# การศึกษาผลของจุลินทรีย์เสริมต่อคุณภาพของปุ๋ยหมักที่หมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ 1


ผู้วิจัย

นางพิมประไพ ฐุชใส



วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

# การศึกษาผลของจุลินทรีย์เสริมต่อคุณภาพของปุ๋ยหมัก ที่หมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ 1


ผู้วิจัย

นางพิมประไพ สุขใส

วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

# บทคัดย่อ

การศึกษาผลของจุลินทรีย์เสริมต่อคุณภาพของปุ๋ยหมักที่หมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ ๑ วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomize Complete Block Design) จำนวน 3 สิ่งทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองประกอบด้วยกองปุ๋ยหมักจำนวน ๑ กอง โดยสิ่งทดลองที่ ๑ ไม่ใส่จุลินทรีย์เสริม สิ่งทดลองที่ 2 ใส่จุลินทรีย์ พ.ด. ๑, สิ่งทดลองที่ 3 ใส่จุลินทรีย์ อี.เอ็ม. ทำการศึกษาโดยทำกองปุ๋ยหมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ ๑ จำนวน 9 กองตามผังการทดลอง โดยแต่ละกองใช้ใบไม้แห้ง ๑ ตันและมูลไก่ 30 กระสอบ คลุกกองปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอตามขั้นตอนของการผลิตปุ๋ยหมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ ๑ เมื่อปุ๋ยหมักย่อยสลายสมบูรณ์แล้วสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์หาค่าปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณธาตุไนโตรเจน( Total N), ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส(Total P2O5 ) ปริมาณธาตุโพรแทสเซียม(Total K2O), ความเป็นกรดด่าง ( pH ), อัตราส่วน C:N ratio และค่าการนำไฟฟ้า ( CE )

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณธาตุไนโตรเจน, ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ปริมาณธาตุโพรแทสเซียม, ความเป็นกรดด่าง และค่าการนำไฟฟ้า ของทั้งสามสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วน C:N ratio พบว่าสิ่งทดลองที่ ๑ มีค่าสูงที่สุดคือ ๑9.7 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ 2 และสิ่งทดลองที่ ๑ ซึ่งมีค่าเท่ากับ ๑๑.5 และ ๑๐.๑ ตามลำดับ โดยสิ่งทดลองที่ 2 และ ๑ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการทำปุ๋ยหมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ ๑ ไม่มีความจำเป็นต้องใช้จุลินทรีย์เสริมใดๆอีกเนื่องจากมีจุลินทรีย์ธรรมชาติในมูลไก่เพียงพอต่อการย่อยสลายของปุ๋ยหมักให้มีปริมาณและคุณภาพของปุ๋ยที่ดีอยู่แล้ว

ทั้งนี้การไม่ใส่จุลินทรีย์เสริม หรือใส่จุลินทรีย์ พ.ด. ๑ ทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีอินทรียวัตถุในกลุ่มที่มีการแปรรูปช้าซึ่งเหมาะสำหรับใส่เพิ่มเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและเป็นแหล่งของธาตุอาหารแก่พืช ส่วนการใส่จุลินทรีย์ อี.เอ็ม.มีผลทำให้ปุ๋ยหมักที่มีอินทรียวัตถุในกลุ่มที่มีการแปรรูปรวดเร็วซึ่งเหมาะสำหรับใส่เพื่อการปรับปรุงโครงสร้างดิน และกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินได้อย่างมาก

# คำนิยม

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การผลิตปุ๋ยหมักจากจุลินทรีย์ต่างชนิด ในครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะนักศึกษาชั้น ปวส.2 สาขาพืชศาสตร์ ที่ให้ความร่วมมือในการผลิตและดูแลรักษาถังปุ๋ยหมัก รวมทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ขอบคุณคณะครูแผนกวิชาพืชศาสตร์และคณะผู้บริหารสถานศึกษาของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา ขอบคุณอาจารย์ธีรพงษ์ สว่างปัญญากูร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผู้เป็นเจ้าของเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ เ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยยินดีให้นำผลการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์แก่สาธารณะเพื่อประโยชน์ในการเปลี่ยนขยะอินทรีย์เศษซากพืชและไม้แห้งให้เป็นปุ๋ยหมักได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยลดปัญหาหมอกควัน และลดภาวะโลกร้อนได้อีกแนวทางหนึ่ง

พิมประไพ สุขใส

มีนาคม 2560

# สารบัญ


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | ก |
| คำนิยม | ข |
| สารบัญ | ค |
| สารบัญตาราง | ง |
| สารบัญภาพ | จ |
| บทนำ | 1 |
| ตรวจเอกสาร | 2 |
| อุปกรณ์และวิธีการวิจัย | 15 |
| ผลการวิจัย | 17 |
| สรุปผลการวิจัย | 17 |
| วิจารณ์ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ | 18 |
| เอกสารอ้างอิง | 19 |
| ภาคผนวก | 20 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 17 |

**ตารางผนวกที่**

| | | |
|---|---|---|
| 1 | ปริมาณอินทรีย์วัตถุในกองปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 21 |
| 2 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุในกองปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 21 |
| 3 | ปริมาณธาตุไนโตรเจน( Total N )ในปุ๋ยหมักที่พี่หมักสมบูรณ์แล้ว | 22 |
| 4 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณธาตุไนโตรเจน( Total N )ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 22 |
| 5 | ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส( Total $P_2O_5$ )ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 23 |
| 6 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณธาตุฟอสฟอรัส( Total $P_2O_5$ )ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 23 |
| 7 | ปริมาณธาตุโพรแทสเซียม( Total $K_2O$ )ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 24 |
| 8 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณธาตุโพรแทสเซียม( Total $K_2O$ ) | 24 |
| 9 | ค่าความเป็นกรดด่าง ( pH )ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 25 |
| 10 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลค่าความเป็นกรดด่าง ( pH ) ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 25 |
| 11 | อัตราส่วน C:N ratio ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 26 |
| 12 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอัตราส่วน C:N ratio ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 26 |
| 13 | ค่าการนำไฟฟ้า ( CE ) ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 27 |
| 14 | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการนำไฟฟ้า ( CE ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว | 27 |

# สารบัญภาพ

ภาพแนวกที่

1 สภาพแปลงวิจัยในวันเริ่มกองปุ๋ยหมัก 28
2 เปรียบเทียบเนื้อปุ๋ยหมักของหน่วยทดลองต่างๆ หลังการหมัก 30 วัน 29
3 เปรียบเทียบเนื้อปุ๋ยหมักของหน่วยทดลองต่างๆ หลังการหมัก 60 วัน 30
4 เปรียบเทียบเนื้อปุ๋ยหมักของหน่วยทดลองต่างๆ หลังการหมัก 90 วัน 31

# บทที่ 1
# บทนำ

การผลิตปุ๋ยหมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 เป็นเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมักที่สามารถผลิตปุ๋ยหมักได้ในปริมาณมาก โดยใช้แรงงานน้อยกว่าวิธีอื่น อีกทั้งวัสดุที่ใช้ก็เป็นวัสดุเหลือใช้หรือเป็นวัสดุพวกขยะอินทรีย์ซึ่งมีอยู่ทั่วไปในท้องถิ่น จึงได้รับความนิยมและได้รับการเผยแพร่ต่อสาธารณชนอย่างกว้างขวาง สามารถช่วยลดปริมาณการเผาเศษใบไม้แห้งซึ่งร่วงหล่นจากต้นอย่างมากมายในฤดูแล้ง จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปัญหาหมอกควันที่ปกคลุมจังหวัดเชียงใหม่ในฤดูแล้งของทุกๆปี และเป็นส่วนหนึ่งของการช่วยลดโลกร้อนได้ ดังนั้นการผลิตปุ๋ยหมักจากเศษซากพืชและเศษซากอินทรียวัตถุจึงควรได้รับการส่งเสริมให้เกษตรกร ประชาชน สถานประกอบการ หน่วยงานและสถาบันของรัฐดำเนินการในพื้นที่ความรับผิดชอบของตนเองเพราะจะเป็นการลดปริมาณขยะที่รัฐต้องเสียงบประมาณในการจัดเก็บ อีกทั้งยังสามารถนำปุ๋ยหมักที่ได้ทดแทนการซื้อปุ๋ยอินทรีย์และเคมี อีกทั้งยังสามารถก่อให้เกิดรายได้ เกิดผลดีต่อคน ชุมชน และสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวาง

จุลินทรีย์มีความสำคัญยิ่งต่อการย่อยสลายปุ๋ยหมัก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการผลิตปุ๋ยหมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 นั้นได้รับจุลินทรีย์จากมูลสัตว์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการผลิตปุ๋ยด้วยวิธีนี้ เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มคุณภาพปุ๋ยหมักให้มากขึ้นกว่าปกติจึงเกิดสมมติฐานขึ้นว่าการใช้จุลินทรีย์เสริมน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของจุลินทรีย์เสริมต่อคุณภาพของปุ๋ยหมัก

# บทที่ 2

# ตรวจเอกสาร

คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2558) ได้เผยแพร่บทความเรื่องปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกองด้วยวิธีใหม่เรียกว่า "วิศวกรรมแม่โจ้ 1" ในเว็บไซต์ของ bangkokbiznews.com ความว่าการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกอง สามารถสร้างมูลค่าให้กับเศษวัสดุพืชและขยะอินทรีย์ ช่วยลดต้นทุนค่าปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ช่วยลดมลพิษทางอากาศจากการเผาฟางหรือเศษขยะจากการทำเกษตรกรรม สามารถสร้างรายได้จากการจำหน่ายปุ๋ยหมักได้ ผู้คิดค้นนวัตกรรมใหม่ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่ต้องพลิกกลับกองที่เรียกว่า "วิศวกรรมแม่โจ้ 1" คือผศ.ชีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในปี พ.ศ.2552 นวัตกรรมดังกล่าวทำให้เกษตรกรจะสามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพดีได้ในปริมาณมากถึงครั้งละ 10 - 100 ตันให้เสร็จภายในเวลาเพียง 60 วันโดยไม่ส่งผลกระทบใด ๆ ต่อสิ่งแวดล้อม เพราะไม่มีกลิ่นและไม่ทำให้น้ำเสีย วัตถุดิบที่ใช้ประกอบด้วยเศษพืชและมูลสัตว์เพียง 2 อย่างเท่านั้น โดยถ้าเศษพืชเป็นฟางข้าวอัตราส่วนระหว่างฟางข้าวกับมูลสัตว์คือ 4 ต่อ 1 โดยปริมาตร และถ้าเป็นเศษใบไม้ให้ใช้อัตราส่วน 3 ต่อ 1 โดยปริมาตร ทั้งนี้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้ยังมีค่าตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2551

**การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกอง**

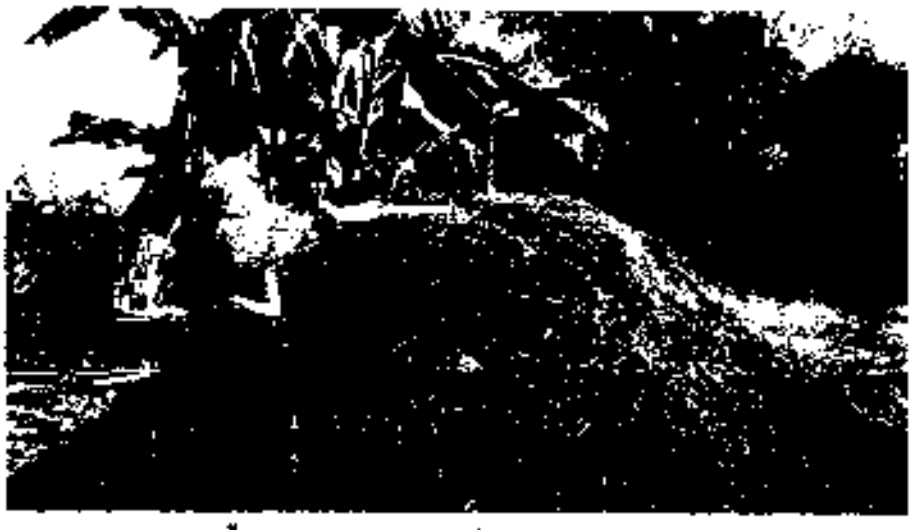
มหาวิทยาลัยแม่โจ้จึงเผยแพร่นวัตกรรมดังกล่าวแก่เกษตรกร ชุมชน สถานประกอบการ และหน่วยงานต่างๆไปแล้วมากมายทั่วทุกภาคของประเทศ เพื่อแก้ปัญหาการเผาเศษพืช โดยการนำมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ด้วยวิธีนี้ นับว่าเป็นแนวทางที่สามารถดำเนินได้อย่างเป็น

รูปธรรมและทำได้จริง และยังได้ปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณมากเป็นผลิตผล ที่สามารถนำไปใช้ในงานเกษตรกรรม ได้ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินกลับคืนมา ผู้ที่สนใจเรียนรู้การทำปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกอง มหาวิทยาลัยแม่โจ้มีฐานเรียนรู้การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกอง สามารถเข้าชมได้ทุกวัน ติดต่อได้ที่ คณะวิศวกรรมและอุตสาห-กรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โทร. 0-5387-8123

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการทำสวนยาง (2555) นำเสนอการจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management) การผลิตปุ๋ยอินทรีย์วิธีใหม่ "วิศวกรรมแม่โจ้ 1" ไว้ดังนี้

1. นำเศษข้าวโพดหรือฟางข้าว 4 ส่วนกับมูลสัตว์ 1 ส่วน โดยปริมาตร (ถ้าเศษพืชเป็นใบไม้ให้ใช้อัตราส่วนใบไม้ 3 ส่วน ต่อมูลสัตว์ 1 ส่วน) มาวางเป็นชั้น ๆ จำนวน 15-17 ชั้น รดน้ำแต่ละชั้นให้มีความชื้น กองเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีความสูงไม่ต่ำกว่า 1.50 เมตร ฐานกว้าง 2.5 เมตร ส่วนความยาวของกองจะยาวเท่าไหร่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับปริมาณเศษพืชและมูลสัตว์ที่มี ความสำคัญของการที่ต้องทำเป็นชั้นบางๆ 15-17 ชั้น เพื่อให้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในมูลสัตว์ได้ใช้ทั้งธาตุคาร์บอน (มีอยู่ในเศษพืช) และธาตุไนโตรเจน (มีในมูลสัตว์) ในการเจริญเติบโตและสร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ ซึ่งจะทำให้การย่อยสลายวัตถุดิบเป็นไปอย่างรวดเร็ว

ฟางข้าว 4 เข่ง พับด้วยมูลโค 1 เข่ง (หรือ 2 กระสอบ) วางเป็นชั้นบาง ๆ 15-17 ชั้น ฐานกว้าง 2.5 เมตร รดน้ำแต่ละชั้นให้ชุ่ม



วางวัตถุดิบจำนวน 15-17 ชั้น กองเป็นรูปสามเหลี่ยม สูง 1.5 เมตร มีความยาวของกองไม่จำกัด

2. รักษาความชื้นภายในกองปุ๋ยให้มีความเหมาะสมอยู่เสมอตลอดเวลา มีค่าประมาณร้อยละ 60-70 โดยมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รดน้ำภายนอกกองปุ๋ยทุกเช้า (ถ้าฝนตกก็ให้งดขั้นตอนนี้)

ขั้นตอนที่ 2 ใช้ไม้เทงกองปุ๋ยให้เป็นรูลึกถึงข้างล่างแล้วกรอกน้ำลงไป ระยะห่างของรูประมาณ 40 เซนติเมตร ทำขั้นตอนที่สองนี้ 5 ครั้ง ระยะเวลาห่างกัน 10 วัน เมื่อเติมน้ำเสร็จแล้วให้ปิดรูเพื่อไม่ให้สูญเสียความร้อนภายในกองปุ๋ย ขั้นตอนที่สองนี้แม้ว่าอยู่ในช่วงของฤดูฝนก็ยังต้องทำ เพราะน้ำฝนไม่สามารถไหลซึมเข้าไปในกองปุ๋ยได้ เกษตรกรจึงสามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ด้วยวิธีนี้ในฤดูฝนได้ด้วย

ภายในเวลา 5 วันแรก กองปุ๋ยจะมีค่าอุณหภูมิสูงขึ้นมาก บางครั้งสูงถึง 70 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นเรื่องปกติสำหรับกองปุ๋ยที่ทำได้ถูกวิธี ความร้อนสูงนี้เกิดจากกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ (จุลินทรีย์มีมากมายและหลากหลายในมูลสัตว์อยู่แล้ว) และความร้อนสูงนี้ยังเป็นสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยอีกด้วย หลังจากนั้นอุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลงจนมีค่าอุณหภูมิปกติที่อายุ 60 วัน

3. เมื่อกองปุ๋ยมีอายุครบ 60 วัน กองปุ๋ยจะมีความสูงเหลือเพียง 1 เมตร ถ้าหยุดให้ความชื้น แล้วทำปุ๋ยอินทรีย์ให้แห้งเพื่อให้จุลินทรีย์สงบตัวและไม่ให้เป็นอันตรายต่อรากพืช วิธีการทำปุ๋ยอินทรีย์ให้แห้งอาจทำโดยทิ้งไว้ในกองเฉย ๆ หรือยายแผ่กระจายให้มีความหนาประมาณ 20-30 เซนติเมตร ซึ่งจะแห้งภายในเวลา 3-4 วัน สำหรับผู้ที่ต้องการจำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ก็อาจนำปุ๋ยอินทรีย์ที่แห้งแล้วไปปั่นให้มีขนาดเล็กสม่ำเสมอ ซึ่งมีราคากิโลกรัมละประมาณ 5-7 บาท กองปุ๋ยที่สูง 1.5 เมตร จะสามารถเก็บกักความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์เอาไว้ในกองปุ๋ยความร้อนนี้นอกจากจะเป็น

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ชนิดชอบความร้อนสูงที่มีในมูลสัตว์แล้ว เมื่อความร้อนนี้ลอยตัวสูงขึ้นจะทำให้อากาศภายนอกที่เย็นกว่าไหลเข้าไปภายในกองปุ๋ย (เกิดจากการพาความร้อนแบบปล่องไฟ หรือ Chimney Convection) อากาศภายนอกที่ไหลหมุนเวียนเข้ากองปุ๋ยนี้ช่วยทำให้เกิดสภาวะการย่อยสลายของจุลินทรีย์แบบใช้อากาศ ทำให้กองปุ๋ยไม่มีกลิ่นหรือน้ำเสียใด ๆ

รักษาความชื้นภายนอกโดยรดน้ำทุกเช้า ขั้นตอนที่สอง เอาไม้แทงกองปุ๋ยทุก ๑๐ วัน เพื่อเติมน้ำ

**หัวใจสำคัญของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์วิธี "วิศวกรรมแม่โจ้ ๑"**

หัวใจสำคัญของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ด้วยวิธีนี้คือ ต้องรักษาความชื้นภายในกองปุ๋ยให้มีความเหมาะสมอยู่เสมอตลอดเวลาทั้งภายในและภายนอกกองปุ๋ยด้วยวิธีการสองขั้นตอนข้างต้น บริเวณใดที่แห้งเกินไปจุลินทรีย์จะไม่สามารถปฏิกิจกรรมการย่อยสลายได้ กระบวนการจึงอาจใช้เวลานานถึง ๖ เดือนถึง ๑ ปีก็ได้

**ข้อห้ามของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์วิธี "วิศวกรรมแม่โจ้ ๑"**

ข้อห้ามของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์วิธีนี้คือ

๑. ห้ามขึ้นเหยียบกองปุ๋ยให้แน่น หรือเอาผ้าคลุมกองปุ๋ยหรือเทดินปิดคลุมด้านบนกองปุ๋ย เพราะจะทำให้อากาศไม่สามารถไหลเวียนได้

๒. ห้ามละเลยการดูแลความชื้นทั้งสองขั้นตอน เพราะถ้ากองปุ๋ยแห้งเกินไปจะทำให้ระยะเวลาแล้วเสร็จนานและปุ๋ยอินทรีย์มีคุณภาพต่ำ

๓. ห้ามวางเศษพืชเป็นชั้นหนาเกินไป การวางเศษพืชเป็นชั้นหนาเกินไปจะทำให้จุลินทรีย์ที่มีในมูลสัตว์ไม่สามารถเข้าไปย่อยสลายเศษพืชได้

4. ห้ามทำกองปุ๋ยใต้ต้นไม้ เพราะความร้อนของกองปุ๋ยอาจทำให้ต้นไม้ตายได้

5. ห้ามระบายความร้อนออกจากกองปุ๋ย เพราะความร้อนสูงในกองปุ๋ยจะช่วยให้จุลินทรีย์ทำงานได้ดีมากขึ้น และยังช่วยให้เกิดการไหลเวียนของอากาศผ่านกองปุ๋ยอีกด้วย

เศษพืชทุกชนิดสามารถมาใช้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์วิธีนี้ได้ เช่น ฟางข้าว ซัง และเปลือกข้าวโพด ผักตบชวา เศษผักจากตลาด และเศษใบไม้ เป็นต้น ส่วนมูลสัตว์สามารถนำมาใช้ได้ทั้งมูลโค มูลไก่ และมูลสุกร โดยพบว่า ฟางและเศษข้าวโพดเป็นเศษพืชที่ย่อยสลายได้ง่ายที่สุด เมล็ดลำไยหรือลิ้นจี่ก็สามารถนำมาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้ แต่ต้องนำไปตีบดในเครื่องย่อยเศษพืชเสียก่อน

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์วิธีนี้จะช่วยลดการเผาเศษพืชในแปลงเพาะปลูกได้ โดยการตัดตอซังและนำตอซังและฟางข้าวกับมูลสัตว์ขึ้นกองปุ๋ยด้วยวิธีใหม่นี้ในทุ่งนา และควรทำกองปุ๋ยใกล้แหล่งน้ำเพื่อความสะดวกในการดูแลความชื้นเมื่อปุ๋ยอินทรีย์แห้งหรือถึงฤดูการเพาะปลูกก็นำไปโรยเตรียมในนาแล้วไถกลบไปพร้อมกับการเตรียมดินได้เลย ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาและแรงงานได้มาก

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ( 2555) นำเสนอคุณสมบัติของสารเร่ง พด.1 - พด.12 โดย นายชัยวัฒน์ สิทธิบุศย์ อธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน เปิดเผยว่า ตามที่กรมฯดำเนินการแจกสารเร่งจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เพื่อส่งเสริม เกษตรกรนำไปใช้ปรับปรุงบำรุงดิน โดยยึดหลักยุทธศาสตร์การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และ ผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีชีวภาพ 12 มหัศจรรย์ของกรมฯ เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยและสารเคมี ซึ่งจากสำรวจพบว่า มีสถิติการใช้สารเคมีลดลงมาก แต่เกษตรกรบางส่วนยัง เข้าใจการใช้ผลิตภัณฑ์ผิดพลาดไม่ถูกต้อง ดังนั้น กรมฯจึงจัดทำคำอธิบายความของสารเร่ง พด.1-12 ไว้เผยแพร่ เพื่อให้การขอรับการบริการได้อย่างถูกต้อง

**คุณสมบัติของสารเร่ง พ.ด. 1 - 10**

สารเร่ง พด.1 : ใช้ผลิตปุ๋ยหมักในเวลาอันสั้น นำไปใช้เพิ่มความสมบูรณ์แก่ดิน

สารเร่ง พด.2 : สำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ เร่งการเจริญเติบโตของรากพืช เพิ่มการขยายตัวของใบ ขยัดตัวของลำต้น ส่งเสริมการออกดอกและติดผล หรือใช้ทำความสะอาดคอกสัตว์เลี้ยง

สารเร่ง พด.3 : ใช้ผลิตเชื้อจุลินทรีย์ควบคุมเชื้อสาเหตุโรครากและโคนเน่าของพืช ส่วนสารปรับปรุงบำรุงดิน

สารเร่ง พด.4 : ใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อการเกษตร ปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช หรือยืดอายุของปุ๋ยที่ใช้ในดินได้นานขึ้น

สารเร่ง พด.5 : สำหรับผลิตสารกำจัดวัชพืชประเภทหญ้าและวัชพืชใบกว้าง เช่น หญ้าดินกว หญ้านกสีชมพู หญ้าละออง หญ้าแพรก

สารเร่ง พด.6 : สำหรับผลิตสารบำบัดน้ำเสีย และขจัดกลิ่นเหม็นจากเศษอาหารเหลือทิ้ง ทำความสะอาดคอกสัตว์

สารเร่ง พด.7 : สำหรับผลิตสารป้องกันแมลงศัตรูพืช เช่น เพลี้ยต่างๆ หนอนเจาะผลและลำต้น หนอนใยผัก

สารเร่ง พด.8 : ใช้ผลิตเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสฟอรัสในดิน ทำให้พืชเจริญเติบโตสมบูรณ์ ร่วมกับการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ

สารเร่ง พด.9 : ผลิตเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินเปรี้ยวมัยย ทำให้ต้นพืช เจริญเติบโตและสมบูรณ์ และสารปรับปรุงดิน

สารเร่งพด.10 :สำหรับการปรับปรุงดินทรายและดินเสื่อมโทรม เพราะมีคุณสมบัติทำให้ดินจับตัว

สารเร่งพด.11 :เป็นผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศ เพื่อเพิ่มมวลชีวภาพให้แก่พืชปรับปรุงบำรุงดิน

สารเร่งพด.12 :เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน และสร้างฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี ( 2555) นำเสนอเรื่องอีเอ็มไว้ดังนี้ กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ หรือ อีเอ็ม (อังกฤษ: Effective Microorganisms: EM) เป็นเครื่องหมายการค้าของบริษัท EM Research Organization, Inc. สำนักงานใหญ่อยู่ที่โอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น โดยทั่วไป อีเอ็มหมายถึงส่วนผสมของเหลวที่มีจุลชีพแบบไม่ใช้อากาศ (anaerobic organisms) อยู่อย่างน้อย 3 ชนิด

อีเอ็มเทคโนโลยี ใช้ส่วนผสมของจุลชีพที่เพาะจากห้องปฏิบัติการ ส่วนผสมหลักนั้นประกอบด้วย แบคทีเรียกรดแลกติก (Lactic acid bacteria), แบคทีเรียม่วง (purple bacteria) และ ยีสต์

ผู้ผลิตน้ำจุลินทรีย์แบบอีเอ็มหลายแห่งอ้างว่าจุลชีพเหล่านี้สามารถอยู่ร่วมกันได้และมีประโยชน์ทั้งสภาพแวดล้อม จุลชีพเหล่านั้นได้แก่ Lactobacillus casei (แบคทีเรียกรดแลคติค), Rhodopseudomonas palustris (แบคทีเรียสังเคราะห์แสง), Saccharomyces cerevisiae (ยีสต์) และจุลชีพอื่นๆที่อยู่ในสภาพธรรมชาติของส่วนผสมอีเอ็ม

จุดกำเนิดแนวคิดของจุลชีพที่เป็นมิตร มาจากศาสตราจารย์ เทรู โอะ ฮิกะ (Teruo Higa) จาก มหาวิทยาลัยริวกิว (University of the Ryukyus, โอกินาวา, ประเทศญี่ปุ่น) ในช่วงทศวรรษ 1980 ฮิกะได้รายงานถึงส่วนผสมที่ได้จากการจัดหมู่ของจุลชีพต่างๆ ที่มีความสามารถในการช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุโดยมีผลดีกับกระบวนการต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต ฮิกะได้เสนอทฤษฎีหลักที่ใช้อธิบายผลของอีเอ็มไว้ว่า จุลชีพ 3 กลุ่มสามารถอยู่ร่วมกันได้โดย จุลชีพเชิงบวก (positive microorganisms) ทำหน้าที่สร้าง, จุลชีพเชิงลบ (negative microorganisms) ทำหน้าที่ย่อยสลาย, และจุลชีพฉวยโอกาส (opportunist microorganisms) ในตัวกลางชนิดต่างๆ (ไม่ว่าจะเป็นดิน น้ำ อากาศ หรือ ลำไส้มนุษย์) อัตราส่วนของจุลชีพเชิงบวกต่อจุลชีพเชิงลบนั้นสำคัญมากเพราะว่าจุลชีพฉวย โอกาสจะทำตามแนวโน้มไม่ว่าจะเป็นการสร้างหรือย่อยสลาย ดังนั้นฮิกะเชื่อว่า เป็นไปได้ที่จะสร้างผลกระทบด้านดีได้โดยการเพิ่มจุลชีพเชิงบวกเข้าไป

การตรวจสอบหลักการของอีเอ็มที่ฮิกะยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ และยังไม่มีหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์สนับสนุน เรื่องนี้ฮิกะเองก็ยอมรับดังปรากฏในรายงานของเขา ในปี 1994 ที่ฮิกะเขียนร่วมกับนักจุลชีววิทยาธรณี เจมส์ เอฟ, พาร์ (James F. Parr) ที่สรุปว่า "ข้อจำกัดโดยหลัก...คือปัญหาในการทำซ้ำอีกครั้งโดยให้ได้ผลเหมือนเดิม" พาร์กับฮิกะบอกว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำปฏิกิริยาของอีเอ็มกับจุลินทรีย์พื้นถิ่น คือ ค่า pH ของดิน, การไถพรวน, อุณหภูมิของดิน และการเติมน้ำท่วม รวมถึงยังมีปัจจัยอื่นๆ อีก แนวคิดเชิงหลักการที่ฮิกะกับพาร์เสนอขึ้นมาคือ การรักษาค่า pH และอุณหภูมิของดินให้อยู่ภายในขอบเขตเงื่อนไขซึ่งรู้กันว่าจะสร้างความเสียหายแก่จุลชีพเชิงลบ เช่นกันกับการเพิ่มอีเอ็มลงไปเพื่อรักษาสมดุลระหว่างจุลชีพเชิงบวกกับเชิงลบ เพื่อให้จุลชีพเชิงบวกอยู่ต่อไปได้ ด้วยเหตุผลเหล่านี้ ผู้คิดค้นหลักของเทคโนโลยีนี้ (ฮิกะกับพาร์) ได้คัดจุลชีพที่เป็นประโยชน์ที่เพาะลงไป ซึ่งเป็นจุลชีพเดี่ยวเพียงตัวเดียวซึ่งไม่ได้ประสิทธิผลขึ้นกับความไม่แน่นอนของสภาวะเงื่อนไขที่จุลชีพเดี่ยวจะสามารถก่อประสิทธิผลขึ้นได้ พวกเขาระบุว่า การรับรู้ทางวิทยาศาสตร์ในหมู่นักวิทยาศาสตร์ว่าจุลชีพหลายๆ ตัว (เช่นในกรณีของไบคาฟิ ซึ่งฮิกะเป็นผู้คิดค้นและทำการตลาดเอง) ร่วมกันกับการจัดการดินที่ดี จะส่งผลทางบวกต่อจุลชีพในดินและการเจริญเติบโตของพืชพรรณได้ ทั้งสองร้องขอให้มีการทำวิจัยเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาข้อมูลเกี่ยวกับจุลชีพใน ดินและปฏิกิริยาของพวกมัน

มีงานวิจัยต่อๆ มาอีกหลายชิ้นที่ได้ทดสอบทฤษฎีของฮิกะ เช่น งานของ ลวิน (Myint Lwin) และระนามุกคาราชี (S. I., Ranamukhaarachchi) ที่ศึกษาการใช้การควบคุมทางชีวภาพกับโรคเหี่ยวเฉาของแบคทีเรีย และแสดงให้เห็นว่า การใช้อีเอ็ม และ ปุ๋ยหมักอีเอ็ม (EM Bokashi) เป็นตัวควบคุมชีวภาพ 2 ตัวที่มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนั้นยังมีงานอื่นๆอีก เช่น ยามวะและซูที่ศึกษาการใช้อีเอ็มในการทำปุ๋ยอินทรีย์ , ซุย-เลียน-ซูที่ศึกษาอีเอ็มกับการสังเคราะห์แสงและผลผลิตของข้าวไพตหวาน เป็นต้น

การใช้งานอีเอ็ม อีเอ็มเทคโนโลยี นั้นถูกใช้ในกิจกรรมของการเกษตรและการดำเนินชีวิตตามแนวคิดหยั่งยืน และยังถูกอ้างถึง การช่วยให้สุขภาพของคนและสัตว์เลี้ยงดีขึ้น รวมถึงประโยชน์ในการจัดการกับของเสีย

สมุทรี ยิ่งชัชวาล (2554) นำเสนอบทความ "ใช้อินทรียวัตถุให้ถูกประเภท" ไว้ดังนี้

ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizer) คือสารที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ที่มีปริมาณธาตุอาหารพืชสูงพอที่มีความคุ้มค่าในการใช้เป็นปุ๋ยได้ ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์จึงอยู่ที่ปริมาณธาตุอาหารพืช โดยไม่มีการกำหนดตายตัวว่าต้องมีสูตรอาหารอย่างไร หรือมีปริมาณเท่าใด

ส่วนมวลชีวภาพและอินทรียวัตถุ (biomass and organic matter) หมายถึงเศษซากของสิ่งมีชีวิตทุกรูปแบบ โดยทั่วไปจะหมายถึงเศษชิ้นส่วนที่ยังคงรูปเดิมอยู่บ้างพอที่จะบอกได้ว่าเป็นอะไร ในขณะที่อินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter) มีความหมายเชิงวิชาการที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวภาพและกิจกรรมโดยสิ่งมีชีวิตในดิน

**อินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งตามธรรมชาติของไนโตรเจนในดิน**

การเติมอินทรียวัตถุลงในดินเป็นการให้แหล่งพลังงานและคาร์บอนโดยตรงแก่สิ่งมีชีวิตในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกจุลินทรีย์ดิน แต่พืชยังไม่ได้ประโยชน์ทันทีเหมือนสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นได้ เพราะพืชได้คาร์บอนจากอากาศในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และได้พลังงานส่วนใหญ่จากแสงแดดอยู่แล้ว พืชจะได้ป ระโยชน์จากอินทรียวัตถุต่อเมื่อได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิตในดินมาก่อนแล้ว ทำให้ธ าตุอาหารพืชถูกปลดปล่อยออกมา และธาตุอาหารที่เป็นตัวหลักใหญ่คือไนโตรเจน

สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนในบวลชีวภาพและอินทรียวัตถุทุกรูปแบบ เป็นแหล่งใหญ่ที่สุดของไนโตรเจนในดินธรรมชาติ สารประกอบไนโตรเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ทางพร้อมกัน คือ กระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจน (N mobilization/ mineralization) ผลที่ได้คือแอมโมเนียม อีกกระบวนการหนึ่งที่เกิดในทางกลับกัน คือไนโตรเจนสามารถถูกตรึงไปอยู่ในรูปเป็นองค์ประกอบ/สารประกอบภายในเซลล์จุลินทรีย์ได้ (N immobilization) ซึ่งเป็นการตรึงให้อยู่ในรูปแอมโมเนียมและไนเตรต ผลลัพธ์สุทธิของไนโตรเจนระหว่างอยู่ในรูป "ถูกปลดปล่อย หรือ ถูกตรึง" เกิดจากปริมาณไนโตรเจนเดิมที่มีอยู่ในอินทรียวัตถุเริ่มต้น ถ้าอินทรียวัตถุมีไนโตรเจนอยู่ในปริมาณมากเกินความต้องการของจุลินทรีย์ ไนโตรเจนส่วนเกินจะถูกปลดปล่อยออกมาสู่ดิน ในทางกลับกันหากอินทรียวัตถุมีปริมาณไนโตรเจนไม่เพียงพอ จุลินทรีย์จะตึงไนโตรเจนจากดินรอบข้าง ทำให้เกิดสภาพขาดไนโตรเจนสำหรับพืช ในขณะเดียวกันทำให้การดำเนินกิจกรรมทั้งของพืชและจุลินทรีย์ชะลอตัวลง

การขาดไนโตรเจนในดินเพราะถูกจุลินทรีย์ดึงไปใช้มักเป็นสภาพชั่วคราว เพราะแม้ว่าการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดินจะเกิดได้ช้าในกรณีที่มีปริมาณไนโตรเจนจำกัด แต่ยังเกิดได้ต่อเนื่อง โดยที่คาร์บอนจะถูกจุลินทรีย์นำไปใช้ย่อยสลายในกระบวนการหายใจของเซลล์ และเปลี่ยนรูปเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่แพร่ออกจากดินทำให้ปริมาณของคาร์บอนในอินทรียวัตถุลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่ไนโตรเจนยังคงอยู่ในดิน เมื่อกระบวนการย่อยสลายดำเนินไปจนถึงที่สุด ปริมาณคาร์บอนจะลดลงมากจนกลายเป็นตัวจำกัดการดำรงชีพของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะตายลงและกิจกรรมย่อยสลายจะเกิดในอัตราที่ลดช้าลงมาก ไนโตรเจนในขณะนั้นกลับกลายเป็นที่มีปริมาณมากเกินความต้องการใช้ของจุลินทรีย์ จึงกลายเป็นส่วนที่พืชนำไปใช้ได้ อย่างไรก็ดีแม้ก ระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุจะปลดปล่อยไนโตรเจนให้ดินได้ แต่อัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนจะไม่เร็วพอที่จะทันกับความต้องการใช้ ของพืชทางการเกษตรได้ จึงจำเป็นที่ต้องมีการเติมไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยเคมีโดยตรง หรือในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงพอ รวมถึงการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการตรึงไนโตรเจนในดินของจุลินทรีย์ที่มีความสามารถเฉพาะ และการปลูกพืชหมุนเวียนหรือใถกลบพืชที่มีไนโตรเจนสูง

สภาวะที่ว่าไนโตรเจนในดินจะอยู่ในรูปถูกปลดปล่อยหรือถูกตรึง มักเป็นที่ยอมรับว่าให้คาดเดาจากค่า สัดส่วนปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนของอินทรียวัตถุ (C/N ratio of the organic matter) หรือความเข้มข้นของ ไนโตรเจนในดิน โดยที่สองตรรชนีนี้มีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างมาก

**บทบาทของอัตส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)**

อัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ นอกจากปัจจัยด้านกายภาพคือขนาดและตำแหน่งของอินทรียวัตถุในดิน และความชื้นที่จุลินทรีย์ต้องการสำหรับการดำเนินชีพแล้ว ปัจจัยที่มีบทบาทมากที่สุดคือค่า C/N

ปริมาณคาร์บอนในเศษพืชมีอยู่ประมาณร้อยละ 42 ส่วนปริมาณคาร์บอนในอินทรียวัตถุในดินมีอยู่ร้อย ละ 40-58 ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในเศษพืชมีอยู่ต่ำและผันแปรมาก คือมีในช่วงร้อยละน้อยกว่า 1 และไม่ เกิน 6 สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญในประเด็นที่ว่า เมื่อไนโตรเจนมีปริมาณต่ำซึ่งทำให้ค่า C/N มีระดับสูง จุลินทรีย์จะแก่งแย่งไนโตรเจนกันและไนโตรเจนกลายเป็นตัวจำกัดอัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุดังนั้น ค่า C/N จึงเป็นดรรชนีชี้บ่งอัตราเร็วของการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ และอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนที่ เป็นประโยชน์ต่อพืช

C/N ของเศษพืชมีค่าระหว่าง 10/1 ถึง 30/1 ในพืชตระกูลถั่วและใบพืชสด และมีค่าสูงได้ถึง 600/1 ในขี้เลื่อยของพืชบางชนิด เมื่อพืชมีอายุมากขึ้น ชิ้นส่วนพืชมักมีปริมาณไนโตรเจนลดลงในขณะที่สารประกอบ คาร์บอนในรูปทยอยสลายยากคือ ลิกนินและเซลลูโลสมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้ C/N มีระดับเพิ่มขึ้นในชิ้นส่วนพืชที่ มีอายมากในขณะที่ C/N ของเซลล์จุลินทรีย์มีระดับต่ำและผันแปรน้อยกว่า โดยทั่วไปเซลล์จุลินทรีย์จะมีค่าอยู่ ในช่วง 5/1 ถึง 10/1 สำหรับอินทรียวัตถุในดิน โดยเฉพาะที่อยู่ในดินชั้นไถพรวน (Ap horizon) มีระดับ C/N อยู่ ในช่วง 8/1 ถึง 15/1 ดินชั้นล่างลงไปจะมีค่าสัดส่วนต่ำกว่าลงอีก ระดับของ C/N ในดินภายใต้สภาพอากาศและการ จัดการหนึ่งๆมักมีระดับที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

หากเซลล์ของจุลินทรีย์มีค่า C/N เท่ากับ 8/1 หมายความว่าประกอบด้วยปริมาณของคาร์บอน 8 ส่วน ต่อไนโตรเจน 1 ส่วน เนื่องจากเซลล์ของจุลินทรีย์ใช้สารประกอบคาร์บอนที่ได้จากการย่อยสลายในการสร้างเป็น องค์ประกอบของเซลล์เพียง 1/3 ของทั้งหมด ปริมาณคาร์บอนอีก 2/3 จะถูกย่อยสลายเป็นแก๊สในกระบวนการ หายใจ ดังนั้น อาหารที่จุลินทรีย์ใช้ได้จึงควรมี C/N อยู่ที่ประมาณ 24/1 หาก C/N ของอินทรียวัตถุที่ใส่ในดินมีค่าสูง กว่าประมาณ 24/1 จุลินทรีย์จะต้องดูดใช้ไนโตรเจนส่วนที่ไม่เพียงพอจากดินรอบข้าง จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์ว่า การใส่อินทรียวัตถุที่มีระดับ C/N สูงๆ หรือเมื่อใส่เศษพืชครั้งละมากๆ ทำให้ไนโตรเจนของดินลดลงเพราะถูก จุลินทรีย์ดึงไปใช้ ซึ่งอาจเกิดเป็นระยะเวลาไม่กี่วันจนนานเป็นเดือนได้

ตามแนวคิดดังกล่าว จึงทำให้เกิดแนวทางปฏิบัติว่าให้ใช้ระดับของ C/N ของอินทรียวัตถุที่ไม่สูงกว่า ประมาณ 20 เป็นดรรชนีคาดเดาความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากแหล่งอินทรียวัตถุ และทำให้มีคำแนะนำเมื่อ ใส่อินทรียวัตถุที่มีระดับ C/N สูงกว่านี้ ว่าให้แก้ไขด้วยการเติมปุ๋ยไนโตรเจนให้กับอินทรียวัตถุเหล่านั้นเมื่อใส่ในดิน หรือให้ปรับวัตถุประสงค์ของการใช้อินทรียวัตถุที่ระดับ C/N สูงมากๆว่าเป็นการใส่เฉพาะที่ผิวดินเพื่อใช้เป็นวัสดุ คลุมดิน (mulch) ซึ่งเมื่อแรกให้อินทรียวัตถุอยู่ที่ผิว

ดินที่แห้งและไกลจากไนโตรเจนในดิน จะทำให้การย่อยสลาย ของวัสดุคลุมดินเกิดได้ช้าและเกิดการดึงไนโตรเจนจากดินได้น้อย จึงเหมาะในการใช้ปกป้องผิวดินจากการกระแทก ของฝน ใช้รักษาความชื้นให้คงอยู่ในดิน และใช้ลดการงอกของเมล็ดวัชพืช เป็นต้น

ในด้านปฏิบัติ อินทรียวัตถุที่ยังคงสภาพเดิมอยู่มาก เช่น ขี้เลื่อย แกลบ และเปลือก/ชิ้นไม้ มีความ เหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัสดุคลุมดิน แต่หากให้คลุกผสมในดินจะกลับกลายเป็นผลเสียในแง่ของการทำให้เกิดการ ขาดไน โตรเจนสำหรับพืช ในขณะที่สารที่ถูกย่อยยากจริงๆ (เช่น peat moss/ humic materials) เมื่อคลุกในดินไม กระถางปลูก กลับไม่ทำให้เกิดการขาดไนโตรเจน เพราะจุลินทรีย์ย่อยสารกลุ่มนี้ได้ช้ามาก เนื่องจากสารเหล่านี้ผ่าน การย่อยสลายมามากแล้วจนระดับ C/N มีค่าต่ำ

**กลุ่มของอินทรียวัตถุในดินตามลำดับขั้นตอนการย่อยสลาย**

อินทรียวัตถุที่ใช้เป็นวัสดุคลุมดินถือเป็นการใช้ในเชิงกายภาพ เพราะไม่ได้มีเป้าหมายอยากให้เกิดการย่อยสลายปลดปล่อยสารอินทรีย์จากอินทรียวัตถุนั้นๆ แต่การใช้อินทรียวัตถุส่วนใหญ่มีจุดมุ่งหมายที่ใส่ผสมลง ดินเพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดังนั้น อินทรียวัตถุที่ใส่ลงสู่ดิน จะผ่านขั้นตอนของการย่อย สลายโดยจุลินทรีย์ดินจนกลายเป็นสารที่เรียกใหม่ว่า อินทรียวัตถุในดิน อัตราการย่อยสลายจะบ่งบอกระดับความ ยากง่ายของการแปรรูปของสารประกอบใน อินทรียวัตถุนั้น อินทรียวัตถุในดินแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามลำดับขั้นตอน การถูกย่อยสลาย ได้แก่ กลุ่มที่มีการแปรรูปรวดเร็ว (active fraction) กลุ่มที่มีการแปรรูปช้า (slow fraction) และ กลุ่มที่มีการแปรรูปเฉื่อย (passive fraction) อินทรียวัตถุในดินในขณะหนึ่งๆจะมีทั้งสามกลุ่มในสัดส่วนมากน้อย ขึ้นกับสัดส่วนของอัตราการเติมใส่เทียบกับอัตราการสูญเสียจากการถูกย่อยสลาย

1. กลุ่มที่มีการแปรรูปรวดเร็ว

อินทรียวัตถุในดินส่วนนี้ เป็นส่วนที่มีค่าสัดส่วนพาร์เยนค่อนไนโตรเจนสูง คือมีระดับ C/N อยู่ในช่วง 15-30 มีความคงสภาพในดินสั้น คือปริมาณครึ่งหนึ่ง (half life) อาจถูกเปลี่ยนสภาพไปภายในระยะเวลาเป็นเดือน ถึงไม่กี่ปี อินทรียวัตถุส่วนนี้คือส่วนที่ยังมีสภาพเดิมของเศษซากชีวิตให้เห็นได้อยู่มาก

อินทรียวัตถุในดินกลุ่มนี้มีสารประกอบที่สิ่งมีชีวิตในดินสามารถนำไปใช้ได้ในปริมาณมาก และอยู่ใน รูปที่ใช้ได้ง่าย เช่น น้ำตาลแป้ง และโปรตีน การย่อยสลายอินทรียวัตถุกลุ่มที่มีการแปรรูปรวดเร็วนี้จะกระตุ้นให้เกิด กิจกรรมของจุลินทรีย์อย่างมาก จุลินทรีย์ดินที่เคยอยู่ในสภาพเป็นสปอร์จะเริ่มมีกิจกรรมเกิดขึ้นใหม่ มีการผลิตและ ปลดปล่อยสารประกอบอินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างมากในดิน การเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุในดินกลุ่มนี้ จึงเหมือนเป็นการ เติมเชื้อเพลิงให้ไฟไหม้ได้อย่างรุนแรง

อย่างไรก็ดี เมื่อสิ่งมีชีวิตในดินเกิดกิจกรรมการย่อยสลายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ปริมาณของ อินทรียวัตถุในดินกลุ่มนี้ลดปริมาณลงอย่างรวดเร็วเช่นกันภายหลังจากใส่ อินทรียวัตถุในดินกลุ่มนี้

จึงมักมีสัดส่วน เพียงร้อยละ 10-20 ของปริมาณอินทรียวัตถุในดินทั้งหมด การรักษาระดับกิจกรรมของจุลินทรีย์ให้คงอยู่ได้ ทำโดย การเติมใส่อินทรียวัตถุใหม่ๆลงดินอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

2. กลุ่มที่มีการแปรรูปเฉื่อย

อินทรียวัตถุในดินในกลุ่มเฉื่อยเป็นส่วนที่ผ่านการย่อยสลายมาแล้วอย่างมาก จนเหลือเฉพาะสารที่มีรูปคงทน ซึ่งจะคงอยู่ในดินได้เป็นร้อยถึงพันปี มีระดับ C/N อยู่ในช่วง 7-10 สารที่เหลือคงอยู่นี้รวมเรียกว่า ฮิวมัส (humin and humic acids) ซึ่งแทรกผนึกรวมเข้ากับอนุภาคดินค่อนข้างเหนียวแน่น ทำให้จุลินทรีย์ดินเข้าถึงได้ ยาก จึงถูกนำออกไปย่อยสลายต่อในอัตราที่ช้ามาก ปริมาณของฮิวมัสมีประมาณร้อยละ 60-90 ของอินทรียวัตถุใน ดินทั่วไป ซึ่งจะยังมีการเปลี่ยนแปลงลดปริมาณลงอย่างช้าๆ ฮิวมัสมีขนาดเล็กเป็นสารแขวนลอย มีประจุที่ผิวที่เป็น ทั้งประจุบวกและลบ จึงมีบทบาทในเรื่องการดูดซับธาตุอาหารต่างๆ (ion exchange capacity) และเพิ่มความ คงทนของก้อนดิน ทำให้โครงสร้างดินพัฒนาเป็นแบบเม็ดกลมเล็ก ซึ่งลดช่องว่างขนาดใหญ่และช่วยชะลอการไหล ชะล้างธาตุอาหาร โดยน้ำในหน้าดิน

3. กลุ่มที่มีการแปรรูปช้า

อินทรียวัตถุในดินที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างสองกลุ่มที่กล่าวไปแล้วข้างต้น คือกลุ่มที่มีการแปรรูปช้า เป็นอินทรียวัตถุที่รวมชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อพืชที่มีขนาดละเอียดมาก มีปริมาณลิกนินและสารประกอบที่สลายได้ยาก อยู่มาก อินทรียวัตถุกลุ่มนี้มีอายุคงทนอยู่ได้นานเป็นสิบปี มีระดับ C/N อยู่ในช่วง 10-25 เป็นแหล่งให้ธาตุ อาหารหลักคือไน โตรเจนและธาตุอาหารพืชทุกชนิด อินทรียวัตถุกลุ่มนี้เป็นแหล่งอาหารที่รักษาให้กิจกรรมของ จุลินทรีย์ดั้งเดิมในดินดำเนินได้ในอัตราคงที่ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน

**การใช้อินทรียวัตถุให้ถูกประเภท จึงมีประเด็นดังนี้**

1. การใช้อินทรียวัตถุเพื่อคุณประสงค์เป็นวัสดุคลุมดิน จะใช้เศษซากสิ่งมีชีวิตที่มีค่า C/N สูงมากๆ เช่น มากกว่า 30 จนถึงเป็นร้อย (ได้แก่ ขี้นไม้ เปลือกไม้ ขี้เลื่อย) โดยใส่ที่ผิวดิน สัมผัสกับดินให้น้อยและให้อยู่ในสภาพแห้ง เพื่อให้ถูกจุลินทรีย์ดินย่อยสลายได้ในอัตราต่ำที่สุด การใช้ในประเด็นนี้เป็นการใช้เพื่อป้องกันผิวหน้าดิน และไม่ มุ่งหวังในเรื่องธาตุอาหารจากอินทรียวัตถุเหล่านี้

2. ในการปรับปรุงโครงสร้างดิน และกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอย่างมากมาย จะใช้ดินทรียวัตถุในกลุ่ม ที่มีการแปรรูปรวดเร็ว คืออินทรียวัตถุที่มีค่า C/N สูงอยู่ในช่วง 15-30 และ/หรือที่มีปริมาณคาร์บอนมาก ซึ่งจะ ได้จากเศษซากพืชหรือพืชสด โดยต้องมีการเติมใส่อย่างต่อเนื่อง เพราะอินทรียวัตถุกลุ่มนี้ถูกย่อยสลายหมดไป เร็วมาก มีการปลดปล่อยสารอินทรีย์หลากหลายและจำนวนมากในระหว่างกระบวนการย่อยสลาย โดยที่ ในโตรเจนในดินอาจถูกจุลินทรีย์ดึงไปใช้ ทำให้เกิดสภาพขาดในโตรเจนชั่วคราวสำหรับพืชได้ จึงควรลด ปัญหาด้วยการเติมในโตรเจนเพิ่มให้เพียงพอ

3. การใช้อินทรียวัตถุเพื่อจุดประสงค์ในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน คือเพื่อเป็นแหล่งของธาตุอาหารแก่พืช จะ ใช้อินทรียวัตถุในกลุ่มที่มีการแปรรูปร้า คืออินทรียวัตถุที่มีค่า C/N อยู่ระหว่าง 10 – 25 ที่มีปริมาณคาร์บอนปาน กลางควบคู่กับมีปริมาณไนโตรเจนบางเกินพอต่อความต้องการใช้ของจุลินทรีย์ดิน เป็นอินทรียวัตถุที่ผ่านการ ย่อยสลายส่วนหนึ่งมาก่อนแล้ว อินทรียวัตถุกลุ่มนี้ทำหน้าที่เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีบทบาทในการเป็นแหล่งให้ธาตุ อาหารไนโตรเจนและซัลเฟตเป็นหลัก ให้ฟอสฟอรัสรองลงไป และให้จุลธาตุทุกชนิด

4. อินทรียวัตถุในกลุ่มที่มีการแปรรูปเฉื่อย เป็นส่วนที่ผ่านการย่อยสลายมามาก จนมีปริมาณธาตุอาหารพืชเหลืออยู่ น้อย มีจุลินทรีย์นี้อยู่ชนิดที่ยังสามารถย่อยสลายดึงสารอาหารจากอินทรียวัตถุส่วนนี้ (ฮิวมัส) ได้ มีระดับ C/N ต่ำมากเหลือประมาณไม่เกิน 10 ประโยชน์ของฮิวมัสเป็นในด้านเคมีของดิน คือเป็นสารเพิ่มความจุในการ แลกเปลี่ยนไอออนของดิน

5. ในสภาพอากาศและการใช้ที่ดินแบบหนึ่งๆ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาจะมีค่าค่อนข้างคงที่ ภายใต้สภาพนั้นๆ ซึ่งเป็นอินทรียวัตถุในกลุ่มที่มีการแปรรูปเฉื่อย ดินในประเทศไทยที่อยู่ในเขตร้อนชื้น และมี จุลินทรีย์หลากหลาย ชุดดินเกือบทั้งหมดจะมีปริมาณอินทรียวัตถุประมาณร้อยละ 1 โดยที่ชั้นดินบนอาจมีค่าสูง ได้ถึงร้อยละ 2-3 แต่ดินชั้นล่างมักมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 0.5 (เกณฑ์มาตรฐานของค่าวิเคราะห์ดินสำหรับระดับของ อินทรียวัตถุในดินมีว่า ปริมาณร้อยละ 0.5-1.0 คือต่ำ ร้อยละ 1.5-2.0 คือปานกลาง และมากกว่าร้อยละ 3.5 ถือว่าสูง)

โดยสรุป อินทรียวัตถุชนิดต่างๆเมื่อใส่ลงดินจะผ่านขั้นตอนการถูกย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิตของดิน อินทรียวัตถุเหล่านี้ของมีปริมาณของคาร์บอนและค่าของ C/N เปลี่ยนแปลงจากระดับสูงจนลดต่ำลงเรื่อยๆ การใช้ ประโยชน์จึงควรจำแนกให้ถูกประเภท ไม่มีอินทรียวัตถุหนึ่งชนิดที่ในหนึ่งช่วงเวลาจะมีคุณสมบัติเหมาะกับทุกหน้าที่ คือเป็นทั้งวัสดุคลุมดิน เป็นสารปรับปรุงโครงสร้างของดิน เป็นปุ๋ยอินทรีย์ และเป็นสารช่วยดูดซับไอออนไว้ในดิน แต่อินทรียวัตถุจะทำได้ทุกหน้าที่ดังกล่าวข้างต้น ที่ดนละช่วงเวลาขณะผ่านการย่อยสลายแต่ละขั้นตอนภายในดิน

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปรัชญา นาบวงค์ และอรสุมา เมธาภาสร ( 2557). รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาผลการเติมส่วนประกอบในปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากวิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 โดยเปรียบเทียบผลของการใส่และไม่ใส่สาร พด.1 ในกองปุ๋ยหมักที่หมักด้วยวิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 พบว่ากองปุ๋ยที่เติม พด.1 มีการเปลี่ยนสภาพเร็วกว่าเพียงเล็กน้อย และเมื่อหมักจนครบ 60 วันปุ๋ยหมักมีสภาพการย่อยสลายที่คล้ายกันและมีค่าการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์มากกว่าปุ๋ยที่ไม่ได้เติมสาร พด.1 เพียงเล็กน้อย

ภัทรา (2548) รายงานผลการวิจัยประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ประเภทเศษผักและเศษใบไม้แห้ง โดยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 เศษผักและใบไม้แห้งสับและน้ำกลั่น ชุดที่ 2 เศษผักและใบไม้แห้งสับและEM1 (จากบริษัท อีเอ็ม ทีวเซ จำกัด) ชุดที่ 3 เศษผักและใบไม้แห้งสับและEM2 (จากหจก.หนองบัวขุบส) ชุดที่ 4 เศษผักและใบไม้แห้งสับและDMO (จากแม่ปิงเกษตรธรรมชาติ) ผลการศึกษาของการทดลองทั้ง 4 ชุด เมื่อสิ้นสุดการหมักที่เวลา 45 วัน พบว่าอุณหภูมิในถังหมักอยู่ในช่วง 21.7 ถึง 22.2 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่างจะอยู่ในช่วง 7.71 ถึง 8.01 ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน จะอยู่ในช่วง 28.59 ถึง 31.40 การสลลายของมวลจะอยู่ในช่วงร้อยละ 46.62 ถึง 59.39 แร่ธาตุอาหารหลักในโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพรแทสเซี่ยม ชุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 1.35 : 0.11 : 2.36 ชุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 1.26 :0.14:3.36 ชุดที่ 3 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 1.35 : 0.17:2.78 ชุดที่ 4 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 1.26 :0.19:3.30 ส่วนความชื้นของถังหมักจะถูกควบคุมไว้ที่ระดับร้อยละ 50 ถึง 60 สรุปว่า จุลินทรีย์ DMO มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ดีที่สุด

สุทิศาและภาวัลย์ (2559) รายงานผลการวิจัยเรื่อง ผลของจุลินทรีย์เร่งการย่อยสลายต่อสมบัติทางกายภาพ เคมี และการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมักจากใบลำไย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 6 ทรีทเมนต์ จำนวน 3 ซ้ำ ทรีทเมนต์ 1: ไม่ใส่จุลินทรีย์เร่งการย่อยสลาย, ทรีทเมนต์ 2: EM, ทรีทเมนต์ 3: พด.1, ทรีทเมนต์ 4: DMO, ทรีทเมนต์ 5: มูลไก่ และ ทรีทเมนต์ 6: หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ โดยหมักปุ๋ยในตะกร้าโดยใช้ใบลำไย (5 กก.) กากน้ำตาล (100 มล.) ปุ๋ยยูเรีย (10 กรัม) และจุลินทรีย์เร่งการย่อยสลาย (100 มล./กรัม) ผลการทดลองพบว่า การใช้จุลินทรีย์เร่งการย่อยสลายทั้ง 5 ชนิด ไม่ทำให้ความชื้น, อุณหภูมิ, pH, %OC, Total P2O5 และ การย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมักแตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ไม่ได้ใส่จุลินทรีย์ฯ ที่ระยะเวลาการหมัก 45 วัน แต่พบว่า %N ของปุ๋ยหมักในทรีทเมนต์ที่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยฯ มีปริมาณมากกว่าทรีทเมนต์ควบคุม, EM, พด.1 และ DMO ซึ่งส่งผลให้ค่า C/N ratio ของทรีทเมนต์ที่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยฯ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์โดยกรมวิชาการเกษตร เพียงทรีทเมนต์เดียว ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การทำปุ๋ยหมักจากใบลำไยสามารถทำได้โดยการตั้งกองปุ๋ยที่มีขนาดเล็ก ควรเพิ่มแหล่งไนโตรเจนให้กองปุ๋ยหมัก แต่หากใช้ปุ๋ยยูเรียอาจจะทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปแบบของแก๊สแอมโมเนียได้ โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารเร่งจุลินทรีย์เร่งการย่อยสลาย

# บทที่ 3
# อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

## วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ใบไม้แห้ง
2. มูลโค
3. พด.1
4. อี.เอ็ม.

## วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomize Complete Block Design) จำนวน 3 สิ่งทดลอง ( Treatment ) 3 ซ้ำ (Block) ซ้ำละ 1 กอง

สิ่งทดลองที่ 1 (T1) ไม่ใส่จุลินทรีย์

สิ่งทดลองที่ 1 (T2) ใส่จุลินทรีย์ พ.ด. 1

สิ่งทดลองที่ 1 (T3) ใส่จุลินทรีย์ อี.เอ็ม.

## ผังการทดลอง

N

| | | |
|---|---|---|
| $T_1R_3$ | $T_2R_3$ | $T_3R_3$ |
| $T_1R_2$ | $T_2R_2$ | $T_3R_2$ |
| $T_2R_1$ | $T_3R_1$ | $T_1R_1$ |

## การดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมใบไม้แห้ง 9 กองๆละ 1 ตัน
2. เตรียมมูลโค 270 กระสอบๆละ30 กิโลกรัม
3. ทำกองปุ๋ยหมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมเทคโนโลยีวิศวกรรมเม่โจ้ 1 จำนวน 9 กองตามผังการทดลอง โดยแต่ละกองใช้ใบไม้แห้ง 1 ตันและมูลโค 30 กระสอบ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่

จุลินทรีย์ สิ่งทดลองที่ 2 ใส่จุลินทรีย์ พ.ด. 1 อัตรา 1 ซองต่อปุ๋ยหมัก 1 ตัน สิ่งทดลองที่ 3 ใส่จุลินทรีย์ อี.เอ็ม.อัตรา 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 20 ลิตร โดยใส่ระหว่างการทำกองปุ๋ย ทั้งนี้ใบไม้แห้งที่ใช้ในซ้ำที่ 1 หญ้าใบเลี้ยงเดี่ยวผสมฟางข้าว ซ้ำที่ 2 ใบไม้แห้งหลากหลายชนิด ซ้ำที่ 3 ฟางข้าว

4. พลิกกองปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ

5. เมื่อปุ๋ยหมักย่อยสลาย แล้วสุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์หาค่า ปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณธาตุไนโตรเจน ( Total N ), ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ( Total $P_2O_5$ ), ปริมาณธาตุโพรแทสเซียม ( Total $K_2O$ ), ความเป็นกรดด่าง ( pH ), อัตราส่วน C:N ratio และค่าการนำไฟฟ้า ( CE )

## การบันทึกข้อมูล

บันทึกผลการวิเคราะห์ค่า ปริมาณอินทรียวัตถุ, ปริมาณธาตุไนโตรเจน ( Total N ), ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ( Total $P_2O_5$ ), ปริมาณธาตุโพรแทสเซียม ( Total $K_2O$ ), ความเป็นกรดด่าง ( pH ), อัตราส่วน C:N ratio และค่าการนำไฟฟ้า ( CE )

### การวิเคราะห์การทดลอง

วิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูลด้วยวิธี Analysis of variance ( ANOVA ) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างด้วย Least Significant Difference ( LSD )

## สถานที่ทำการทดลอง

สถานที่เรียนรู้การผลิตปุ๋ยหมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ 4 แผนกวิชาพืชศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่ อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

## ระยะเวลาการทดลอง

ตั้งแต่วันที่ 22 กรกฎาคม 2559 - 22 ตุลาคม 2559

## ผลการวิจัย

ผลการศึกษา ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM), ปริมาณธาตุไนโตรเจน( Total N ), ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส( Total $P_2O_5$ ), ปริมาณธาตุโพรแทสเซียม( Total $K_2O$ ), ความเป็นกรดด่าง ( pH ) และค่าการนำไฟฟ้า ( CE ) ของปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วพบว่าทั้งสามสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 1 แต่ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วน C:N ratio พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 ใส่จุลินทรีย์ อี.เอ็ม. มีค่าสูงที่สุดคือ 19.7 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับสิ่งทดลองที่ 2 ใส่จุลินทรีย์ พ.ด. 1 และสิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่จุลินทรีย์เสริม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.5 และ 10.1 ตามลำดับ โดยทั้งสองสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว (ร้อยละ)

| สิ่งทดลอง | OM | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | pH | C:N | CE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_1$ ไม่ใส่จุลินทรีย์เสริม | 25.3 | 1.4 | 1.8 | 0.3 | 6.9 | 10.1$^b$ | 0.4 |
| $T_2$ ใส่จุลินทรีย์ พ.ด. 1 | 24.4 | 1.2 | 1.8 | 0.3 | 6.8 | 11.5$^b$ | 0.2 |
| $T_3$ ใส่จุลินทรีย์ อี.เอ็ม. | 37.9 | 1.2 | 1.5 | 0.3 | 6.7 | 19.7$^a$ | 0.2 |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns | ** | ns |
| $LSD_{0.01}$ | - | - | - | - | - | 4.60 | - |
| C.V. ( % ) | 28.65 | 23.08 | 35.88 | 16.67 | 5.15 | 13.04 | 56.67 |

## สรุปผล

ผลการศึกษาน้ำหมักกองปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้ว และผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM), ปริมาณธาตุไนโตรเจน( Total N ), ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส( Total $P_2O_5$ ), ปริมาณธาตุโพรแทสเซียม( Total $K_2O$ ), ความเป็นกรดด่าง ( pH ) และค่าการนำไฟฟ้า ( CE ) พบว่าทั้งสามสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ผลการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วน C:N ratio พบว่า การ ใส่จุลินทรีย์ อี.เอ็ม. ทำให้ค่า C:N ratio สูงที่สุด โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับการใส่จุลินทรีย์ พ.ด. 1 และการ ไม่ใส่จุลินทรีย์เสริม ผลการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการทำปุ๋ยหมักด้วยเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ไม่มีความจำเป็นต้องใช้จุลินทรีย์เสริมใดๆอีกเนื่องจากมีจุลินทรีย์ธรรมชาติในมูลโคเพียงพอต่อการย่อยสลายของปุ๋ยหมักให้มีปริมาณและคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ได้มาตรฐานอยู่แล้ว

## วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษา ปริมาณอินทรียวัตถุ(OM), ปริมาณธาตุไนโตรเจน( Total N ), ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส( Total $P_2O_5$ ), ปริมาณธาตุโพรแทสเซียม( Total $K_2O$ ), ความเป็นกรดด่าง ( pH ) และค่าการนำไฟฟ้า ( CE ) พบว่าทั้งสามสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะจุลินทรีย์จากธรรมชาติในมูลโค ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักนั้นมีปริมาณมากเพียงพอต่อการย่อยสลายปุ๋ยหมักแล้ว ดังนั้นแม้จะใส่จุลินทรีย์เสริมเพิ่มไปอีกจึงไม่ส่งผลใดใดต่อน้ำหนักและคุณภาพของปุ๋ยหมักอีก ส่วนค่าอัตราส่วน C:N ratio ที่พบว่า การใส่จุลินทรีย์ อี.เอ็ม. ทำให้มีค่านี้มากที่สุดคือ 19.7 แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ อี.เอ็ม.น่าจะเป็นเพราะกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายที่ทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีอินทรียวัตถุอยู่ในกลุ่มที่มีการแปรรูปรวดเร็วตามบทความของภัทรา (2548) ซึ่งกล่าวว่า อินทรียวัตถุในกลุ่มที่มีการแปรรูปรวดเร็ว จะมีค่า C:N ratio อยู่ในช่วง 15-30 ในขณะที่อินทรียวัตถุในกลุ่มที่มีการแปรรูปช้าจะมีค่า C:N ratio อยู่ระหว่าง 10 – 25 ผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของสุทิสาและภาวัลย์ (2559) เรื่อง ผลของจุลินทรีย์เร่งการย่อยสลายต่อสมบัติทางกายภาพ เคมี และการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมักจากใบลำไย ผลการวิจัยพบว่า การใช้จุลินทรีย์เร่งการย่อยสลายทั้ง 5 ชนิดคือ EM, พด.1, DMO, มูลไก่ และ หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ ไม่ทำให้ความชื้น, อุณหภูมิ, pH, %OC, Total $P_2O_5$ และ การย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมักแตกต่างจากสิ่งทดลองที่ไม่ได้ใส่จุลินทรีย์ฯ ที่ระยะเวลาการหมัก 45 วัน แต่พบว่า %N ของปุ๋ยหมักในทรีทเมนต์ที่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยฯ มีปริมาณมากกว่าทรีทเมนต์ควบคุม, EM, พด.1 และ DMO ซึ่งส่งผลให้ค่า C/N ratio ของทรีทเมนต์ที่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยฯ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ โดยกรมวิชาการเกษตร เพียงทรีทเมนต์เดียว

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาข้อมูลน้ำหนักกองปุ๋ยหมัก และคุณภาพของปุ๋ยที่หมักสมบูรณ์แล้ว พบว่า ทั้งสามสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใส่จุลินทรีย์เสริมเพิ่มไปในกองปุ๋ยหมักอีก อันจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาได้ ทั้งนี้หากต้องการปุ๋ยหมักที่มีอินทรียวัตถุในกลุ่มที่มีการแปรรูปช้าซึ่งเหมาะสำหรับใส่เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและเป็นแหล่งของธาตุอาหารแก่พืชควรใช้วิธีการผลิตปุ๋ยโดยไม่ใส่จุลินทรีย์เสริม หรือใส่จุลินทรีย์ พ.ด. 1 แต่หากต้องการปุ๋ยหมักที่มีอินทรียวัตถุในกลุ่มที่มีการแปรรูปรวดเร็วซึ่งเหมาะสำหรับใส่เพื่อการปรับปรุงโครงสร้างดิน และกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินต่างๆมากควรใช้วิธีการผลิตปุ๋ยโดยใส่จุลินทรีย์ อี.เอ็ม.

# เอกสารอ้างอิง


คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2558. "วิธีทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกองแบบ ม.แม่โจ้" [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มาhttp://www.bangkokloday.net (3 ธันวาคม 2559)

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555. "มหัศจรรย์ พด." [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.ldd.go.th/menu_5wonder/index.html (7 มกราคม 2560)

ปรัชญา นามวงศ์ และอรอุมา เมธาเกษม. 2557. รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาผลการเติมส่วนประกอบในปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จาก วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่

ภัทรา วงษ์พันธ์กมล. 2548. รายงานการวิจัย เรื่อง การหาประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์จากเศษผักและเศษไม้ไม้แห้งของเชื้อจุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมัก. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2555. "อีเอ็ม" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://th.wikipedia.org/wiki/E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B9%87%E0%B8%A1 (1 ธันวาคม 2559)

สุทิศา ชัยกุล และภาวัลย์ พวงจันทร์. 2559 "ผลของจุลินทรีย์เร่งการย่อยสลายต่อสมบัติทางกายภาพ เคมี และการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมักจากใบตำใย." ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 12 หน้า489-499 พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยนเรศวร

สุนทรีย์ ยิ่งชัชวาล. 2554. "ใช้อินทรียวัตถุให้ถูกประเภท" [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.cab.ku.ac.th/suntaree/pdf/54OrganiMatterExplain.pdf (7 ธันวาคม 2559)

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. 2555. "การจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management) การผลิตปุ๋ยอินทรีย์วิธีใหม่ "วิศวกรรมแม่โจ้ 1" " [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://km.rubber.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=7731:-o1g&catid=40:2011-06-11 03-00-30&Itemid=103 (18 ธันวาคม 2559)

# ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน (ร้อยละ)

| การทดลอง (Treatment) | ซ้ำ (Block) | | | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | | |
| $T_1$ | 26.6 | 15.8 | 33.4 | 75.8 | 25.3 |
| $T_2$ | 25.4 | 14.1 | 33.6 | 73.1 | 24.4 |
| $T_3$ | 55.9 | 19.5 | 38.3 | 113.7 | 37.9 |
| รวม | 107.9 | 49.4 | 105.3 | 262.6 | 29.2 |

ตารางผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน

ANOVA

| Sov | df | SS | MS | F-ratio | F-Table | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Treatment | 2 | 343.56 | 171.78 | 2.42$^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Block | 2 | 728.20 | 364.10 | 5.13$^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Error | 4 | 283.79 | 70.95 | | | |
| Total | 8 | 1355.56 | | | | |

ค่า C.V. = 28.85 %

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณธาตุไนโตรเจน( Total N )ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน (ร้อยละ)

| กรรมวิธี (Treatment) | ซ้ำ (Block) | | | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | | |
| $T_1$ | 1.4 | 1.0 | 1.9 | 4.3 | 1.4 |
| $T_2$ | 1.4 | 0.7 | 1.6 | 3.7 | 1.2 |
| $T_3$ | 1.8 | 0.5 | 1.2 | 3.5 | 1.2 |
| รวม | 4.6 | 2.2 | 4.7 | 11.5 | 1.3 |

ตารางผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณธาตุไนโตรเจน( Total N )ใน ปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน (ร้อยละ)

ANOVA

| Sov | df | SS | MS | F-ratio | F-Table | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Treatment | 2 | 0.12 | 0.06 | 0.63$^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Block | 2 | 1.34 | 0.67 | 7.33** | 6.94 | 18.00 |
| Error | 4 | 0.36 | 0.09 | | | |
| Total | 8 | 1.82 | | | | |

ค่า C.V. = 23.08 %

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส( Total $P_2O_5$ )ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน (ร้อยละ)

| กรรมวิธี (Treatment) | ซ้ำ (Block) | | | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | | |
| $T_1$ | 1.7 | 1.0 | 2.7 | 5.4 | 1.8 |
| $T_2$ | 2.2 | 0.6 | 2.5 | 5.3 | 1.8 |
| $T_3$ | 2.4 | 0.8 | 1.2 | 4.4 | 1.5 |
| รวม | 6.3 | 2.4 | 6.4 | 15.1 | 1.7 |

ตารางผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณธาตุฟอสฟอรัส( Total $P_2O_5$ ) ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน (ร้อยละ)

ANOVA

| Sov | df | SS | MS | F-ratio | F-Table | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Treatment | 2 | 0.20 | 0.10 | $0.28^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Block | 2 | 3.47 | 1.73 | $4.74^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Error | 4 | 1.46 | 0.37 | | | |
| Total | 8 | 5.14 | | | | |

ค่า C.V. = 35.88 %

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณธาตุโพรแทสเซียม( Total $K_2O$ )ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน (ร้อยละ)

| กรรมวิธี (Treatment) | ซ้ำ (Block) | | | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | | |
| $T_1$ | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 0.3 |
| $T_2$ | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 0.3 |
| $T_3$ | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.8 | 0.3 |
| รวม | 1.1 | 0.6 | 0.7 | 2.4 | 0.3 |

ตารางผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณธาตุโพรแทสเซียม( Total $K_2O$ ) ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน (ร้อยละ)

ANOVA

| Sov | df | SS | MS | F-ratio | F-Table | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Treatment | 2 | 6.75E-33 | 3.37E-33 | 0.00$^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Block | 2 | 0.05 | 0.02 | 7.00** | 6.94 | 18.00 |
| Error | 4 | 0.01 | 0.003 | | | |
| Total | 8 | 0.06 | | | | |

ค่า C.V. = 16.67 %

ตารางผนวกที่ 9 ค่าความเป็นกรดด่าง ( pH )ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน

| การทดลอง (Treatment) | ซ้ำ (Block) | | | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | | |
| $T_1$ | 7.4 | 6.3 | 6.9 | 20.6 | 6.9 |
| $T_2$ | 7.0 | 6.9 | 6.5 | 20.4 | 6.8 |
| $T_3$ | 6.8 | 6.8 | 6.4 | 20 | 6.7 |
| รวม | 21.2 | 20 | 19.8 | 61 | 6.8 |

ตารางผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรดด่าง ( pH ) ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน

ANOVA

| Sov | df | SS | MS | F-ratio | F-Table | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Treatment | 2 | 0.06 | 0.03 | 0.26$^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Block | 2 | 0.38 | 0.19 | 1.62$^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Error | 4 | 0.47 | 0.12 | | | |
| Total | 8 | 0.92 | | | | |

ค่า C.V. = 5.15 %

ตารางผนวกที่ 11 อัตราส่วน C:N ratio ในปุ๋ยหมักที่หมักผสมจุลินทรีย์แล้วหลังการหมัก 90 วัน

| กรรมวิธี (Treatment) | ซ้ำ (Block) | | | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | | |
| $T_1$ | 11 | 9.2 | 10.2 | 30.4 | 10.1 |
| $T_2$ | 10.5 | 11.7 | 12.2 | 34.4 | 11.5 |
| $T_3$ | 18 | 22.7 | 18.5 | 59.2 | 19.7 |
| รวม | 39.5 | 43.6 | 40.9 | 124 | 13.8 |

ตารางผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลอัตราส่วน C:N ratio ในปุ๋ยหมักที่หมักผสมจุลินทรีย์แล้วหลังการหมัก 90 วัน

ANOVA

| Sov | df | SS | MS | F-ratio | F-Table | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Treatment | 2 | 162.28 | 81.14 | 23.89** | 6.94 | 18.00 |
| Block | 2 | 2.90 | 1.45 | 0.43$^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Error | 4 | 13.58 | 3.40 | | | |
| Total | 8 | 178.76 | | | | |

ค่า C.V. = 13.04 %

$LSD_{.01}$ = 4.60

ตารางผนวกที่ 13 ค่าการนำไฟฟ้า ( CE ) ในปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน

| กรรมวิธี (Treatment) | ซ้ำ (Block) | | | รวม | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | | |
| $T_1$ | 0.7 | 0.2 | 0.3 | 1.2 | 0.4 |
| $T_2$ | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 0.2 |
| $T_3$ | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.2 |
| รวม | 1.1 | 0.5 | 1. | 2.6 | 0.3 |

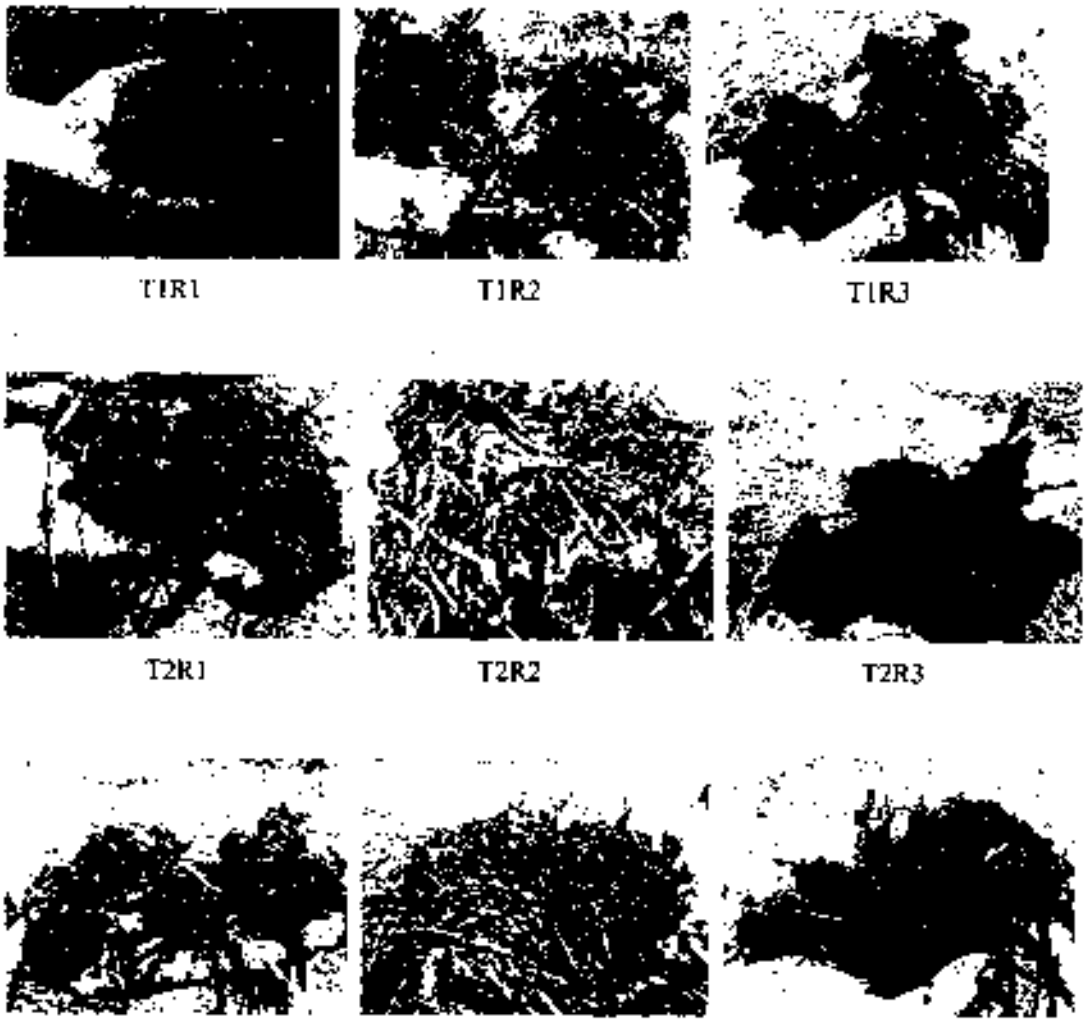
ตารางผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการนำไฟฟ้า ( CE ) ในปุ๋ยหมัก ที่หมักสมบูรณ์แล้วหลังการหมัก 90 วัน

ANOVA

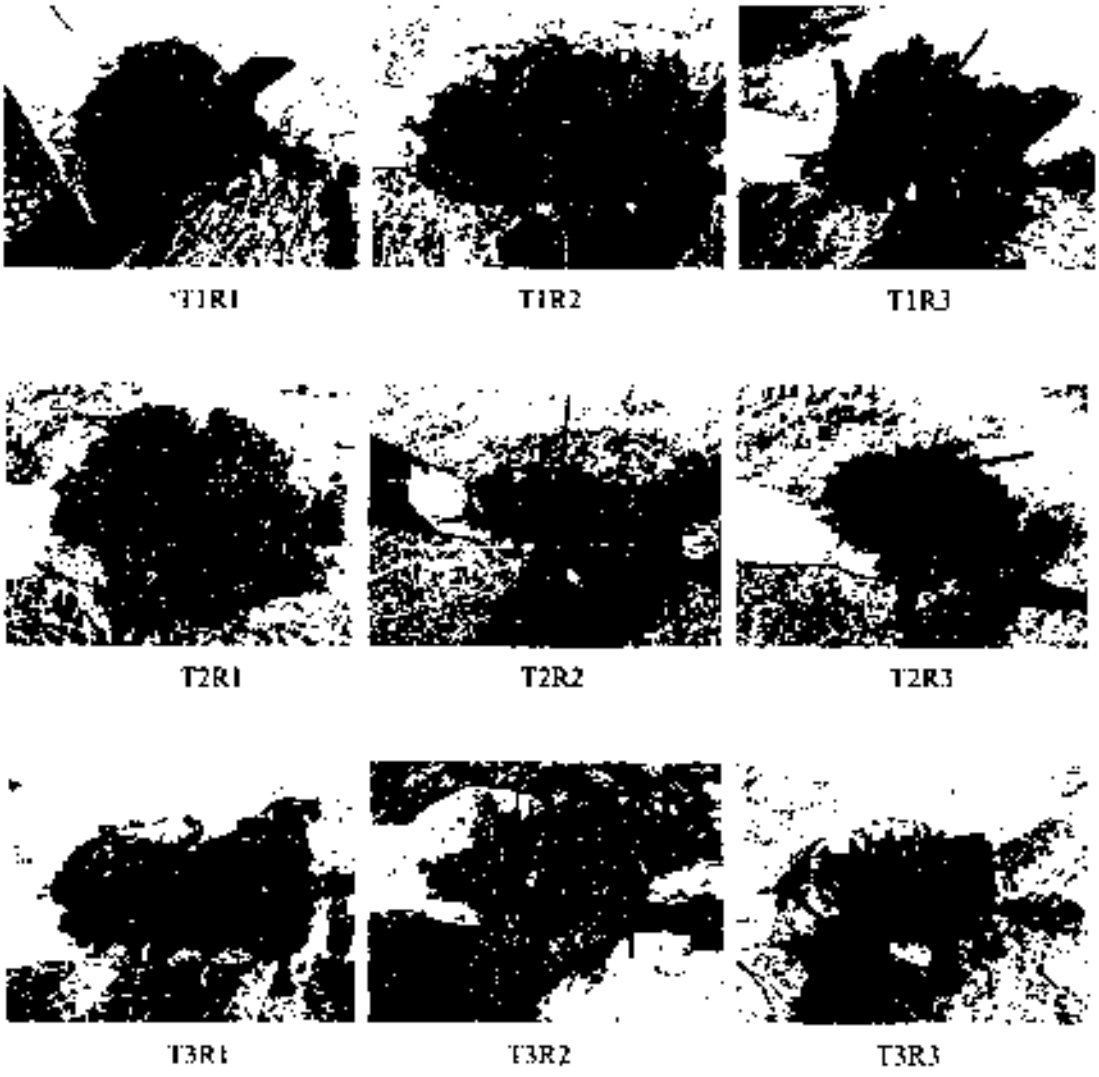
| Sov | df | SS | MS | F-ratio | F-Table | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Treatment | 2 | 0.05 | 0.03 | 1.00$^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Block | 2 | 0.07 | 0.03 | 1.00$^{ns}$ | 6.94 | 18.00 |
| Error | 4 | 0.12 | 0.03 | | | |
| Total | 8 | 0.25 | | | | |

ค่า C.V. = 56.67 %

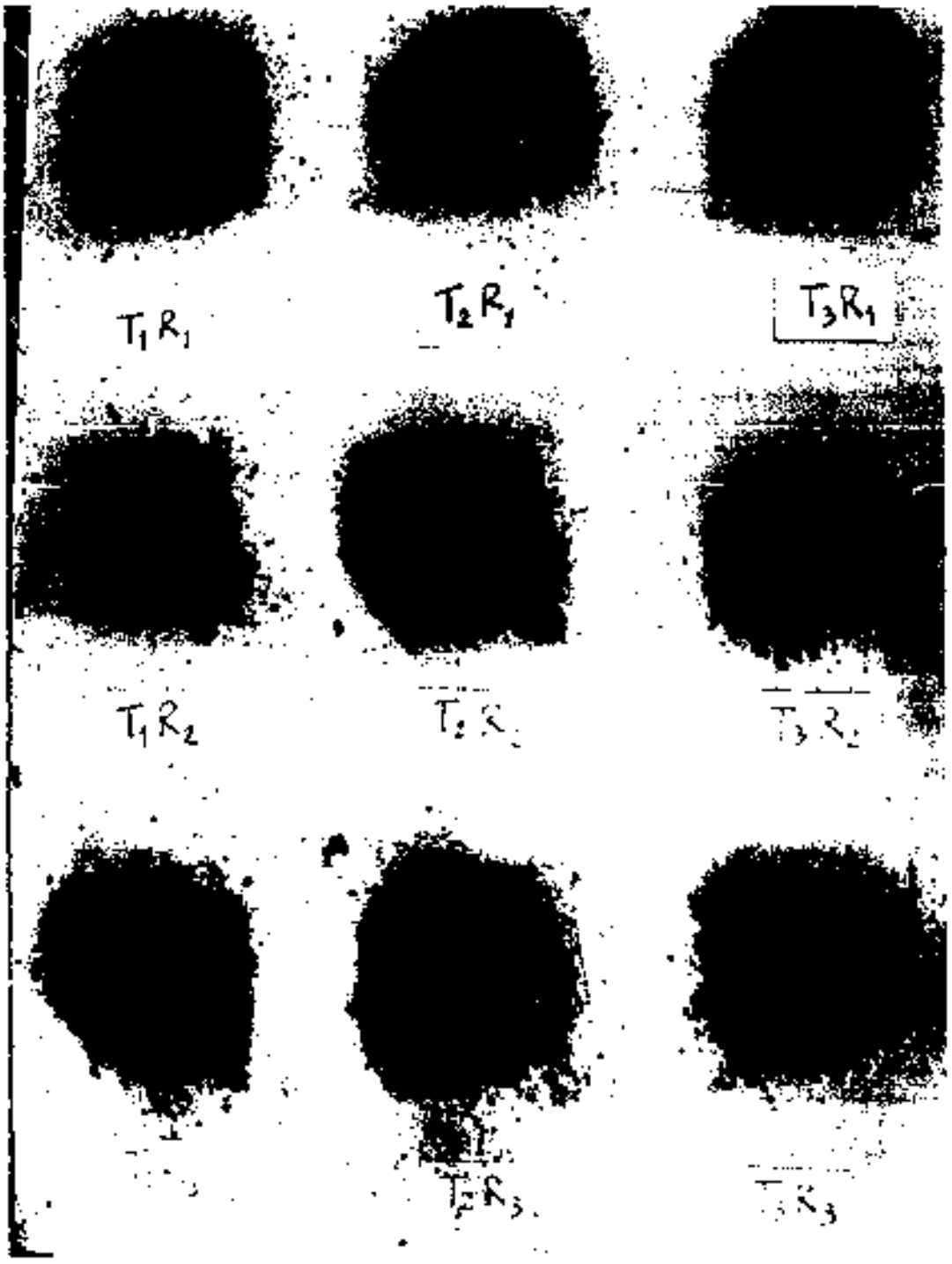
ภาพผนวกที่ 1 สภาพแปลงวิจัยในวันเริ่มกองปุ๋ยหมัก




ภาพผนวกที่ 2 เปรียบเทียบเนื้อปุยหมักของหน่วยทดลองต่างๆ หลังการหมัก 30 วัน




ภาพผนวกที่ 3 เปรียบเทียบเนื้อปุยหมักของหน่วยทดลองต่างๆ หลังการหมัก 60 วัน




ภาพผนวกที่ 4 เปรียบเทียบเนื้อปุ๋ยหมักของหน่วยทดลองต่างๆ หลังการหมัก 90 วัน