ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ

Making compost from water hyacinth by mixing with some starters.

โดย

นางสาวจันทนา พนาสันติภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์อนันต์ วิสัยเกษม

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์ (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช. 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14383

เรื่อง

การผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ

Making compost from water hyacinth by mixing with some starters

โดย

นางสาว จันทนา พนาสันติภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ อนันต์ วิสัยเกษม

วพ.
ว246ก
2534

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 99720
วัน.เดือน.ปี.....

T099720

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์ (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ก็เนื่องมาจากความอนุเคราะห์และอุปการะคุณจากบุคคลที่ทรงเกียรติหลายๆท่าน ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาแนะนำในทุกๆด้าน ซึ่งหากขาดบุคคลเหล่านี้แล้ว ปัญหาพิเศษฉบับนี้ก็มิอาจสำเร็จลงได้อย่างแน่นอน

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบุคคลเหล่านี้ ได้แก่

1. คุณพ่อที่ล่วงลับไปแล้ว คุณแม่ที่เข้าใจลูกอย่างมาก และครอบครัวพนาสันติภาพที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในทุกสิ่งทุกอย่าง พร้อมกับให้กำลังใจเสมอมา

2. ครอบครัวจิรฤกษ์มงคล โดยเฉพาะ นาย วินัย จิรฤกษ์มงคล ที่ช่วยเหลือในทุกๆเรื่อง รวมทั้งให้กำลังใจเสมอมา ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จ

3. อาจารย์ อนันต์ วิสัยเกษม ที่ให้คำปรึกษาและข้อแนะนำต่างๆ และคณาจารย์ภาคปฐพีวิทยาทุกๆท่าน ที่ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจเสมอมา

4. ผศ.ดร. เกษม สร้อยทอง อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการกำจัดศัตรูพืช ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อ Chaetomium Globosum และให้คำแนะนำ รวมทั้งเอาใจใส่อย่างดีในการทำการทดลองนี้

5. คุณ นุจรี บุญแปลง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา คุณพิศมัย เรืองบุปผา เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการรราวิทยา ที่ให้คำแนะนำต่างๆ

6. เพื่อนๆ น้องๆ ภาคปฐพีวิทยา ที่ช่วยเหลือทุกสิ่งทุกอย่างและให้กำลังใจ

นางสาว จันทนา พนาสันติภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ

Making compost from water hyacinth by mixing with some starters

บทคัดย่อ

การศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา ซึ่งเป็นวัชพืชน้ำที่มีอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำต่างๆ โดยใช้สารเร่ง 4 ชนิด คือ ผลิตภัณฑ์ F-60 , B2 , พด 1 และ สจล 0801 เปรียบเทียบกับการที่ไม่ใช้สารเร่ง วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) มี 8 treatments 4 ซ้ำ ดำเนินการทดลองที่ด้านหน้าตึกเห็ด คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ตั้งแต่วันที่ 8 กรกฎาคม 2534 ถึง วันที่ 6 สิงหาคม 2534 การดูแลรักษากองปุ๋ยหมัก โดยให้มีความชื้น 50-60 % และกลับกองปุ๋ยหมักทุกๆ 5 วัน ทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักทุกกองทุก 5 วันเพื่อนำมาวิเคราะห์หา C/N ratio จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน ปรากฏว่าปุ๋ยหมักที่ใส่สารเร่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักที่ไม่ได้ใส่สารเร่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ปุ๋ยหมักที่ใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 กรัม , พด 1 , F-60 , และ B2 ไม่มีความแตกต่างกัน ปุ๋ยหมักที่ใช้สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 กรัม เป็นตัวเร่ง มีค่า C/N ratio ต่ำสุด คือ 18.17 ส่วนปุ๋ยหมักที่ใช้สารเร่ง พด 1 มีค่า C/N ratio 18.41 , สารเร่ง F-60 มีค่า C/N ratio 18.89 และสารเร่ง B2 มีค่า C/N ratio 19.57 ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยหมักได้ เนื่องจากค่า C/N ratio ต่ำกว่า 20 ในขณะที่กองปุ๋ยหมักที่ใช้สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม มีค่า C/N ratio 21.99 , สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม มีค่า C/N ratio 22.56 และสจล 0801 อัตรา 0.9 กรัม มีค่า C/N ratio 24.38 และกองปุ๋ยหมักที่ไม่ใช้สารเร่งมีค่า C/N ratio 20.47 รวมทั้งมีการวัดอุณหภูมิกองปุ๋ยทุกกองทุกวันเพื่อเป็นส่วนประกอบการพิจารณาการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ปรากฏว่าเมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยทุกกองลดลงใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยและสามารถนำไปใช้โดยไม่เกิดอันตรายต่อพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Making compost from water hyacinth by mixing with some starters

Abstact

In study on compost making from water hyacinth (*Eichhornia grasspipes*) with accelerators such as F-60 , B2 , Pordor 1 , KMIT'L 0801 and without accelerator in Faculty of Agriculture Technology Kingmongkut's Institude of Technology Ladkrabang since July 8,1991 to August 6,1991.The design was Complete Randomize Design (CRD) consist of 8 treatments with 4 replications. When the compost are 20 days it was found that the compost making with accelerators are significantly diiferent from control at 95 % and was not significantly in the compost with accelerators ; KMIT'L rate 500 g ,Pordor 1, F-60 , B2 but different from the compost without accelerator. KMIT'L 0801 rate 500 g which is mix-culture , digested materials in compost pile faster than other accelerators and decreased C/N ratio to 18.17 while other accelerators decreased C/N ratio to olny 18.41 in Por-dor 1 , F-60 C/N ratio decreased to 18.89 , B2 C/N ratio decreased to 19.57 [If C/N ratio less than 20 you can get it the compost]. Thus,KMIT'L 0801 rate 500 g was the best among accelerators being tested. And the other accelertors; KMIT'L 0801 rate 0.45 g C/N ratio decreased to 21.99 , KMIT'L 0801 rate 0.6 g C/N ratio decreased to 22.56 , KMIT'L 0801 rate 0.9 g decreased to 24.38 and C/N ratio which without accelerator decreased to 20.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	(ก)
สารบาญตารางผนวก	(ข)
คำนำและวัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	
- อุปกรณ์	46
- วิธีการทดลอง	48
ผลการทดลอง	52
สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	58
เอกสารอ้างอิง	61
ภาคผนวก	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักแต่ละวันของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ในระยะเวลา 30 วัน	67
2.	แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยภายในกองปุ๋ยหมักเปรียบเทียบกับอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกกองปุ๋ยหมักของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ทุก ๆ 5 วัน ในระยะเวลา 30 วัน	73
3.	แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ทุก ๆ 5 วัน ในระยะเวลา 30 วัน	74
4.	แสดงปริมาณ Organic Carbon ของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ทุก ๆ 5 วัน ในระยะเวลา 30 วัน	75
5.	แสดงอัตราส่วน C/N ของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ทุก ๆ 5 วัน ในระยะเวลา 30 วัน	76
6.	แสดงอัตราส่วน C/N เฉลี่ยของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ทุก ๆ 5 วัน ในระยะเวลา 30 วัน	82
7.	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก เปรียบเทียบกับ อุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยหมักในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา โดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมด ในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา โดยใช้สารเร่งชนิดต่างๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน 85
9. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณ Organic Carbon ในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา โดยใช้สารเร่งชนิดต่างๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน 87
10. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วน C/N ในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา โดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตารางผนวก

ตารางที่	หน้า
1. การประเมินประสิทธิภาพ ของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายปุ๋ยหมัก	10
2. แสดงส่วนประกอบของอินทรีย์วัตถุ	23
3. แสดงอัตราส่วน C/N ของวัสดุและพืชชนิดต่าง ๆ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ผักตบชวาเป็นวัชพืชที่มีอยู่ทั่วไปตาม ห้วย หนอง คลอง ดูน้ำและแหล่งน้ำต่างๆ ประมาณว่ามีปริมาณปีละไม่ต่ำกว่า 2 ล้านตัน ผักตบชวาเป็นวัชพืชที่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงแก่การสัญจรไปมาทางน้ำเป็นอย่างยิ่ง และยังเป็นที่อยู่อาศัยของ งู หนู และยุงซึ่งเป็นพาหะนำเชื้อโรคอีกด้วย นอกจากนี้แล้วยังเป็นสาเหตุทำให้สัตว์น้ำลดจำนวนลงไปอีกมากมาย เนื่องจากไม่มีอากาศเพียงพอต่อการหายใจ จากการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ผักตบชวาเป็นวัชพืชที่มีระบบรากฝอยจำนวนมาก สามารถดูดเอาแร่ธาตุอาหารที่ปะปนอยู่กับตะกอนในน้ำมาไว้ในส่วนต่างๆ ของลำต้น ผักตบชวาเน่าเปื่อยได้อย่างรวดเร็ว เมื่อสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักก็จะให้แร่ธาตุอาหารสูงไปด้วย จึงนับว่าเป็นวัชพืชน้ำชนิดหนึ่งที่เกษตรกรน่าจะนำมาใช้ประโยชน์แทนที่จะนำไปกำจัด โดยการเผาทิ้ง ซึ่งเป็นการสูญเสียธาตุอาหารพืชโดยเปล่าประโยชน์ (ศุกร์,2525) ซึ่งสิ่งที่จะทดแทนธาตุอาหารพืชเหล่านี้ได้โดยการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งในสภาพเศรษฐกิจปัจจุบันบีบบังคับให้ราคาปุ๋ยเคมีสูงขึ้นตามลำดับ การใส่ปุ๋ยเคมี ถึงแม้ให้ผลตอบสนองที่รวดเร็วและเห็นได้ชัด แต่การใช้เป็นระยะเวลานานๆ จะทำให้คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินเสียไป (สมศักดิ์,2521)

ในขบวนการทำปุ๋ยหมักนั้น จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ซึ่งในสมัยก่อนขบวนการดังกล่าวปล่อยให้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งใช้เวลานาน ในการที่จะได้ปุ๋ยหมักแต่ละครั้ง ปัจจุบันได้มีการศึกษาถึงจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ แบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ เชื้อรา แอคติ-โนมัยซีสและแบคทีเรีย และมีการนำเชื้อจุลินทรีย์มาบรรจุถุงสำเร็จรูปออกจำหน่ายทั่วไป มีหลายชนิดที่ผลิตเป็นหัวเชื้อ และสารตัวเร่งในการย่อยสลายอินทรียวัตถุได้ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งมีชื่อทางการค้าต่างกัน ในต่างประเทศมีหลายชนิด เช่น Agromax-cellostate ,Kilodor ,Restore ,M-B bact ,Septictrine, UPMP และเชื้อ F เป็นต้น ส่วนในประเทศไทยมีผลิตออกจำหน่ายหลายชนิด เช่น ไบโอนิค ,บี-2 ,พด 1 ,พีแอนด์เจ ,F-60 และ เขียวเสมอ (วนิดา,2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมักปุ๋ยโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ จะช่วยลดระยะเวลาหมักปุ๋ย (ปรัชญา และคณะ,2532) ความร้อนที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ย สามารถทำลายโรคพืช-ไข่ของแมลง ศัตรูพืชและเมล็ดวัชพืช (เสียงแจ๋ว,2525-2527) จุลินทรีย์บางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศ เปลี่ยนเป็นธาตุอาหารที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ จึงสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ย และช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินด้วย

การพิจารณาปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์ ทางโครงการเร่งรัดปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ ยึดค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เป็นเกณฑ์ ควรเท่ากับหรือต่ำกว่า 20:1 ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในภาคสนามพิจารณาได้โดย สังเกตุ สีของวัสดุ ลักษณะของวัสดุ กลิ่น ความร้อนในกองปุ๋ย ลักษณะที่พืชเจริญบนกองปุ๋ยหมัก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อนำผักตบชวาที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในแหล่งน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารเร่งที่ผลิตขึ้นเอง กับสารเร่งที่จำหน่ายในท้องตลาดในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก (Compost) คำว่า Compost มาจากภาษาลาตินว่า Componere ซึ่งมีความหมายถึงการนำเอามารวมเข้าด้วยกัน ในแง่ของปุ๋ยก็หมายความว่า เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำเอาวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ (waste organic materials) มากองสะสมกันเข้าแล้วปล่อยให้เน่าเปื่อยไป หลังจากอินทรีย์สารเหล่านั้นเน่าเปื่อยจนถึงขั้นเป็นฮิวมัสแล้วก็นำมาใช้เป็นปุ๋ยได้ ซึ่งมีผู้อธิบายไว้มากมาย ได้แก่

1. ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการหมักอินทรียสารให้สลายตัวและผุพังตามธรรมชาติ โดยการนำเอาเศษซากอินทรียสารพวกเศษซากพืชที่เหลือใช้ในไร่นา เศษซากวัสดุทางการเกษตรที่เหลือทิ้งจากโรงงาน เศษขยะมูลฝอยจากครัวเรือนหรือวัชพืชต่าง ๆ ในไร่นา หรือแม่น้ำลำคลอง มากองรวมกัน โดยจะใส่สารเร่งบางอย่าง เช่น พวกปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี หน้าดิน หรือเชื้อจุลินทรีย์ลงไป เพื่อเร่งปฏิกิริยาให้เร็วขึ้น รดน้ำให้ชื้นแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้สลายตัวตามธรรมชาติ หลังจากอินทรียสารเหล่านั้นสลายตัวเน่าเปื่อยผุพังแล้วจะได้ "ปุ๋ยหมัก" ที่พร้อมที่จะนำไปใช้ปรับปรุงบำรุงดิน (วิโรจ,2528)

2. ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยที่ได้จากการนำเอาเศษพืชและมูลสัตว์ มาผสมกันแล้วกองเป็นชั้น ๆ รดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอปล่อยไว้จนกระทั่งเศษพืชและมูลสัตว์เหล่านั้นเน่าเปื่อยผุพังกลายเป็นปุ๋ยหมัก ที่สามารถเอาไปผสมกับดินเพื่อใช้ปลูกพืชต่าง ๆ (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ,2531)

3. ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยที่ได้จากการนำเศษซากพืชในไร่นาหรือเศษขยะมูลฝอยต่าง ๆ รวมทั้งกากเหลือจากโรงงานมาทำให้สลายตัว โดยมีวิธีการควบคุมสภาพให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดการสลายตัวรวดเร็วและสมบูรณ์ จนกลายเป็นปุ๋ยที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับอินทรียวัตถุในดิน (วนิดา,2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุเหลือใช้ต่าง ๆ มากองรวมกัน แล้วปล่อยให้เกิดการย่อยสลาย มีสีน้ำตาลปนดำ การใช้วัสดุเหลือใช้ต่าง ๆ มาเปลี่ยนให้เป็นทรัพยากรใช้รูปของปุ๋ยหมัก นับเป็นแนวทางที่ดีต่อการปรับปรุงบำรุงดินและผลผลิตทางการเกษตร ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ปุ๋ยหมัก มีบทบาทที่สำคัญต่อการพัฒนาประสิทธิภาพของดิน และลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี รวมถึงการลดต้นทุนในการผลิตด้วย (พิทยากร และคณะ, 2531)

5. ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ส่วนใหญ่มาจากพืชที่หมักให้ย่อยสลายกลายสภาพเป็นปุ๋ย ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับอินทรีย์วัตถุในดินทุกประการ กระบวนการเป็นปุ๋ยหมักเป็นกระบวนการทางชีวเคมี ซึ่งสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายไปเป็นสารคล้ายฮิวมัส และเป็นกระบวนการที่ธาตุอาหารและสารอินทรีย์ในวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรถูกนำมาใช้เป็นประโยชน์อีกครั้งหนึ่ง (ภาวนา,2532)

6. ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์หลายชนิดในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเศษพืชหรือวัสดุเหลือทิ้งต่าง ๆ จนกระทั่งได้สารอินทรีย์วัตถุที่มีความคงทน ไม่มีกลิ่น สีน้ำตาลปนดำ และมีอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ เมื่อการกองปุ๋ยหมักเสร็จสมบูรณ์แล้ว กล่าวคือ การย่อยสลายเศษพืชและวัสดุเสร็จสิ้นก็จะได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้เป็นวัสดุในการปรับปรุงและบำรุงดิน (วรรณลดาและคณะ,2532)

<u>ประวัติการทำปุ๋ยหมัก</u>

วรรณลดา และคณะ(2532) กล่าวว่า 1,000 กว่าปีล่วงมาแล้ว สมัยจักรวรรดิ์อัคคาเดียน (Akkdian Empire) บริเวณที่ราบลุ่มเมโสโปเตเมีย (Mesopotamian) ได้เริ่มมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการเพาะปลูก Verro (40 ปีก่อนคริสต์กาล) สนใจในด้านนี้ และเก็บมูลสัตว์ให้เกิดการย่อยสลายแล้วจึงใส่ลงในดิน Columelle (คศ.90) ได้อธิบายไว้ถึงการใช้หลุมเพื่อช่วยเก็บรักษาความชื้นให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดขบวนการย่อยสลาย ในสมัยโรมันและกรีก ก็มีหลักฐานพอที่กล่าวได้ว่ามีการใช้สารอินทรียวัตถุใส่ลงในแปลงเพาะปลูกพืชและมีการกองเศษพืชเพื่อจะนำไปใช้ (ซึ่งในปัจจุบันก็คือการกองปุ๋ยหมัก) การทำปุ๋ยหมักก็ได้แพร่กระจายและมีการปรับปรุงมาโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนกระทั่ง 1921 Sir Albert Howard ซึ่งถือว่าเป็นบิดาแห่งการใช้อินทรียวัตถุให้เป็นประโยชน์โดยปรับปรุงและตั้งแนวทางในการทำปุ๋ยหมัก และกล่าวไว้ว่าการทำปุ๋ยหมักที่ดี คือ ควรใช้เศษพืชต่อมูลสัตว์ในอัตรา 3 : 1 รวมถึงการวางเศษพืชและมูลสัตว์เป็นชั้น ๆ โดยมีการกลับกองปุ๋ยด้วย วิธีการนี้เรียกว่า Indore-method ต่อมาสถาบัน ICAR ที่เมือง Bangalore ในประเทศอินเดีย ได้ปรับปรุงวิธีการใหม่โดยอาศัยขบวนการย่อยสลายในสภาพไม่มีอากาศโดยเอาดินมาปะรอบ ๆ กองปุ๋ยหมัก การย่อยสลายเกิดขึ้นช้าแต่ไม่ต้องดูแลรักษามากนัก ใช้เวลานานในการทำปุ๋ยหมัก วิธีการนี้เรียกว่า Bangalore method ในปี 1935 Scott และคณะเริ่มต้นศึกษาถึงข้อมูลเกี่ยวกับปุ๋ยหมักโดยละเอียด ในด้านความปลอดภัยต่อเชื้อโรคในกองปุ๋ยหมักที่ภาคเหนือของประเทศจีน แต่ต้องหยุดชะงักไปเนื่องจากเกิดสงครามโลก ครั้งที่ 2 จนปี 1951 ก็ได้เสนอผลงานที่ได้ศึกษาไว้ เกี่ยวกับการใช้อุจจาระใส่รวมลงในกองปุ๋ยหมัก เพื่อใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์

ในระหว่างปี 1920 - 1930 ทางทวีปยุโรป ได้มีการนำเครื่องจักรมาใช้ในขบวนการทำปุ๋ยหมักจากขยะจากบ้านเรือน กรรมวิธีที่ได้รับความสำเร็จมาก ค้นคิดโดย Dr.Giovanni Beccari ในอิตาลี โดยอาศัยขบวนการย่อยสลาย แบบที่ต้องการอากาศ ซึ่งต่อมาเรียกกรรมวิธีนี้ว่า Beccariprocess ต่อมาในฝรั่งเศสขบวนการนี้ก็ได้มีการดัดแปลง โดยมีเครื่องมือสำหรับพ่นอากาศให้มีการถ่ายเทและมีการระบายของเหลวที่มีอยู่ กรรมวิธีนี้เรียกว่า Verdier process ในปี 1931 Jean Bordas ได้ดัดแปลงกรรมวิธีของ Indore process โดยตัดขั้นตอนแรกที่ปล่อยให้ย่อยสลายโดยขบวนการที่ไม่ต้องการอากาศ และมีการพ่นอากาศเข้าไปในถังที่ใช้สำหรับทำปุ๋ยหมัก ต่อมา 1932 ในประเทศเนเธอแลนด์ ได้มีการใช้วิธี V.A.M. process โดยยึดวิธีการ Indore process เป็นหลักโดยใช้ขยะเทศบาลเป็นวัสดุในการทำปุ๋ยหมัก โดยกองยาวและสูงมีการระบายน้ำออกแล้วนำกลับไปพ่นในกองอีกครั้งหนึ่ง และอาศัยเครื่องมือสำหรับบดขยะให้ละเอียด ต่อมาปี 1942 ในอเมริกา J.I. Rodale ส่งเสริมให้มีการทำและใช้อินทรียวัตถุเพื่อทำการเพาะปลูก โดยยึดวิธีการของ Indore process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วนิดา (2532) กล่าวว่า การผลิตปุ๋ยหมักไว้ใช้ในด้านการเกษตรจึงเป็นที่รู้จักและทำกันมานานแล้วนับเป็นปุ๋ยธรรมชาติ ที่สามารถทำขึ้นใช้เองได้ โดยนำเอาเศษพืชที่เหลือใช้ในไร่นาหรือขยะมูลฝอยต่าง ๆ มาหมักแล้วใช้มูลสัตว์ที่มีอยู่เข้าช่วยเป็นตัวเร่งผสมเข้ากับเศษวัสดุต่าง ๆ นั้น หมักไว้ในระยะเวลาช่วงหนึ่ง ก็จะได้ปุ๋ยธรรมชาตินี้มาใช้บำรุงดิน

<u>ผักตบชวา</u>

ผักตบชวา (Waterhyacinth , <u>Eichhornia crassipes</u> (Mart.) Solm.) เป็นวัชพืชลอยน้ำ (floating hydrophytes) ประเภทใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงศ์ Pontederiaceae คนไทยเรียกชื่อผักตบชวาแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น ภาคกลาง เรียก สวะ ผักปอด ผักตบป่อง ภาคใต้ เรียก ผักตบ ภาคเหนือ เรียก ผักบัวลอย และ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียก ผักโป่ง ผักป่อง (คณะอนุกรรมการประสานงานวัชพืชน้ำ และคณะ,2521)

ผักตบชวา เป็นวัชพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ เข้าใจกันว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศบราซิล (วิวัฒน์ และคณะ,2522) พบครั้งแรกในปี พ.ศ. 2367 โดย Karl Von Matius ซึ่งมิได้ก่อให้เกิดปัญหาใด ๆ เลย ทั้งนี้เพราะว่าในถิ่นกำเนิดของมันมีศัตรูธรรมชาติคอยควบคุมการแพร่กระจายอยู่แล้ว แต่เมื่อ นำไปยังท้องถิ่นอื่น ๆ ซึ่งปราศจากศัตรูธรรมชาติ ผักตบชวาจึงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและแพร่กระจายไปในเขตร้อนและกึ่งร้อนทั่วโลก ก่อให้เกิดปัญหาที่รุนแรงและสำคัญทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน สำหรับในประเทศไทย มีผู้นำผักตบชวานำเข้ามาครั้งแรกจากประเทศอินโดนีเซีย (ชวา) ในปี พ.ศ. 2444 (วิวัฒน์ และคณะ , 2522) แต่บรรพต (2525) รายงานว่านำเข้ามาในปี พ.ศ.2439 โดยปลูกไว้ที่วังสระประทุม ต่อมาเกิดน้ำท่วมวังสระประทุม ผักตบชวาจึงได้หลุดลอยออกไปสู่คลองภายนอก แล้วเริ่มระบาดไปตามที่ต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว จนถึงปี พ.ศ. 2451 ได้มีพระราชบัญญัติสำหรับกำจัดผักตบชวาออกมาใช้บังคับ แต่ไม่ค่อยได้ผล จึงทำให้ปัจจุบันนี้ผักตบชวาแพร่ระบาดและเป็นปัญหาสำคัญตามแหล่งน้ำต่างๆ ใน 64 จังหวัดทั่วประเทศ (คณะอนุกรรมการประสานงานวัชพืชน้ำ,2521)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักตบชวา

ผักตบชวาเจริญบนผิวน้ำในแหล่งน้ำจืดหรือบริเวณที่แฉะเป็นโคลน เป็นวัชพืชข้ามปี โดยปกติรากจะไม่ยึดติดกับพื้นดินจึงมักลอยติด ๆ กันเป็นแพ หรือลอยไปเป็นกลุ่มได้ไกล ๆ แต่ถ้าน้ำตื้นแล้วรากอาจหยั่งยึดติดกับพื้นดินได้

ลำต้น : ประกอบด้วยกลุ่มใบเรียงกันเป็นกระจุก (rosettes) ในต้นหนึ่งมีใบตั้งแต่ 2 ใบขึ้นไป ที่โคนก้านใบมีกาบใบ (sheath) สีเขียวอ่อน แต่เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ลำต้นเชื่อมติดกันโดยมีไหล (stolon)มีความยาว 5-45 เซนติเมตร ทอดไปตามผิวน้ำ(คณะอนุกรรมการประสานงานวัชพืชน้ำและคณะ,2521)

ราก : มีระบบรากเป็นแบบรากฝอย (fibrous root system) โดยแตกออกจากข้อบนไหลจมอยู่ใต้น้ำ มีลักษณะอวบสีขาว (จินดา,2524) เมื่อมีอายุมากขึ้นจึงจะพบรากขนอ่อน (root hair) ที่ปลายรากมีสีน้ำตาลอ่อนหรือสีม่วงดำซึ่งเกิดจากสาร anthocyanin (ธวัชชัย และศักดา,2525) ความยาวของรากจะแตกต่างกันออกไปตั้งแต่ 10-90 เซนติเมตร (คณะอนุกรรมการประสานงานวัชพืชน้ำและคณะ,2521) ผักตบชวามีประสิทธิภาพสูงในการดูดซึมธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ปะปนอยู่ในน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (ประเสริฐ,2524)

ใบ : เป็นแบบใบเดี่ยว (simple leaf) ประกอบด้วย แผ่นใบ (blade) และก้านใบ (petiole) แผ่นใบลักษณะกลมจนถึงรูปไตปลายใบมน แต่เมื่อมีอายุมากขึ้นปลายใบจะแหลม (คณะอนุกรรมการประสานงานวัชพืชน้ำและคณะ,2521) ระยะแรกใบมีสีเขียวอ่อนต่อไปมีสีเขียวเข้ม เส้นผ่าศูนย์กลางของใบประมาณ 2.5-15 เซนติเมตร ก้านใบมีลักษณะกลมพองออก ภายในมีเนื้อฟาม ๆ คล้ายฟองน้ำเป็นสิ่งพยุงให้ต้นลอยน้ำได้ อาจจะยาวหรือสั้นขึ้นกับสภาพความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารและน้ำ อาจมีขนาดยาว 30 เซนติเมตร และส่วนโคนใบจะมีหูใบ

ดอก : ออกดอกเป็นช่อไม่มีก้านดอก (spike) ออกดอกตลอดปีดอกสีม่วงฟ้าม่วงชมพู ช่อหนึ่งมี 6-12 ดอก อาจถึง 60 ดอก ก้านช่อดอกยาว 13-30 เซนติเมตร (คณะอนุกรรมการประสานงานวัชพืชน้ำ และคณะ,2521) ดอกย่อยมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอก (perianth) ติดกันที่ฐานเป็นรูปกรวยยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ส่วนปลายแยกออกเป็น 6 กลีบ ก้านช่อดอกจะโค้งงอลง ทำให้ดอกที่โรยจมลงใต้น้ำ (Burdon และคณะ,1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล : มีอยู่ 3 พลู ภายในมีเมล็ดมากประมาณ 5 เมล็ดต่อผล ลักษณะกลมสีน้ำตาลเข้ม มีขนาดเล็กประมาณ 0.5-1 มิลลิเมตร และสามารถรักษาความงอกได้นานถึง 15 ปี แต่ในประเทศไทยมักไม่ค่อยติดเมล็ด เนื่องจากการผสมเกสรจะเกิดขึ้นในสภาพอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส (Barrett,1980)

การขยายพันธุ์และการแพร่กระจายพันธุ์ : ผักตบชวาขยายพันธุ์ได้ 2 ทางคือ การงอกไหล (off-shoot) ซึ่งเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและทางเมล็ด ตามปกติผักตบชวาเป็นพืชผสมตัวเองแต่บางทีก็สามารถผสมข้ามได้ด้วย วิธีนี้พบได้น้อยเพราะจะสร้างเมล็ดในที่แห้งแล้งและอากาศเย็นในฤดูแล้งเท่านั้น (คณะกรรมการประสานงานวัชพืชน้ำ และคณะ,2521) การที่ผักตบชวาสามารถแพร่พันธุ์ในน้ำได้อย่างรวดเร็วนั้น เพราะมีกาบหุ้มลำต้น ป้องกันอันตรายให้แก่ต้น (ธวัชชัยและศักดา,2525) และมีระบบรากฝอยที่มีประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหารได้ดี ทั้งยังสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างดี (จินดา,2524)

ผักตบชวา ก่อให้เกิดปัญหาในแหล่งน้ำต่าง ๆ ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำได้ตามต้องการ มีผลกระทบกระเทือนต่อระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำและระบบเศรษฐกิจของประเทศด้วย เช่น ขัดขวางการระบายน้ำ เร่งอัตราการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำให้สูงกว่าปกติ 3 เท่า เกิดการตื้นเขินของแหล่งน้ำเป็นอุปสรรคต่อการเดินทางทางน้ำและการประมง ก่อให้เกิดความเสียหายต่อการผลิตไฟฟ้า เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงและสัตว์น้ำโรคต่าง ๆ นอกจากนั้นยังทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนระหว่างน้ำและอากาศเสียสมดุลย์ (ประเสริฐ,2524)

การดำเนินการควบคุมมี 2 วิธีการใหญ่ ๆ คือ การทำลายทางตรงและการกำจัดโดยนำไปใช้ประโยชน์ การทำลายทางตรง ได้แก่การควบคุมโดยใช้สารเคมี เช่น chlorophenoxy , glyphosate และ bipyridyl (คณะอนุกรรมการ-ประสานงานวัชพืชน้ำและคณะ,2521) การกำจัดโดยวิธีกล แม้ว่าเป็นวิธีการที่ง่าย อาจใช้แรงงานหรือเครื่องจักรกล แต่เปลืองแรงงานและเสียเวลามาก เหมาะสำหรับในพื้นที่แคบ ๆ เท่านั้น (จินดา,2524) สำหรับการควบคุมโดยใช้ประโยชน์นั้นเป็นวิธีที่ดี เช่น การทำเป็นปุ๋ยหมัก เครื่องจักสาน อาหารสัตว์ แก๊สหุงต้ม ทั้งใช้ในขบวนการกำจัดน้ำทิ้ง โดยรากผักตบชวาซึ่งมีประสิทธิภาพดีในการดูดซับธาตุอาหารต่าง ๆ จากน้ำเสีย เช่น cadmium และ nickel (โกสินทร์,2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยอินทรียสาร

Yadav (1977) [อ้างถึงโดย Subba Rao,1982] รายงานว่า การใช้เชื้อจุลินทรีย์ เช่น *Trichoderma viride* , *Chaetomium abuanse* , *Myrothecium roridum* , *Aspergillus niger* , *A . terreus* , *Cellulomonas* sp. ใส่ในกองปุ๋ยหมัก จะทำให้การสลายตัวของปุ๋ยหมักเกิดได้เร็วขึ้น จากตารางผนวกที่ 1 จะเห็นว่าค่า C/N ratio ของวัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก มีค่าเท่ากับ 75 ภายหลังจากการกองปุ๋ย 4 เดือน ค่า C/N ratio ของ control มีค่าเท่ากับ 47 ในขณะที่ตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อ *Cellulomonas* ssp. ค่า C/N ratio ลดลงเหลือระหว่าง 16-18 และเมื่อใช้เชื้อ *Trichoderma* ค่า C/N ratio จะอยู่ระหว่าง 17-18 นอกจากนี้ ปริมาณกรดฮิวมิคในกองปุ๋ย ที่ใส่เชื้อดังกล่าวยังสูงกว่ากองที่ไม่มีการใส่เชื้อด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 การประเมินประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายปุ๋ยหมัก

Sl NO	TREATMENT	Strain number	Organic carbon	Total nitrogen	C/N ratio
A. Analyses in the beginning		-	53.08	0.700	75.83
B. analyses after 4 months:					
1.	Control (uninoculated)	CONT	49.11	1.050	46.83
2.	Cellulomonas	CAB 3	37.82	2.400	15.76
3.	Cellulomonas	GB 3	40.97	2.317	17.69
4.	Cellulomonas	BHB 1	40.54	2.325	17.44
5.	Cytophaga	BHB 2	48.25	1.485	32.47
6.	Trichoderma viride	BF 8	38.21	2.217	17.69
7.	Trichoderma viride	BHF 5	38.82	2.250	17.03
8.	Chaetomium	BHF 3	48.84	1.433	34.09
9.	Chaetomium abuanse	COF 7	47.62	1.250	38.09
10.	Myrothecium roridum	BHF 4	47.17	1.130	41.74
11.	Aspergillus niger	GF 5	48.83	1.255	38.51
12.	Aspergillus terreus	BF 2	48.04	1.257	45.47
13.	Mixture of bacteria	MB	40.31	1.933	20.86
14.	Mixture of fungi	MF	39.52	1.742	22.63
15.	Mixture of bacteria+fungi	MBF	41.78	1.642	25.10

จาก Subba Rao (1982)

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุในกองปุ๋ยหมักนั้นมีหลายชนิดพอจะจัดแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. *เชื้อรา (Fungi)* ในกองปุ๋ยหมักจะตรวจพบเชื้อราอยู่เสมอ แต่ชนิดของเชื้อราในกองปุ๋ยหมักมีหลายชนิดต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมัก ความชื้นและอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม (พิทยากร,2522) เชื้อราที่พบในช่วงแรก ๆ ที่อุณหภูมิสูง ได้แก่ พวก Aspergillus fumigatus , A sp. นอกจากนี้ยังมีราชนิดอื่นอีก เช่น Trichoderma viride , Rhizopus sp. เป็นต้น

ปรัชญา (2522) รายงานว่า เชื้อจุลินทรีย์ชนิด F มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Aspergillus oryzae,Fujita ซึ่งเป็นเชื้อราที่จัดอยู่ในตระกูล Moniliaceae คือ เป็นจุลินทรีย์ที่ชอบสภาพค่อนข้างเป็นกรด เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 15 - 45 องศาเซลเซียส แต่เติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจน และสามารถย่อยสลายฟางข้าว ฟางข้าวสาลี แกลบ ใบไม้ ขี้เลื่อย เศษหญ้า รวมทั้งสิ่งของเหลือใช้อื่นๆ เช่น อุจจาระ ปัสสาวะของคน และสัตว์ได้เป็นอย่างดี

สมศักดิ์ และคณะ(2528) รายงานว่า จุลินทรีย์พวกราที่มีเอนไซม์เซลลูเลส ได้แก่ Chaetomium spp. , Aspergillus spp. , Humicola spp., Fusarium spp. และ Trichoderma spp. ทุกชนิดเป็นพวกที่เจริญได้ดีในสภาพที่มีอากาศและสามารถสร้างสปอร์ได้ บางชนิดมีกิจกรรมได้ดีในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง

แสงมณี (2530) ศึกษาเกี่ยวกับเชื้อราที่เจริญบนหนังสือในห้องสมุด ทำการเก็บตัวอย่างเชื้อราและหนังสือที่เกิดการปนเปื้อน จากห้องสมุดต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร 8 แห่ง พบเชื้อราทั้งหมด 9 genera 16 species ซึ่งรวมทั้งเชื้อ Chaetomium globosum ด้วย และสามารถย่อยสลายและเจริญได้ดีบนกระดาษกรอง กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษโรเนียว และกระดาษชำระ

ภาวนา (2532) กล่าวว่า จุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิปานกลางและใช้อากาศ ราใน จีนัส Aspergillus , Cheatomium , Curvularia , Fusarium , Memmoieolla , Phoma , Thielavia และ Trichoderma นอกจากนี้ยังพบว่า มีประสิทธิภาพภายในจีนัส Alternaria , Coprinus , Fomes , Myrothecium , Penicillium , Polyporus , Rhizoctonia , Rhizopus, Trametes , Trichothecium , Verticillium และ Zugorhynchus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงทิพย์ (2533) ศึกษาการใช้ Chaetomium ssp. ที่แยกจากดินโดยวิธี Soil plate หมายเลข Isolate 0503 , 2904 และ 3003 นำมาย่อยสลายเซลลูโลสในวัสดุต่าง ๆ ได้แก่ ฟางข้าว แกลบ กระดาษ และพลาสติก พบว่าระดับการย่อยสลายของรา Chaetomium ssp. ทุก Isolate อยู่ในระดับที่วัสดุยุบตัวเล็กน้อย และวัสดุมีสีคล้ำเล็กน้อย ยกเว้นพลาสติก

Chang(1967) รายงานว่า เชื้อราที่มีความสามารถสูงในการย่อยเซลลูโลส คือ เชื้อ Chaetomium thermophelie เมื่อบ่มในลักษณะเชื้อบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 อาทิตย์ พบว่าย่อยสลายฟางข้าวลงมากกว่า 40% ของน้ำหนักทั้งหมด

Pitayakon et al (1990) ศึกษาตัวอย่างจาก ดิน ปุ๋ยหมัก และซากพืช จำนวน 1579 ตัวอย่าง ที่รวบรวมจากสถานที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย พบว่ามีเชื้อรา 1297 สายพันธุ์ และแอคติโนมัยซีส 729 สายพันธุ์ นำมาย่อยสลายฟางข้าวในห้องปฏิบัติการ พบว่า เชื้อรา 3 สายพันธุ์ คือ Aspergillus (MBK 335), Helicomyces (MBY 586) และ Chaetomium (MCT 794) ส่วนแอคติโนมัยซีส สายพันธุ์ Streptomyces (ABK 372) และ Streptomyces (APK 425) สามารถย่อยสลายฟางข้าวได้ดี

การที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและมีความชื้นสูง เป็นสภาพที่เหมาะสมต่อบักเตรีมากกว่าเชื้อรา ดังนี้ จึงมักตรวจพบเชื้อราเจริญอยู่บริเวณผิวนอกของกองปุ๋ยซึ่งมีอุณหภูมิต่ำและมีความชื้นน้อยกว่าในกองปุ๋ยหมัก จากการศึกษาเชื้อราในกองปุ๋ยหมักในช่วงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถพบเชื้อราได้แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 65 องศาเซลเซียส จะไม่พบเชื้อราเลย เมื่ออยู่ในสภาพที่แห้ง พบว่าอุณหภูมิสูงขนาด 62-63 องศาเซลเซียส ยังสามารถตรวจพบเชื้อราได้

ปัจจัยต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อม จะเป็นตัวควบคุม และคัดเลือกเชื้อราที่มีความสามารถในการดำรงกิจกรรมอยู่ได้ในกองปุ๋ยหมัก จากการศึกษาชนิดของเชื้อราในระยะต่าง ๆ ของการทำปุ๋ยหมัก พบว่า ในระยะแรก ซึ่งอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักเพิ่มสูงขึ้น มักจะตรวจพบเชื้อราพวก Geotrichum Candidum และ Aspergillus fumigatus และเมื่ออุณหภูมิสูงถึงระดับ 45-55 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็มักจะตรวจพบพวก Cladosporuim sp.,Aspergillus sp.และ Mucor sp. เมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้ อาจจะพบพวก Penicillium fupenti อย่างไรก็ตาม ชนิดของเชื้อราดังกล่าวนี้ จะแตกต่างกันออกไป ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและวัสดุที่ใช้ (วรรณลดา และคณะ,2532)

2. *แอคติโนมัยซีส (Actinomycetes)* จุลินทรีย์พวกนี้บางชนิดเจริญได้ในสภาพอุณหภูมิที่ต่างกัน และเจริญได้ช้ากว่าพวกเชื้อราและบักเตรี แอคติโนมัยซีสที่พบในกองปุ๋ยหมักมีพวก Thermoactinomycetes sp., Thermomonospora sp. ซึ่งสามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสย่อยเซลลูโลสได้ดีและยังมี Streptomyces sp. และ Micromonospora sp.ที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุในกองปุ๋ยหมักขณะที่มีอุณหภูมิสูง

วรรณลดา และคณะ (2532) กล่าวว่า โดยทั่วไปเชื้อแอคติโนมัยซีสมีอัตราการเจริญช้ากว่าเชื้อบักเตรีและเชื้อรา และเจริญได้ไม่ดีเมื่ออยู่ในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศไม่เพียงพอ เนื่องจากจุลินทรีย์พวกนี้ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ลักษณะของแอคติโนมัยซีส เมื่อเจริญเป็นกลุ่มบนวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจะสังเกตุเห็นได้โดยเห็นเป็นจุดสีขาวคล้ายผงปูนขาว ซึ่งลักษณะเช่นนี้ จะเห็นได้ในกองปุ๋ยหมักหลังจากอุณหภูมิสูงถึงจุดสูงสุด จากการค้นคว้าวิจัยต่าง ๆ พบว่า เชื้อแอคติโนมัยซีส ยังคงเจริญได้ดีในช่วงที่อุณหภูมิสูงถึง 65 องศาเซลเซียส การเจริญจะลดลงหรือหยุดชะงักเมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่า 75 องศาเซลเซียส คุณสมบัติของความสามารถที่เจริญได้ในสภาพที่อุณหภูมิสูงแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อแอคติโนมัยซีส

3. *แบคทีเรีย (Bacteria)* ปริมาณของแบคทีเรียจะผันแปรขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ย ส่วนมากได้แก่พวก Bacillus sp., Achromo bacter sp., Pseudomonas sp., Micrococcus sp., Cellulomonas sp., Cytophaga sp. เป็นต้น ส่วนในสภาพที่ไม่มีอากาศจะพบแบคทีเรียพวก Clostridium sp.

วรรณลดา และคณะ (2532)กล่าวไว้ว่า จุลินทรีย์พวกนี้จะพบอยู่ในช่วงต่างๆ ของขบวนการทำปุ๋ยหมักและมักตรวจพบในปริมาณที่มากกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่นเสมอโดยช่วงแรกแบคทีเรียพวก mesophilic จะมีปริมาณมาก ต่อมาเมื่ออุณหภูมิสูงสุด แบคทีเรียพวก mesophilic จะค่อย ๆ ลดลง ขณะเดียวกัน แบคทีเรียพวก thermo-philic,รา และ แอคติโนมัยซีส จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น จำนวนของบักเตรีทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกองปุ๋ยหมักประมาณ 2.3×10^8 เซล ต่อน้ำหนัก 1 กรัม ส่วนพวกที่มีสปอร์และทนต่อความร้อนได้ ประมาณ 3.9×10^4 เซล ต่อน้ำหนัก 1 กรัม ปริมาณของบักเตรีดังกล่าวไม่ใช่เป็นค่าที่แน่นอน แต่จะผันแปรไปจากนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก อย่างไรก็ตามมีผู้ค้นพบว่าปริมาณของบักเตรีจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปมักจะพบพวก Pseudomonas sp., Achromobater sp., Flavobacterium sp., Micrococcus sp. และ Bacillus sp. ซึ่ง Bacillus sp. ค่อนข้างจะพบในปริมาณมากกว่าพวกอื่น ๆ โดยเฉพาะพวกที่ชอบอุณหภูมิสูง ได้แก่ B. subtilis และ B. stearothermophilus ซึ่งพวกนี้เจริญได้ดีในช่วง 50-55 องศาเซลเซียส และเพิ่มขึ้นอีกเมื่ออุณหภูมิสูงมากขึ้นกว่านี้ นอกจากนี้ยังพบว่ามีพวก Clostridium sp. ซึ่งสามารถสร้างสปอร์ได้เช่นกัน แต่เจริญในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน มีบางสายพันธุ์มีคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสได้ดี บางครั้งอาจจะพบพวกบักเตรีที่สามารถทนต่อความร้อนสูงได้ เช่น Thermus aquaticus ซึ่งเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 40-79 องศาเซลเซียส แต่เจริญได้ดีที่ 70 องศาเซลเซียส

เชื้อจุลินทรีย์ประเภทที่ชอบอุณหภูมิปานกลางและไม่ใช้ออกเจนจากอากาศ จุลินทรีย์หลายชนิดสามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ในที่ที่ไม่มีออกซิเจน ผลผลิตของการย่อยสลายแบบนี้ คือ เอทานอล และกรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซิติก กรดฟอร์มิค กรดแลคติคและกรดบิวไทริค จุลินทรีย์ประเภทราและแอคติโนมัยซีสไม่มีบทบาทสำคัญเท่าใดนักต่อการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศนี้ เชื้อจุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศที่พบทั่วไปในธรรมชาติอยู่ในจีนัส Clostridium ซึ่งพบในดิน ปุ๋ยหมัก มูลสัตว์ โคลนตม จากแม่น้ำและน้ำเสีย

เชื้อจุลินทรีย์ประเภทชอบอุณหภูมิสูงใช้และไม่ใช้อากาศ จุลินทรีย์ทั้งใช้อากาศและไม่ใช้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการย่อยสลายที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากว่ามีอุณหภูมิสูงมาเกี่ยวข้อง การย่อยสลายจึงดำเนินไปอย่างรวดเร็วเป็นพิเศษ บักเตรีในจีนัส Clostridium thermocellum มีบทบาทสำคัญและพบได้ทั่วไปในกองปุ๋ยหมักช่วงอุณหภูมิสูง อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการย่อยสลายของเชื้อพวกนี้อยู่ในช่วง 55-65 องศาเซลเซียส ที่ 50 องศาเซลเซียส กิจกรรมจะน้อย และไม่มีการเจริญเติบโตเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 65 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาของดินที่เหมาะสมคือเป็นกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ยหมักนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างมีระบบตามขั้นตอนทางนิเวศน์วิทยาของจุลินทรีย์ ซึ่งหลังจากกองปุ๋ยหมักแล้วในระยะ 2-3 วันแรก อุณหภูมิในกองปุ๋ยจะสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิภายนอก คือ ระหว่าง 50-60 องศาเซลเซียส ในช่วงนี้พบเชื้อราเป็นจำนวนมากและเป็นพวก Thermoduric ได้แก่ Aspergillus fumigatus ราชนิดนี้เป็นเชื้อราที่เจริญได้ดีทั้งในอุณหภูมิปานกลางและอุณหภูมิสูง(ช่วง 20-50 องศาเซลเซียส) และสามารถย่อยเซลลูโลสได้ดี ซึ่งในช่วงนี้จะเป็นระยะที่เริ่มกระบวนการย่อยสลายเซลลูโลส ต่อมาเมื่ออุณหภูมิระหว่าง 50-60 องศาเซลเซียส จะพบจุลินทรีย์พวก Actinomyces Thermoactinomyces ที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ในบางครั้งอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะสูงถึง 80 องศาเซลเซียสทำให้จุลินทรีย์พวกนี้ชะงักการเจริญเติบโต แต่เมื่ออุณหภูมิลดลงถึง 65 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่านี้แอคติโนมัยซิสพวกนี้ก็เพิ่มจำนวนขึ้นมากอีกและมีบทบาทในการย่อยสลายเซลลูโลส โดยเฉพาะจะมีลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิม คือ เบื่อยและมีสีเข้มขึ้น ส่วนสารลิกนิน (lignin) นั้นจะทนทานต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์มากกว่าเซลลูโลส ฉะนั้นปุ๋ยหมักในขั้นสุดท้ายจะพบสารลิกนินที่ไม่ย่อยสลายและกรด humic การทำปุ๋ยหมักที่ใช้วัสดุที่มีส่วนประกอบไม่เหมือนกัน ระดับอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยหมักแตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการย่อยสลายนี้จากบริเวณภายนอกกองปุ๋ยมีอุณหภูมิต่ำ ที่ความชื้นน้อยจะมีจุลินทรีย์ชนิด mesophilic bacteria และมีเชื้อราอยู่ ส่วนภายในกองปุ๋ยหมักอุณหภูมิสูงจะพบพวก thermoduric bacteria กับ พวก thermophilic bacteria และเชื้อรา ดังนั้นการกลับกองปุ๋ยหมักและการถ่ายเทอากาศให้สม่ำเสมอนี้ เป็นการทำให้เกิดสภาพอุณหภูมิสูง แบคทีเรียและเชื้อราทำงานได้ดี จึงทำให้ช่วยลดเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้เร็วขึ้น (วรรณลดา และคณะ,2532)

<u>กระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก</u>

ภาวนา (2532) กล่าวว่า การย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เกิดขึ้นโดยกลุ่มของจุลินทรีย์ต่าง ๆ กัน ซึ่งมีทั้งเชื้อบักเตรี รา แอคติโนมัยซิส และโปรโตซัว จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ คือ เชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พวกที่ย่อยเซลลูโลส และลิกนิน จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการย่อยสลายได้รับพลังงานและธาตุคาร์บอนจากการย่อยสลายวัสดุที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบและจุลินทรีย์จะใช้ธาตุคาร์บอน 10 ส่วน ไนโตรเจน 1 ส่วน สำหรับการสร้างเซลโปรโตพลาส

กระบวนการเป็นปุ๋ยหมักส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายใต้สภาพมีอากาศ ปฏิกิริยาสำคัญที่น่าเกิดขึ้นภายใต้สภาพการย่อยสลายแบบมีอากาศเป็นดังนี้ คือ

น้ำตาล
เซลลูโลส $(CH_2O)_x + xO_2 \longrightarrow xCO_2 + xH_2O + E$
เฮมิเซลลูโลส

โปรตีน (Organic N) $\longrightarrow NH_3 \longrightarrow NO_2 \longrightarrow NO_3 + E$

อินทรีย์กำมะถัน $S + xO \longrightarrow SO_4$

อินทรีย์ฟอสเฟต $\longrightarrow H_3PO_4 \longrightarrow Ca(HPO_4)_2$

กระบวนการย่อยสลายเซลลูโลสได้มีการศึกษากันมาก Whitaker (1956) ได้ศึกษากระบวนการย่อยสลาย cellodextrin โดยน้ำย่อยของเซลลูเลสของเชื้อรา Myrothecium sp. ในตอนแรกของการย่อยสลายเซลลูโลสแบบสุ่ม หรือเริ่มต้นการย่อยสลายจากปลายสุดข้างใดข้างหนึ่งของเซลลูโลส กลายเป็นเซลโลไบโอส ดังข้อเสนอของ Sui and Reese (1953) ดังต่อไปนี้

C_1 C_x

Cellulose --------> long B-1,4 anhydroglucose chain ------>

<---------- *extracellular* ---------->

B-Glucosidase

Cellobiose ----------> glucose

<---------- *intercellular* ---------->

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลลูโลสถูก Catalyzed โดยน้ำย่อย C_1 ให้เป็นเส้นสายยาวเป็นเส้นตรง ประกอบด้วย หน่วยของ Glucose หลาย ๆ หน่วยต่อเข้าด้วยกัน ต่อมาน้ำย่อย C_x จะย่อยสลาย cellulose derivative ที่เกิดจากการย่อยสลายของ C_1 ให้กลายเป็น cellobiose ทั้งหมดนี้เป็นปฏิกิริยาเกิดขึ้นภายนอกเซลล์ น้ำย่อย cellulase จึงประกอบด้วย $C_1 + C_x$ หลังจากนั้น cellobiose ซึ่งเป็นโมเลกุลขนาดเล็ก สามารถซึมผ่านผนังเซลล์เข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ น้ำย่อย :-glucosidase ก็จะย่อยสลาย cellobiose ให้กลายเป็นน้ำตาลกลูโคสต่อไป

สมศักดิ์ และคณะ (2528) รายงานว่า จุลินทรีย์พวกเชื้อราที่สามารถสร้างเอนไซม์เซลลูเลสได้ ได้แก่ Fusarium ssp., Chaetomium ssp. และ Trichoderma ssp. ซึ่งเชื้อราทุกชนิดนี้สามารถเจริญได้ในสภาพที่มีอากาศ

เฮมิเซลลูโลส เป็นอินทรียสารที่มีมากรองลงมาจากเซลลูโลส เป็นโพลี่แซคคาไรด์ที่ประกอบด้วยหน่วยน้ำตาล 50-150 หน่วย ซึ่งค่อนข้างง่ายต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ จุลินทรีย์จะผลิตเอนไซม์เฮมิเซลลูเลส (hemicellulase enzyme) ออกมาย่อยเฮมิเซลลูโลสให้มีโมเลกุลเล็กลง และสามารถซึมผ่านเข้าผนังเซลล์ได้

ลิกนิน เป็นสารประกอบที่พบในเศษซากพืชที่มีอายุมาก มักอยู่รวมกันกับโพลีแซคคาไรด์อื่น ๆ ซึ่งยากที่จะแยกแยะออกมาได้

ผลที่ได้จากการย่อยสลายเศษพืช

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าเศษพืชประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความสามารถในการย่อยสลายได้แตกต่างกันทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและในสภาพที่ปราศจากออกซิเจน และมีพวก mesophilic และ thermophilic ทั้งนี้ สภาพแวดล้อมจะเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุม จึงทำให้ผลที่ได้จากการย่อยสลายเศษพืชแตกต่างกันออกไป โดยที่เซลลูโลสเมื่อถูกย่อยให้เป็นโมเลกุลเล็ก ๆ ก็สามารถซึมผ่านผนังเซลล์เข้าไปได้และถูกนำไปใช้ในการสร้างเป็นแหล่งพลังงานและคาร์บอนภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ที่เจริญได้ในสภาพที่มีออกซิเจน ผลที่ได้จากการย่อยสลายเศษพืช ได้แก่ แกสคาร์บอนไดออกไซด์ สารประกอบคาร์บอนในเซลล์ และมี intermediate product อื่นแต่สะสมในปริมาณที่ไม่มากนัก (Prescott and Dunn,1959) ซึ่งต่างกับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99720

ย่อยสลายในสภาพที่ปราศจากออกซิเจน การย่อยสลายจะเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ และมี intermediat product เกิดขึ้นมากมาย เช่น แกสคาร์บอนไดออกไซด์ , H_2S, เอททานอล ,กรดอะซิติก ,กรดฟอร์มิค ,กรดซัคซินิค (succinic acid) กรด-บิวทิริค , กรดแลคติค (Alexander,1977)

การย่อยสลายเฮมิเซลลูโลส ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่อยู่กึ่งกลางระหว่างสารประกอบที่ย่อยสลายง่ายและย่อยสลายยาก ก็จะให้ผลเช่นเดียวกันกับการย่อยสลายเซลลูโลส มีผู้เรียกชื่อชนิดของเฮมิเซลลูโลสตามชนิดของน้ำตาลที่สกัดได้ เช่น pentosan , hexosans , polyoses ถ้าได้ 2 โมเลกุลของน้ำตาล pentose เรียก Xylan และ Araban ถ้าได้ 2 โมเลกุลของน้ำตาล hexose เรียก Mannan และ Galactan เพราะบางครั้งมี uric acid ออกมาหลังจากการเติมกรดด้วย (สมศักดิ์,2524) หลังจากนั้นจุลินทรีย์ก็นำไปใช้

<u>ปัจจัยควบคุมการย่อยสลายเศษพืช</u>

อัตราย่อยสลายเศษพืชโดยเชื้อจุลินทรีย์จะเกิดขึ้นเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับ ปัจจัยหลายชนิด Alexander (1977) ได้แยกปัจจัยเหล่านี้ออกเป็น

1. ความชื้น (moisture content) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำในกองเศษพืชที่จำเป็นต่อการดำรงชีพและการเจริญของจุลินทรีย์ เนื่องจากในระบบ metabolism ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์และการปลดปล่อย extracellular enzyme ออกมาย่อยโมเลกุลใหญ่ภายนอกเซลล์จะต้องมีปริมาณน้ำเพียงพอ โดยปกติในกองเศษพืชจะมีอุณหภูมิสูง ทำให้น้ำระเหยออกมาตลอดเวลา ถึงแม้ว่าสารอินทรีย์จะมีสมบัติที่อุ้มน้ำได้ดีก็ตาม ดังนั้นจึงต้องมีการเติมน้ำลงในกองเศษพืชในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม โดยไม่ทำให้ปริมาณความชื้นมีมากหรือน้อยจนเกินไป

Suler and Finstein (1977) พบว่าที่ความชื้น 50-60 % และมีปริมาณออกซิเจนอย่างเพียงพอ อัตราการย่อยสลายจะเกิดขึ้นได้สูงสุด แต่เมื่อเพิ่มความชื้นเป็น 70 % อัตราการย่อยสลายจะลดลง การย่อยสลายอินทรีย์จากกระบวนการใช้ออกซิเจนสามารถเกิดขึ้นได้ถ้ามีปริมาณออกซิเจนอย่างเพียงพอต่อการเจริญเติบโต-ของจุลินทรีย์ แต่ถ้าความชื้นสูงกว่าระดับพอเหมาะจะเกิดสภาพขาดออกซิเจนในกองเศษพืชการย่อยสลายก็เป็นกระบวนการปราศจากออกซิเจน การย่อยสลายจะไม่-สมบูรณ์ จะมีสารพวก intermediate product ต่าง ๆ เกิดขึ้น ซึ่งมีกลิ่นเหม็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การระบายอากาศ (ปริมาณออกซิเจน) ออกซิเจนเป็นแกสที่จำเป็นต่อกระบวนการส่งถ่ายอิเล็คตรอนในระบบการหายใจในเซลล์ของจุลินทรีย์โดยออกซิเจนจะเป็นตัวรับอิเล็คตรอนที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายกลูโคสจนได้ $6\ CO_2 + 6\ H_2O$ ดังนั้นในสภาพที่มีออกซิเจนเพียงพอ กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนในกองเศษพืชจะมีประสิทธิภาพดีและเกิดขึ้นได้โดยสมบูรณ์จนได้ $6\ CO_2 + 6\ H_2O$ และได้พลังงานจำนวนมากที่เซลล์สามารถนำไปใช้ในขบวนการ metabolism อื่นๆ เพื่อสร้างส่วนประกอบของเซลล์ในการเจริญและดำรงชีพของจุลินทรีย์

Finstein and Morris (1975) รายงานไว้ว่า ลักษณะการแพร่กระจายของออกซิเจนในกองวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นของแข็งเป็นแบบ gradient คือ บริเวณผิวนอกจะมีปริมาณแกสออกซิเจนมากและลดลงไปในกองปุ๋ย การกลับกองปุ๋ยจะช่วยให้ปริมาณออกซิเจนในกองปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้นจาก 10.1 % เป็น 18.6 % การกลับกองปุ๋ยช่วยให้จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนได้มากขึ้น อัตราการใช้ออกซิเจนเป็นปฏิภาคโดยตรงกับระดับอุณหภูมิในกองปุ๋ย กล่าวคือ ในสภาพที่มีออกซิเจนอย่างเพียงพอจุลินทรีย์จะนำออกซิเจนไปใช้ได้อย่างไม่ขาดแคลน อัตราการย่อยสลายจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและปลดปล่อยความร้อนจากกระบวนการนี้ทำให้อุณหภูมิในกองปุ๋ยเพิ่มสูงขึ้น

3. อุณหภูมิ (temperature) หลังจากการกองปุ๋ยหมักอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วถึง 50-60 องศาเซลเซียส เนื่องจากพลังงานที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการย่อยสลายและสมบัติการเก็บความร้อนของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาหมัก ทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นไม่แพร่กระจายออกจากกองปุ๋ย (Stutzenberger และคณะ,1970)

Allen and Brock (1967) รายงานว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษพืชประมาณ 37 องศาเซลเซียสแต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 55 องศาเซลเซียสจุลินทรีย์บางชนิดก็สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก thermophilic ส่วนแบคทีเรียสามารถย่อยสลายเศษพืชได้ดีที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส

ในช่วงแรกของการเพิ่มอุณหภูมิ จุลินทรีย์ที่อยู่ในกองปุ๋ยจะย่อยสลายสารที่ย่อยง่ายได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจุลินทรีย์พวกนี้มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ ในขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส จะมีจุลินทรีย์พวก thermophilic เท่านั้นที่ทำการย่อยสลาย หลังจากอุณหภูมิถึงจุดสูงสุดแล้วก็จะค่อย ๆ ลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงถึงระดับอุณหภูมิหนึ่ง (ต่ำกว่า 40-45 องศาเซลเซียส) จุลินทรีย์พวก meso-philic สามารถเจริญและเพิ่มจำนวนมากขึ้นและจะย่อยสลายสารอินทรีย์บางชนิดที่เป็น intermediate product ต่อไป จนกระทั่ง C/N ratio ลดลงถึงระดับที่จะนำเอาปุ๋ยหมักไปใช้ได้ (Fergus,1964)

ระดับความสูงของอุณหภูมิ จะขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ชนิดของวัสดุเหลือใช้ และขนาดของกองปุ๋ยหมักด้วย ในสภาพที่อุณหภูมิสูงดังกล่าว อาจเกิดกระบวนการทางเคมี จึงทำให้อุณหภูมิสูงถึง 80 องศาเซลเซียส ที่ระดับอุณหภูมิสูงขนาดนี้จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ย กิจกรรมของจุลินทรีย์จะลดลง ทำให้อุณหภูมิลดลงถึงระดับที่เหมาะสม จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในกองปุ๋ยหมักก็จะเริ่มกิจกรรมอีกครั้งหนึ่งในลักษณะเป็นแบบ Feed Back System การที่อุณหภูมิในกองปุ๋ยสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน ๆ การย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้าลง เนื่องจากความร้อนไปทำลายเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว

4. ปฏิกิริยาของดิน (pH) ปฏิกิริยาของดินเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อกระบวนการย่อยสลายเศษพืชเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีความสามารถย่อยสลายเศษพืชนั้นขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน การเจริญของแบคทีเรีย เชื้อรา และแอคติโนมัยซิสแต่ละชนิดจะเป็นไปได้ต้องมี pH ที่เหมาะสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดนั้น มิฉะนั้นแล้วการเจริญของจุลินทรีย์จะลดลงหรือหยุดชะงักทันที นอกจากนี้ pH ยังมีผลกระทบกระเทือนต่อเอนไซม์ของจุลินทรีย์ที่ปลดปล่อยออกมาย่อยเศษพืชอีกด้วย

5. ปริมาณธาตุอาหาร (quantity of nutrients) การที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายเศษพืช ก็เนื่องมาจากความต้องการพลังงานและคาร์บอนในการสร้างเซลล์ใหม่ในการสร้างเซลล์ใหม่จุลินทรีย์ยังต้องการธาตุอาหารที่จำเป็นอีกด้วย ซึ่งอาจจะรวมเข้าไปเป็นสารประกอบภายในเซลล์ นอกจากนั้น อาจต้องการช่วยกระตุ้นหรือเร่งปฏิกิริยาต่าง ๆ ในกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบในเซลล์อีกด้วย ดังนั้น การที่จุลินทรีย์จะสร้างเซลล์หรือมีกิจกรรมมากน้อยแค่ไหน จึงขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุอาหารในเศษพืชนั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14383

6. สัดส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของพืช (C/N ratio) การสร้างส่วนประกอบของเซลล์ จุลินทรีย์ต้องการไนโตรเจนในปริมาณค่อนข้างสูงเพื่อสร้างสารประกอบที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก

การพิจารณาปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์ มักจะพิจารณาปริมาณของสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนร่วมกัน โดยยึดอัตราส่วนของสารคาร์บอนต่อไนโตรเจน หรือ C/N ratio เซลล์ของจุลินทรีย์จะมีค่า C/N ratio อยู่ในช่วง 10-15 หมายความว่า การที่จุลินทรีย์ดูดสารคาร์บอนเข้าไปใช้ในเซลล์ 10-15 หน่วยจำเป็นต้องดูดสารประกอบไนโตรเจนเข้าไปด้วย 1 หน่วยจึงจะทำให้เกิดความสมดุลย์ของสารประกอบทั้ง 2 ในเซลล์ จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดี การเลือกใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มี C/N ratio สูง ๆ จุลินทรีย์จะดึงสารคาร์บอนไปใช้อย่างรวดเร็ว แต่ในขณะเดียวกันปริมาณไนโตรเจนมีอยู่จำกัดจุลินทรีย์จะเจริญได้ถึงระดับหนึ่ง เมื่อไนโตรเจนหมดก็จะหยุดการเจริญและมีการตาย เซลล์ที่ตายจะเป็นแหล่งไนโตรเจนให้แก่เซลล์ที่ยังคงเหลืออยู่และเจริญต่อไปได้ ดังนั้นการย่อยสารอินทรีย์จะยังคงดำเนินต่อไป อาจกล่าวได้ว่าถ้าระดับ C/N ratio ต่ำ จะช่วยให้อัตราการย่อยสลายเกิดได้เร็วขึ้น และลดระยะเวลาการทำปุ๋ยหมัก ในวัสดุเหลือทิ้งทั่วไปจะมีปริมาณสารประกอบไนโตรเจนทั้งในรูปอินทรีย์และอนินทรีย์อยู่น้อยจนไม่สมดุลย์กับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ฉะนั้นเซลลูโลสซึ่งพบว่ามีอยู่ปริมาณมากในเศษพืชจึงเป็นปัจจัยที่กำหนดระยะเวลาในการหมักเศษพืช (Han and Srinivasan,1968)

แต่ถ้าต้องการให้กระบวนการย่อยสลายเป็นไปได้เร็วขึ้น ควรมีการเพิ่มสารประกอบไนโตรเจนในรูปแบบต่าง ๆ ลงไปในกองปุ๋ยหมัก สารประกอบไนโตรเจนที่เติมลงไปในกองปุ๋ยนี้สามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การเติมในรูปของปุ๋ยเคมี (ที่มีปริมาณไนโตรเจนอยู่สูง) ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต และยูเรีย การเลือกใช้สารไนโตรเจนประเภทนี้จะทำให้ต้นทุนการผลิตปุ๋ยหมักสูงขึ้นแต่จะสะดวกในการปฏิบัติและจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว อีกประเภทหนึ่ง คือ การเติมในรูปของสารอินทรีย์เหลือทิ้งที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่มาก ได้แก่ มูลสัตว์ วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดและขยะจากเทศบาล เป็นต้น (Golueke,1977) วิธีนี้เป็นแนวทางที่ควรเลือกใช้ เพราะเป็นการนำสิ่งเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์และลดต้นทุนการผลิต แต่มีปัญหาบ้าง คือ ยากต่อการปฏิบัติและต้อง

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ปริมาณมาก ประกอบกับจุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันทีจะต้องใช้เอนไซม์บางชนิดจากจุลินทรีย์เพื่อย่อยสลาย การเติมสารประกอบไนโตรเจนลงในกองปุ๋ยจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบถึงปริมาณที่ใช้ในระดับที่เหมาะสมโดยไม่ทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของแกสระเหยไปจากกองปุ๋ยหมัก เพราะจุดมุ่งหมายในการทำปุ๋ยหมักก็เพื่อเป็นแหล่งที่จะค่อย ๆ ปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างช้าๆ

Rai and Srivastana (1982) รายงานว่า การใส่ยูเรียลงไปในกองปุ๋ยทำให้ปริมาณของจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นส่งเสริมให้มีการปลดปล่อยแกสคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากกองปุ๋ยหมักมากขึ้นซึ่งแสดงว่ามีการย่อยสลายมากขึ้น ในช่วงแรกปริมาณของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องมาจากการแข่งขันในการผลิตเอนไซม์ยูริเอสออกมาย่อยสลายยูเรียและใช้ในการเจริญเติบโต

<u>ปัจจัยที่มีอิทธิผลต่อการทำปุ๋ยหมัก</u>

1. วัสดุที่จะนำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก

ภาวนา (2532) กล่าวว่าวัสดุที่จะนำมาใช้ในการทำปุ๋ยหมักควรเป็นส่วนของพืชที่หาได้ง่าย มีปริมาณมาก และอยู่ใกล้มือ อาจแบ่งวัสดุที่จะนำมาหมักเป็น 2 ชนิด ตามความยากง่ายในการสลายตัวคือวัสดุที่สลายตัวช้า เช่น ซังข้าวโพด กากอ้อย และฟางข้าว ซึ่งมีค่า C/N สูงกว่า 60:1 วัสดุที่สลายตัวเร็วได้แก่ ต้น ใบข้าวโพด ข้าวฟาง เปลือกและต้นพืชตระกูลถั่ว วัชพืชต่าง ๆ ตลอดจนผักตบชวา สำหรับส่วนที่คงเหลืออยู่ในไร่นา เช่น ตอซังข้าวโพด ฟางข้าว ต้นมันสำปะหลัง ต้นถั่วเขียว ควรไถกลบลงดิน เพราะเป็นการประหยัดที่คุ้มค่ากว่าที่จะนำมาทำปุ๋ยหมัก สำหรับวัสดุพวกแกลบ ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และเปลือกถั่วลิสง ควรนำไปใส่ดินโดยตรงเพื่อช่วยให้ดินโปร่ง

<u>ส่วนประกอบของอินทรีย์วัตถุ</u>

ส่วนประกอบของอินทรีย์วัตถุมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่ได้ วัสดุอินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับนำมาหมักปุ๋ยแตกต่างกันไป มีทั้งวัสดุเนื้อผสม เช่น ของเสียจากบ้านเรือน น้ำโสโครก จนถึงวัสดุเนื้อเดียว เช่น ของเสียที่ได้จากอุตสาหกรรมอาหาร อย่างไรก็ตามวัสดุทั้งหลายนี้เป็นส่วนผสมของน้ำตาล โปรตีน ไขมัน เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งมีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ดังแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 แสดงส่วนประกอบของอินทรีย์วัตถุ

สารประกอบ	น้ำหนักแห้งคิดเป็นเปอร์เซนต์	
	พืช	มูลสัตว์
น้ำตาลที่ละลายได้ในน้ำร้อน/เย็น		
แป้ง กรดอะมิโน กรดอะลิฟาติก		
ยูเรีย และเกลือแอมโมเนียม	5 - 30	2 - 20
ไขมันที่ละลายได้ในอีเทอร์/แอลกฮอล์		
น้ำมัน ไข และเรซิน	5 - 15	1 - 3
โปรตีน	5 - 40	5 - 30
เฮมิเซลลูโลส	10 - 30	15 - 25
เซลลูโลส	15 - 60	15 - 30
ลิกนิน	5 - 30	10 - 25
ขี้เถ้า	1 - 13	5 - 20

ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามอายุและชนิดของพืช เมื่อพืชแก่ส่วนที่ละลายน้ำและโปรตีนจะลดลง แต่เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสจะเพิ่มขึ้น ซึ่งการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุเป็นการกระทำโดยจุลินทรีย์ ส่วนที่ละลายน้ำได้จะถูกย่อยสลายก่อน ส่วนที่ไม่ละลายน้ำจะถูกย่อยสลายอย่างช้า ๆ

อัตราส่วนธาตุคาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน (C/N)

จุลินทรีย์เป็นตัวการสำคัญในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ให้เป็นปุ๋ยหมัก ดังนั้นค่าอัตราส่วนธาตุคาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนของวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักจึงมีอิทธิพลต่อการหมักปุ๋ยด้วย เชื้อจุลินทรีย์จำเป็นต้องใช้ธาตุคาร์บอนเพื่อการเจริญเติบโต โดยจุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนจนกระทั่งได้โมเลกุลเล็กและนำเข้าในเซลเพื่อใช้เป็นแหล่งของพลังงานและสร้างส่วนประกอบของเซล สำหรับสารประกอบไนโตรเจนก็จะถูกย่อยสลายและถูกนำไปใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนเพื่อสร้างส่วนประกอบของเซล เช่น โปรตีน กรดนิวคลีอิก เป็นต้น โดยปกติเซลของจุลินทรีย์มีค่า C/N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ratio ประมาณ 10-15 หน่วย จึงต้องดูดสารประกอบไนโตรเจนเข้าไปด้วย 1 หน่วย จึงจะทำให้เกิดความสมดุลย์ของสารประกอบทั้ง 2 ในเซล จึงจะทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดี ทำให้การย่อยสลายเกิดได้เร็วขึ้น

การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีค่า C/N ratio สูง ๆ มาทำปุ๋ยหมัก จุลินทรีย์จะใช้สารคาร์บอนอย่างรวดเร็วแต่ปริมาณของไนโตรเจนมีจำกัดจุลินทรีย์จะเจริญได้ถึงระดับหนึ่ง เมื่อไนโตรเจนหมดก็จะหยุดการเจริญเติบโตและเริ่มมีการตาย เซลที่ตายก็จะเป็นแหล่งไนโตรเจนให้แก่เซลที่ยังเหลืออยู่ อัตราการเจริญและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์จะถูกจำกัดด้วยปริมาณของสารไนโตรเจน ดังนั้นอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์วัตถุจึงเกิดขึ้นช้า เมื่อใช้วัสดุอินทรีย์ที่มีค่า C/N ratio สูง ๆ เช่น ขี้เลื่อย (194) แกลบ (111-152) เป็นต้น จึงจำเป็นต้องเพิ่มสารประกอบไนโตรเจนในกองปุ๋ยเพื่อให้ขบวนการย่อยสลายเกิดได้เร็วขึ้น สำหรับวัสดุอินทรีย์ที่มีค่า C/N ratio ต่ำ เช่น ต้นพืชตระกูลถั่วต่าง ๆ อาจไม่จำเป็นต้องเติมสารประกอบไนโตรเจนหรืออาจเติมในปริมาณที่น้อยกว่า เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนเพียงพอที่จุลินทรีย์จะนำไปสร้างเซลล์ใหม่ได้ การเจริญเติบโตของเซลล์จึงเกิดได้ดีและยังผลให้การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุเกิดได้เร็วขึ้น ค่า C/N ratio ของวัสดุอินทรีย์ระหว่าง 26 - 35 จะช่วยให้กระบวนการหมักปุ๋ยเกิดได้เร็วและมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 แสดงค่าอัตราส่วน C/N ของวัสดุอินทรีย์และพืชชนิดต่าง ๆ

	ชนิด	C/N
วัชพืช	หญ้าขน	15
	หญ้าซันกาด	21
	หญ้าขจรจบ	27-78
	กกสังกา	25
	สาบเสือ	23
	ผักตบชวา	26-60
พืชตระกูลถั่ว	ถั่วลาย	15
	ปอเทือง	23
ตอซังพืช	ต้นมันสำปะหลัง	29
	ซังข้าวโพด	112
	ต้นข้าวโพด	55
	เปลือกลูกเดือย	38
	เปลือกถั่วเขียว	16
	เปลือกถั่วลิสง	41
	แกลบ	111-152
	ฟางข้าว	40-89
	ขี้เลื่อย	194
มูลสัตว์	มูลสุกร	13
	มูลเป็ด	21
เชื้อจุลินทรีย์	บักเตรี	5
	รา	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรรณลดา และคณะ (2532) กล่าวว่า วัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมักอาจแบ่งเป็น 4 แหล่งใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ยึดอาชีพทางการเกษตรเป็นหลัก ดังนั้นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจึงมีอยู่ทั่วไปหลายรูปแบบ เช่น ฟางข้าว ใบพืช ลำต้นพืช เปลือก และกาก เป็นต้น วัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวเกษตรกรมักจะนำออกจากไร่นาและกำจัดโดยการเผาทิ้ง ซึ่งเป็นการทำลายธาตุอาหารที่พืชดูดจากดิน เป็นเหตุให้ธาตุอาหารของพืชในดินลดน้อยลง สิ่งที่จะทดแทนธาตุอาหารพืชเหล่านี้ก็โดยการใส่ปุ๋ยเคมี ถึงแม้ว่าจะให้ผลตอบแทนที่รวดเร็วและเห็นผลได้ชัดเจน แต่การใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินเสียไปด้วยจากเหตุดังกล่าวแล้ว การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำปุ๋ยหมักจึงเป็นแนวทางที่ดีในการนำวัสดุดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก

2. วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ประเทศไทยจัดเป็นประเทศหนึ่งที่กำลังพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตทางด้านอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับผลผลิตทางด้านเกษตรกรรม ซึ่งเป็นการแปรรูปของวัตถุดิบทางการเกษตรให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมในประเทศก่อให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล ขี้เลื่อยจากโรงงานแปรรูปไม้

3. วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน ในเขตชุมชนที่มีประชากรอยู่ร่วมกันจำนวนมากมักจะมีปัญหาในด้านการกำจัดขยะที่เกิดขึ้นทุกวัน แนวทางที่สามารถนำขยะเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ได้ก็โดยการนำมาทำปุ๋ยหมัก ซึ่งมักเรียกว่า " ปุ๋ยอินทรีย์ " ในเขตกรุงเทพมหานครก็ได้นำแนวทางนี้ไปใช้โดยผลิตปุ๋ยอินทรีย์ แต่ยังคงมีปัญหาอยู่บ้างในด้านการแยกวัสดุที่ปะปนมา เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ และเศษพลาสติกต่าง ๆ นอกจากการแยกเศษวัสดุที่ไม่ต้องการดังกล่าวแล้วปัญหาอีกประการหนึ่ง คือ การนำขยะมาทำปุ๋ยหมักจะต้องพิจารณาถึงเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับคนด้วย สำหรับครัวเรือนตามชนบทก็มีเศษขยะจากครัวเรือน ใบไม้ ใบหญ้า มูลสัตว์ สิ่งเหล่านี้นำมาทำปุ๋ยหมักได้ทั้งนั้น และยังเป็นการช่วยให้บริเวณบ้านเรือนสะอาดถูกสุขลักษณะอนามัยอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วัสดุอื่น ๆ และวัชพืช นอกจากวัสดุเหลือทิ้งทั้ง 3 ประเภทที่กล่าวแล้วข้างต้น ยังมีวัสดุอีกหลายประเภทที่นำมาทำปุ๋ยหมักได้ เช่น วัชพืชบก และวัชพืชน้ำหลาย ๆ ชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผักตบชวาซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดในปัจจุบันนี้ ผักตบชวาก็เป็นวัชพืชซึ่งเจริญเติบโตได้รวดเร็วจนก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมาย การนำผักตบชวามาทำปุ๋ยหมักจึงนับว่าเป็นแนวทางในการกำจัดที่เป็นประโยชน์ต่อการเกษตร ช่วยทำลายแหล่งเพาะสัตว์ เช่น หนู ยุง และศัตรูพืชได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นยังเป็นการช่วยลดงบประมาณของรัฐที่จะต้องใช้ในการปราบและทำลายอยู่เป็นประจำอีกด้วย

วรรณลดา และคณะ (2532) ยังได้กล่าวไว้อีกว่า ลักษณะของเศษวัสดุมีส่วนสำคัญต่อขบวนการย่อยสลาย ได้แก่ ขนาดของเศษวัสดุ ความสดของเศษวัสดุ ดังนี้

ขนาดของเศษวัสดุ ถ้าเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กการผสมคลุกเคล้าทำได้ทั่วถึงและพื้นที่ผิวสัมผัสมีมาก ดังนั้นโอกาสที่จะถูกย่อยสลายจึงมีมากกว่า ขนาดที่เป็นที่ต้องการที่สุดสำหรับการทำปุ๋ยหมัก คือ น้อยกว่า 5 เซนติเมตร สำหรับวัสดุที่มีขนาดใหญ่การผสมคลุกเคล้าจะทำได้ไม่ทั่วถึงนักและปฏิบัติค่อนข้างลำบาก ดังนั้นการกองปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุขนาดใหญ่จึงควรจะกองเป็นชั้น ๆ และถึงเวลากลับกองปุ๋ยหมักก็จะเป็นการช่วยผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันดียิ่งขึ้น

ความสดของเศษพืช โดยปกติมักจะทำปุ๋ยหมักจากเศษพืชที่แห้ง เนื่องจากสะดวกในการกอง การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในกองปุ๋ยหมักในด้านความชื้นและการระบายอากาศ ในบางกรณีอาจจะใช้เศษพืชสดจะมีปริมาณน้ำมากและถ้าระบายอากาศไม่ดีอาจเกิดขบวนการเน่าเสียภายในกองปุ๋ยได้จนเกิดกลิ่นเหม็น

2. ตัวเร่งที่ใส่เพิ่มลงในกองปุ๋ย

ภาวนา (2532) กล่าวว่า ตัวเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ย ซึ่งได้แก่ ดินดี (ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง) มูลสัตว์ต่าง ๆ ปุ๋ยเคมี (แอมโมเนียซัลเฟต ยูเรีย) ปูนขาวหรือขี้เถ้า ส่าเหล้า และจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการย่อยสลาย

2.1 <u>สารเร่ง</u>

จากการศึกษาของ ปรีดี และปรัชญา (2525) ในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาซึ่งเป็นวัชพืชน้ำที่มีอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำโดยใช้สารตัวเร่งจำนวน 4 ชนิด คือ ผลิตภัณฑ์ Septictrine, Septi-Kleen, F และ M.B. Bac. โดยเปรียบเทียบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่ไม่ใช้สารตัวเร่ง วางแผนการทดลองแบบ Observationtrial มี 5 treatments ไม่มีซ้ำ ดำเนินการที่วิทยาลัยเกษตรเขตปทุมธานี ปี พ.ศ. 2524 กลับกองปุ๋ยหมักทุก 5 วัน ให้น้ำแก่กองปุ๋ยหมักทุกกองเท่ากันเมื่อปุ๋ยหมักขาดความชื้น (ต่ำกว่า 40%) เก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักทุกกองทุก 10 วันเพื่อวิเคราะห์หา C/N ratio ปรากฏว่า เมื่ออายุการหมัก 30 วัน ปุ๋ยหมักที่ใช้ผลิตภัณฑ์ M.B. Bac. เป็นสารตัวเร่ง วัด C/N ratio ได้ 15:1 ในขณะที่กองปุ๋ยหมักที่ไม่ใช้สารตัวเร่งและใช้ผลิตภัณฑ์ Septictrine , Septi-Kleen และเชื้อ F วัด C/N ratio ได้ 17:1

จากการศึกษาของ เอิบ และคณะ (2526) ศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ของโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้เชื้อปุ๋ยหมัก เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อปุ๋ยหมัก 8 ชนิด คือ Agromax , B-2 , Bionic , Kilodor, Restore, M-B bact, Septictrine, UPMP และการไม่สารตัวเร่งโดยใช้ C/N ratio เป็นตัวพิจารณานั้นพบว่า เมื่อปุ๋ยหมักอายุ 51 วัน ค่า C/N ratio ในปุ๋ยหมักที่ใส่สารเร่ง M-B bact มีค่าน้อยที่สุด (20/1) ซึ่งถือว่าเป็นปุ๋ยหมักที่ใช้ได้แล้ว (กองบริรักษ์ที่ดิน, 2526)แต่เมื่ออายุการหมัก 55 วัน ปุ๋ยหมักที่ใส่เชื้อปุ๋ยหมัก Kilodor และ M-B bact มีค่า C/N ratio เท่ากัน (20/1) และเป็นค่าที่น้อยที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยหมักในตำรับที่ 10 ที่มีค่า C/N ratio มากที่สุด (28/1)

อรพิน (2526) รายงานว่า ชนิดของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสที่จำหน่ายในประเทศไทย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ Kilodor พบรา Penicillium ssp. , Agromax พบรา Aspergillus ssp. , Fusarium ssp. และ Rhizopus ssp. Cellostat A. พบรา Mucor ssp., Aspergillus ssp. ส่วน Septi-Kleen พบรา Aspergillus ssp. และ Penicillium ssp. และ M.B. Bac พบรา Mucor ssp. และ Rhizopus ssp.

สมศักดิ์ (2526) รายงานว่า เชื้อเร่งปุ๋ยหมักโดยทั่วไปมี แบคทีเรีย แอคติโนมัยซิส และเชื้อราแต่ละชนิดก็แยกออกเป็นสายพันธุ์ต่าง ๆ มีความสามารถในการย่อยสลายเศษซากพืชเร็วบ้าง ช้าบ้าง เชื้อต่าง ๆ เหล่านี้เวลาเข้าย่อยสลายเศษซากพืชก็จะปล่อยเอนไซม์ออกมานอกเซลล์และเอนไซม์จะย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ตามลำดับความยากง่ายดังต่อไปนี้ น้ำตาล (ง่ายที่สุด) โปรตีนบางชนิด แป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฮมิเซลลูโลส โปรตีนที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน ไขมัน เซลลูโลส และลิกนิน (ย่อยยากที่สุด) การย่อยเศษซากพืชจะมีลักษณะยุ่ยเป็นสีคล้ำหรือสีน้ำตาล

จากการศึกษาของ เสียงแจ่ว (2525-2527) ได้ทดลองนำเศษพืชที่เป็นโรคใบไหม้และใบจุดของข้าวโพด และโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลือง มาทำปุ๋ยหมักเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเชื้อโรคพืช ในระหว่างและหลังจากการทำปุ๋ยหมัก ซึ่งได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา และห้องวิจัยจุลินทรีย์ กรมพัฒนาที่ดิน กทม. โดยวางแผนการทดลองแบบ Observation Trials จากการศึกษาพบว่า ในสภาพหลังจากการนำเศษพืชที่เป็นโรคมาทำปุ๋ยหมักโดยไม่ใส่สารตัวเร่ง (B2) เป็นเวลา 45 วัน พบว่าปริมาณของเชื้อโรคพืชดังกล่าวมีปริมาณลดลง แต่มิได้ทำให้ปริมาณเชื้อโรคพืชหมดไป แต่ถ้านำเศษพืชที่เป็นโรคดังกล่าวไปทำปุ๋ยหมักโดยใส่สารตัวเร่ง จะตรวจไม่พบเชื้อโรคพืชดังกล่าวในช่วงเวลา 30 วัน

วนิดา (2532) รายงานว่า การพัฒนาด้านการศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการย่อยสลายอินทรียวัตถุก้าวหน้ามากขึ้น ได้มีการผลิตผลิตภัณฑ์เชื้อจุลินทรีย์บรรจุถุงสำเร็จรูปออกจำหน่ายทั่วไป มีหลายชนิดที่ผลิตเป็นหัวเชื้อและสารตัวเร่งในการย่อยสลายอินทรียวัตถุให้ได้ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งมีชื่อทางการค้าต่างกันผลิตภัณฑ์ต่างประเทศ เช่น Agromax-cellostate , Kilodor และ F เป็นต้น ในประเทศไทยมีผู้ผลิตออกมาจำหน่ายหลายชนิด เช่น ไบโอนิค , บี-2 , พด 1 , พีแอนด์เจ และเอฟ-60 ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่สามารถย่อยอินทรียวัตถุได้เร็วขึ้น พร้อมทั้งข้อบ่งใช้และเงื่อนไขต่าง ๆ มาอย่างชัดเจนแล้วแต่ผู้ผลิตชนิดนั้น ๆ

จากการศึกษาของ ปรัชญา และคณะ (2532) โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวเร่งในการผลิตปุ๋ยหมัก ทำการทดลองที่ที่ของเอกชน เขตพระโขนง กทม. ปรากฏว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ Aspergillus oryzae , Fujita หรือ F เป็นตัวเร่งนั้นมีแนวโน้มที่ทำให้เศษพืชย่อยสลายตัวได้เร็วกว่าการไม่ได้ใส่เชื้อและปุ๋ยหมักที่ได้นั้นจะมีคุณภาพทางเคมี (ปริมาณธาตุอาหารพืช) สูงกว่าการผลิตปุ๋ยหมักโดยที่ไม่มีการใส่เชื้อชนิดนี้และสามารถย่อยสาร Cellulose และ Lignin ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเศษพืช ปรากฏว่าเศษพืชชนิดย่อยง่ายคือ หญ้าขน ฟางข้าว ต้นมันปน สลายตัวเป็นปุ๋ยหมักภายใน 20 วัน ส่วนพวกแกลบ ขี้เลื่อย และซังข้าวโพด สลายตัวภายใน 45 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเอกสารการจำหน่ายปุ๋ยจุลินทรีย์ปรับปรุงดิน " เขียวเสมอ " ของบริษัทธนรุ่งโรจน์การเกษตร จำกัด รายงานว่า ปุ๋ยจุลินทรีย์นี้เป็นผลผลิตจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพ หมักโดยใช้หัวเชื้อ AURACE F ซึ่งประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ถึง 79 ชนิด 14 สกุล สามารถดำเนินกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ได้นานถึง 5 ปี ในขณะที่ผลิตเขียวเสมอ อุณหภูมิจะสูงถึง 80 องศาเซลเซียส จึงทำลายไข่แมลงศัตรูพืชและเมล็ดวัชพืชไปพร้อมกันและเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอัตราการใช้เขียวเสมอกับปุ๋ยหมักทั่วไปแล้ว เขียวเสมอจะใช้ในอัตราที่น้อยกว่า 3-4 เท่าตัว

จากเอกสาร คำแนะนำในการทำปุ๋ยหมักแบบใช้เชื้อจุลินทรีย์เป็นสารเร่งของกรมพัฒนาที่ดิน รายงานว่า ปัจจุบันทางกรมพัฒนาที่ดินมีการผลิตสารเร่งเพื่อใช้ย่อยสลายเศษซากพืชให้เป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็วและเพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีและปลอดภัยยิ่งขึ้น เช่น เชื้อจุลินทรีย์ พด 1 ซึ่งผลิตโดยกรมพัฒนาที่ดินและเชื้อเอฟดิลโลดอร์ แอคโทรแมก หรือ บี 2 ผลิตโดยบริษัทศรีสิงหรา จำกัด สารตัวเร่งประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ และสารอาหารหลาย ๆ อย่างรวมกันอยู่ ในลักษณะแห้งสะดวกแก่การนำไปใช้และเก็บรักษา โดนเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ได้แก่ จุลินทรีย์ประเภทเชื้อรา แบคทีเรีย และแอคติโนมัยซีส มีความสามารถย่อยสลายเศษพืชให้เป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็วเมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม สามารถช่วยย่นเวลาการหมักจากประมาณ 3-4 เดือน ลดเหลือเพียงประมาณ 1-2 เดือน โดยมีอัตราส่วนผสมของวัสดุต่าง ๆ ดังนี้

เศษซากพืช	1000	กิโลกรัม (1 ตัน)
มูลสัตว์	200	กิโลกรัม
ปุ๋ยยูเรีย	2	กิโลกรัม

สารเร่งเชื้อจุลินทรีย์ พด 1 หรือเชื้อเอฟดิลโลดอร์ แอคโทรแมค หรือ (บี 2) 150 กรัม

จากเอกสารคำแนะนำ การทำปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่ง พด 1 ตามพื้นที่ชนบท รายงานว่า สารเร่ง พด 1 สามารถย่อยฟางข้าวใหม่ให้เป็นปุ๋ยหมักได้ในระยะเวลาไม่เกิน 30 วัน และกากอ้อยสลายตัวยากเป็นปุ๋ยหมักได้ไม่เกิน 60 วัน และได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยหมักที่ไม่ได้ใส่สารเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มูลสัตว์

จากการศึกษาของ ปรัชญา และคณะ (2532) การใช้มูลเป็ด อัตราต่าง ๆ เป็นตัวเร่งในการผลิตปุ๋ยหมัก ทำการทดลองที่ศูนย์ฯ ฉะเชิงเทรา ปรากฏว่า การใช้มูลเป็ดอัตรา 2:1 (เศษพืช:มูลเป็ด) จะได้ปุ๋ยหมักเร็วกว่าอัตรา 5:1 , 10:1 และไม่มีการใช้มูลเป็ด

การกองปุ๋ยหมัก

วรรณลดา และคณะ(2532) ได้แบ่งลักษณะการกองปุ๋ยดังนี้

1. การกองบนพื้น

นับเป็นวิธีการที่ประหยัดโดยการนำวัสดุมากองทำปุ๋ยหมักบนพื้นที่ราบ อาจเป็นพื้นดินธรรมดาหรือพื้นซีเมนต์ แต่ต้องมีพื้นที่เพียงพอในการกองปุ๋ยหมัก และการปฏิบัติต่าง ๆ อาจใช้ลานซีเมนต์สำหรับการตำกเมล็ดพืชก็ได้ (ดังภาพแบบที่ 1,2)

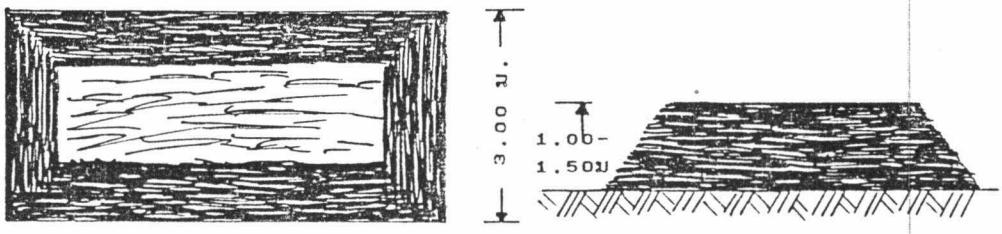
นอกจากการกองแบบธรรมดาแล้ว อาจจะทำการกองปุ๋ยหมักในคอกไม้ ลักษณะของคอกไม้ควรใช้ไม้ตีเป็นแนวเส้นระยะห่าง เพื่อช่วยในการถ่ายเทอากาศ และ เพื่อความสะดวกในการกลับกองปุ๋ยหมัก (ดังภาพแบบที่ 3) ควรกองเศษวัสดุเพียงครึ่งหนึ่งของคอกไม้ เมื่อถึงเวลากลับกองปุ๋ยหมัก ก็จะได้พลิกไปอีกด้านหนึ่งภายในคอกนั้น การกองในคอกมีข้อดีที่ว่าป้องกันสัตว์เลี้ยงรบกวน เป็นสัดส่วน และเรียบร้อยดี แต่มีข้อเสียที่ว่าต้องสิ้นเปลืองค่าสร้างคอก

การกองปุ๋ยหมักบนพื้นธรรมดาอาจจะทำกลางแจ้ง หรือในโรงเรือนก็ได้ (ดังภาพแบบที่ 4,5) สำหรับข้อดีของการกองปุ๋ยหมักในโรงเรือน คือ น้ำระเหยออกจากกองปุ๋ยหมักน้อยกว่า ดังนั้นจึงช่วยประหยัดในการรดน้ำแก่กองปุ๋ยหมักอีกประการหนึ่งคือ คุณภาพของปุ๋ยหมักจะดีกว่า ทั้งนี้เพราะธาตุอาหารบางชนิดไม่ได้สูญเสียไปเนื่องจากการชะล้างโดยฝน

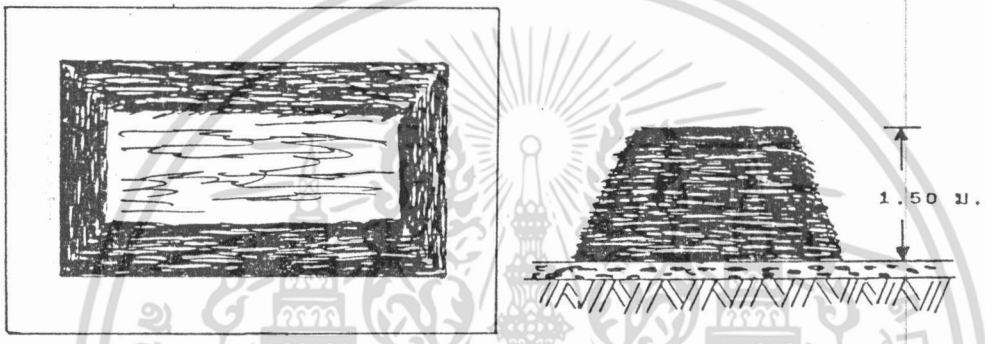
2. การกองในหลุม

สำหรับการกองปุ๋ยหมักในหลุมจุดประสงค์เพื่อเป็นการช่วยเก็บรักษาความชื้นและสะดวกต่อการปฏิบัติ สถานที่ควรเป็นที่ดอนน้ำท่วมไม่ถึง ลักษณะของหลุมควรเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 2 x 4 x 0.5 หรือ 3 x 6 x 1 เมตร อาจจะทำเป็นหลุมดินธรรมดาหรือเป็นหลุมซีเมนต์อย่างถาวร (ดังภาพแบบที่ 6 และ 6.1) ขึ้นอยู่

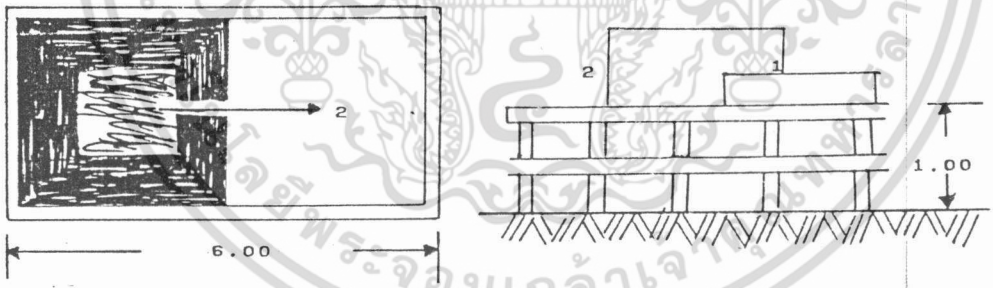
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบที่ 1 กองบนพื้นดินกลางแจ้ง

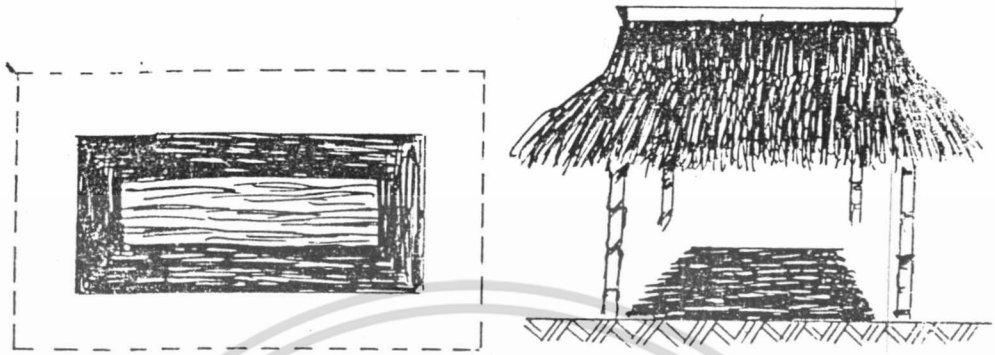


แบบที่ 2 กองบนพื้นซีเมนต์กลางแจ้ง

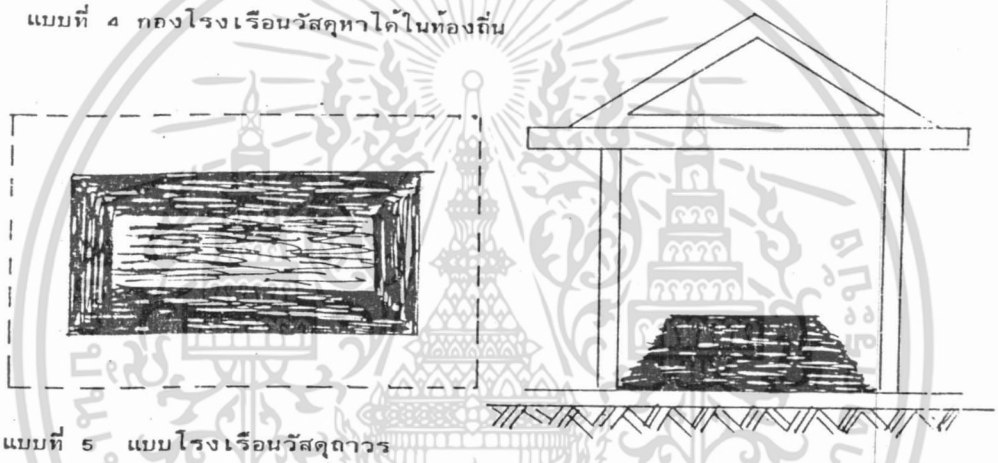


แบบที่ 3 กองบนพื้นดินอยู่ในคอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบที่ 4 ทองโรงเรือนวัสดุหาได้ในท้องถิ่น



แบบที่ 5 แบบโรงเรือนวัสดุถาวร

แบบที่ 6 แบบหลุมดินธรรมดา

6.1 แบบหลุมเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับฐานะของเกษตรกรและสภาพพื้นที่ดังกล่าวแล้ว ควรมีการระบายน้ำออกจากหลุมในกรณีที่มีน้ำมากเกินไป การกองวัสดุ ควรจะกองไว้ด้านใดด้านหนึ่งของหลุมประมาณครึ่งหนึ่งของความยาว เพื่อสะดวกในการกลับกองปุ๋ยหมัก

จำนวนของหลุมในการทำปุ๋ยหมัก ก็ขึ้นอยู่กับความต้องการ และปริมาณของเศษวัสดุที่มีอยู่ โดยอาจจะทำเป็น 2 หลุม (ดังภาพแบบที่ 6.2) ติดกัน ควรมีระยะห่างประมาณ 50 ซม. กองวัสดุจนเต็มหลุม (เพียงหลุมใดหลุมหนึ่ง) ถึงเวลากลับกองก็ย้ายจากหลุมหนึ่งไปอีกหลุมหนึ่ง ทำเช่นนี้สลับกันจนกระทั่งเป็นปุ๋ยหมัก หรืออาจจะทำเป็น 4 หลุมเรียงติดกัน (ดังภาพแบบที่ 6.3 และ 7) จุดประสงค์ของการทำหลุมแบบนี้ เพื่อทยอยทำปุ๋ยหมักต่อเนื่องกัน กรณีเช่นนี้ เหมาะสมกับเกษตรกรที่มีวัสดุเศษพืชจำนวนมาก ๆ โดยในครั้งแรกกองในหลุมที่หนึ่ง แล้วกลับกองจากหลุมที่ 1 ไปยังหลุมที่ 2 , 3 และ 4 ตามลำดับ

การกองปุ๋ยหมักในหลุมอาจจะกองกลางแจ้งหรือกองในโรงเรือนขึ้นอยู่กับเกษตรกรเอง สำหรับข้อดี และข้อเสียของการกองในโรงเรือนได้กล่าวแล้วข้างต้น (ดังภาพแบบที่ 8,9,10)

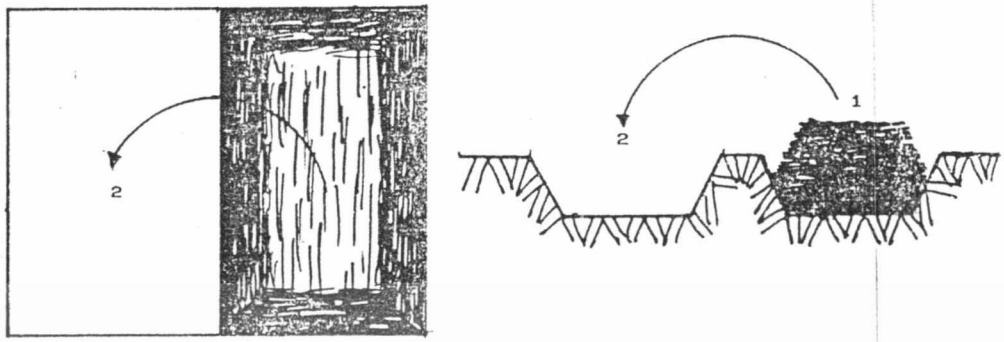
หรือดังวิธีที่ ภาวนา (2532) กล่าวไว้ว่า

ในกรณีไม่สะดวกในการกลับกองบ่อย ๆ และมีน้ำไม่มากนักควรใช้วิธีการกองปุ๋ยแบบไม่ต้องกลับกอง โดยใช้ไม้ไผ่เสียบผ่านเข้าไปในกอง โดยให้มีรูระบายอากาศผ่านเข้าออกภายในกอง และใช้ดินคลุมกองโดยให้ไม้ไผ่โผล่ทะลุ หลังจากดินที่ใช้พอก รอบกองปุ๋ยแห้งให้ดึงไม้ไผ่ออก ทำให้เกิดช่องระบายอากาศและไม่ต้องรดน้ำ แต่ต้องทำให้เศษพืชชุ่มน้ำเพียงพอในขณะเริ่มกอง ก็จะได้ปุ๋ยหมักไว้ใช้ในเวลาไม่เกิน 2 เดือน

วนิดา (2532) ได้แบ่งวิธีการหมักตามชนิดของจุลินทรีย์เป็น 2 อย่างคือ

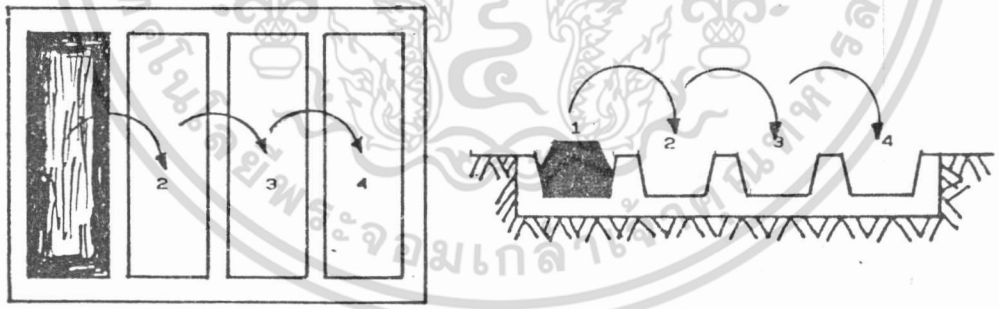
1. การหมักปุ๋ยสภาพที่ไม่มีอากาศ (anaerobic composting) เป็นการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ในสภาพที่ไม่มีอากาศ หรือเรียกอีกอย่างว่าแบบ "Cold process" ที่เรียกเช่นนี้ เนื่องจากอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ยอยู่ในระดับใกล้เคียงกับอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศภายนอก และเป็นกระบวนการที่ปล่อยพลังงานออกมาน้อยกว่าสภาพที่มีอากาศ ซึ่งพลังงานที่ปล่อยออกมาน้อย ก็เนื่องมาจากสิ่งสำคัญ 2 ประการที่เป็นต้นเหตุ คือ ประการแรก กระบวนการในสภาพที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



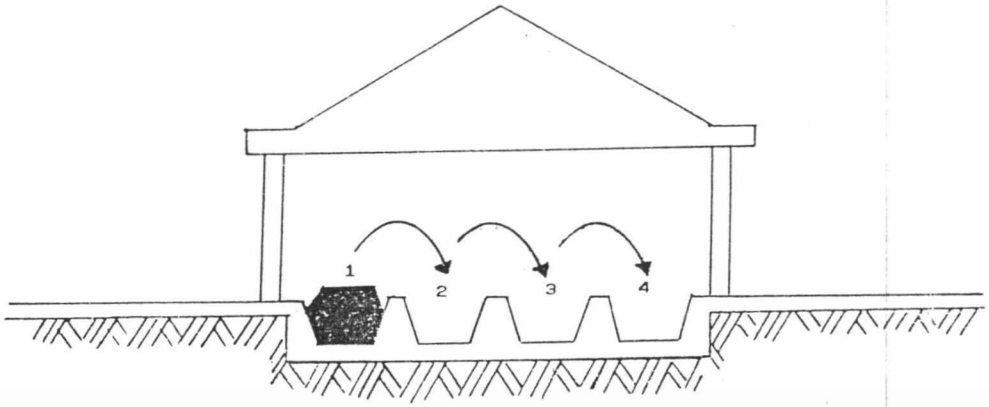
แบบที่ 6.2 แบบสองหลุมติดกัน

แบบที่ 6,3 แบบสี่หลุมติดกัน

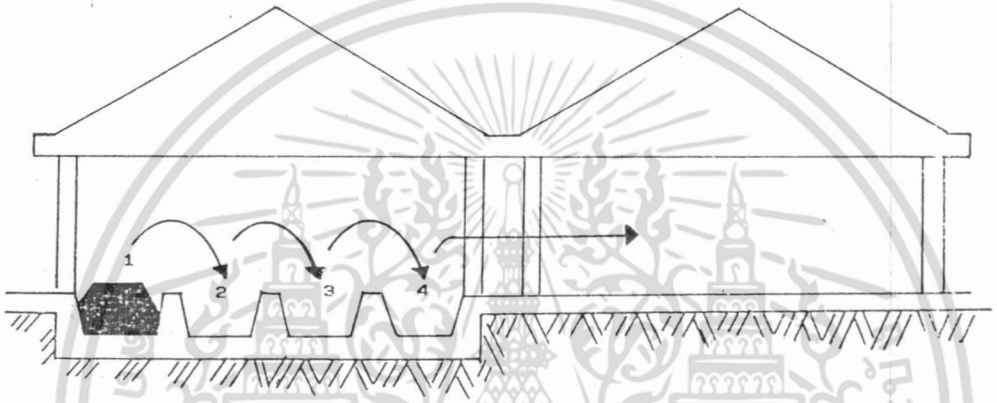


แบบที่ 7 แบบหลุมดินหรือหลุมซีเมนต์กลางแจ้ง

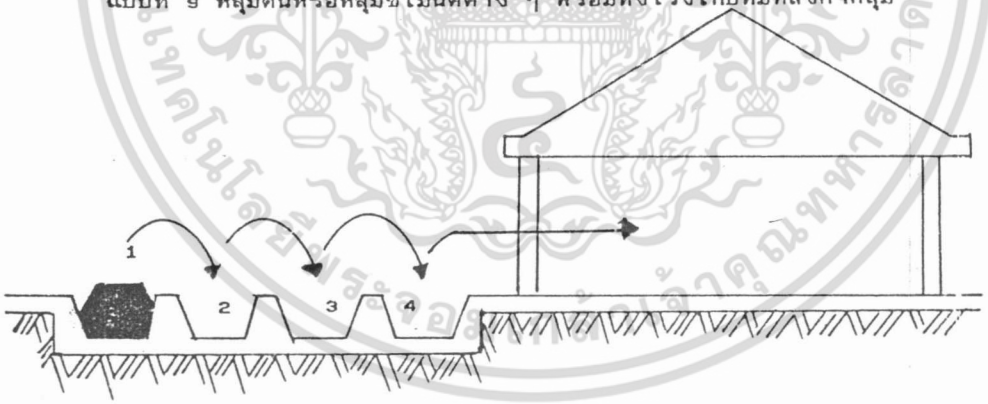
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบหลุมที่ 8 แบบหลุมดินหรือหลุมซีเมนต์แบบต่าง ๆ ที่มีหลังคาคลุม



แบบที่ 9 หลุมดินหรือหลุมซีเมนต์ต่าง ๆ พร้อมทั้งโรงเก็บที่มีหลังคาคลุม



แบบที่ 10 หลุมดินหรือหลุมซีเมนต์แบบต่าง ๆ กลางแจ้ง ซึ่งโรงเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีอากาศ จะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และประการที่สอง จำนวนความร้อนที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าด้วย การทำปุ๋ยหมักในสภาพไม่มีอากาศนี้ จะมีสารอินทรีย์บางชนิด เช่น พวกไฮโดรคาร์บอน (hy-drocarbons) จะไม่ถูกย่อยสลาย และข้อเสียของการทำปุ๋ยหมักด้วยวิธีนี้จะทำให้เกิดกลิ่นต่าง ๆ เช่น กลิ่นเหม็นเน่าเนื่องจากโปรตีนต่าง ๆ ถูกย่อยสลาย โดยพวกแบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการอากาศ (anearobic bacteria) จึงทำให้เกิดสารที่มีกลิ่นต่าง ๆ ขึ้นในกองปุ๋ยหมัก สารที่มีกลิ่นเหล่านี้ถ้าอยู่ในสภาพมีอากาศจะถูก oxidized โดยแบคทีเรียที่ต้องการอากาศแล้ว เกิดเป็นซัลเฟต คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแอมโมเนีย กลิ่นเหล่านี้จะกระจายจากภายในกองปุ๋ยออกมาภายนอกที่ผิวหน้ากองปุ๋ยหมัก ซึ่งมีออกซิเจนกระจายอยู่ ทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการอากาศเจริญได้ดี และทำการย่อยสลายสารอินทรียวัตถุทำให้กลิ่นเบาบางลงบ้าง

2. การหมักปุ๋ยสภาพที่มีอากาศ หรือ ต้องการอากาศ (aerobic composting) เป็นวิธีที่ต้องการกลับกองปุ๋ยบ่อย ๆ โดยพลิกกองปุ๋ยทุก 10 วัน เพื่อให้จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศนี้ทำงานได้ดี สามารถย่อยสลายอินทรียวัตถุได้เร็วยิ่งขึ้น และเป็นการลดปริมาณของความร้อนภายในกองปุ๋ย ให้อากาศถ่ายเทผ่านเข้าไปในกองปุ๋ยได้สะดวก นอกจากนี้ต้องรดน้ำให้ความชื้นที่พอเหมาะให้แก่กองปุ๋ยด้วย ถ้ารดน้ำจนแฉะเกินไป จะทำให้มีกลิ่นเหม็นเกิดขึ้นได้ เพราะกองปุ๋ยจะกลายเป็นสภาพที่ไม่มีอากาศไป

<u>วิธีการกองปุ๋ยหมัก</u>

วิธีที่ 1 เอกสารเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ของกรมพัฒนาที่ดิน กล่าวไว้ดังนี้

สำหรับเศษพืชที่เป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ เช่น กากอ้อย ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย แกลบ เปลือกถั่ว ซังข้าวโพดป่น ให้คลุกเศษพืช มูลสัตว์ ปุ๋ยเคมี ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ ในขณะคลุกเคล้ารดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ แล้วกองเศษพืชให้มีความกว้าง 2-3 เมตร สูง 1.0-1.5 เมตร ความยาวไม่จำกัด เจาะรูกว้างประมาณ 5 ซม. ลึกตามความเหมาะสมและให้ห่างกันประมาณ 30 ซม. นำสารเร่งละลายในน้ำ 20 ลิตร(1 ปีบ) คนให้เข้ากันทิ้งไว้นานประมาณ 15-30 นาที หลังจากนั้นเทสารละลายของสารเร่งลงในแต่ละรูที่เตรียมไว้ ปิดรูที่ใส่สารเร่งด้วยเศษพืช สำหรับเศษพืชที่เป็นชิ้นขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่และมีความยาว เช่น ฟางข้าว เศษหญ้า ต้นข้าวโพดต้นอ้อย ต้นถั่ว ต้นยาสูบ ไส้ปอ ผักตบชวา ควรกองเป็นชั้นแล้วย่ำให้แน่นพอสมควร รดน้ำให้ชุ่มในขณะที่ย่ำ กองปุ๋ยแต่ละชั้นให้มีความกว้าง 2 - 3 เมตร ความยาวแล้วแต่ปริมาณของเศษพืช ความสูงแต่ละชั้นประมาณ 30 ซม. แบ่งมูลสัตว์โรยทับ แล้วแบ่งปุ๋ยยูเรียโรยทับ บนชั้นของมูลสัตว์ ราดส่วนผสมของสารเร่งที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นจึงนำเศษพืชมา กองในชั้นที่ 2 ทำเช่นนี้ทุกชั้นจนกระทั่งกองปุ๋ยหมักสูง 1.0-1.5 เมตร ชั้นบนสุด ควรใช้ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปิดทับหนา 1 นิ้ว (เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น และเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ)

วิธีที่ 2 วิธีกองปุ๋ยหมักแบบไม่ต้องกลับกองโดยกลุ่มงานวิจัยปุ๋ยกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร ดังนี้

1. เกลี่ยพื้นที่จะกองปุ๋ย โดยการปรับระดับให้เรียบ ตอกหลักทำขอบเขตของ กองปุ๋ย (ดังภาพแบบที่ 11)

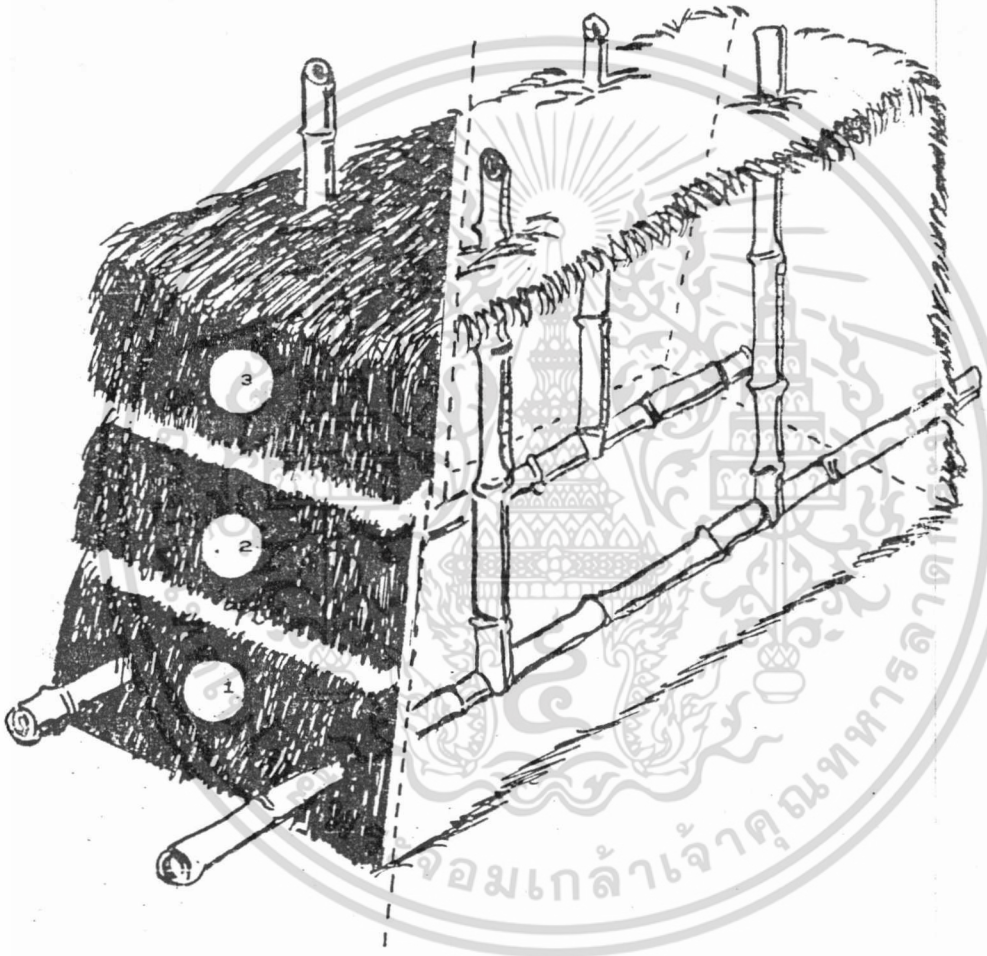
2. ใช้ฟางเกลี่ยรองเป็นพื้นสูงประมาณ 20 ซม. ย่ำไม่ให้แน่นมาก ราดมูล สัตว์หรือมูลสัตว์หมักแก๊สแล้วบนฟางที่ทำเป็นรองพื้นให้ทั่วประมาณ 1 ปี๊บ

3. ใช้ไม้ไผ่วางพาดบนฟางที่รองเป็นพื้นนั้น โดยการวางตามขวาง 3 อัน ตามยาว 2 อัน และแนวตั้งตรงรอยตัดของไม้ตามขวางและยาวอีก 6 อัน

4. ใส่ฟางสลับกับมูลสัตว์ หรือมูลสัตว์หมักทำแก๊สแล้วเป็นชั้น ๆ โดยสูงชั้นละ ประมาณ 20 ซม. รดน้ำให้ชุ่ม ราดมูลสัตว์หรือมูลสัตว์หมักแก๊สแล้วบนฟางแต่ละชั้น ประมาณ 2 ปี๊บ ทำสลับกันเรื่อยไปจนกองปุ๋ยสูงได้ขนาดตามต้องการ คือสูง 1 ม. ราดมูลสัตว์หรือมูลสัตว์หมักแก๊สแล้วที่เหลือให้รอบกองปุ๋ยขณะที่กำลังกอง ระวังไม่ให้ ไม้ไผ่ที่ปักตามแนวตั้งหลุดจากจุดที่ตัดกันของไม้ไผ่ตามแนวราบ ทำได้โดยบากปลาย ไม้ไผ่ให้เป็นง่ามยึดและปักให้อยู่ในแนวตั้งฉาก เพื่อสะดวกในการดึงออกในภายหลัง

5. วัสดุคลุมกองปุ๋ย ใช้ดินเหนียวผสมดินเลนหรือจะใช้ผ้าพลาสติกก็ได้ การ ใช้ดินควรจะพอกให้หนาประมาณ 15 ซม.โดยรอบ เพราะดินอาจจะแตกถ้าตากแดด นาน การใช้ผ้าพลาสติกคลุมจะต้องเจาะแผ่นผ้าให้ไม้ไผ่แทงผ่านได้ทุกจุด หลังจาก คลุมได้ประมาณ 3 ถึง 5 วัน ดึงไม้ไผ่ออก ควรดึงไม้ไผ่ออกก่อนที่ดินคลุมนั้นจะแห้ง ซึ่งทำให้ดึงไม้ไผ่ออกยาก การกองปุ๋ยแบบนี้จะมีช่องระบายอากาศทำให้อากาศผ่าน เข้าออกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบที่ 11. การใช้ลำไม้ไผ่สอดกองปุ๋ยหมัก กรณีไม่กลับกองปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูแลรักษากองปุ๋ย

เอกสารเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ของกรมพัฒนาที่ดิน กล่าวไว้ว่า

เมื่อกองปุ๋ยหมักแล้ว จะต้องมีการดูแลรักษากองปุ๋ยหมักให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งจะช่วยให้ชิ้นส่วนของเศษพืชได้สลายตัวเป็นปุ๋ยหมักใช้ได้อย่างรวดเร็ว ถ้าสภาพสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ไม่เหมาะสม จะทำให้จุลินทรีย์ดำเนินกิจกรรมในการย่อยสลายเศษพืชไม่สะดวก เช่น ความชื้นน้อยไป หรือแฉะเกินไป อุณหภูมิในกองปุ๋ยสูงเกินไป กองปุ๋ยหมักแน่นเกินไป อากาศในกองปุ๋ยถ่ายเทไม่เพียงพอ สิ่งเหล่านี้จะทำให้ปุ๋ยหมักสลายตัวช้า ดังนั้น จึงต้องมีการปฏิบัติกับกองปุ๋ยหมักหลังจากกองแล้ว คือ

1. ให้น้ำกองปุ๋ยหมัก เมื่อตรวจพบว่ากองปุ๋ยหมักแห้งหรือความชื้นไม่เพียงพอ เอกสารเผยแพร่กรมพัฒนาที่ดิน กล่าวว่า การตรวจความชื้นในกองปุ๋ยทำโดยวิธีการตรวจง่าย ๆ คือ เอามือสอดเข้าไปในกองลึก ๆ หยิบชิ้นส่วนมาบีบดู ถ้ามีน้ำติดอยู่ที่ฝ่ามือ แสดงว่ากองปุ๋ยหมักแห้งเกินไปต้องรดน้ำในระยะนี้ ถ้าบีบดูมีน้ำหะลักออกมาตามง่ามนิ้วมือ แสดงว่าแฉะเกินไปไม่ต้องรดน้ำ ภาวนา (2532) กล่าวว่า การควบคุมให้มีความชื้นเหมาะสมโดยใช้ไม้ไผ่เสียบเข้าไปในกองปุ๋ยถ้ามีละอองน้ำเกาะแสดงว่ามีความชื้นพอเหมาะ ถ้าไม้ไผ่เปียกแสดงว่าน้ำมากเกินไป ควรให้กองปุ๋ยมีความชื้นระหว่าง 50-60 % ถ้าอากาศร้อนมากหรือมีลมพัดแรง ควรใช้วัสดุคลุมกองปุ๋ยด้วยเพื่อลดการสูญเสียความชื้น ภาวนา (2532) กล่าวไว้ว่าการย่อยสลายแบบใช้อากาศ เกิดขึ้นได้ที่ปริมาณความชื้นระหว่าง 30% และ 100% อย่างไรก็ตาม ความชื้นที่มากเกินไป อาจจะทำให้กระบวนการย่อยสลายช้าลง เนื่องจากน้ำจะเข้าไปแทนที่อากาศที่อยู่ระหว่างอนุภาคของวัตถุดิบและเปลี่ยนเป็นสภาพไม่มีอากาศ ในทางตรงกันข้าม ปริมาณความชื้นต่ำเกินไป คือ ต่ำกว่า 40% (w/w) การทำงานของเอนไซม์จะเป็นไปไม่เต็มที่ ซึ่งจะไปยังยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ทั้งหลาย การย่อยสลายจะช้า ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 50-60 % อย่างไรก็ตาม อาจมีช่วงอยู่ระหว่าง 40-80% ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาทำปุ๋ยหมัก

2. กลับกองปุ๋ยหมักบ่อยครั้งทุก ๆ 5-7 วัน ถ้าหากความร้อนภายในกองปุ๋ยหมักร้อนมาก ต้องลดความร้อนโดยกลับกองปุ๋ยหมักบ่อยขึ้น จะช่วยให้อากาศถ่ายเทเข้ากองปุ๋ยได้สะดวก และช่วยให้จุลินทรีย์มีกิจกรรมได้ดีขึ้น ภาวนา (2532) กล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญมากอย่างหนึ่งในกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศ อุณหภูมิสูงจำเป็นสำหรับการทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคและเมล็ดพันธุ์วัชพืชที่ไม่ต้องการ ปกติอุณหภูมิจะสูงขึ้นภายใน 2-5 วันหลังจากเริ่มกองปุ๋ย อุณหภูมิตรงกลางกองปุ๋ยอาจจะขึ้นสูง 55-70 องศาเซลเซียส หลังจากนี้อุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิรอบ ๆ นอกกองปุ๋ย การย่อยสลายจะเร็วที่สุดในช่วงอุณหภูมิสูง

3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

4. ป้องกันมิให้สัตว์เลี้ยวเข้าไปคุ้ยเขี่ยกองปุ๋ยหมัก โดยทำแผงคลุมกองปุ๋ย

<u>หลักในการพิจารณาปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว</u>

ข้อกำหนดในการที่จะบ่งบอกว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ ทางโครงการเร่งรัดปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ ได้ยึดค่าอัตราส่วนประกอบของคาร์บอนต่อไนโตรเจนควรเท่ากับหรือต่ำกว่า 20:1 ซึ่งค่าอัตราส่วนสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่-ระดับดังกล่าว เมื่อใส่ลงในดินแล้วจะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อพืช(เนื่องจากการย่อยสลายไม่สมบูรณ์) ค่าของอัตราส่วนดังกล่าวจะต้องทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการปฏิบัติในภาคสนาม

ดังนั้น ทางโครงการฯ จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาที่สะดวกต่อการปฏิบัติในภาคสนาม ซึ่งมีดังนี้คือ

1. สีของวัสดุ ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีสีเข้ม น้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ โดยปกติเมื่อใช้เศษพืชในการทำปุ๋ยหมักมักจะเห็นความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน

2. ลักษณะของวัสดุ เศษพืชที่เป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีลักษณะอ่อนนุ่ม ยุ่ยและขาดออกจากกันได้ง่าย ไม่แข็งกระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก

3. กลิ่นของวัสดุ ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะไม่มีกลิ่นเหม็น ในกรณีที่มีกลิ่นเหม็นหรือกลิ่นฉุน แสดงว่าขบวนการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยยังไม่สมบูรณ์

4. ความร้อนในกองปุ๋ย หลังจากกองปุ๋ยหมักประมาณ 2-3 วัน อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยจะสูงประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะสูงอยู่ระดับนี้ระยะหนึ่งแล้วจึงค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยจึงถือว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ลักษณะพืชที่เจริญบนกองปุ๋ยหมัก เมื่อกองปุ๋ยหมักจนเกือบใช้ได้แล้วบางครั้งอาจมีพืชเจริญบนกองปุ๋ยหมักได้ แสดงว่าปุ๋ยหมักดังกล่าว สามารถนำไปใส่ในดินโดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช

6. การวิเคราะห์ทางเคมี ในการที่จะบอกได้อย่างแน่ชัดว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ ควรเก็บตัวอย่างวัสดุที่ทำปุ๋ยหมักมาวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจน ซึ่งค่าของอัตราส่วนดังกล่าวควรเท่ากับ หรือต่ำกว่า 20:1 อย่างไรก็ตาม ในการปฏิบัติภาคสนามมักจะไม่พิจารณาในข้อกำหนดนี้ นอกจากจะเป็นงานค้นคว้าวิจัยของโครงการฯ

<u>มาตราฐานที่ดีของปุ๋ยหมัก</u>

โครงการเร่งรัดปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ (2527) ได้กำหนดคุณภาพและมาตรฐานเป็นแนวกว้าง ๆ โดยยึดหลักเกณฑ์ที่ว่า ปุ๋ยหมักที่ดีควรมีธาตุอาหารพืชพอสมควร และเมื่อใส่ลงในดินแล้ว ไม่ทำให้พืชเป็นอันตราย ซึ่งอาจจะพิจารณาได้ดังนี้

1. อัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจน ไม่มากกว่า 20:1
2. เกรดปุ๋ยไม่ควรต่ำกว่า 1.0 - 1.0 - 0.5 (% ของ N , P_2O_5 , K_2O ตามลำดับ)
3. ความชื้นของปุ๋ยหมักไม่ควรมากกว่า 35 - 40 % (โดยน้ำหนัก)
4. ปริมาณอินทรียวัตถุประมาณ 30 - 60 %
5. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 6.0 - 7.5
6. ไม่ควรมีวัสดุเจือปนอื่น ๆ

<u>ประโยชน์ของการกองปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่ง</u>

คุณสมบัติพิเศษในการกองปุ๋ยหมักแบบต้องการอากาศ หรือแบบใช้เชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวเร่งนี้ คือความร้อนที่เกิดขึ้นจากขบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ และรวมถึงปัจจัยของสภาพแวดล้อมภายในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งมีผลต่อเชื้อโรคพืชและศัตรูบางชนิด รวมถึงประโยชน์อันเนื่องจากการกองปุ๋ยหมัก ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ปุ๋ยหมัก มีประโยชน์ในแง่บำรุงดิน โดยทำให้ดินร่วนซุยและเป็นธาตุอาหารพืช นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำของเม็ดดิน ทำให้ดินดีขึ้นเหมาะแก่การปลูกพืชผักสวนครัว และใช้ในนาข้าวในฤดูทำนา ประกอบกับปุ๋ยนั้นมีราคาถูกมากพอที่จะให้เกษตรกรลงทุนแต่น้อย แต่ได้ผลผลิตสูงขึ้นโดยไม่ต้องลงทุนซื้อปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพงและหาได้ยาก หากเกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยหมัก ซึ่งทำโดยวิธีการง่าย ๆ ใช้เวลาและสถานที่ไม่มากนักก็จะทำให้ได้ผลกำไรมากขึ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า " การทำปุ๋ยหมัก "(Compost fertilizer) นั้น นับว่าเป็นผลพลอยได้ (by product) ของเกษตรกร (สมศักดิ์,2521)

1. เชื้อจุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญต่อการย่อยสลายเศษพืชในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม คือ บักเตรี เชื้อรา และแอคติโนมัยซิส ได้แก่ genus : Bacillus , Clostridium , Aspergillus , Trichoderma , Norcardia และ Streptomyces จุลินทรีย์เหล่านี้สามารถย่อยสลายโครงสร้างบางส่วนของเศษพืชให้มีขนาดเล็กลง ง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งยังทำให้เศษพืชสลายตัวได้เร็วกว่าปกติ เนื่องจากจุลินทรีย์มีเอ็นไซม์ที่มีประสิทธิภาพต่อการย่อยสลายเศษพืชในสภาพของกองปุ๋ยหมัก ซึ่งมีอุณหภูมิสูงและมีความชื้นเหมาะสมต่อการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ เป็นการประหยัดเวลา ประหยัดน้ำ และการดูแลรักษา

2. การกองปุ๋ยหมักมีผลต่อการทำลายโรคพืชบางชนิด ได้แก่ เชื้อรา Helminthosporium maydis (โรคใบไหม้ของข้าวโพด) , Curvularia lunata (โรคใบจุดของข้าวโพด) และเชื้อรา Collectotrichum dermatium var. truncatum (โรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลือง) เนื่องจากอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักสูงถึง 70 องศาเซลเซียส มีผลทำให้เชื้อโรคพืชไม่สามารถเจริญได้ นอกจากนั้นเชื้อรา Aspergillus sp., Trichoderma sp. และ Streptomycas sp. บางชนิดมีความสามารถต่อการยับยั้งและทำลายเชื้อโรคพืชดังกล่าว โดยการสร้างสารปฏิชีวนะออกมาเพื่อทำลายเชื้อโรคดังกล่าวได้

3. ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการทำปุ๋ยหมัก ซึ่งบางครั้งร้อนถึง 60-80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงขนาดนี้สามารถทำลายไข่ของแมลงศัตรูพืชโดยทำให้ไข่เกิดการฝ่อไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ และทำลายเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับเศษพืชด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองของ Bertoldi และคณะ (1980) รายงานเกี่ยวกับปริมาณของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักที่มีอุณหภูมิสูง จุลินทรีย์พวกบักเตรีและแอคติโนมัยซีสสามารถทนและอยู่รอดได้ในสภาพที่อุณหภูมิสูงแต่เชื้อราจะมีปริมาณลดลง จากการทดลองของ Suler และ Finstein (1977) ได้ปรับระดับของอุณหภูมิให้คงที่ที่ระดับต่าง ๆ กัน แล้ววัดปริมาณของ Co_2 ที่ถูกปลดปล่อยออกมา เนื่องจากขบวนการย่อยสลาย พบว่าที่อุณหภูมิ 57-60 องศาเซลเซียส(ความชื้น 60 %)ขบวนการย่อยสลายเกิดได้ดีโดยมีปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยออกมามาก แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำหรือสูงกว่านี้ปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยจะลดน้อยลงแสดงว่าที่ระดับอุณหภูมิสูงอัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุสูงกว่าในสภาพอุณหภูมิปกติ การเปลี่ยนแปลงระดับของอุณหภูมิตามที่ได้กล่าวแล้วนี้เป็นลักษณะพิเศษที่เกิดขึ้นภายในกองปุ๋ยหมัก ทำให้สภาพแวดล้อมและชนิดของจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย มีการศึกษาระบบนิเวศวิทยาในกองปุ๋ยหมักกันมากถึงจุดที่สำคัญอันหนึ่ง คือ ความร้อนที่สะสมในกองปุ๋ยเป็นระยะเวลานานมีผลต่อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับคนหรือโรคพืชมากน้อยเพียงใด จากการทดลองของ Caby และคณะ (1972) พบว่าอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักที่ทำจากขยะเทศบาลมีผลโดยตรงที่จะทำลายจุลินทรีย์พวกบักเตรีที่ทำให้เกิดโรคในระบบลำไส้ของคน (pathogenic enteric microorganisms) สำหรับปุ๋ยหมักที่ทำจากเศษซากพืชที่เป็นโรคใบไหม้และแอนแทรคโนสกับข้าวโพดและถั่วเหลือง เสียงแจ้ว (2526) รายงานว่าการนำเศษพืชที่เป็นโรคดังกล่าวมาทำปุ๋ยหมักแล้วตรวจสอบเชื้อโรคเป็นระยะพบว่าหลังจากการทำปุ๋ยหมัก 30 วัน ตรวจไม่พบเชื้อโรคพืชในกองปุ๋ยหมักปัจจัยสำคัญที่ทำให้จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคดังกล่าวลดน้อยลง คือระดับของอุณหภูมิเป็นระยะเวลายาวนาน

4. เป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักบางชนิด เช่น เชื้อบักเตรี Azotobacter sp. สามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศเปลี่ยนเป็นธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ทำได้และลดการใช้สารเคมีประเภทไนโตรเจนได้ นอกจากนั้นธาตุอาหารฟอสเฟตที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของหินฟอสเฟต หรือเศษซากกระดูกจะถูกย่อยสลายออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเชื้อบักเตรีพวก Thiobacillus sp. เป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักให้ดีขึ้น เชื้อจุลินทรีย์และเชื้อบักเตรีบางชนิดสามารถสร้างฮอร์โมนช่วยให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เกษตรกรสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากการใช้สารตัวเร่งในการทำปุ๋ยหมัก จะช่วยให้เกษตรกรสามารถทำปุ๋ยหมักได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่จำเป็นต้องซื้อสารตัวเร่งมาทุกครั้งที่จะทำปุ๋ยหมัก ซึ่งเป็นการลงทุนเพียงครั้งเดียว เกษตรกรสามารถนำปุ๋ยหมักที่ทำได้มาใช้แทนเป็นสารตัวเร่งต่อได้ เพราะจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสารตัวเร่งยังคงมีชีวิตอยู่ในปุ๋ยหมัก สามารถทำการต่อเชื้อ สำหรับทำปุ๋ยหมักครั้งใหม่ดังนี้ ใช้วัสดุเศษพืช 1 ตัน ปุ๋ยหมักที่เสร็จแล้ว 100-200 ก.ก. ประโยชน์ที่เกษตรกรได้รับคือ ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและลดต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการผลิตสารเร่ง สจล.0801 500 กรัม
   - 1.1 อาหารเลี้ยงเชื้อรา PDA (Potato dextrose agar)
   - 1.2 Petridishes และ Testubes
   - 1.3 Glucose 10 %
   - 1.4 เชื้อจุลินทรีย์ Chaetomium globosum
   - 1.5 ผักตบชวาตากแห้ง
   - 1.6 มูลโค
   - 1.7 ขี้เถ้าแกลบ ขี้เลื่อย
   - 1.8 หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)
   - 1.9 ถุงพลาสติกขนาด 9*8 นิ้ว
   - 1.10 จุกคอขวด (พลาสติก) สำลี ยางรัด
   - 1.11 เครื่องชั่งน้ำหนัก
   - 1.12 เครื่องบดฟางข้าว
2. อุปกรณ์ในการกองปุ๋ยหมัก
   - 2.1 ผักตบชวาตากแห้ง
   - 2.2 มูลโค
   - 2.3 ปุ๋ยยูเรีย 46% N
   - 2.4 สารเร่ง 4 ชนิด คือ ผลิตภัณฑ์ B2 , F60 , พด 1 และ สจล 0801
   - 2.5 ถุงพลาสติกขนาดใหญ่ที่มีรูรอบถุง ยางรัด
   - 2.6 บัวรดน้ำ คราด มีด พลั่ว จอบ บุ้งกี๋
   - 2.7 ปรอทวัดอุณหภูมิ
   - 2.8 บีกเกอร์ตวงน้ำ
   - 2.9 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตหัวเชื้อสารเร่ง สจล 0801

1.1 การเลี้ยงเชื้อรา Chaetomium globosum

การเลี้ยงเชื้อรา Chaetomium globosum ซึ่งเชื้อรานี้ได้รับการอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.เกษม สร้อยทอง ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในอาหาร PDA (Potato Dextrose Agar) ที่บรรจุอยู่ใน Petridish ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว บ่มไว้ประมาณ 1 อาทิตย์ หรือจนเชื้อเจริญเต็ม Petridish

1.2 การเตรียมวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ทำเป็นหัวเชื้อปุ๋ยหมัก

วัสดุอินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อปุ๋ยหมัก คือ ผักตบชวา ทำการเก็บจากตึกภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ต.หัวตะเข้ อ.ลาดกระบัง กทม. โดยนำผักตบชวาสด มาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ยาวประมาณ 1 นิ้ว ตากแห้ง 7 แดด แล้วจึงนำมาบดละเอียดด้วยเครื่องบด

นำผักตบชวาบดละเอียด ผสมกับ มูลสัตว์ ขี้เถ้าแกลบและขี้เลื่อย ในอัตรา 20:2:1:1 คลุกให้เข้ากัน พรมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วให้มีความชื้น 65-70 % หรือใช้มือบีบดู ถ้ามีน้ำรอดมาตามซอกนิ้ว แสดงว่าความชื้นมากเกินไป บรรจุวัสดุอินทรีย์ที่คลุกเสร็จแล้ว ใส่ถุงพลาสติกทนความร้อนขนาด 9*8 นิ้ว ถุงละ 500 กรัม จับปากถุงกระแทกเบา ๆ ให้มีปริมาณประมาณ 3/4 ถุง สวมจุกคอขวดครอบปากถุงและปิดด้วยสำลีแล้วใช้กระดาษหุ้มจุกอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันฝุ่น สิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ แล้วนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที เมื่อนำออกมาจากหม้อนึ่งความดัน ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติม Glucose 10 % ถุงละ 10 cc.

1.3 การผลิตหัวเชื้อปุ๋ยหมัก

ย้ายเชื้อราที่เจริญเต็ม Petridish ลงในวัสดุอินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อปุ๋ยหมักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว โดยตัดเป็นชิ้นเล็ก อัตรา 1 Petridish : 1 ถุง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2 สัปดาห์ หรือจนเชื้อเจริญเต็มถุง ซึ่งนำไปใช้เป็นสารเร่งในการทำปุ๋ยหมักต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ

ทำการทดลองแบบ CRD (Complete Randomize Design) มี 8 ตำรับ 4 ซ้ำ ทำการกองในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ โดยกองในเขตร่มเงาต้นไม้

วัสดุที่ใช้ ในการทำปุ๋ยหมัก คือ ผักตบชวาแห้ง โดยนำมาทดสอบกับสารเร่ง 4 ชนิด สรุปได้ 8 ตำรับ ดังนี้

ตำรับที่ 1 ผักตบชวา 3 กก. + มูลโค 0.6 กก. + ปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก.

ตำรับที่ 2 ผักตบชวา 3 กก. + มูลโค 0.6 กก. + ปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. + *F60* 0.6 กรัม

ตำรับที่ 3 ผักตบชวา 3 กก. + มูลโค 0.6 กก. + ปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. + *B2* 0.9 กรัม

ตำรับที่ 4 ผักตบชวา 3 กก. + มูลโค 0.6 กก. + ปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. + *พด1* 0.45 กรัม

ตำรับที่ 5 ผักตบชวา 3 กก. + มูลโค 0.6 กก. + ปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. + *สจล 0801* 500 กรัม

ตำรับที่ 6 ผักตบชวา 3 กก. + มูลโค 0.6 กก. + ปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. + *สจล 0801* 0.45 กรัม

ตำรับที่ 7 ผักตบชวา 3 กก. + มูลโค 0.6 กก. + ปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. + *สจล 0801* 0.6 กรัม

ตำรับที่ 8 ผักตบชวา 3 กก. + มูลโค 0.6 กก. + ปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. + *สจล 0801* 0.9 กรัม

2.1 วิธีการกองปุ๋ยหมัก

ตำรับที่ 1 ชั่งผักตบชวา 3 กก. มูลโค 0.6 กก. คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำใส่ถุงพลาสติก อัดกองผักให้แน่นพอสมควร ละลายปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. ในน้ำกลั่น โรยให้กระจายทั่วกอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำรับที่ 2 ชั่งผักตบชวา 3 กก. มูลโค 0.6 กก. คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำใส่ถุงพลาสติก อัดกองผักให้แน่นพอสมควร ละลายปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. ในน้ำกลั่น

ตำรับที่ 2 ใช้สารเร่ง *F60* 0.6 กรัม ละลายน้ำกลั่น 50 cc. คนสารเร่งให้กระจายให้ทั่ว ประมาณ 30 นาที นำส่วนผสมของยูเรียและสารเร่ง โรยให้กระจายทั่วกอง

ตำรับที่ 3 ชั่งผักตบชวา 3 กก. มูลโค 0.6 กก. คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำใส่ถุงพลาสติก อัดกองผักให้แน่นพอสมควร ละลายปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. ในน้ำกลั่น

ตำรับที่ 3 ใช้สารเร่ง *B2* 0.9 กรัม ละลายน้ำกลั่น 50 cc. คนสารเร่งให้กระจายให้ทั่ว ประมาณ 30 นาที นำส่วนผสมของยูเรียและสารเร่ง โรยให้กระจายทั่วกอง

ตำรับที่ 4 ชั่งผักตบชวา 3 กก. มูลโค 0.6 กก. คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำใส่ถุงพลาสติก อัดกองผักให้แน่นพอสมควร ละลายปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. ในน้ำกลั่น

ตำรับที่ 4 ใช้สารเร่ง *พด 1* 0.45 กรัม ละลายน้ำกลั่น 50 cc. คนสารเร่งให้กระจายให้ทั่ว ประมาณ 30 นาที นำส่วนผสมของยูเรียและสารเร่ง โรยให้กระจายทั่วกอง

ตำรับที่ 5 ชั่งผักตบชวา 3 กก. มูลโค 0.6 กก. คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำใส่ถุงพลาสติก อัดกองผักให้แน่นพอสมควร ละลายปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. ในน้ำกลั่น

ตำรับที่ 5 ใช้สารเร่ง *สจล 0801* 500 กรัม ละลายน้ำกลั่น 50 cc. คนสารเร่งให้กระจายให้ทั่ว ประมาณ 30 นาที นำส่วนผสมของยูเรียและสารเร่ง โรยให้กระจายทั่วกอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำรับที่ 6 ชั่งผักตบชวา 3 กก. มูลโค 0.6 กก. คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำใส่ถุงพลาสติก อัดกองผักให้แน่นพอสมควร ละลายปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. ในน้ำกลั่น

ตำรับที่ 6 ใช้สารเร่ง *สจล 0801* 0.45 กรัม ละลายน้ำกลั่น 50 cc. คนสารเร่งให้กระจายให้ทั่ว ประมาณ 30 นาที นำส่วนผสมของยูเรียและสารเร่ง โรยให้กระจายทั่วกอง

ตำรับที่ 7 ชั่งผักตบชวา 3 กก. มูลโค 0.6 กก. คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำใส่ถุงพลาสติก อัดกองผักให้แน่นพอสมควร ละลายปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. ในน้ำกลั่น

ตำรับที่ 7 ใช้สารตัวเร่ง *สจล 0801* 0.6 กรัม ละลายน้ำกลั่น 50 cc. คนสารเร่งให้กระจายให้ทั่ว ประมาณ 30 นาที นำส่วนผสมของยูเรียและสารเร่ง โรยให้กระจายทั่วกอง

ตำรับที่ 8 ชั่งผักตบชวา 3 กก. มูลโค 0.6 กก. คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำใส่ถุงพลาสติก อัดกองผักให้แน่นพอสมควร ละลายปุ๋ยยูเรีย 0.06 กก. ในน้ำกลั่น

ตำรับที่ 8 ใช้สารตัวเร่ง *สจล 0801* 0.9 กรัม ละลายน้ำกลั่น 50 cc. คนสารเร่งให้กระจายให้ทั่ว ประมาณ 30 นาที นำส่วนผสมของยูเรียและสารเร่ง โรยให้กระจายทั่วกอง

2.2 <u>การดูแลรักษากองปุ๋ยหมัก</u>

1. การรดน้ำกองปุ๋ยหมัก หลังจากกองปุ๋ยหมักแล้ว คอยสังเกตความชื้น ถ้าพบว่ากองปุ๋ยหมักขาดความชื้น ให้น้ำแก่กองปุ๋ยหมักพอชุ่ม แต่อย่าให้แฉะ ความชื้นที่พอเหมาะแก่กองปุ๋ยหมัก คือ ประมาณ 50-60% โดยน้ำหนัก วิธีสังเกตความชื้นอย่างง่าย ๆ ในกองปุ๋ยหมัก โดยใช้มือเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมัก ภายในกองปุ๋ยหมักลึกประมาณ 10 นิ้ว แล้วนำมาบีบดู ถ้ามีความชื้นติดที่มือไม่ไหลออกมาตามซอกนิ้วมือ แสดงว่าภายในกองปุ๋ยหมักยังมีความชื้นอยู่ ถ้าเป็นเช่นนี้ ยังไม่ต้องให้น้ำแก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กองปุ๋ย ถ้าไม่มีความชื้นติดมือมาแสดงว่ากองปุ๋ยหมักขาดความชื้น ต้องให้น้ำแก่กองปุ๋ยหมักบ้าง การให้แต่ละครั้งต้องให้เท่ากันทุกกอง แต่ถ้าบีบแล้วมีน้ำทะลักออกมาตามง่ามนิ้วมือ แสดงว่าแฉะเกินไป ควรกลับกอง

2. การกลับกองปุ๋ยหมักทุก ๆ 5 วัน เพื่อเป็นการระบายอากาศและลดความร้อนภายในกองปุ๋ยหมัก รวมทั้งเป็นการคลุกเคล้าวัสดุ ถ้าหากความร้อนภายในกองปุ๋ยหมักร้อนมาก ต้องลดความร้อนโดยกลับกองปุ๋ยหมักบ่อยขึ้น จะช่วยให้อากาศถ่ายเทเข้ากองปุ๋ยได้สะดวก และช่วยให้จุลินทรีย์มีกิจกรรมได้ดีขึ้น

2.3 <u>การบันทึกผลการทดลอง</u>

1. บันทึกอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักเป็นองศาเซลเซียส ทุก ๆ วัน (การวัดอุณหภูมิภายในกอง ใช้ปรอทแทงลงบริเวณกลางกองปุ๋ยหมักลึกประมาณ 10 นิ้ว นาน 10 นาที)

2. เก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักทุก ๆ 5 วัน กองละ 1 กรัม โดยเก็บสุ่มทั่วทั้งกอง เพื่อวิเคราะห์หา % Orgaanic Carbon , % N , C/N ratio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางฟิสิกส์บางประการของกองปุ๋ยหมัก

1.1 การเปลี่ยนแปลงของสีและการยุบตัวของผักตบชวา

หลังจากที่ทำการกองปุ๋ยหมักไปได้ เป็นระยะเวลา 5 วัน จากการสังเกตด้วยตา ปรากฏว่าสีของผักตบชวาในทุกตำรับเริ่มเปลี่ยนไปจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล และมีการเปื่อยยุ่ยของผักตบชวามากขึ้นตามลำดับ การยุบตัวของผักตบชวาก็มีมากขึ้นจากเดิมปริมาณของผักตบชวาอยู่เต็มถุง แต่เมื่อผ่านกระบวนการหมักประมาณ 15 วัน ปริมาณผักตบชวาลดลงและยุบตัวลงมาเหลือเพียงครึ่งถุง เมื่อพิจารณาตำรับที่มีการใส่สารเร่งในช่วง 10-20 วันหลังจากเริ่มทำการทดลอง การเปลี่ยนสีรวมทั้งการยุบตัวของตำรับที่ใส่สารเร่งค่อนข้างเร็วกว่าตำรับที่ไม่ได้ใส่สารเร่ง และสามารถลำดับความสามารถในการเปลี่ยนแปลงของสีรวมทั้งการยุบตัวได้ดังนี้ สารเร่ง พด 1 > F-60 > B2 > สจล 0801 อัตรา 500 กรัม > สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม > สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม >ไม่ใส่สารเร่ง > สจล 0801 อัตรา 0.9 กรัม

สาเหตุที่สีผักตบชวาที่นำมาหมักเปลี่ยนสีนั้น เนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ประการแรก เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในพืชนั้นเอง คือ เมื่อหั่นผักตบชวาเป็นท่อน ๆ เพื่อนำมาหมัก ผักตบชวาเกิดการสร้างเอทธิลีน (ethylene) ขึ้นมา ซึ่งเอทธิลีนนี้ไปทำลาย permeability ที่ผนังเซลล์ทำให้สารต่าง ๆ ภายในต้นพืชเคลื่อนย้ายได้ง่าย และเอทธิลีนกระตุ้นการสร้างเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ซึ่งไปทำลายสารพวกคลอโรฟิลล์ ทำให้คลอโรฟิลล์เกิดการสลายตัว สีอื่นที่มีอยู่บนต้นพืชก็ปรากฏเด่นชัดออกมา เช่น สีของ carotene และ xanthophyll เป็นต้น ซึ่งสีต่าง ๆ ที่ปรากฏออกมามีสีเหลือง เมื่อหั่นผักตบชวาจึงทำให้สีของผักตบชวาเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล และประการที่ 2 เกิดจากการเข้าทำลายคลอโรฟิลล์โดยเชื้อที่คลุกให้กับเศษพืช และสาเหตุที่ปุ๋ยหมักเกิดการยุบตัวลงนั้น ก็เนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการเหมือนกัน คือ ประการแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารพวกเอทธิลีนไปกระตุ้นการหายใจของพืช ทำให้ผักตบชวามีการหายใจสูง ปลดปล่อยแกสคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามาก และนอกจากนี้ ภายในผักตบชวาที่หั่นเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยมีอาหารน้อย ขณะเดียวกันเกิดการขาดน้ำด้วย จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พืชยุบตัวลง และประการที่ 2 เป็นสาเหตุของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่ใส่เพิ่มจากสารเร่ง ทำให้อัตราการย่อยสลายมากขึ้น ทำให้เศษพืชปุ๋ย (มนตรี, 2526) รูปร่างของเศษพืชเปลี่ยนไปและมีขนาดเล็กลง จึงทำให้กองปุ๋ยหมักทรุดตัว

1.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก

สภาพอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักถือว่าเป็นสิ่งชี้บ่งที่สำคัญที่สามารถบอกให้ทราบว่าภายในกองปุ๋ยหมัก มีกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายได้เร็วหรือช้ามากน้อยเพียงใด จากการวัดระดับอุณหภูมิในตำรับต่าง ๆ ปรากฏว่า สภาพอุณหภูมิในกองปุ๋ยส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้วลดลงคล้ายคลึงกัน คือ ตำรับที่ไม่ได้ใส่สารเร่งอุณหภูมิภายในกองปุ๋ย2 วันแรก สูงขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ติดมากับมูลโคและผักตบชวา เมื่อผ่านกระบวนการหมักได้ 3-11 วัน อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยสูงขึ้นอย่างรวดเร็วอยู่ในช่วง 29.5 - 42 องศาเซลเซียส หลังจากนั้น อุณหภูมิก็สูงขึ้นอีกเล็กน้อยแล้วลดลงเรื่อย ๆ จนใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยหมัก จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่มีการใส่สารเร่งชนิดต่าง ๆ พบว่า ช่วงอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละตำรับมีความแตกต่างกันพอสมควร คือ ช่วงอุณหภูมิสูงสุดของสารเร่ง สารเร่ง พด1 อยู่ระหว่าง 29-44 องศาเซลเซียส F-60 อยู่ระหว่าง 29-44.5 องศาเซลเซียส B2 อยู่ระหว่าง 29-40 องศาเซลเซียส สจล 0801 อยู่ระหว่าง 29-42 องศาเซลเซียส สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม อยู่ระหว่าง 29.5-38 องศาเซลเซียส สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม อยู่ระหว่าง 29.5-38 องศาเซลเซียส สจล 0801 อัตรา 0.9 กรัม 30.5-39 องศาเซลเซียส (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยตำรับที่ใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 กรัม มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด คือ 29.75 (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7) สำหรับความแตกต่างระหว่างช่วงอุณหภูมิของตำรับที่ใส่สารเร่งและไม่ใส่สารเร่ง เป็นเพราะ กิจกรรมของจุลินทรีย์ในตำรับที่ใส่สารเร่งสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาเหตุที่อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์มีกิจกรรม คือ จุลินทรีย์ใช้เอนไซม์กระตุ้นการเพิ่มออกซิเจนแก่สารประกอบอินทรีย์ ทำให้สารประกอบอินทรีย์โดยเฉพาะในช่วงแรกนี้ ได้แก่ สารประกอบที่มีโมเลกุลเล็ก ๆ เกิดการแตกสลายจนทำให้เกิดแกสคาร์บอนไดออกไซด์ กิจกรรมดังกล่าวนี้ทำให้จุลินทรีย์ได้พลังงาน ซึ่งส่วนหนึ่งจุลินทรีย์นำไปใช้ในการวิเคราะห์ภายในเซลล์ อีกส่วนหนึ่งปลดปล่อยมาในรูปความร้อน (Okinsky and Umbreit,1950) จึงทำให้อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักสูงขึ้น และในระยะเวลาต่อมาอุณหภูมิลดลง สาเหตุที่อุณหภูมิลดลงนั้นเนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลง ซึ่งเนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ประการแรก สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายลดปริมาณลง เหลือแต่สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก ๆ และอีกประการหนึ่งเนื่องจากการลดจำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ เนื่องมาจากอุณหภูมิสูงเกินไป (Allen and Brock,1967)

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละตำรับ คือ ในช่วง 5 วันแรกของการหมัก พบว่าการใส่สารเร่ง พด 1 อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยสูงขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ F-60 , สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม , B2 , สจล 0801 อัตรา 500 กรัม ,สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม , ตำรับที่ไม่ใส่สารเร่ง , สจล 0801 อัตรา 0.9 กรัม และอุณหภูมิประจำวัน ตามลำดับ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2)

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี

2.1 การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมัก โดยวิธีการกลั่น (Micro Kjeldahl method) ซึ่งเป็นผลรวมของอินทรีย์และอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งตำรับที่ใส่สารเร่งและไม่ได้ใส่สารเร่ง ปรากฏว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างปุ๋ยหมักทุกตำรับมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดการทดลอง ปริมาณตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึง 20 วันเป็นไปอย่างรวดเร็ว คือ ตำรับที่ใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 กรัม เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ จาก 1.44 % เป็น 2.06 % ภายในเวลา 20 วัน รองลงมาคือ สจล 0801 อัตรา 0.9 กรัม จาก 1.33 % เป็น 1.88 % ไม่ใส่สารเร่ง จาก 1.336 % เป็น 1.91 % สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม จาก 1.32 % เป็น 1.82 B2 จาก 1.58 % เป็น 2.04 % สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม จาก 1.35 % เป็น 1.79 % พด 1 จาก 1.65 % เป็น 2 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F-60 จาก 1.80 % เป็น 1.91 % ภายในเวลา 30 วัน (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % โดยตำรับที่ใช้สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 กรัม มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.06 (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8) การที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ทั้งนี้เป็นเพราะในระหว่างที่มีการย่อยสลายสารประกอบพวกอินทรีย์คาร์บอนเมื่อถูกย่อยสลายจะเปลี่ยนสภาพไปเป็นแกสคาร์บอนไดออกไซด์ และสูญหายไปในบรรยากาศเมื่อกลับกองปุ๋ยหมัก เมื่อนำเอาตัวอย่างปุ๋ยหมักที่มีน้ำหนักเท่าเดิมมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างปุ๋ยหมักมีปริมาณสูงขึ้น ส่วนในตำรับอื่นที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นช้ากว่า เนื่องจากจุลินทรีย์ในสารเร่งมีการย่อยสลายสารประกอบคาร์บอนได้น้อยกว่า และเมื่อระยะเวลาการหมักนานขึ้นเศษพืชที่ย่อยสลายได้ง่ายหมดไปจะเหลือเฉพาะส่วนที่ย่อยสลายได้ยาก การเปลี่ยนแปลงปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนไปเป็นแกสคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อเศษพืชถูกย่อยสลายเป็นไปได้น้อยลง ทำให้การเพิ่มปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างปุ๋ยหมักที่นำมาวิเคราะห์มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

การใส่สารเร่งและปุ๋ยยูเรียในกองปุ๋ยหมัก จะช่วยเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์และเร่งอัตราการย่อยสลายเศษพืชให้รวดเร็วยิ่งขึ้น จะสังเกตได้ว่า ในทุกตำรับมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่า 1.4 % ขึ้นไป ซึ่ง Vangnai (1985) รายงานไว้ว่าลักษณะของปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพ ควรมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอย่างน้อย 1 % ขึ้นไป

2.2 การเปลี่ยนแปลงอินทรีย์คาร์บอนในกองปุ๋ยหมัก

จากการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (organic carbon) ในปุ๋ยหมักโดยวิธีของ Kosaka and Iseki method ทั้งตำรับที่มีการใส่สารเร่งและไม่ใส่สารเร่ง ปรากฏว่ามีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดดังนี้ ตำรับที่ไม่ใส่สารเร่งจาก 36.96 % เป็น 28.87 % F-60 จาก 41.59 % เป็น 31.89 % B2 จาก 38.13% เป็น 30.96 % พด 1 จาก 37.74 % เป็น 29.83 % สจล 0801 อัตรา 500 กรัม จาก 36.01 % เป็น 31.60 % สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัมจาก 38.73% เป็น 29.30 % สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม จาก 38 % เป็น 30.05 % สจล 0801 อัตรา 0.9 กรัมจาก 37.44 % เป็น 29.85 % (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9) สำหรับการลดลงของอินทรีย์คาร์บอนเป็นไปค่อนข้างช้า เนื่องจากช่วงแรก ๆ เศษพืชยังมีขนาดของชิ้นส่วนโตมาก ชิ้นส่วนของเศษพืชนี้จะต้องถูกย่อยสลายให้มีขนาดลดลงเสียก่อน จุลินทรีย์จึงมีความสามารถในการย่อยสลายได้ดีขึ้น หลังจากนั้นการลดลงของอินทรีย์คาร์บอนจึงเป็นไปอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเหลือเฉพาะชิ้นส่วนที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยได้อีกแล้ว

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับที่ใส่สารเร่งชนิดต่าง ๆ พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดลงในทำนองเดียวกัน เพราะว่ามีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์มาก ซึ่งคาร์บอนในเซลล์จุลินทรีย์ก็คืออินทรีย์คาร์บอนนั่นเอง

2.6 การเปลี่ยนแปลง C/N ratio ในกองปุ๋ยหมัก

จากการนำเอาค่าอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักทั้งตำรับที่มีการใส่สารเร่งและไม่ใส่สารเร่งมาหาอัตราส่วน (C/N ratio) ปรากฏว่า ค่า C/N ratio ของผักตบชวาก่อนนำมาหมัก มีค่า 34.42 และหลังจากที่นำมาหมักในระยะ 30 วันค่า C/N ratio ทุกตำรับลดลง โดยในช่วงที่เริ่มต้นหมักปุ๋ยจนถึง 20 วัน การลดลงของ C/N ratio เป็นไปอย่างช้า แต่ในช่วงหลังคือ ช่วง 20-30 วัน การลดลงของ C/N ratio ลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งสาเหตุที่ค่า C/N ลดต่ำลงนั้นเป็นเพราะผักตบชวาเมื่อถูกย่อยสลาย สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนแปรสภาพไปเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้วสูญหายไปในบรรยากาศ ทำให้เปอร์เซนต์คาร์บอนต่อ 1 หน่วยน้ำหนักมีปริมาตรลดลงในขณะที่เปอร์เซนต์ไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นและกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ใส่เพิ่มลงไปในกองปุ๋ยหมักรวมทั้งทำให้จุลินทรีย์ที่มีอยู่เดิมในกองปุ๋ยมีกิจกรรมที่ดีขึ้น (Gour,1980)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำรับที่ใส่สารเร่งชนิดต่าง ๆ กับตำรับที่ไม่ใส่สารเร่ง พบว่า การลดลงของ C/N ratio ในตำรับที่ใส่สารเร่งเป็นไปในอัตราที่เร็วกว่าตำรับที่ไม่ได้ใส่สารเร่ง และเมื่อพิจารณาในแต่ละตำรับว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์หรือยัง ทางโครงการเร่งรัดปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ (2527) กำหนดไว้ว่าควรมีค่า C/N ratio เท่ากับหรือต่ำกว่า 20 ปรากฏว่า ในตำรับที่ไม่ใส่สารเร่งค่า C/N ratio ลดลงจาก 27.69 เป็น 15.14 ภายใน 30 วัน และในตำรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีการใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 กรัม ลดลงเร็วที่สุด จาก 25.49 เป็น 18.17 รองลงมาคือ พด 1 ลดลงจาก 23.25 เป็น 18.41 F-60 ลดลงจาก 23.19 เป็น 18.89 และ B2 ลดลงจาก 24.85 เป็น 19.57 ภายในเวลา 20 วัน ส่วนตำรับที่ใช้สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม ลดลงจาก 28.65 เป็น 18.92 สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม ลดลงจาก 33.73 เป็น 19.68 ภายในเวลา 25 วัน และ สจล 0801 อัตรา 0.9 กรัม ลดลงจาก 28.63 เป็น 15.94 ภายในเวลา 30 วัน (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และสามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้ การใช้สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 กรัม , พด 1 , F-60 , B2 ไม่มีความแตกต่างกัน และการใช้สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม,สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม ไม่แตกต่างกับการไม่ใช้สารเร่ง (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10) แต่เมื่อพิจารณา C/N ratio สามารถจัดลำดับประสิทธิภาพการใช้เป็นสารเร่งในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาได้ดังนี้ สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 กรัม มีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมาคือ พด 1 , F-60 , B2 , สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม,สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม และ สจล 0801 อัตรา 0.9 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลและวิจารณ์

การศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา โดยใช้สารเร่งต่าง ๆ ดังนี้ F-60 , B2 ,พด 1 , สจล 0801 อัตรา 500 กรัม , สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม , สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม , สจล 0801 อัตรา 0.9 กรัม เปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารเร่งโดยควบคุมความชื้นให้อยู่ระหว่าง 50-60 % โดยน้ำหนัก และมีการกลับกองทุก ๆ 5 วัน ปรากฏว่าการยุบตัวการเปลี่ยนสีของเศษพืชและการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงอินทรีย์คาร์บอน ค่า C/N ratio มีแนวโน้มลดลง ซึ่งการที่จะบ่งบอกว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ได้ยึดค่าอัตราส่วนประกอบของ คาร์บอน ต่อ ไนโตรเจน (C/N ratio) ควรเท่ากับหรือต่ำกว่า 20 : 1 (โครงการเร่งรัดปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ , 2527) ปรากฏว่า เมื่อปุ๋ยหมักอายุ 20 วัน ค่า C/N ratio ของปุ๋ยหมักตำรับที่ใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 กรัม มีค่าน้อยที่สุด (18.17) พด 1 มีค่า C/N ratio รองลงมา (18.41) F-60 (18.89) และ B2 (19.57) ตามลำดับ เมื่อปุ๋ยหมักอายุ 25 วัน ตำรับที่ใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม สจล อัตรา 0.6 กรัม จึงจะมีค่า C/N ratio ต่ำกว่า 20 ส่วนตำรับที่ใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.9 กรัม และไม่ใส่สารเร่งใช้เวลา 30 วันในการเป็นปุ๋ยหมัก (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6) แสดงว่าประสิทธิภาพของสารเร่ง สจล 0801 ดีกว่า พด 1,F-60 , B2 , สจล 0801 อัตรา 0.45 กรัม , สจล 0801 อัตรา 0.6 กรัม และ สจล 0801 อัตรา 0.9 กรัม สำหรับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้วค่อยๆ ลดลงจนใกล้เคียงอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยหมัก โดยอุณหภูมิเริ่มต้น 2 วันแรกอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยสูงขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ติดมากับมูลโคและผักตบชวา เมื่อผ่านกระบวนการหมักได้ 3-11วัน อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยสูงขึ้นอย่างรวดเร็วอยู่ในช่วง29.5-44.5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิก็สูงขึ้นอีกเล็กน้อยแล้วลดลงเรื่อยๆ จนใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยหมักจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งแสดงว่าสามารถนำไปใช้โดยที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช (โครงการเร่งรัดปรับปรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ,2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่น่าสังเกตุว่า อุณหภูมิสูงสุดของการหมักปุ๋ยทุกๆ กอง อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าที่เคยรายงานไว้โดยนักวิจัยอื่น ๆ เช่น การทดลองของ Stutzenberger และคณะ ในปี 1970 รายงานว่าอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วถึง 50-60 องศาเซลเซียส เนื่องจากพลังงานที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการย่อยสลายและสมบัติการเก็บความร้อนของวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นสารอินทรีย์ทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นไม่ค่อยแพร่กระจายออกจากกองปุ๋ย แต่ในการทดลองครั้งนี้ อุณหภูมิสูงขึ้นไม่มากนัก เนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการคือ ธรรมชาติของจุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมในกองปุ๋ยหมักมีความสามารถที่จะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นได้เพียงระดับนี้เท่านั้น และอีกประการหนึ่ง ขนาดของกองปุ๋ยหมักมีขนาดเล็กเกินไปทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นไม่มากนัก

จากการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ พบว่า สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 กรัม มีประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา เนื่องจากใช้เวลาเพียง 20 วัน แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกับการใช้สารเร่ง พด 1 , F-60 , B2 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารเร่งที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาดังนี้

สารเร่ง	ปริมาณสารเร่ง(กรัม)/น้ำหนักของผักตบชวา 3 กก.	เวลาที่ใช้ในการเป็นปุ๋ยหมัก (วัน)
สจล 0801	500.00	20
สจล 0801	0.45	25
สจล 0801	0.60	25
สจล 0801	0.90	30
พด 1	0.45	20
F-60	0.60	20
B2	0.90	20
ไม่ใช้สารเร่ง	-	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่สังเกตได้ว่า ปริมาณสารเร่งที่ใช้แตกต่างกันอย่างมากระหว่าง สจล 0801 ปริมาณ 500 กรัม , พด 1 , F-60 และ B2 ทั้ง ๆ ที่ใช้เวลาเท่ากัน (20 วัน) และเมื่อเปรียบเทียบในปริมาณที่เท่ากันระหว่างสารเร่ง สจล 0801 สารเร่ง พด 1 , F-60 และ B2 ปรากฏว่าใช้เวลาในการเป็นปุ๋ยหมักมากกว่า ดังนั้น ปริมาณที่ใช้ให้มีความเหมาะสมจึงน่าจะเป็นข้อที่ควรศึกษาต่อไป

ในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่ง กองปุ๋ยที่ใส่สารเร่งค่า C/N ratio จะลดลงอย่างรวดเร็วและใช้เวลาประมาณ 20 - 25 วันในการเป็นปุ๋ยหมัก ส่วนตำรับที่ไม่ใส่สารเร่งใช้เวลาถึง 30 วัน ดังนั้น การใส่สารเร่งทำให้ใช้เวลาในการหมักปุ๋ยน้อยลงก็เนื่องจากสาเหตุ 2 ประการ ประการแรกคือกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ใส่เพิ่มลงไปในกองปุ๋ยหมักรวมทั้งจุลินทรีย์ที่มีอยู่เดิมในกองปุ๋ยมีกิจกรรมที่ดีขึ้น และประการที่ 2 คือ ผักตบชวาที่นำมาใช้เป็นวัสดุในการหมักมีค่า C/N ratio ต่ำ (34.42) เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนเพียงพอที่จุลินทรีย์จะนำไปสร้างเซลล์ใหม่ได้ ทำให้การเจริญเติบโตของเซลล์จึงเกิดได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2531. การทำปุ๋ยหมักอย่างง่าย. เอกสารคำแนะนำกองอนุรักษ์ดินและน้ำ และฝ่ายเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ สำนักงานเลขานุการกรม.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2531. การทำปุ๋ยหมักด้วยการใช้สารเร่ง พด.-1 ตามพื้นที่พัฒนาชนบท . เอกสารคำแนะนำกองอนุรักษ์ดินและน้ำและฝ่ายเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ สำนักงานเลขานุการกรม.

โกสินทร์ วงศ์สุระวัฒน์. 2526. อนาคตผักตบชวา. สยามรัฐสัปดาห์วิจารณ์. 29: 19-20.

ดำริ ถาวรมาศ และ อภิชาต ธนพฤฒิบดี. 2527. ปุ๋ยหมักจากผักตบชวา. วารสารดินและปุ๋ย. 6:115-116

ธวัชชัย รัตน์เลส และ ศักดา จงแก้ววัฒนา. 2525. วัชพืชในที่ราบลุ่มเชียงใหม่. เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 179 หน้า.

บรรพต ณ ป้อมเพชร. 2526. ด้วงงวงผักตบชวา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวอินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 7 หน้า.

ประเสริฐ ล้อมเจริญสุขยิ่ง. 2524. การใช้ผักตบชวากำจัดน้ำเสีย. วารสารวิศวกรรมเกษตร. 1 : 24-27.

ปรัชญา ธัญญาดี. 2522. การทำปุ๋ยหมักโดยการคลุกเชื้อจุลินทรีย์. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ปรัชญา ธัญญาดี. 2523. การศึกษาการผลิตปุ๋ยหมัก . รายงานประชุมทางวิชาการ กองบริรักษ์ที่ดิน ครั้งที่ 1 กองบริรักษ์ที่ดิน และโครงการพัฒนาที่ดินเพื่อการเกษตรภาคเหนือ กรมพัฒนาที่ดิน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรัชญา ธัญญาดี และ ปรีดี ตีรักษา. 2525. **การผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ .** รายงานการประชุมวิชาการกองบริรักษ์ที่ดิน ครั้งที่ 2 กองบริรักษ์ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. หน้า 331-339.

พิทยากร ลิ่มทอง. 2522. **จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทำปุ๋ยหมัก.** กรมพัฒนาที่ดิน.

พิทยากร ลิ่มทอง ,วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ ,เสียงแจ้ว พิริยพฤนต์.2531. **การใช้ปุ๋ยหมักเพื่อบำรุงดิน.** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

เพลินจิต ทมทิตชงค์ 2528. **การเตรียมปุ๋ยหมักจากฟางข้าว และผักตบชวาโดยวิธีแปรผันเชื้อ <u>Aspergillus oryzae</u> Fujita.** วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ 2526. 8 :156-165.

ภาวนา ลิกขนานนท์.2532. **ปุ๋ยหมัก** เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรปุ๋ยชีวภาพ รุ่นที่ 6 กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 148-160.

มนตรี เพ็ชรทองคำ. 2526. **สรีรวิทยาของพืช.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ. 256 หน้า.

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ และคณะ. 2532. **การผลิตปุ๋ยหมัก.** โครงการปรับปรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ ฝ่ายอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

วิทยา มะเสนา. 2526. **จุลชีววิทยาทางดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 28 หน้า.

วนิดา ฐิตะฐาน 2531. **ปุ๋ยหมักและจุลินทรีย์ที่เป็นตัวเร่งในการทำปุ๋ยหมัก.** วารสารดินและปุ๋ย . 11: 261-264.

วิโรจน์ อิ่มพิทักษ์. 2528. **ความเหมาะสมในการผลิตและใช้ปุ๋ยหมัก.** เอกสารการสอนชุดวิชาเกษตรทั่วไป 4. ดินน้ำและปุ๋ย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมศักดิ์ วังใน. 2521. ปุ๋ยอินทรีย์. สำนักพิมพ์ พับลิเคชั่นเซนเตอร์ กรุงเทพ ฯ

สมศักดิ์ วังใน. 2524. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1(โรเนียวเย็บเล่ม)

สมศักดิ์ วังใน. 2526. ปุ๋ยอินทรีย์. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศักดิ์ วังใน , ปรัชญา ธัญญาดี , พิทยากร ลิ่มทอง. 2528. การศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพความต้องการ และการพัฒนา เกี่ยวกับเชื้อปุ๋ยหมัก. กรมพัฒนาที่ดิน.

แสงมณี ชิงดวง. 2530. เชื้อราที่เจริญบนหนังสือในห้องสมุดและแนวทางป้องกันกำจัด. วิทยาพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์. 2526. การอยู่รอดของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดระหว่างและหลังจากการทำปุ๋ยหมักของเศษพืชที่เป็นโรค. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุกร์ เชิงธรรมาสน์. 2525. ปุ๋ยหมัก. ชาวเกษตร. 14 : 41-50.

อรพิน ภูมิภมร. 2526. จุลินทรีย์ที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมเกษตร และสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์ และคณะ. 2526. การศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ของโรงงานอุตสาหกรรม. ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนการปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 27-35.

Alexander, M. 1961. Interoduction to Soil Microbiology. John wiley and son. Inc. New York and London. 472 pp.

Allen, S.D. and T.D. Brock. 1967. The temperature optimum of the intestinal flora of the rat. Can.J. Microbiol. 14 : 699-704.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Barrett, S.C.H. 1980. Sexual reproduction in *Eichhornia cassipes* (water hyacinch) I. Fertility of clones.

Bertoldi, M.D.U. Chitemesi and M. Griselli. 1982. Microbial Population in compost Process. The J.G. Press, Emmaus. 452 p.

Fergus,G.L. 1964. Thermophilic and thermotolevant melds and actinomycetes of mushroom compost during peak heating. Mycologia. 56 :267-284.

Finstein, M.S. and M.L. Morris. 1975. Microbiology of municipal solid waste composting. Adv. in Appl. Microbiol. 19 :113-151.

Golueke,C.G.1977. The biological approch to soild waste management. Compost Science. 8 :4-9.

Golueke,L.G. 1972. Composting : A Study of the Process and Its Principles. Rodale Press, Inc. Emmaus, Pennsylvania. 89 p.

Han, Y.W. and V.R. Srinivasan. 1968. Isolation and characterization of a cellulose-utilizing bacterium. Applied Microbiology . 16 : 1140-1145.

Knapp, E.B., L.F. Elliott and G.S. cambell. 1983. Microbial respiration and growth during the decomposition of wheat straw. Soil Boil. 15(3) : 319-323.

Logsdon, G. 1975. The Gardener's Guide to Better Soil. Rodale Press , Inc., Emmans , Pennsylvania. 246 p.

Oginsky, E.L. and W.W. Umbrcit. 1959. An Introduction to Bacterial Physiology. 2d ed. , Toppan Company Ltd., Tokyo,Japan. 437 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Prescott, S.C. and C.G. Dunn. 1959. Industrial Microbiology. 3d ed. , Kogakusha Company Ltd. , Tokyo, Japan. 900 p.

Rai, B . and A. K. Srivastava . 1982. Microbial decomposition of leaf litter as influenced by fertilizers. Plant and Soil. 66 :195-204.

Rosenberg, S.L. 1978. Cellulose and Lignocellulose degradation by thermophilic and thermotolevant fungi. Mycologia. 1 : 1-11.

Siu, R.G.H. and E.T. Reese. 1953. Decomposition of cellulose by micro-organism. Botan. Rev. 19 :377-416.

Stutzenberger, F.J., A.J. Kaufman and R.D. Lossin. 1970. Cellulolytic activity in municipal solid waste composting. Can. J. Microbiol. 16 : 360-553.

Subba Rao, N.S. 1982. Biofertilizers in Agricultyre. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi, 186 pp.

Suler, D.I. and M.S. Finstein. 1977. Effect of temperature , aeration and moisture on CO_2 formation in Bench-Scale,continuously thermophilic composting of solid waste. Appl. and Environ. Microbiol. 33(2) : 345-350.

Vangnai, S. 1985. Composting, pp. (17-1)-(17-8). In S. Janatawat, S. Vangnai, P. Duanpatra, A. Suwanarit, S. Panichsakpatana and J. Duangpatra. Soil, Water, Cropping Systems Research Data Bases Relevant to Rainfed Agriculture in Northeast Thailand. Department of soils , Kasetsart University , Bangkok, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Waksman, S. A. 1921. Microbiological analysis of soil as an index of soil fertility : III Influence of fertilization upon numbers of micro-organism in the soil. Soil Sci. 14 : 321-346.

Whitaker, D. R. 1956. The machanism of degradation of a cellodoxtrin by *Myrothecium* cellulase. Canada J. Biochem. Physical. 34 : 488-494.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก ของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา โดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ในระยะเวลา 30 วัน

วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)	วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)
1			3		
CONTROL	30.50	30	CONTROL	39.50	34
F-60	30.75		F-60	39.50	
B2	31.13		B2	38.75	
พด 1	31.38		พด 1	39.13	
สจล 0801	30.50		สจล 0801	38.75	
สจล 0801-1	30.88		สจล 0801-1	36.63	
สจล 0801-2	30.75		สจล 0801-2	37.75	
สจล 0801-3	31.50		สจล 0801-3	37.75	
2			4		
CONTROL	28.13	27	CONTROL	34.88	31
F-60	28.13		F-60	35.88	
B2	28.13		B2	35.63	
พด 1	30.00		พด 1	36.38	
สจล 0801	27.63		สจล 0801	36.50	
สจล 0801-1	29.38		สจล 0801-1	34.88	
สจล 0801-2	28.88		สจล 0801-2	35.50	
สจล 0801-3	29.25		สจล 0801-3	35.13	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)
5		
CONTROL	29.75	27
F-60	29.88	
B2	29.75	
พด 1	29.50	
สจล 0801	29.75	
สจล 0801-1	31.38	
สจล 0801-2	30.63	
สจล 0801-3	30.63	
6		
CONTROL	32.62	29
F-60	32.00	
B2	31.13	
พด 1	32.13	
สจล 0801	31.88	
สจล 0801-1	32.63	
สจล 0801-2	32.50	
สจล 0801-3	31.88	
7		
CONTROL	34.25	31
F-60	34.88	
B2	34.88	
พด 1	34.50	
สจล 0801	35.88	
สจล 0801-1	33.25	
สจล 0801-2	33.75	
สจล 0801-3	33.50	

วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)
8		
CONTROL	32.13	29
F-60	31.75	
B2	33.50	
พด 1	32.50	
สจล 0801	32.00	
สจล 0801-1	31.88	
สจล 0801-2	32.50	
สจล 0801-3	32.00	
9		
CONTROL	30.00	30
F-60	30.00	
B2	30.00	
พด 1	29.88	
สจล 0801	30.25	
สจล 0801-1	30.25	
สจล 0801-2	30.38	
สจล 0801-3	30.50	
10		
CONTROL	30.50	28
F-60	30.25	
B2	29.38	
พด 1	29.38	
สจล 0801	30.38	
สจล 0801-1	29.88	
สจล 0801-2	30.25	
สจล 0801-3	30.25	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)
11		
CONTROL	34.38	30
F-60	33.38	
B2	34.00	
พด 1	33.25	
สจล 0801	33.50	
สจล 0801-1	33.63	
สจล 0801-2	34.13	
สจล 0801-3	33.50	
12		
CONTROL	31.25	30
F-60	31.63	
B2	31.75	
พด 1	31.00	
สจล 0801	31.25	
สจล 0801-1	31.25	
สจล 0801-2	30.88	
สจล 0801-3	30.63	
13		
CONTROL	30.97	29
F-60	30.13	
B2	31.13	
พด 1	30.88	
สจล 0801	31.25	
สจล 0801-1	30.38	
สจล 0801-2	30.75	
สจล 0801-3	30.13	

วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)
14		
CONTROL	30.50	28
F-60	29.13	
B2	30.50	
พด 1	30.88	
สจล 0801	30.25	
สจล 0801-1	29.63	
สจล 0801-2	29.50	
สจล 0801-3	30.63	
15		
CONTROL	31.25	30
F-60	31.63	
B2	31.75	
พด 1	31.00	
สจล 0801	31.25	
สจล 0801-1	31.25	
สจล 0801-2	30.88	
สจล 0801-3	30.63	
16		
CONTROL	30.63	29
F-60	30.38	
B2	31.25	
พด 1	29.63	
สจล 0801	30.63	
สจล 0801-1	30.00	
สจล 0801-2	30.00	
สจล 0801-3	29.63	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)
17		
CONTROL	29.50	28
F-60	29.25	
B2	29.75	
พด 1	28.88	
สจล 0801	29.75	
สจล 0801-1	29.50	
สจล 0801-2	29.25	
สจล 0801-3	29.38	
18		
CONTROL	29.00	28
F-60	28.75	
B2	29.38	
พด 1	29.00	
สจล 0801	29.50	
สจล 0801-1	28.13	
สจล 0801-2	29.00	
สจล 0801-3	28.50	
19		
CONTROL	29.13	28
F-60	29.00	
B2	29.38	
พด 1	28.75	
สจล 0801	30.00	
สจล 0801-1	28.63	
สจล 0801-2	28.75	
สจล 0801-3	28.38	
20		
CONTROL	29.25	28
F-60	29.25	
B2	29.13	
พด 1	28.88	
สจล 0801	29.75	
สจล 0801-1	29.25	
สจล 0801-2	28.50	
สจล 0801-3	28.38	
21		
CONTROL	29.00	28
F-60	28.75	
B2	29.00	
พด 1	28.75	
สจล 0801	28.75	
สจล 0801-1	28.88	
สจล 0801-2	29.38	
สจล 0801-3	28.25	
22		
CONTROL	29.13	28
F-60	28.75	
B2	28.88	
พด 1	28.75	
สจล 0801	28.63	
สจล 0801-1	29.25	
สจล 0801-2	29.13	
สจล 0801-3	28.25	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)
23		
CONTROL	29.88	29
F-60	30.00	
B2	29.63	
พด 1	29.50	
สจล 0801	29.88	
สจล 0801-1	29.75	
สจล 0801-2	29.63	
สจล 0801-3	29.38	
24		
CONTROL	28.88	28
F-60	29.13	
B2	29.25	
พด 1	28.63	
สจล 0801	29.50	
สจล 0801-1	28.50	
สจล 0801-2	28.75	
สจล 0801-3	28.25	
25		
CONTROL	28.75	28
F-60	29.50	
B2	29.50	
พด 1	29.50	
สจล 0801	29.50	
สจล 0801-1	28.38	
สจล 0801-2	30.75	
สจล 0801-3	28.25	

วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)
26		
CONTROL	28.88	28
F-60	28.63	
B2	28.63	
พด 1	28.63	
สจล 0801	29.38	
สจล 0801-1	28.13	
สจล 0801-2	28.88	
สจล 0801-3	28.13	
27		
CONTROL	29.50	29
F-60	29.25	
B2	29.63	
พด 1	29.13	
สจล 0801	29.50	
สจล 0801-1	29.13	
สจล 0801-2	29.13	
สจล 0801-3	29.13	
28		
CONTROL	29.25	29
F-60	29.13	
B2	29.38	
พด 1	29.13	
สจล 0801	29.25	
สจล 0801-1	29.13	
สจล 0801-2	29.13	
สจล 0801-3	29.13	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)	วันที่ TREATMENT	อุณหภูมิภายในกองปุ๋ย (เซลเซียส)	อุณหภูมินอกกองปุ๋ย (เซลเซียส)
29			30		
CONTROL	28.13	28	CONTROL	28.13	28
F-60	28.13		F-60	28.13	
B2	28.25		B2	28.13	
พด 1	28.13		พด 1	28.13	
สจล 0801	28.25		สจล 0801	28.13	
สจล 0801-1	28.13		สจล 0801-1	28.13	
สจล 0801-2	28.13		สจล 0801-2	28.13	
สจล 0801-3	28.13		สจล 0801-3	28.13	

<u>หมายเหตุ</u>

CONTROL หมายถึง การกองปุ๋ยโดยไม่ใส่สารเร่ง

สจล 0801 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 g

สจล 0801-1 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45g

สจล 0801-2 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.6 g

สจล 0801-3 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.9 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยภายในกองปุ๋ยหมัก เปรียบเทียบกับอุณหภูมิเฉลี่ยนอกกองปุ๋ยหมัก ของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ทุก ๆ 5 วัน ในระยะเวลา 30 วัน

สารเร่ง	อุณหภูมิ (เซลเซียส)					
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
อุณหภูมิประจำวัน	29.80	29.00	29.40	28.20	28.20	28.40
CONTROL	32.55	31.90	31.67	29.50	29.13	28.78
F-60	32.83	31.78	31.18	29.33	29.23	28.65
B2	32.68	31.95	31.83	29.77	29.25	28.80
พด 1	33.28	31.68	31.40	29.03	29.03	28.63
สจล 0801	32.63	32.08	31.50	29.93	29.25	28.90
สจล 0801-1	32.63	31.58	31.23	29.10	28.95	28.53
สจล 0801-2	32.70	31.93	31.23	29.10	29.53	28.68
สจล 0801-3	32.47	31.63	31.10	28.85	28.48	28.53

หมายเหตุ

CONTROL หมายถึง การกองปุ๋ยโดยไม่ใส่สารเร่ง

สจล 0801 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 g

สจล 0801-1 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45g

สจล 0801-2 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.6 g

สจล 0801-3 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.9 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมักของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ทุก ๆ 5 วัน ในระยะเวลา 30 วัน

สารเร่ง	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซนต์)					
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
CONTROL	1.36	1.46	1.50	1.73	1.67	1.91
F-60	1.80	1.70	1.71	1.85	1.96	1.91
B2	1.58	1.57	1.80	1.85	1.94	2.04
พด 1	1.65	1.70	1.98	1.77	1.96	2.00
สจล 0801	1.44	1.52	1.54	2.06	1.96	1.59
สจล 0801-1	1.35	1.44	1.53	1.65	1.75	1.79
สจล 0801-2	1.32	1.40	1.47	1.55	1.64	1.82
สจล 0801-3	1.33	1.42	1.46	1.49	1.61	1.88

หมายเหตุ

CONTROL หมายถึง การกองปุ๋ยโดยไม่ใส่สารเร่ง

สจล 0801 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 g

สจล 0801-1 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45g

สจล 0801-2 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.6 g

สจล 0801-3 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.9 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณ Organic Carbon ของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา โดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ทุก ๆ 5 วัน ในระยะเวลา 30 วัน

สารเร่ง	ปริมาณ Organic Carbon (เปอร์เซนต์)					
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
CONTROL	36.96	35.55	35.00	34.98	34.14	28.87
F-60	41.59	37.56	35.81	34.66	35.39	31.89
B2	38.13	38.54	37.04	35.99	34.60	30.96
พด 1	37.74	35.85	35.75	37.05	33.82	29.83
สจล 0801	36.01	37.49	35.74	37.13	34.57	31.60
สจล 0801-1	38.73	39.57	36.23	36.44	33.29	29.30
สจล 0801-2	38.00	38.71	38.41	34.83	32.18	32.39
สจล 0801-3	37.44	39.90	36.70	36.13	32.39	29.85

หมายเหตุ

CONTROL หมายถึง การกองปุ๋ยโดยไม่ใส่สารเร่ง

สจล 0801 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 g

สจล 0801-1 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45g

สจล 0801-2 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.6 g

สจล 0801-3 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.9 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงอัตราส่วน C/N ของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สาร เร่งชนิดต่าง ๆ ในระยะเวลา 30 วัน

TREATMENT	Rep 1			Rep 2		
	%C	% N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
5 วัน						
CONTROL	40.62	1.39	29.24	34.18	1.21	20.18
F-60	40.30	1.77	22.72	39.59	1.71	23.22
B2	39.10	1.46	26.80	36.96	1.60	23.14
พด 1	34.90	1.88	18.56	39.02	1.74	22.44
สจล 0801	35.91	1.41	25.49	38.47	1.78	32.63
สจล 0801-1	38.47	1.35	28.41	39.58	1.29	30.78
สจล 0801-2	39.90	1.25	31.95	40.70	1.29	31.45
สจล 0801-3	36.96	1.39	26.61	39.90	1.36	29.45

TREATMENT	Rep 3			Rep 4		
	%C	%N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
CONTROL	39.98	1.22	32.91	33.05	1.62	20.44
F-60	45.07	1.70	26.47	41.41	2.04	20.34
B2	40.38	1.53	26.43	36.09	1.70	21.22
พด 1	40.22	1.44	27.87	36.81	1.53	24.11
สจล 0801	34.83	1.56	22.28	34.83	1.62	21.55
สจล 0801-1	37.83	1.42	26.59	39.02	1.35	28.82
สจล 0801-2	40.85	1.58	25.82	39.74	1.18	33.65
สจล 0801-3	39.58	1.37	28.85	30.36	1.74	17.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TREATMENT	Rep 1			Rep 2		
	%C	% N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
10 วัน						
CONTROL	36.89	1.85	19.99	33.75	1.30	25.94
F-60	37.51	1.90	19.75	35.80	1.89	18.90
B2	39.10	1.60	26.80	38.30	1.62	23.66
พด 1	45.13	1.60	28.19	34.37	2.16	15.91
สจล 0801	36.38	1.55	23.50	35.84	1.79	20.00
สจล 0801-1	38.87	1.46	26.66	39.34	1.25	31.52
สจล 0801-2	41.10	1.32	31.09	40.30	1.18	34.12
สจล 0801-3	37.51	1.44	25.99	35.77	1.48	24.17

TREATMENT	Rep 3			Rep 4		
	%C	%N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
CONTROL	35.58	1.37	20.95	35.98	1.32	27.26
F-60	40.14	1.69	23.82	36.78	1.34	27.49
B2	39.66	1.69	23.54	39.34	1.28	30.66
พด 1	28.73	1.85	15.57	39.98	1.48	27.09
สจล 0801	39.82	1.22	32.77	37.91	1.53	24.76
สจล 0801-1	41.51	1.69	24.61	38.54	1.36	28.42
สจล 0801-2	37.75	1.58	23.83	35.70	1.53	23.32
สจล 0801-3	38.08	1.23	30.86	38.40	1.15	33.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TREATMENT	Rep 1			Rep 2		
	%C	% N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
15 วัน						
CONTROL	34.97	1.32	26.51	30.02	1.51	23.81
F-60	34.83	1.87	18.68	36.56	1.62	22.61
B2	38.30	1.62	23.66	36.09	1.86	19.36
พด 1	31.40	1.67	18.81	38.08	1.65	23.08
สจล 0801	36.64	1.71	21.49	35.84	1.37	26.08
สจล 0801-1	35.30	1.34	26.42	38.55	1.34	28.83
สจล 0801-2	39.58	1.25	31.72	35.44	1.87	19.00
สจล 0801-3	40.30	1.34	29.24	34.18	1.21	28.18

TREATMENT	Rep 3			Rep 4		
	%C	%N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
CONTROL	34.90	1.55	22.53	34.11	1.62	21.10
F-60	33.85	1.71	19.84	37.98	1.67	22.74
B2	36.09	2.05	17.59	37.68	1.67	22.59
พด 1	36.09	1.75	20.58	37.83	1.74	21.75
สจล 0801	34.31	1.64	20.97	36.16	1.41	25.72
สจล 0801-1	33.85	1.78	19.05	37.21	1.67	22.32
สจล 0801-2	39.34	1.30	30.24	39.27	1.48	26.57
สจล 0801-3	40.46	1.56	25.89	39.66	1.42	27.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TREATMENT	Rep 1			Rep 2		
	%C	% N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
20 วัน						
CONTROL	32.58	1.62	20.29	34.58	1.58	21.85
F-60	33.05	1.69	19.59	38.63	1.83	21.16
B2	38.00	2.11	18.04	37.68	1.65	22.80
พต 1	37.53	2.00	18.74	37.36	2.05	18.21
สจล 0801	37.06	2.18	17.02	40.77	2.06	19.83
สจล 0801-1	41.73	1.84	22.64	39.66	1.53	25.94
สจล 0801-2	36.81	1.46	25.25	37.70	1.60	23.61
สจล 0801-3	40.61	1.59	25.62	35.84	1.64	21.92

TREATMENT	Rep 3			Rep 4		
	%C	%N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
CONTROL	33.97	1.62	20.01	35.16	1.88	18.72
F-60	33.92	1.74	19.51	33.05	2.16	15.31
B2	30.26	1.71	17.74	38.00	1.93	19.68
พต 1	34.58	1.56	22.11	33.52	2.30	14.57
สจล 0801	31.12	2.14	14.55	39.58	1.86	21.29
สจล 0801-1	25.48	1.41	18.11	28.87	1.83	21.25
สจล 0801-2	30.18	1.53	19.70	34.63	1.60	21.66
สจล 0801-3	32.25	1.28	25.14	35.81	1.44	24.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TREATMENT	Rep 1			Rep 2		
	%C	% N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
25 วัน						
CONTROL	32.79	1.79	18.29	41.81	1.74	24.00
F-60	34.18	2.14	15.94	36.16	1.84	19.62
B2	34.76	2.02	17.23	35.70	1.91	18.68
พด 1	35.28	2.35	15.01	33.77	2.02	16.71
สจล 0801	35.41	1.95	18.16	33.38	1.81	18.42
สจล 0801-1	36.55	1.90	19.24	35.43	1.85	19.15
สจล 0801-2	33.31	1.67	19.95	33.16	1.62	20.47
สจล 0801-3	36.01	1.75	20.58	32.77	1.81	18.11

TREATMENT	Rep 3			Rep 4		
	%C	%N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
CONTROL	27.82	1.74	15.98	37.51	1.63	22.97
F-60	36.74	1.90	19.35	34.49	1.95	17.69
B2	33.65	1.84	18.25	34.30	1.99	17.26
พด 1	36.81	1.76	20.93	29.40	1.72	17.08
สจล 0801	35.37	1.71	20.72	34.11	2.37	14.41
สจล 0801-1	24.39	1.40	17.42	36.78	1.85	19.88
สจล 0801-2	29.74	1.57	18.94	32.51	1.68	19.35
สจล 0801-3	29.11	1.37	21.25	31.67	1.49	21.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TREATMENT	Rep 1			Rep 2		
	%C	% N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
30 วัน						
CONTROL	28.61	1.77	16.15	28.44	1.92	14.84
F-60	31.75	1.91	16.59	32.20	1.92	16.91
B2	30.81	2.09	14.76	29.00	2.05	14.13
พด 1	30.20	2.16	13.99	31.21	2.02	15.47
สจล 0801	31.87	1.95	16.37	31.36	2.23	14.06
สจล 0801-1	31.60	1.93	16.37	31.36	1.95	15.55
สจล 0801-2	19.23	1.76	16.64	28.90	1.79	16.12
สจล 0801-3	31.09	2.04	15.25	30.57	2.00	15.28

TREATMENT	Rep 3			Rep 4		
	%C	%N	C/N ratio	%C	%N	C/N ratio
CONTROL	27.82	1.90	14.67	30.60	2.05	14.91
F-60	30.57	1.83	16.73	33.05	1.99	16.65
B2	30.26	1.99	15.14	33.78	2.02	16.73
พด 1	28.73	1.89	15.15	29.18	1.92	15.24
สจล 0801	31.12	1.76	17.69	32.06	1.59	20.23
สจล 0801-1	25.48	1.41	18.08	29.75	1.88	15.84
สจล 0801-2	30.18	1.77	17.02	31.88	1.95	16.33
สจล 0801-3	32.25	1.83	17.63	25.48	1.64	15.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงค่า C/N ratio เฉลี่ยของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ ทุก ๆ 5 วัน ในระยะเวลา 30 วัน

สารเร่ง	C/N ratio					
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน	30 วัน
CONTROL	27.69	24.79	23.49	20.47	20.31	15.14
F-60	23.19	22.49	20.97	18.89	18.15	16.69
B2	24.40	21.83	20.80	19.57	17.85	15.19
พด 1	23.25	21.69	21.06	18.41	17.73	14.96
สจล 0801	25.49	25.26	23.57	18.17	17.93	17.09
สจล 0801-1	28.65	27.8	24.16	21.99	18.92	16.46
สจล 0801-2	33.73	31.88	26.88	22.55	19.68	16.53
สจล 0801-3	30.06	28.63	28.11	24.38	20.30	15.94

หมายเหตุ

CONTROL หมายถึง การกองปุ๋ยโดยไม่ใส่สารเร่ง

สจล 0801 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 g

สจล 0801-1 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45g

สจล 0801-2 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.6 g

สจล 0801-3 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.9 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักกับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยจากการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่าง ๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	9.514	1.189	3.983**	2.31	3.26
Ex.Error	27	8.063	0.299			
Total	35	17.567	0.502			

ns = Non-significant diffeerence at 1 % level

* = Significant at 1 % level

** = Highly Significant at 1 % level

GRAND MEAN = 28.93

CV = 1.89 %

LSD .01 = 1.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งชนิดต่างๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน

TREATMENT	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	MEAN
อุณหภูมิประจำวัน	28.0	28.0	28.0	28.0	28.000 a
CONTROL	29.5	29.0	29.0	29.5	29.250 ab
F-60	29.0	29.0	30.5	28.5	29.250 ab
B2	29.0	30.0	29.0	28.5	29.125 ab
พด 1	29.0	29.5	29.0	28.0	28.875 abc
สจล 0801	30.0	30.5	29.0	29.5	29.750 abc
สจล 0801-1	29.5	29.0	29.0	29.5	29.250 bc
สจล 0801-2	28.0	29.0	28.0	29.0	28.500 bc
สจล 0801-3	28.0	28.5	29.0	28.0	28.375 c

<u>หมายเหตุ</u>

CONTROL หมายถึง การกองปุ๋ยโดยไม่ใส่สารเร่ง

สจล 0801 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 g

สจล 0801-1 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45g

สจล 0801-2 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.6 g

สจล 0801-3 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.9 g

ตัวหนังสือที่เหมือนกันในแถวเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ t = 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่างๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	1.092	0.156	4.137**	2.42	3.50
Ex.Error	24	0.905	0.038			
Total	31	1.998	0.064			

ns = Non-significant diffeerence at 1 % level

* = Significant at 1 % level

** = Highly Significant at 1 % level

GRAND MEAN = 1.79

CV = 10.83 %

LSD .01 = 0.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งชนิดต่างๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน

TREATMENT	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	MEAN
CONTROL	1.79	1.74	1.74	1.63	1.725 ab
F-60	1.69	1.83	1.74	2.16	1.855 ab
B2	2.11	1.65	1.71	1.93	1.850 ab
พด 1	2.00	2.05	1.56	2.30	1.976 a
สจล 0801	2.18	2.06	2.14	1.86	2.060 a
สจล 0801-1	1.84	1.53	2.14	1.86	1.843 ab
สจล 0801-2	1.46	1.60	1.53	1.60	1.548 b
สจล 0801-3	1.59	1.64	1.28	1.44	1.488 b

<u>หมายเหตุ</u>

CONTROL หมายถึง การกองปุ๋ยโดยไม่ใส่สารเร่ง

สจล 0801 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 g

สจล 0801-1 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45g

สจล 0801-2 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.6 g

สจล 0801-3 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.9 g

ตัวหนังสือที่เหมือนกันในแถวเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ t = 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ Organic carbon ของการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่างๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	36.802	5.257	0.217^{ns}	2.42	3.50
Ex.Error	24	580.925	14.205			
Total	31	617.727	19.927			

ns = Non-significant diffeerence at 5 % level

* = Significant at 5 % level

** = Highly Significant at 5 % level

GRAND MEAN = 35.10

CV = 14.02 %

LSD .05 = 7.18

LSD .01 = 9.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงปริมาณ Organic carbonในกองปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งชนิดต่างๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน

TREATMENT	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	MEAN	
CONTROL	32.79	41.81	27.82	37.51	34.983	a
F-60	33.05	38.36	33.92	33.05	34.595	a
B2	38.00	37.68	30.26	38.00	35.985	a
พด 1	37.53	37.36	34.58	33.52	35.748	a
สจล 0801	37.06	40.77	31.12	39.58	37.133	a
สจล 0801-1	41.73	39.66	25.48	28.87	33.935	a
สจล 0801-2	36.81	37.70	30.18	34.63	34.830	a
สจล 0801-3	40.61	35.84	32.25	25.81	33.628	a

<u>หมายเหตุ</u>

CONTROL หมายถึง การกองปุ๋ยโดยไม่ใส่สารเร่ง

สจล 0801 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 g

สจล 0801-1 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45g

สจล 0801-2 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.6 g

สจล 0801-3 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.9 g

ตัวหนังสือที่เหมือนกันในแถวเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ t = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราส่วน C/N ในการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาโดยใช้สารเร่งชนิดต่างๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 20 วัน

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	139.133	19.876	2.493*	2.42	3.50
Ex.Error	24	191.343	7.973			
Total	31	330.476	10.661			

ns = Non-significant diffeerence at 5 % level

* = Significant at 5 % level

** = Highly Significant at 5 % level

GRAND MEAN = 20.53

CV = 13.75 %

LSD .05 = 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงอัตราส่วน C/N ในกองปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งชนิดต่างๆ เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ20วัน

TREATMENT	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	MEAN	
CONTROL	20.29	21.85	21.01	18.72	20.47	ab
F-60	19.59	21.16	19.51	18.27	18.89	b
B2	18.04	22.80	17.37	19.68	19.57	b
พด 1	18.74	18.21	22.11	14.57	18.41	b
สจล 0801	17.02	19.83	14.55	21.29	18.17	b
สจล 0801-1	22.64	25.94	18.11	21.25	21.99	ab
สจล 0801-2	25.25	23.61	19.70	21.66	22.56	ab
สจล 0801-3	25.62	21.92	25.14	24.85	24.38	a

<u>หมายเหตุ</u>

CONTROL หมายถึง การกองปุ๋ยโดยไม่ใส่สารเร่ง

สจล 0801 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 500 g

สจล 0801-1 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.45g

สจล 0801-2 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.6 g

สจล 0801-3 " การกองปุ๋ยโดยใส่สารเร่ง สจล 0801 อัตรา 0.9 g

ตัวหนังสือที่เหมือนกันในแถวเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ t = 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้