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นเหตุผลถึงความแตกต่างของอุณหภูมิในกองฟาง และอุณหภูมิแวดล้อม

เส้นโค้งบอกอุณหภูมินี้สัมพันธ์ต่อแร่ธาตุและกระบวนการเน่าเปื่อย

ตัวเลขที่แสดงให้เห็นนี้แสดงถึงลักษณะเฉพาะของวิถีโค้งของอุณหภูมิระหว่างกระบวนการทำปุ๋ยในประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้



ภาพตัวอย่าง IV-2 ลักษณะเฉพาะแนวโค้งอุณหภูมิ,สามารถปรับเปลี่ยนได้ [2]

ดังตัวเลขที่แสดงให้เห็น กระบวนการทำปุ๋ยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้น ดังนี้ [2]

- ขั้นการสลายตัว
- ขั้นการเปลี่ยนแปลง
- ขั้นสิ้นสุด

ดังจะเห็นได้จากเส้นโค้งว่าอุณหภูมิในระหว่างระยะการสลายตัวซึ่งระยะนี้เป็นระยะที่สำคัญ เพราะถ้าอุณหภูมิสูงหรือเกินกว่า 60 – 70 องศาเซลเซียส สามารถทำลายวัชพืชและเกิดเชื้อโรคขึ้นได้ ช่วงระยะของระยะแรกนี้ถูกแบ่งดังนี้ [2]

- ส่วนผสมที่เหมาะสมของวัตถุที่ผสมลงไปตามขนาดของอณู หรือที่มีลักษณะเหมือนกัน
- ปัจจัยสภาวะแวดล้อมดี เช่น ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม มีปริมาณออกซิเจนพอเพียง และสภาพภูมิอากาศ

ระยะเวลาที่อุณหภูมิสูงสุดนี้ใช้เวลาประมาณ 2 – 5 วัน ส่วนประกอบในระยะนี้สารสามารถย่อยสลายทีละน้อย (ไฮโดรคาร์บอเนต)

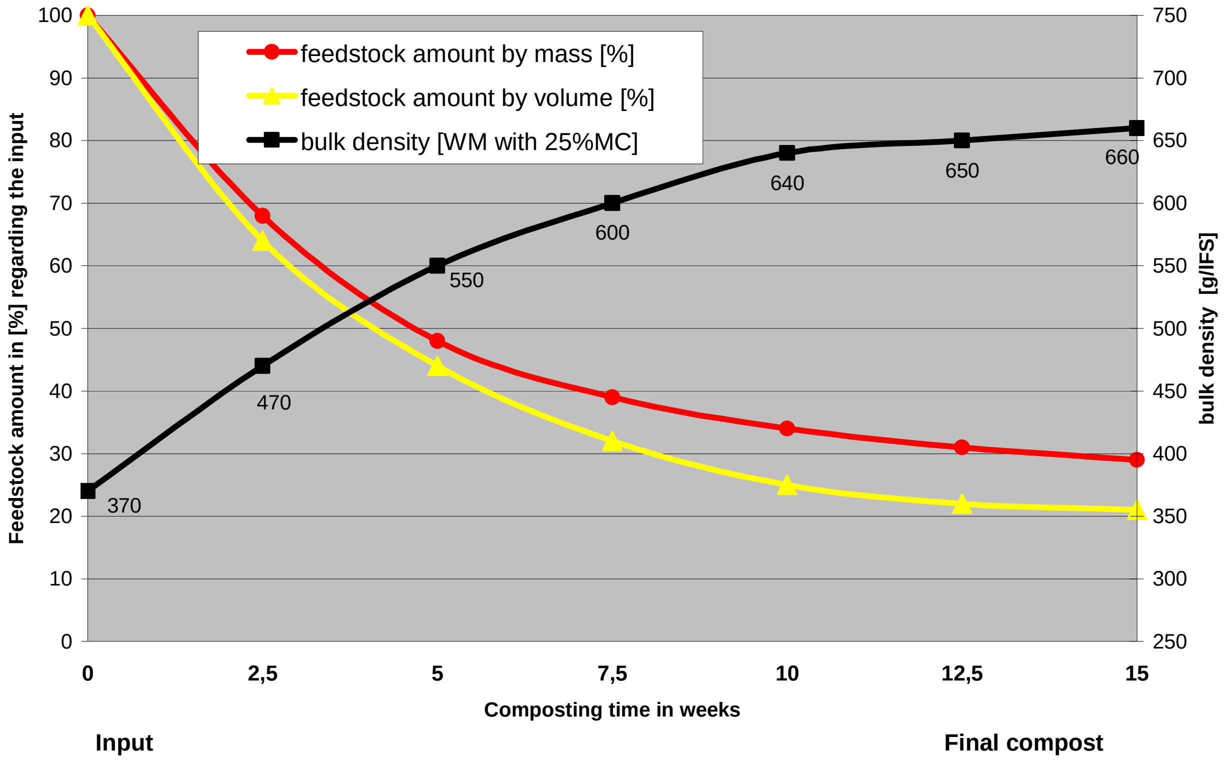
ส่วนประกอบในการสลายตัวซึ่งยากต่อการย่อยเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยเกิดขึ้นระหว่างระยะการเปลี่ยนแปลง ช่วงระยะเวลาดังกล่าวขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม ดังนั้นจึงไม่สามารถระบุจำนวนเวลาที่แน่นอนได้ในช่วงเวลานี้

สำหรับระหว่างระยะสิ้นสุดนั้น จุลินทรีย์จะทำงานช้าลง ในช่วงเวลาดังกล่าวนี้จุลินทรีย์ในดิน เช่น ไส้เดือน อาศัยปนอยู่ในดินได้ผสมแร่ธาตุเข้ากับอินทรีย์สาร ฮิวมัสได้ถูกก่อตัวขึ้นซึ่งเป็นตัวเพิ่มปริมาณสารอาหารให้แก่ปุ๋ย (โดยเฉพาะสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อพืช) ในช่วงสิ้นสุดของระยะนี้ วัตถุพร้อมสำหรับขั้นเตรียมการการทำ(อุณหภูมิสิ้นสุดไม่ควรสูงเกิน40 องศาเซลเซียส)

ปริมาณ มวล และความหนาแน่นทั้งหมด

ในระหว่างกระบวนการการทำปุ๋ยนั้น ปริมาณและมวลรวมทั้งหมดของกองฟางได้ลดลง เนื่องจากการขัดหรือเสียดสีกันของวัตถุและการเปื่อยยุ่ยทำให้ขนาดของอณูลดขนาดลง ดังนั้น ปริมาณได้ลดขนาดลงและความหนาแน่นได้เพิ่มขึ้น [5]

ก า ร ดํ า เ นิ น ก า ร



ภาพตัวอย่าง IV-3 ปริมาณการลดลงระหว่างกระบวนการ, ตัวอย่างโรงทำปุ๋ยนำร่องที่ประเทศกัมพูชา [8]

ขบวนการออกซิเดชั่นโด ย ผ่ า น ก า ร ทํ า ง า น
แ ล ะ อ า ศั ย ข อ ง จุ ลิ น ที ร ย์ ต่ อ ค า ร์ บ อ น
ซึ่ ง เ ป็ น ผ ล ใ ห้ ม ว ล ล ด ล ง

การทำงานของจุลชีววิทยา

ผลการคำนวณค่าที่แน่นอนของการทำงานของจุลินทีรย์นั้นเป็นสิ่งที่ยาก
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเช่นเดียวกับการลดลงของปริมาณและมวลสามรถใช้วัดการทำงานของจุลินทีรย์ได้

ตามที่แสดงตัวเลขจากกราฟข้างบนนี้ ในระยะแระของกระบวนการทำปุ๋ย (ขั้นการสลายตัว)
การย่อยสลายของอินทีรย์วัตถุถูกย่อยได้อย่างง่าย และการทำงานของจุลินทีรย์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
จากการกระทำดังกล่าวระดับอุณหภูมิเพิ่มสูงขั้น และอัตราการย่อยสลายเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน
ซึ่งนำไปสู่การลดลงของมวลและปริมาณอย่างรวดเร็ว เนื่องจาก ก า ร ทํ า ง า น ยิ่ ง สู ง
ค ว า ม ต้ อ ง ก า ร อ อ ก ซิ เ จ น ยิ่ ง สู ง ขึ้ น เ ช่ น กั น

ในขั้นการเปลี่ยนแปลง การทำงานของจุลินทีรย์จะมีความหนาแน่นน้อยลง
ระดับอุณหภูมิจะลดต่ำลงและอัตราการย่อยสลายก็ช้าตามลงไปด้วย ในขั้นนี้ส่วนประกอบต่างๆ นั้นทนความร้อนยิ่งขึ้น
ดังนั้นการลดลงของมวล และปริมาณจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และความต้องการออกซิเจนลดลงเช่นเดียวกัน
หากอุณหภูมิในระยะนี้สูงไม่เกิน 40 อ ง ศ า เ ซ ล เ ซี ย ส
เ ร า ส า ม า ร ถ นํ า ปุ๋ ย ม า เ ก็ บ แ ล ะ ใ ช้ ไ ด้ อ ย่ า ง ป ล อ ด ภั ย

ที่ขั้นสุดท้าย (ขั้นสิ้นสุดกระบวนการ) อุณหภูมิจะเป็นตัวบอกถึงการทำงานของจุลชีววิทยานั้นลดลง และถ้าหากไม่มีการย่อยสลายของสารอินทีรย์ตามปัจจัยที่กำหนดไว้ กระบวนการการทำปุ๋ยจะเพิ่มสูงถึงความสมบูรณ์คงที่ และวัตถุดิบพร้อมในขั้นการเตรียมการทำปุ๋ย

ให้พิจารณาดูคำอธิบายจากบทก่อนถึงสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากปริมาณน้ำภายในกองฟางไม่เพียงพอจะนำไปสู่การทำงานของจุลินทีรย์ลดลง และอุณหภูมิก็ลดตามลงไปด้วยซึ่งนำไปสู่การไม่เสร็จสิ้นของกระบวนการ และถ้าหากมีการเพิ่มน้ำลงไปกระบวนการก็จะเริ่มต้นใหม่อีกครั้ง

ปุ๋ยหมัก

ข้อดีของตัวปรับสภาพดิน

- เพิ่มปริมาณสารอาหารและสารอินทีรย์ในดิน
- ทำให้เนื้อดินดีขึ้น คือมีการเก็บน้ำและอากาศดีขึ้น

ปุ๋ยที่ได้จากกระบวนการการทำปุ๋ยนั้นมีความแตกต่างกันในการใช้ ดังนั้นคุณภาพเบื้องต้นควรได้รับการรับรองก่อนนำไปใช้หรือจำหน่าย ซึ่งปุ๋ยหรือผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่นวัตถุดิบที่ใส่ลงไป การเก็บรักษา การเฝ้าสังเกตการณ์และการเตรียมการ

ตลาดการค้าที่ใหญ่ที่สุดสำหรับปุ๋ย คืออุตสาหกรรมการเกษตร แต่ในบางครั้งเป็นการยากที่จะเข้าถึงตลาดได้ ดังนั้นการศึกษาความต้องการและการวิเคราะห์ปุ๋ยจึงต้องทำอย่างรอบคอบ

“จากประสบการณ์แสดงว่า มวลของปุ๋ยที่สามารถเก็บและใช้ได้อย่างปลอดภัยหลังจากที่อุณหภูมิสิ้นสุดลงที่ประมาณ 40 องศาเซลเซียส”[5]

คุณภาพปุ๋ย

คุณภาพปุ๋ยขั้นต่ำที่ต้องการ

- สามารถเก็บไว้ใช้ในการเกษตรกรรมและสำหรับพืชสวน
- มีปริมาณสารที่เป็นอันตรายต่ำ
- ปุ๋ยมีคุณภาพดี

- ปริมาณสารอาหารที่สมบูรณ์
- สามารถเก็บรักษาได้

การนำปุ๋ยไปใช้

การนำปุ๋ยไปประยุกต์ใช้นั้นขึ้นอยู่กับระยะสิ้นสุดกระบวนการ จงนึกเสมอว่าไม่สมควรผสมปุ๋ยใหม่กับดินและปกคลุมชั้นต่างๆ ด้วยดินเพราะจะทำให้กระบวนการย่อยสลายสลายทางธรรมชาติไม่เสร็จสิ้นสมบูรณ์

หลักในการนำปุ๋ยไปใช้คือเพื่อปรับสภาพดิน และเป็นปุ๋ย

ตาราง IV-4
กานำปุ๋ยไปใช้ [9]

การนำไปใช้	คำอธิบาย
ตัวปรับสภาพดิน	ใช้ตัวปรับสภาพดินที่มีชั้นความหนา **1 – 2** เซนติเมตร และปกคลุมด้วยดิน ใช้ปุ๋ยเพียงเล็กน้อยลงในดิน
หญ้า,ใบไม้	ชั้นความหนา **3** เซนติเมตร ชั้นความหนาของโครงสร้างวัตถุที่ถูกกรอง **5 – 10** เซนติเมตร ใช้ปุ๋ย หรือโครงสร้าง ปกคลุมรอบๆ ต้นไม้ พุ่มไม้
ปุ๋ยจากพุ่มไม้	ชั้นปุ๋ยมีความหนา **2** เซนติเมตร เพื่อปกคลุมดิน
ปุ๋ยสำหรับดอกไม้	ใช้ปริมาณสูงสุด **4 l** ต่อ **1** ตารางเมตร
ปุ๋ยสำหรับสนามหญ้า	กรองปุ๋ยด้วยเส้นผ่านศูนย์กลาง **0.5** เซนติเมตร และใช้ปุ๋ย **2 l** ต่อ **1** ตารางเมตร
ปุ๋ยสำหรับพืชผัก	ขึ้นอยู่กับชนิดของผัก ตามค่าประจุไฟฟ้าให้ใช้ความหนาที่ **2** เซนติเมตร และใส่ปุ๋ยเล็กน้อยลงบนดิน
เนื้อที่ของต้นไม้	ปุ๋ย **1** ส่วน ดินจากกระถางหรือภาชนะ **1** ส่วน ผสม **2** ส่วนเข้าด้วยกัน

หลักปฏิบัติในการใช้ปุ๋ย

- ห้ามใช้หรือใส่ปุ๋ยปลูกพืชหรือผักโดยลำพัง, ต้องผสมปุ๋ยกับดินเนื่องจากปุ๋ยมีความเข้มข้นสูงเกินไปสำหรับต้นไม้เล็กๆและจุลินทรีย์ในดิน

- ไม่ควรเก็บปุ๋ยนานเกิน 1 ปีเนื่องจากค่าของฮิวมัสที่ผสมจะย่อยสลายส่วนประกอบของอนินทีรย์
- ไม่ควรใช้ปุ๋ยเก่าหรือที่ขึ้นรา
- ห้ามผสมหรือใส่ปุ๋ยมากเกินควร เนื่องจากปุ๋ยมีความเข้มข้นสูง

ตัวอย่างที่ให้จากประเทศเยอรมันนีนี้ยังสามารถใช้วิเคราะห์ดินซึ่งมีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันระหว่างตัวปรับสภาพดินและสิ่งจำเป็นสำหรับพืชเพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณปุ๋ยซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการเจริญเติบโตของพืชอย่างเหมาะสมที่สุด

คุณภาพปุ๋ยที่ประเทศเยอรมันนี

ตามที่สมาคมความร่วมมือพัฒนาคุณภาพปุ๋ยแห่งประเทศเยอรมันนีให้ตารางความเกี่ยวเนื่องคุณภาพปุ๋ยจากประเทศเยอรมันนีในหน้าถัดไป

สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมสามารถหาดูได้จาก บทความพิเศษของเยอรมัน

ตาราง IV-5 บรรทัดฐานคุณภาพปุ๋ยในประเทศเยอรมันนี [7]

บรรทัดฐาน	คำอธิบาย	
สุขลักษณะ	**ผลผลิตมีความสะอาดถูกหลักอนามัยเนื่องจากถูกรับรองแล้วว่ามีการป้องกันจากเชื้อจุลินทรีย์**	
ความไม่สะอาด	**ภาชนะบรรจุที่มีสารอื่นเจือปน เช่น แก้ว พลาสติก โลหะ มีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน0.5 เปอร์เซนต์ ของวัตถุแห้งโดยน้ำหนัก**	
ก้อนหิน	**ปริมาณของก้อนหิน ไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซนต์ โดยมวล**	
ต้นไม้หรือพืชที่ใช้แทนกันได้	**ปุ๋ยหมักที่หมักจนได้ที่แล้วด้วยการอัดของอากาศและไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืช (มีการรวมตัวกันของไนโตรเจน)**	
ระดับในการเน่าเปื่อย	**ปุ๋ยหมักที่หมักจนได้ที่แล้ว ในระยะที่ 4 หรือ 5** (แบทดสอบDeward)	
ปริมาณน้ำ	**วัตถุที่แยกออกจากกันได้ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 45 เปอร์เซนต์ ของสถานที่กำจัดขยะ** **วัตถุที่บวมหรือพอง น้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 เปอร์เซนต์ของสถานที่กำจัดขยะ**	
VM	**ปุ๋ยที่หมักจนได้ที่ดีแล้ว ≤ 20 เปอร์เซนต์ VM**	
โลหะหนัก	สังกะสี **(Zn)**	**400 mg/kg DS**
	ตะกั่ว**(Pb)**	**150 mg/kg DS**
	ทองแดง **(Cu)**	**100 mg/kg DS**
	โครเมี่ยม**(Cr)**	**100 mg/kg DS**
	นิกเกิล **(Ni)**	**50 mg/kg DS**
	แคดเมียม **(Cd)**	**1,5 mg/kg DS**
	สารปรอท **(Hg)**	**1,0 mg/kg DS**
ตัวแปรที่สามารถกำหนดได้	• **ชนิดและวัตถุของปุ๋ยที่ผสมลงไป** • **ขนาดใหญ่สุดของอณู** • **ความหนาแน่น** • **ปริมาณของเกลือ** • **ค่า** pH • **สารอาหารในพืช** • **ปริมาณทั้งหมดของ:** N, P_2O_2, K_2O, MgO, CaO • **ปริมาณของสารที่ละลายได้:** N, P_2O_2, K_2O • **วัตถุอินทรีย์** (VM) • **ปริมาณสุทธิ** • **ชื่อและที่อยู่ของผู้จำหน่าย** • **คำแนะนำในการใช้ที่ถูกต้อง**	

บรรทัดฐานทั้งหมดนี้ต้องวิเคราะห์ตามกฎข้อบังคับของประเทศเยอรมันนีซึ่งสามารถดูได้จาก “วิธีวิเคราะห์การทำปุ๋ย” [7] และหากบทวิเคราะห์ถูกส่งไปยังห้องปฏิบัติการสามารถตรวจผลวิเคราะห์ตามกฎ

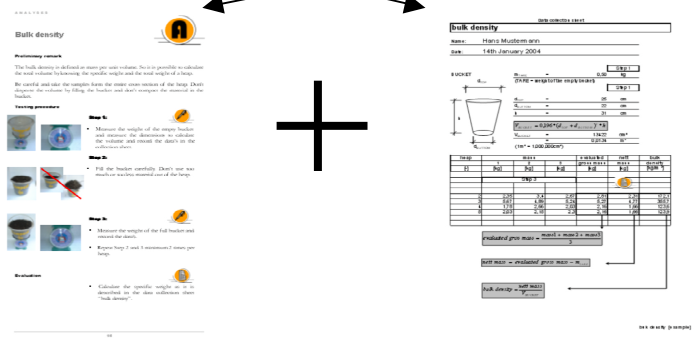
ตามค่าความคลาดเคลื่อนต่อกฎบังคับประเทศเยอรมันนี ผลที่ได้อาจไม่สามารถเปรียบเทียบได้!!

บทที่
5

บทวิเคราะห์ที่โรงปุ๋ย

ตารางตัวอย่างที่ให้ต่อไปนี้เป็นการอธิบายภาพรวมโดยสรุป
ซึ่งการวิเคราะห์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดูแลรักษาโรงทำปุ๋ยและในระยะเวลาที่ได้ทำไว้แล้ว

คำอธิบายและข้อสังเกตสำหรับแบบทดสอบทั้งหมดอยู่ในหน้าถัดไป และเพื่อให้เข้าใจดียิ่งขึ้นให้ใช้ คำอธิบายแบบทดสอบและแผ่นตัวอย่างในการเก็บข้อมูล



ตัวอย่างการเก็บข้อมูลที่ให้นี้ส่วนใหญ่แสดงถึงตัวอย่างการวิเคราะห์จริงที่ทำขึ้นที่โรงปุ๋ยโรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี, กรุงเทพ ประเทศไทย ดังนั้นจึงสามารถหาดูบทที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับปุ๋ย และการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ตัวอย่างที่ให้นี้เพื่อให้เห็นภาพเกี่ยวกับตารางการคำนวณ และแสดงถึงอาจบ่อยครั้งที่ผลที่ได้ไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

แผ่นการเก็บข้อมูลสำหรับทุกแบบทดสอบสามารถหาดูได้ที่หน้าสุดท้ายพร้อมตัวอย่าง
และจงจดบันทึกข้อมูลที่สำคัญสำหรับตัวอย่างที่ใส่ลงไปในหน้าถัดไป

การวิเคราะห์ค่าทางเคมี (ค่า pH C, N, P, K,)
ควรทำตามกฎของประเทศเยอรมันที่ให้มา
ซึ่งสามารถดูได้ที่ "บทวิเคราะห์วิธีทำปุ๋ย"
(ตรวจดูการทดลองเกี่ยวกับตารางการวิเคราะห์
ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถเปรียบเทียบได้กับผลของประเ

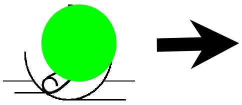
บ ท วิ เ ค ร า ะ ห์

ท ศ เ ย อ ร มั น นี จ า ก ใ น คู่ มื อ เ ล่ ม นี้ [7] ต า ร า ง V-1
บ ท วิ เ ค ร า ะ ห์ ที่ โ ร ง ท ำ ปุ๋ ย

การบทวิเคราะห์	ระยะเวลา				หน้า
	เริ่มต้น	รายวัน	รายสัปดาห์	ผลสรุป	
การคัดเลือกตัวอย่าง					**52**
วัตถุที่ใส่ลงไป					
องค์ประกอบ	**B**				60
ปริมาณแนวกองฟางทั้งหมด	**B**				
ความหนาแน่น	**A**				55
ปริมาณความชื้น	**A**				
ค่าpH	**R**				
คาร์บอนทั้งหมด	**R**				
ไนโตรเจนทั้งหมด	**R**				
การดำเนินการ					
อุณหภูมิ		**B**			58
การตรวจสอบด้วยกำปั้น		**B**			
ปริมาณแนวกองฟางทั้งหมด			**B**		60
ระดับการเน่าเปื่อย			**B**		61

การบทวิเคราะห์	ระยะเวลา				หน้า
	เริ่มต้น	รายวัน	รายสัปดาห์	ผลสรุป	
ความหนาแน่น			A		
ปริมาณความชื้น			A		
ปุ๋ย					
ปริมาณปุ๋ยทั้งหมด				B	56
ความหนาแน่น				A	
ปริมาณความชื้น				A	
ค่า pH				R	
คาร์บอนทั้งหมด				R	
ไนโตรเจนทั้งหมด				R	
EC				R	
Available P				R	
Exchangeable K				R	

คำอธิบายเพิ่มเติม



B	ขั้นเบื้องต้น
A	ขั้นก้าวหน้า
R	ขั้นการทำวิจัย

การคัดเลือกตัวอย่าง

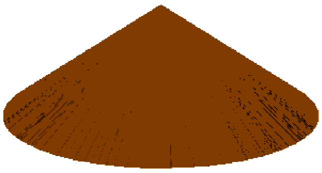
เกี่ยวกับข้อสังเกต

ตัวอย่างของปุ๋ยหมักควรสามารถถูกนำไปใช้ได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านวิชาการแต่อย่างใด [7]
และถ้ าหากทำการวิ เคราะห์ ทุ กตั วแปรตามกฎของประ
เทศเยอรมั นนี จำเป็ นต้ องใช้ 201
ของวั ตถุ ที่ สดใหม่

วัตถุดิบ

การเลือกใช้วัตถุสำหรับการคัดเลือกตัวอย่าง และการขนส่งนั้น ไม่สามารถเปลี่ยนผลการวิเคราะห์ที่ต้องการได้

การนำตัวอย่างปุ๋ยหมักมาใช้



- นำตัวอย่างจากโครงร่างส่วนทั้งหมดมาทำเป็นชั้นบางๆ (ไม่น้อยกว่า 301)โดยใช้สว่าน
  และวางวัตถุลงบนพื้นคอนกรีตที่สะอาดหรือบนแผ่นพลาสติกฟอยล์

ภาพตัวอย่าง V-1 ภาชนะที่ใช้แยกตัวอย่าง

- หากมีเครื่องหว่านเมล็ดแบ่งเป็น 5 แถว
  และวางวัตถุลงบนพื้นคอนกรีตที่สะอาดหรือบนแผ่นพลาสติกฟอยล์

ตัวอย่างเฉพาะ

ถ้าเริ่มทำงานที่ขั้นตอนแรกตามตัวอย่างที่นำครึ่งส่วนออกมานั้น
จำนวนขั้นต่ำในการคำนวณของตัวอย่างเฉพาะควรคำนวณด้วยสูตรต่อไปนี้:

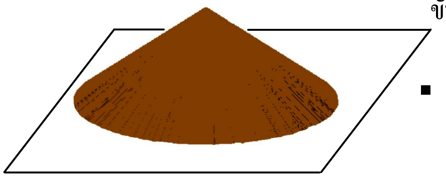
G [กิโลกรัม] = 0.06 * d [มิลลิเมตร]

d … ขนาดของอณู

สำหรับวัตถุดิบที่มีความหยาบ คุณภาพไม่ดีหรือไม่ผสมเข้ากันดี (ที่มีขนาดใหญ่กว่า) ต้องถูกเก็บขึ้นมา **[7]**

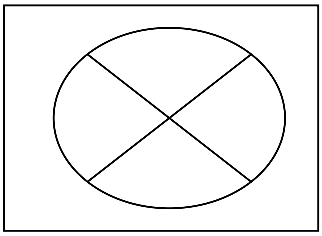
การเก็บตัวอย่าง การลดขนาดวัตถุที่เก็บ

การเก็บตัวอย่างนั้นประกอบด้วยการผสมตัวอย่างวัตถุ และผสมรวมให้เข้ากันดีด้วยพลั่ว เพื่อลดจำนวนให้ใช้วิธีการต่อไปนี้:



ขั้นที่**1:**

- ใส่ตัวอย่างวัตถุรวมให้เข้ากันดีบนแผ่นพลาสติกฟอยล์ หรือบนพื้นผิวคอนกรีตสะอาด



ขั้นที่ **2:**

- แบ่งกองวัตถุที่ผสมเข้ากันดีเรียบร้อยแล้วออกเป็น 4 ส่วน (ดังรูป) โดยขีดแบ่งเป็นเส้นด้วยพลั่ว และ เลือกมาเพียง 1 ส่วนกันออกไป

ภาพตัวอย่าง V-2 การแบ่งตัวอย่างในการเก็บ

ขั้นที่ **3:**

- ทำขั้นที่ 2 ซ้ำอีกครั้งจนถึงปริมาณที่ต้องการ

การขนส่ง

การขนส่งตัวอย่างควรส่งในรูปแบบที่ปิดผนึกเรียบร้อยดี และควรอยู่ในห้องทดลองภายใน 24 ชั่วโมง ถ้าหากเป็นไปได้ควรขนส่งตัวอย่างแบบที่อุณหภูมิเย็นลงแล้ว

ข้อสังเกต

ค่าความคลาดเคลื่อนจากผลวิธีที่อธิบายดังกล่าวควรมีการจดบันทึกอย่างระมัดระวัง ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อหลีกเลี่ยงการวิเคราะห์ผิดพลาด

วัตถุที่ใส่ลงไป

ข้อสังเกตเบื้องต้น

แผ่นการเก็บข้อมูล “องค์ประกอบของวัตถุที่ผสมลงไป” ถูกแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนถูกออกแบบมาแตกต่างกัน

p. 25 4

ให้ดูบทที่ 4 วัตถุที่ผสมลงไป เกี่ยวกับการผสมวัตถุที่ดีลงไป และไม่ควรลืมจัดชั้นแนวกองฟาง[illegible]ยณ์

อัตราส่วนของวัตถุที่ผสมลงไปโดยปริมาณ

กระบวนการทดสอบ

ขยะจากครัว
(เฉพาะกระหล่ำปลีสด)

ขั้นที่**1:**

- ให้ทำการวัดขนาดของภาชนะที่ใส่ เช่น ตะกร้า บุ้งกี๋ หรือภาชนะดังรูปสำหรับการขนส่งหรือ คำนวณปริมาณและน้ำหนักของภาชนะที่ใส่
- บรรยายความแตกต่างชนิดของวัตถุที่ผสมหลังจากทำการคัดแยกวัตถุด้วยสายตาแล้ว

ขั้นที่**2:**

- เติมวัตถุให้เต็มตะกร้าและนับทุกตะกร้าเพื่อการทำแนวกองฟาง
- ควรนับจำนวนตะกร้าทุกครั้งก่อนลงมือปฏิบัติเสมอ

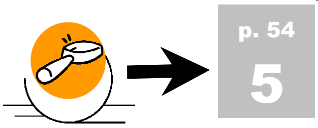
การประเมินผล

- ทำการคำนวณปริมาณความแตกกต่างอัตราส่วนชนิดของขยะและวัตถุที่ผสมโดยปริมาณ

- คำนวณจำนวนกองขยะตามที่บรรยายในแผ่นการเก็บข้อมูลตัวอย่าง (ปริมาณรวมทั้งหมดของแนวกองฟาง)

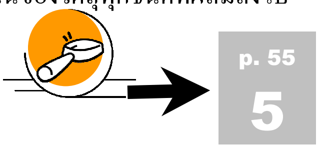
ความหนาแน่นและมวลรวมทั้งหมด

กระบวนการทดสอบ



ขั้นที่ **3:**

- วัดขนาดความหนาแน่นของวัตถุทุกชนิดที่ผสมลงไป



- หากเป็นไปได้ให้วิเคราะห์ MC ของวัตถุที่ผสมลงไป

การประเมินผล

- คำนวณมวลของชนิดของขยะที่แตกต่างกัน และอัตราส่วนของวัตถุที่ผสมลงไปโดยมวล
- คำนวณปริมาณมวลทั้งหมดของกองขยะ

ข้อสังเกต

- หากตราชั่งที่มีอยู่มีขนาดใหญ่สามารถคำนวณหาค่าทั้งหมดได้เช่นกันโดยคำนวณมวลสรุปทั้งหมด

การวิเคราะห์ทางเคมี

ข้อสังเกต

- จดบันทึกตัวอย่าง
  จดบันทึกชื่อที่ได้ลงในตารางและจดบันทึกผลการทดลองอย่างระมัดระวัง
- นำตัวอย่างที่ได้อธิบายในบทนี้
- ให้สังเกตดูกระบวนการทดสอบของผลการทดลอง และทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับกฎของประเทศเยอรมันนี ถ้าหากผลที่ได้แตกต่างออกไป ให้ใช้ผลตามที่คาดหวังไว้

- สำหรับค่าการคำนวณคาร์บอนอินทีรย์ให้ดูแบบทดสอบจากบทนี้

ปุ๋ย

ข้อสังเกตเบื้องต้น

แผ่นตารางการเก็บข้อมูล “ปุ๋ย” ถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน เช่นเดียวกับ แผ่นตารางการเก็บข้อมูล “องค์ประกอบของวัตถุที่ผสมลงไป”

p. 25
4

ดูจากบทที่ 4 คุณลักษณะที่ดีของวัตถุที่ผสมในการทำปุ๋ย

ปริมาณปุ๋ยรวมทั้งหมด

กระบวนการทดสอบ

ขั้นที่1:

- ทำการวัดขนาดความสูง ลึก กว้างของตะกร้าที่ใช้ในการขนส่งปุ๋ย

ขั้นที่ 2:

- จดบันทึกลงในแผ่น
- เติมปุ๋ยให้ถึงขอบตะกร้า (ดังรูป) และทำการนับทุกตะกร้า

การประเมินผล

- ทำการคำนวณปริมาณทั้งหมดโดยคูณจำนวนของตะกร้ากับปริมาณของตะกร้า

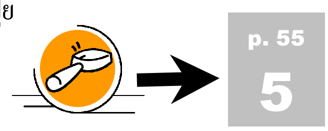
ความหนาแน่นและมวลรวม

กระบวนการทดสอบ

p. 54
5

ขั้นที่ **3:**

- วัดความหนาแน่นของปุ๋ย



- หากเป็นไปได้ให้ทำการวิเคราะห์ MC ของปุ๋ย

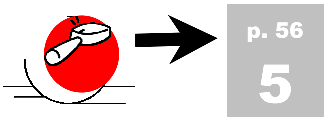
การประเมินผล

- คำนวณมวลของปุ๋ยที่ใส่ลงไปโดยคูณค่าความหนาแน่นกับปริมาณรวมทั้งหมด

การวิเคราะห์ทางเคมี

ข้อสังเกต

- เขียนตัวอย่างบันทึกอย่างระมัดระวัง และจดชื่อที่ให้ลงในตาราง และทำการบันทึกผลการทดลอง
- นำตัวอย่างที่ได้บรรยายลงในบทนี้
- ให้สังเกตดูกระบวนการทดสอบของผลการทดลอง และทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับกฎของประเทศเยอรมันนี ถ้าหากผลที่ได้แตกต่างออกไป ให้ใช้ผลตามที่คาดหวังไว้



- สำหรับค่าการคำนวณคาร์บอนอินทีรย์ให้ดูแบบทดสอบจากบทนี้

อุณหภูมิ และการตรวจสอบด้วยกำปั้น

อุณหภูมิ

p. 10
2

ข้อสังเกตเบื้องต้น

อุณหภูมิเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญในกระบวนการการทำปุ๋ย การวัดอุณหภูมิในจุดศูนย์กลางควรทำอย่างน้อย 3 ครั้งต่อกองฟางอุณหภูมิโดยรอบก็มีความสำคัญเช่นเดียวกันต่อความขึ้นลงในระหว่างสัปดาห์

กระบวนการทดสอบ

ขั้นที่ **1:**

- แบ่งกองฟางออกเป็น 3 ส่วนอย่างน้อยเพื่อทำการวัดอุณหภูมิ ณ ที่จุดเดิมทุกวัน ดังภาพตัวอย่าง

ขั้นที่ **2:**

- ใส่เครื่องวัดอุณหภูมิ (เทอร์โมมิเตอร์) ลงในกองฟาง คอยประมาณ 5 นาทีหากใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดา
  จากนั้นให้ดึงเทอร์โมมิเตอร์ออกจากกองฟางและดูอุณหภูมิทันที

- หากใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบอิเลคโทรนิคให้รอจนกระทั่งอุณหภูมิคงที่

ข้อสังเกต

- ในแผ่นข้อมูลเดียวกันให้ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ การตรวจสอบด้วยกำปั้น ปริมาณการให้น้ำ และอื่นๆ (ดูจากแผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล หรือคำอธิบายของปริมาณน้ำ)

การตรวจสอบด้วยกำปั้น

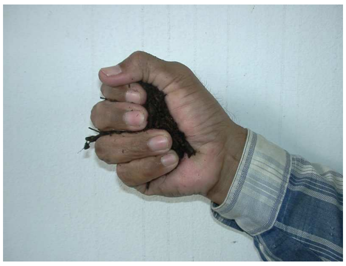
ข้อสังเกตเบื้องต้น

p. 10
2

ความสำคัญของน้ำในกระบวนการการทำปุ๋ย

การวัดปริมาณน้ำในแนวกองฟางนั้นง่ายและรวดเร็ว จงจดบันทึกผลที่ได้ (ชื้น แห้ง หรือพอดี) ลงในตัวอย่างการเก็บข้อมูล(อุณหภูมิ การตรวจสอบด้วยกำปั้น และการให้น้ำ)

กระบวนการทดสอบ



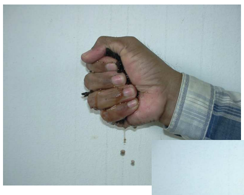
ขั้นที่ **3:**

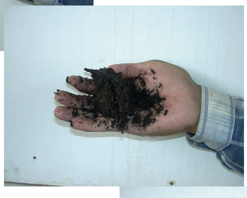
- นำดินที่แห้งจากชั้นแรกของกองฟางมาเป็นตัวอย่างในการทดสอบ

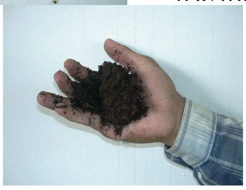
ขั้นที่ **4:**

- กำกำปั้นและบีบตัวอย่างดินที่อยู่ในมือ

การประเมินผล







- ถ้าหากบีบแล้วมีน้ำออกมาแสดงว่าเปียกเกินไป ดังภาพ
- และถ้าหากบีบแล้วดินร่วนแตกละเอียดเวลาเปิดกำปั้นออก แสดงว่าวัตถุแห้งเกินไป
- การตรวจสอบด้วยมือนี้ ดินที่ได้ควรจับตัวรวมกัน และมีความชื้นพอเหมาะ ดังภาพตัวอย่าง

ข้อสังเกต

- หากผลที่ได้ วัตถุเปียกหรือมีความชื้นมากเกินไป ให้หยุดการให้น้ำ เปิดกองฟาง และหมุนกลับกองฟาง
- และถ้าหากวัตถุแห้งเกินไป ให้ทำการให้น้ำและจดบันทึกปริมาณน้ำที่ให้ลงในตาราง

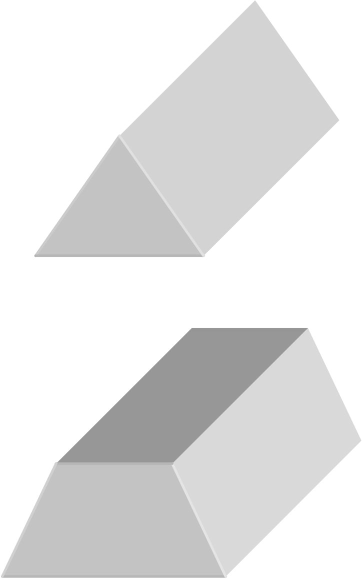
ปริมาณรวมกองฟาง

ข้อสังเกตเบื้องต้น

ในการคำนวณปริมาณกองฟางทั้งหมดโดยประมาณให้ใช้วิธีง่ายๆ ต่อไปนี้

กระบวนการทดสอบ

ขั้นที่ **1:**



- หากกองฟางเป็นรูปสามเหลี่ยม ให้วัดความยาว ความกว้างที่ฐาน และความสูง
- หากกองฟางเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ให้วัดความยาว ความกว้างที่ฐาน ความกว้างด้านบน และวามสูง

ภาพตัวอย่าง V-3 รูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

การประเมินผล

- คำนวณปริมาณตามที่อธิบายไว้ในข้อมูลการเก็บตัวอย่าง (ปริมาณกองฟางรวมทั้งหมด)

ระดับการเน่าสลาย และแบบทดสอบDeward

ข้อสังเกตเบื้องต้น

ความสามารถในการสร้างความร้อนได้ภายในตัวเองขยะสดที่นำมาทำปุ๋ยโดยผ่านกระบวนการทำให้เนื้อเยื่อย่อยสลายลง ถูกใช้เพื่อตรวจวัดคุณภาพของการย่อยสลายของปุ๋ยหมัก สิ่งที่สำคัญมากสำหรับการทดสอบนี้ก็คือ ปริมาณของน้ำที่เหมาะสมเพียงพอและได้มาตรฐานซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการตรวจสอบด้วยกำปั้น

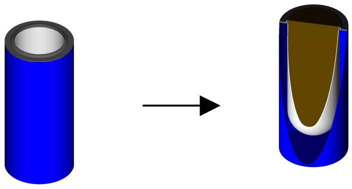
p. 50
5

กระบวนการทดสอบ

ขั้นที่**1:**

- กรองตัวอย่างวัตถุที่สดที่ขนาดน้อยกว่า 10 มิลลิเมตร และทำการตรวจสอบปริมาณน้ำของวัตถุที่กรองด้วยกำปั้น(หากวัตถุเปียกหรือชื้นเกินไปให้ปรับปริมารน้ำ และหากวัตถุแห้งเกินไปให้เพิ่มปริมาณน้ำ

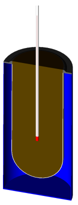
ขั้นที่ **2:**



ภาพตัวอย่าง V-4 กระติกน้ำตัวอย่าง Deward

- ใส่วัตถุที่กรองลงในกระติก Deward (ดูรูปภาพประกอบ) และตรวจสอบวัตถุโดยห้ามกด จากนั้นกดท่อลงในดินด้วยความระมัดระวัง

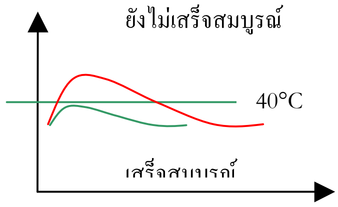
ขั้น **3:**



- ระหว่างทำการทดสอบให้นำท่อนี้อยู่ในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิห้อง 20 อ ง ศ า เ ซ ล เ ซี ย ส ทำการตรวจวัดทุกวันอย่างน้อย 2 ครั้งต่อวัน โดยระยะห่าง 8 ชั่วโมง

- ปกติแล้วแบบทดสอบนี้ใช้เวลา 2-5 วันโดยประมาณ และอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดต่ำลง

การประเมินผล



- ถ้าหากอุณหภูมิต่ำกว่าที่ระดับ 40 องศาเซลเซียส แสดงว่าเสร็จสิ้นสมบูรณ์ดี

ภาพตัวอย่าง V-5 เส้นโค้งอุณหภูมิตามแบบทดสอบ Deward

ข้อสังเกต

- ตามเกณฑ์ของประเทศเยอมันได้แบ่งคุณภาพปุ๋ยออกเป็น 5 ระดับของการเน่าสลาย
  เกณฑ์ที่เป็นตัวบอกถึงคุณภาพปุ๋ยยังรวมถึงอุณหภูมิสูงสุดอีกด้วย (T_{max}).

ระดับในการเน่าสลายที่ 1 T_{max} = 60 – 70 องศาเซลเซียส

ระดับในการเน่าสลายที่ 2 T_{max} = 50 – 70 องศาเซลเซียส

ระดับในการเน่าสลายที่ 3 T_{max} = 40 – 50 องศาเซลเซียส

ระดับในการเน่าสลายที่ 4 T_{max} = 30 – 40 องศาเซลเซียส

ระดับในการเน่าสลายที่ 5 T_{max} = 20 – 30 องศาเซลเซียส

จงจดบันทึกระดับในการเน่าสลายในระดับที่ 2 และ 3 สำหรับปุ๋ยสด และการเน่าสลายในระดับที่ 4 และ 5 สำหรับปุ๋ยที่เสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว [7].

ความหนาแน่น

ข้อสังเกตเบื้องต้น

ความหนาแน่นถูกกำหนดตามมวลต่อหน่วยหน่วยปริมาณ ดังนั้น
ในการคำนวณจึงเป็นไปได้ที่คำนวณมวลรวมทั้งหมดโดยรู้ความหนาแน่นของกองฟาง

ให้ระวังในเวลาที่นำตัวอย่างจากจากครึ่งส่วนของกองฟางทั้งหมด ไม่ควรทำให้ปริมาณที่เติมลงในถังนั้นกระจัดกระจาย และไม่ควรอัดวัตถุแน่นในภาชนะ (ถัง)

กระบวนการทดสอบ

ขั้นที่ **1:**

- ทำการวัดขนาดของถังเปล่า (ความสูง ลึก กว้าง) เพื่อคำนวณปริมาณ และจดบันทึกลงในการเก็บตัวอย่างข้อมูล

ขั้นที่ **2:**

- เติมวัตถุให้เต็มถังอย่างระมัดระวัง ห้ามใส่วัตถุมากหรือน้อยเกินไป

(ดูภาพประกอบ)

ขั้นที่ **3:**

- ชั่งมวลของวัตถุที่เต็มถัง และทำการบันทึกข้อมูล
- ทำซ้ำขั้นที่ 2 และ3 อย่างน้อย 2 ครั้งต่อกองฟาง

การประเมินผล

- ทำการคำนวณความหนาแน่นตามที่อธิบายไว้ในการเก็บตัวอย่างข้อมูลความหนาแน่น

ปริมาณความชื้น

ข้อสังเกตเบื้องต้น

p. 10
2

ความสำคัญของน้ำในกระบวนการผลิต

ปริมาณความชื้นคือมวลของน้ำที่อยู่ในกองฟาง มวลของสารที่แห้งคิดเป็นเปอร์เซนต์

การวัดหาค่าสภาวะความชื้นที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธีการทดสอบด้วยกำปั้นเป็นวิธีการที่เป็นประโยชน์ เพราะบางวัตถุ เช่น กระดาษ หรือไม้สามารถเก็บน้ำได้ในปริมาณมาก ดังนั้นค่าความหนาแน่นของวัตถุแห้งและเปียกสามารถเปลี่ยนแปลงได้

กระบวนการทดสอบ

ขั้นที่ **1:**

- ชั่งมวลของหลอด (พอสสิเลน หรืออลูมิเนียม)ที่ว่างเปล่า ตราชั่งที่ใช้ควรวัดได้ 0.1 กรัมพอดี

ขั้นที่ **2:**

- ใส่ตัวอย่างขยะสดลงในหลอดดังกล่าว และวัดมวลตัวอย่างของขยะพร้อมทั้งหลอด

- ทำตัวอย่างให้แห้งโดยใส่เตาอบจนกระทั่งอุณหภูมิคงที่ ตามกฎประมาณ 24 ชั่วโมง อุณหภูมิ โดยเฉลี่ยประมาณ 105 องศาเซลเซียส หรือ 221ฟาเรนไฮน์

ขั้นที่ **3:**

- วัดมวลของวัตถุที่แห้งแล้วพร้อมทั้งหลอด

- **การประเมินผล** คำนวณค่าปริมาณความชื้นตามที่อธิบายไว้ในแผ่นการเก็บข้อมูลตัวอย่าง

คาร์บอนอินทีรย์

ข้อสังเกตเบื้องต้น

ตามกฎของประเทศเยอรมันนีที่ให้ไว้ คาร์บอนอินทีรย์สามารถถูกคำนวณตามผลที่คาดคะเนของสารระเหย ดังที่จะให้คำอธิบายต่อไปนี้เกี่ยวกับสารระเหยและหลังจากนั้นเกี่ยวกับการคำนวณคาร์บอนอินทีรย์

กระบวนการทดสอบ

การเตรียมการตัวอย่าง :

p. 55
5

- ทำวัตถุที่ยังไม่ได้กรองให้แห้งในเตาอบด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งวัตถุแห้งมีมวลคงที่

- ใช้เครื่องบดที่เหมาะสมบดวัตถุอย่างน้อย 30 กรัม

ขั้นที่ **1:**

- วัดมวลของภาชนะพอสเซลีนที่ยังว่างเปล่า แล้วทำการชั่ง น้ำหนักควรอยู่ที่ 1 มิลลิกรัม

- วัดมวลของพอสเซลีนพร้อมทั้งตัวอย่างที่เตรียมไว้ (น้ำหนักประมาณ 5 กรัม)

ขั้นที่ **2:**

- ทำการเผาวัตถุที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสในกล่องเตาหลอม จนกระทั่งมวลคงที่

- รอให้พอสเซลีนเย็นลง และแห้งสนิท จากนั้นจึงทำการวัดมวลอีกครั้งหนึ่ง

การประเมินผล

- คำนวณสารระเหยที่ได้ในตอนแรก
- วัตถุสารระเหยที่เพิ่มขึ้นด้วยปัจจัย 0.58
  เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าคาร์บอนอินทรีย์

บทที่

6

วิธีการแก้ปัญหา

ปัญหาที่พบในระหว่างกระบวนการทำ อาจสามารถหาวิธีแก้ได้จากบทนี้

ตาราง VI-1 วิธีการแก้ปัญหา

ปัญหา	*สาเหตุ*	*สิ่งที่ควรปฏิบัติ*
ส่งกลิ่นเหม็น	อากาศน้อยเกินไป มีปริมาณน้ำมากเกินไปในกองฟาง	กลับแนวกองฟาง และผสมวัตถุแห้งลงในขยะส่วนที่เปียก เพิ่มโครสร้างวัตถุเพื่อเพิ่มอากาศทางธรรมชาติ คลุมแนวกองฟางในช่วงหน้าฝน (ในกรณีที่โรงปุ๋ยไม่มีหลังคาปกคลุม) หยุดการให้น้ำ และเปิดแนวกองฟางจนกระทั่งปริมาณความชื้นอยู่ในภาวะที่เหมาะสมอีกครั้ง
มีซากสัตว์จำนวนมากในกองฟาง	อัตราส่วนของอาหารที่ปรุงแล้ว หรือซากสัตว์มีปริมาณสูง	พยายามหลีกเลี่ยงเศษอาหารที่ปรุงแล้ว หรือซากสัตว์ หมุนกลับแนวกองฟางเพื่อให้ร่วนซุย

วิธีการแก้ปัญหา

กระบวนการในการย่อยสลายเป็นไปอย่างช้าๆ	สภาวะของปุ๋ยไม่ดี	ปรับปัจจัยและกระบวนการต่างๆ
อุณหภูมิต่ำในระยะเริ่มต้น	ค่า pH ต่ำ	ลดระยะเวลาในการเก็บรักษาสำหรับวัตถุที่ผสมลงไป เพิ่มผงหิน ($CaCO_3$) เพื่อเพิ่มค่า pH
อุณหภูมิต่ำระหว่างกระบวนการทำ	มีปริมาณขยะสีเขียวน้อยเกินไป	ปรับเปลี่ยนส่วนประกอบของวัตถุที่ผสมลงไปเพราะมีปริมาณโครงสร้างสูงเกินไป
อุณหภูมิสูงเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ	การย่อยสลายไม่เปลี่ยนแปลง สารตั้งต้นที่สามารถย่อยสลายได้	กรองวัตถุที่ผสม เก็บคัดแยกปุ๋ยออกมาและเฝ้าสังเกตอุณหภูมิ
อุณหภูมิสูงในกองฟาง	กระบวนการเน่าเปื่อยของปุ๋ยไม่เสร็จสมบูรณ์	ไม่ควรบรรจุปุ๋ยลงในถุงจนกว่าอุณหภูมิลดต่ำลง
คุณภาพปุ๋ยต่ำ	ปริมาณความชื้นสูง มีปริมาณสารอาหารในดินจำนวนน้อยเนื่องจากวัตถุที่ผสมลงไป	ตากปุ๋ยให้แห้ง เพิ่มปริมาณของมูลสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจน

บุคคลอ้างอิง

[1] Bidlingmaier, W., Gallenkemper, B.: Grundlagen der Abfallwirtschaft, แผนกจัดทำต้นฉบับสำหรับการบรรยายการกำจัดของเสีย Bauhaus – มหาวิทยาลัยเวียมาร์, ประเทศแยอรมันนี

[2] Bidlingmaier, W.: Biologische Verwertungstechnologien. – แผนกจัดทำต้นฉบับสำหรับการบรรยายการกำจัดของเสีย Bauhaus – มหาวิทยาลัยเวียมาร์, ประเทศแยอรมันนี

[3] Bidlingmaier, W., 2000: Biologische Abfallverwertung. Die Deutsche Bibliothek. Eugen. ประเทศเยอรมันนี

[4] Diaz, L. F., Savage, G.S., Eggert, L. L., Golueke, C. G., 1993: การทำปุ๋ย และการนำขยะแข็งกลับมาใช้ใหม่ สำนักพิมพ์. รัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา..

[5] Diaz, L. F., Savage, G.S., Eggert, L. L., Golueke, C. G., 2003: การกำจัดขยะในประเทศกำลังพัฒนาทางเศรษฐกิจ. ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2. Cal Recovery. Concord, รัฐแคลิฟอร์เนีย. ประเทศสหรัฐอเมริกา.

[6] GTZ, GFA – Umwelt, IGW วิศวกรที่ปรึกษาWitzenhausen, 1990: การใช้ประโยชน์จากขยะอินทีรย์เขตเทศบาล. Report Supraregional Sectoral Project. Bonn / Eschborn. ประเทศเยอรมันนี.

[7] องค์การสหพันธ์การรับรองคุณภาพปุ๋ย, 1994: คู่มือวิเคราะห์การทำปุ๋ย. Abfall Now. กรุงสตุทกาต. ประเทศเยอรมันนี.

[8] Heller, C., 2002: Analyse und Optimierung des Betriebsablaufes und Erstellung eines Betriebshandbuches für die Pilot-Kompostierungsanlage Stung Mean Chey กรุงพนมเปญ (ประเทศกัมพูชา). วิทยานิพนธ์แผนกการจัดการขยะBauhaus – มหาวิทยาลัยเวียมาร์. ประเทศเยอรมันนี

[9] กระทรวงการเกษตรThuringia, การพิทักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม,: Thüringer Kompostfibel. ประเทศเยอรมันนี.

[10] Knoten Weimar: บรรทัดฐานคุณภาพปุ๋ยในประเทศยุโรป และเยอรมันนี www.bionet.de/en/waste/print

[11] Klauß – Vorreiter, A.., 2003: ต้นฉบับแผนการบูรณาการการกำจัดของเสียของโรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี, Draft Knoten Weimar An - สถาบันBauhaus – มหาวิทยาลัยเวียมาร์. ประเทศเยอรมันนี.

ภาคดัชนี

ก

การทำงานของจุลินทีรย์ 4
การอัดอากาศเข้า......................................7, 8, 11, 42
ที่อัดเข้าไป 8
แบบธรรมชาติ 8
การบำบัดโดยใช้อากาศ......................................4, 28
การนำปุ๋ยมาประยุกต์ใช้ 43
การคำนวณสถานที่ 20
ก่อนการปฏิบัติที่โรงปุ๋ย.................................17, 19
การขนส่ง...17, 20
การวิเคราะห์ทางเคมี 46
การเตรียมการทำปุ๋ย 15
ก า ร เ ก็ บ ปุ๋ ย 15
กระบวนการทำปุ๋ย 8, 15, 36, 39, 40
การเก็บตัวอย่าง 48
การเก็บรักษาวัตถุที่ผสมลงไป...............................14
การเสื่อมสลาย...9, 10, 11, 12
กระบวนการเสื่อมสลาย 36
การสลายตัว...40
การทดสอบด้วยกำปั้น 55
การทำงานและการอยู่อาศัยของจุลินทีรย์ 41
การปล่อยสารที่เป็นอัตราย 14
การจัดส่งวัตถุดิบ 13
การยับยั้ง...12
การให้น้ำ..54
การลดลงของมวล..41
การไหลของวัตถุ 14, 21, 26
กลิ่น 14, 62
การทำงานของจุลชีววิทยา......................................41
การคมนาคม 4
ก่อนการปฏิบัติ..14, 19
การเน่าสลายทางธรรมชาติ 43
การเตรียมการ...19
การคัดแยกด้วยสายตา..14
กระบวนการเน่าเปื่อย 39
กองฟางรูปสี่เหลี่ยมคางหมู.................................6, 56
กองฟางรูปสามเหลี่ยม 6, 56
การวิวัฒนาการของอุณหภูมิ 39, 41
การกักเก็บโครงสร้างที่กรอง...................................15
การกรอง 15
การลดลงของปริมาณ 41
การออกแบบค่าประจุไฟฟ้า....................................18
เกณฑ์คุณภาพปุ๋ยประเทศเยอรมันนี.......................44

ข

ขนาดปุ๋ย...24
ขยะชีวภาพ 28
ขบวนการออกซิเดชั่นทางชีวภาพ 41
ขยะที่สามารถทำปุ๋ยได้...28
ข้อเสนอแนะ 9
ข ย ะ 4
ขยะจากครัว 31
ขยะจากสวน 31
ขยะจากสวน...14
ข ย ะ สี เ ขี ย ว 14
ข ย ะ ชี ภ า พ สี เ ขี ย ว 29
ขยะตกค้าง..32
ขยะอินทีรย์...28
ขยะที่เหมาะสม 28
ข น า ด ข อ ง ก อ ง ฟ า ง 18
ขนาดของอณู 10
ขั้น
ขั้นการเปลี่ยนแปลง..39
ขั้นการย่อยสลาย 39
ขั้นสิ้นสุด...40

ค

ค่ า ph...12
ค่าประจุไฟฟ้า 16, 17, 20
คาร์บอน..12
คาร์บอนอินทีรย์ 61

คุณภาพปุ๋ย.....42
ความกว้าง.....18
ความหนาแน่น.....18, 40, 59
คอกปศุสัตว์.....29
ความต้องการออกซิเจน.....41
ความเข้มข้นของคาร์บอน.....36
ความเข้มข้นของไนโตรเจน.....36
ความสูงของขยะ.....18
ความสามารถในการจัดการ.....17
ความชื้น.....10, 11
ความต้องการขั้นต่ำในการทำโรงปุ๋ย.....13
ความสูง.....18
คุณภาพปุ๋ย.....29
เครื่องวัดอุณหภูมิ.....54
โครงสร้างวัตถุดิบ.....14, 15, 16, 31, 35

จ

จุลินทรีย์.....9, 12, 28, 39, 41

ช

ช่องเล็กๆระหว่างอณู.....10, 11, 12
เชื้อโรค.....40

ซ

ซากพืช.....5
ซากสัตว์.....4, 5

น

ไ นเตรต.....12
แนวกองฟาง.....5,8
น้ำ.....5
นิวเคลียสในกองฟาง.....39
ในแนวเส้นตรง.....22
ในแนวสี่เหลี่ยมผืนผ้า.....23

ต

ตลาด.....29
ตัวกำหนดการทำปุ๋ย.....39
ตัวอย่างการเก็บ.....49
ตัวอย่างเฉพาะราย.....48
ต้องการอากาศในการดำรงชีพ.....4

บ

บ้านเรือน.....29
แบบทดสอบ Deward.....57
แบบแผนชาวจีน.....8
บริเวณที่เน่าเปื่อย.....18
บริเวณการเน่าเปื่อย.....17, 18
บทวิเคราะห์โรงปุ๋ย.....46

ป

ปุ๋ย.....4, 10, 13, 42, 44, 52
ปุ๋ย.....5, 33
ปริมาณการให้น้ำ.....24
ปูนขาว.....34
ปุ๋ยคอกเหลว.....34
ปริมาณความชื้น.....60
ปริมาณน้ำ.....18
ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม.....60
ปริมาณสารอินทรีย์.....42
ปัจจัยกระบวนการ.....10
ปัญหา.....62
ปริมาณรวมทั้งหมด.....40
ปริมาณรวมทั้งหมดในกองฟาง.....56
ปริมาณวัตถุที่ใส่ลงไป.....13
ประโยชน์จากปุ๋ย.....42

พ

พลังงานความร้อน.....10

ผ

ผงกระดูก.....34
ผงจากเขาสัตว์.....34
ผลผลิตที่ดี.....28
ผงหิน.....34
ผงหินฟอสเฟต.....34
ผงalgae.....34
ผงalginic.....34

ผงbloodป่น..34

ภ

ภาวะที่เหมาะสมระหว่างคาร์บอน-ไนโตรเจน...........12

ม

มวลรวมทั้งหมด 40
มูลสัตว์...34

ร

รอยการขัดกัน 40
ระยะเริ่มต้น 12
ระบบแนวกองฟาง..5
ระดับการเน่าเปื่อย...41
ระดับการเฝ้าสังเกต..36, 38
ระยะเวลาการทำปุ๋ย..15, 39
ระยะเวลาในการเก็บ..18
ระยะเวลาในการอยู่อาศัย...18
ระดับ
A- ระดับก้าวหน้า 2
B - ระดับพื้นฐาน..2
R - ระดับการวิจัย..2
แร่ ธาตุ 39
โรงฆ่าสัตว์ 29

ล

โลหะหนัก..5
ลำดับปัจจัยกระบวนการ 36

ว

วิ ธี การทำแนวกองฟางโดยใช้ ลัง 7
โดยไม่ใช้ลัง 7
วัตถุที่สามารถนำมารีไซเคิลได้..................................32
วัตถุดิบที่เหมาะสมในการทำปุ๋ย 31
วัตถุที่ไม่เหมาะสมในการทำปุ๋ย............................15, 32
วัตถุที่เพิ่มลงไป 33
วิธีการขนส่ง 20
วิธีการไหลผ่านของวัตถุ...26
วัตถุดิบ 48
วัตถุดิบที่ไม่เหมาะสมโดยรวม 33
วัตถุที่ผสมลงไป............... 10, 11, 12, 20, 28, 35, 50
วิ ธี การแก้ปัญหา 62
วัชพืช...40

ส

สมาพันธ์การพัฒนาคุณภาพปุ๋ยแห่งประเทศเยอรมันนี 44
สิ่งมีชีวิตในดิน 40
สิ่งที่เพิ่มเข้าไป...33
สวน...29
สวนสาธารณะ...29
สถานที่ 17
สถานที่ในการเก็บ...14, 18
สัดส่วนและความสมดุล...24
สารที่สามารถย่อยสลายได้อย่างช้าๆ...........................40
สารที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีววิทยา 4
สารระเหย...61
สารตั้งต้นทางเคมี 10
สารอาหาร 33, 40, 42
สารอินทีรย์...28
สารที่เป็นอันตราย...32
สามเหลี่ยม...59
สามารถปล่อยความร้อนได้ด้วยตนเอง........................57
สภาวะแวดล้อม...39
สถานที่ ในการเก็ บ ...17, 18
สภาวะ 5
สภาวะที่เหมาะสม...36
สภาวะอากาศ..5
ส่ วนประกอบที่ เหมาะสม 35
ส่งกลิ่นเหม็น...62
สี่เหลี่ยมคางหมู 56
เส้นผ่านศูนย์กลางของที่กรอง 15
ไส้เดือน..40

ห

หญ้า, ฟาง 15

ทราย.....34

อ

ออกซิเจน 12
อุณหภูมิ 5,10, 39, 41, 54, 57
อุณหภูมิสูง 40
  อุณหภูมิสูงสุด 40, 58
อุณหภูมิแวดล้อม.....39
อัตราส่วนคาร์บอน-ไนโตรเจน.....12, 36
องค์ประกอบการสร้าง.....13
อยู่ได้โดยไม่ใช้อากาศ 12, 28
อากาศ.....11
อัตราการไหลผ่าน.....14

ฮ

ฮิวมัสในดิน 40

สารบัญภาคผนวก

1. ตัวอย่างข้อมูล: ก า ร ค ำ น ว ณส ถ า น ที่
2. ตัวอย่างข้อมูล: ตัวอย่างการคำนวณสถานที่
3. ตัวอย่างข้อมูล: การไหลผ่านของวัตถุ
4. ตัวอย่างข้อมูล: ตัวอย่างการไหลผ่านของวัตถุ
5. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: องค์ประกอบของวัตถุที่ผสมลงไป (3 หน้า)
6. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: องค์ประกอบของวัตถุที่ผสมลงไป, ขั้นแรก (3 หน้า)
7. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: องค์ประกอบของวัตถุที่ผสมลงไป, ตัวอย่างก่อนการปฏิบัติ (3 หน้า)
8. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: องค์ประกอบของวัตถุที่ผสมลงไป, (3 หน้า)
9. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ปุ๋ย (3 หน้า)
10. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ปุ๋ย ขั้นแรก (3 หน้า)
11. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ตัวอย่างปุ๋ย(3 หน้า)
12. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: อุณหภูมิและการตรวจสอบด้วยกำปั้น
13. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ตัวอย่างอุณหภูมิและการตรวจสอบด้วยกำปั้น
14. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ปริมาณกองฟางทั้งหมด
15. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ตัวอย่างปริมาณกองฟางทั้งหมด
16. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ขั้นแรกปริมาณกองฟางทั้งหมด
17. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: แบบทดสอบ Deward
18. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ตัวอย่างแบบทดสอบ Deward
19. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ความหนาแน่น
20. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ตัวอย่างความหนาแน่น
21. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ความหนาแน่น, ขั้นแรก
22. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ปริมาณความชื้น
23. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ตัวอย่างปริมาณความชื้น
24. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: ปริมาณความชื้น, ขั้นแรก

25. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: คาร์บอนอินทรีย์ /สารระเหย

26. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: คาร์บอนอินทรีย์ /ตัวอย่างสารระเหย

27. แผ่นตัวอย่างการเก็บข้อมูล: คาร์บอนอินทรีย์ /สารระเหยระยะแรก