



# การผลิตปุ๋ยหมัก ด้วยนวัตกรรม

เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก มก-วช.



“ชุมชนเข้มแข็งด้วยงานวิจัยและนวัตกรรม”

ดร.ลักขณา เบ็ญจวรรณ  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

# คำนำ

คู่มือ “การผลิตปุ๋ยหมักด้วยนวัตกรรม” เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “การถ่ายทอดองค์ความรู้การผลิตปุ๋ยหมักและพืชอินทรีย์ยั่งยืนโดยประยุกต์ใช้นวัตกรรมเครื่องผลิตปุ๋ยหมักในการเพิ่มศักยภาพการผลิต” มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำปุ๋ยหมักด้วยนวัตกรรม และส่งเสริมให้ประชาชนนำขยะอินทรีย์ เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ตลอดจนวัชพืชน้ำ เช่น ผักตบชวา จอกแหน ฯลฯ มาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น อันเป็นการช่วยลดปริมาณขยะ ณ แหล่งกำเนิด และลดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืนสืบไป



(ดร.ลักขณา เบ็ญจวรรณ์)

นักวิจัยชำนาญการพิเศษ

15 พฤศจิกายน 2564

หน่วยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี  
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง  
ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน



# สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
<b>เนื้อหาหลัก</b>	
1. ความเป็นมาของเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก	1
2. ลักษณะเด่นและคุณสมบัติของเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก	3
3. โครงสร้างและส่วนประกอบเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก	5
4. วิธีใช้งานเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก	8
5. การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก	11
6. ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการทำปุ๋ยหมัก	12
7. สูตรหรือสัดส่วนในการทำปุ๋ยหมัก	14
8. อัตราการใช้ปุ๋ยหมัก	16
9. การผลิตดินปลูกหรือดินผสมพร้อมปลูก	17
10. การถ่ายทอดเทคโนโลยีและใช้ประโยชน์ เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก	20
11. บทสรุป	23
<b>ภาคผนวก</b>	
ก. ความหมายของปุ๋ยหมัก	24
ข. ความสำคัญและประโยชน์ของปุ๋ยหมัก	25
ค. กระบวนการและปัจจัยที่มีผลต่อ การทำปุ๋ยหมัก	29
บรรณานุกรม	35
คณะทำงาน	37

# 1. ความเป็นมาของ “เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก”

เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก เป็นผลงานวิจัยในโครงการ “การพัฒนาต้นแบบระบบกำจัดขยะขนาดเล็กสำหรับบ้านเรือน” (ลักขณา และคณะ, 2552) และโครงการ “การพัฒนาต้นแบบระบบหมักขยะอินทรีย์แบบใช้อากาศและอุปกรณ์ช่วยผสมอัตโนมัติ สำหรับบ้านเรือนและองค์กรชุมชน” (ลักขณา และคณะ, 2555) ที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2550 และ 2553 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดงานวิจัยได้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีและขยายการใช้งานนวัตกรรมเครื่องผลิตปุ๋ยหมักสู่การใช้ประโยชน์จวบจนถึงปัจจุบัน ได้มีการนำ “เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก” ไปใช้งานแล้วในหลายภาคส่วน ได้แก่ หน่วยงานภาครัฐ (โรงเรียนองค์การบริหารส่วนตำบล เทศบาล ฯลฯ) ภาคครัวเรือน และภาคการเกษตร เป็นต้น ได้รับการสนับสนุนงบประมาณในกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยเพื่อการต่อยอดขยายผลงานวิจัยสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมสู่ชุมชน จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2562-2563 จากการดำเนินโครงการฯ ได้มีการติดตามประเมินผลการใช้งานอย่างต่อเนื่อง ในการนี้ พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจและยอมรับในประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรมเครื่องผลิตปุ๋ยหมักนี้เป็นอย่างมาก มีผู้นำเครื่องผลิตปุ๋ยหมักไปใช้งานแล้วไม่น้อยกว่า 200 ชิ้นงาน ใน 45 จังหวัดทั่วประเทศ

**“เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก”** จึงเป็นอีกนวัตกรรมที่มีศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจและด้านสังคม อีกทั้งยังมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของสังคมไทยที่กำลังจะขาดแคลนแรงงาน เนื่องจากประเทศไทยจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเต็มรูปแบบในปี 2564 (ประชากรอายุมากกว่า 60 ปี มากกว่า 20% ของจำนวนประชากรทั้งประเทศ)

หากภาครัฐดำเนินการส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนนำเครื่องผลิตปุ๋ยหมักไปใช้เพื่อการทำปุ๋ยหมักทั้งในภาคครัวเรือนและภาคการเกษตร อย่างแพร่หลายแล้วนั้น จะช่วยบรรเทาปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมของประเทศได้ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกและย่นระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมัก จึงจูงใจและเอื้อต่อการส่งเสริมให้ประชาชนนำขยะอินทรีย์จากครัวเรือนและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาทำปุ๋ยหมักมากขึ้น หนึ่งการส่งเสริมกิจกรรมการทำปุ๋ยหมักนอกจากจะช่วยลดปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอยของประเทศได้ทั้งในด้านของการลดปริมาณขยะ การเก็บขน และยังช่วยลดปัญหาการขาดแคลนสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยได้อีกด้วย นอกจากนี้ การทำปุ๋ยหมักยังช่วยลดปัญหาด้านการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งส่งผลกระทบต่อลดลงของมลพิษอากาศ เป็นต้น สำหรับผลผลิตปุ๋ยหมักที่ได้รับก็ทำให้ผู้ใช้งานเครื่องผลิตปุ๋ยหมักมีรายได้เพิ่มขึ้น ทั้งจากการจำหน่ายปุ๋ยหมัก การจำหน่ายวัสดุปลูกหรือดินปลูก การจำหน่ายพืชผักในสวน รวมถึงการมีรายจ่ายในการซื้อปุ๋ยเคมีลดลง นอกจากนี้ การทำปุ๋ยหมักและใช้ประโยชน์ปุ๋ยหมักในพื้นที่ยังช่วยส่งเสริมให้สภาพดินมีความอุดมด้วยอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหาร ก่อเกิดความอุดมสมบูรณ์ของดินในประเทศไทยได้อีกประการหนึ่งด้วย



## 2. ลักษณะเด่นและคุณสมบัติของเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก

**“เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก”** เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกและสนใจในการทำปุ๋ยหมัก ช่วยย่นระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมัก ทำให้ผู้ใช้งานได้ปุ๋ยหมักในเวลาเร็วขึ้นกว่าวิธีการดั้งเดิม มีความเหมาะสมกับขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่ายทุกประเภท เช่น ขยะอินทรีย์ในบ้านเรือน ได้แก่ เศษผัก เปลือกผลไม้ เศษอาหาร ฯลฯ วัชพืชน้ำ ได้แก่ ผักตบชวา จอก แหน ตาลปัตรฤาษี ฯลฯ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ต้นข้าวโพด ต้นกล้วย ใบอ้อย หญ้าเนเปียร์ กระจดิน ฯลฯ



ก) ขนาดถังหมัก 80 ลิตร



ข) ขนาดถังหมัก 400 ลิตร

ภาพที่ 1 นวัตกรรมเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก

**ลักษณะเด่น** คือ ภายในถังหมักมีไบโอกวนผสมช่วยในการพลิกกลับกองและชักนำอากาศเข้าสู่อินทรีย์วัตถุภายในถัง ซึ่งส่งเสริมให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์กลุ่มที่ต้องการใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต ซึ่งจะส่งผลให้กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ

ภายในถังหมักเกิดได้เร็ว ช่วยย่นระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมัก ไม่มีกลิ่นเหม็น และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

### คุณสมบัติและลักษณะเฉพาะ

1) เป็นเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำปุ๋ยหมักและ  
ทุนแรงในการพลิกกลับกอง เหมาะสำหรับการใช้งานในบ้านเรือน  
หรือหน่วยงานที่มีขยะอินทรีย์ประเภทเศษผัก เศษอาหาร ใบไม้แห้ง  
หรือเหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น  
ต้นข้าวโพด ตั๊กกล้วย ใบอ้อย หญ้าเนเปียร์ กระจิน หรือวัชพืชน้ำ  
เช่น ผักตบชวา จอก แหน ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมัก  
ได้เป็นอย่างดี

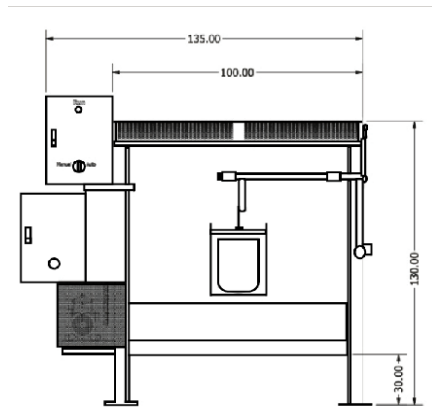
2) เครื่องผลิตปุ๋ยหมักมีอุปกรณ์กวนผสมเพื่อให้วัสดุอินทรีย์  
ที่อยู่ภายในเครื่องคลุกเคล้ากันเป็นการช่วยเติมอากาศ เมื่อเปิด  
เครื่องใช้งานการกวนผสมจะทำให้อากาศไหลเวียนเข้าไป ทำให้เกิด  
สภาวะเอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มที่ต้องการออกซิเจน  
ส่งผลให้กระบวนการย่อยสลายเกิดได้เร็ว ทำให้ได้สารฮิวมัส (Humus)  
ที่มีสีดำคล้ำ มีลักษณะคล้ายดิน ภายในระยะเวลา 1-2 สัปดาห์

3) เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก มี 2 ขนาด ได้แก่ ขนาดเล็กสำหรับ  
ครัวเรือน (ถังหมัก 80 ลิตร) และ ขนาดใหญ่สำหรับภาคการเกษตร  
(ถังหมัก 400 ลิตร) ภายในถังหมักมีใบกวนผสมหมุนได้ 2 ทิศทาง  
(หมุนไปหน้าและกลับหลัง) ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1.5 แรงม้า กระแสไฟ  
220 โวลต์ มีระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน (Overload)  
เพื่อป้องกันความเสียหายของมอเตอร์ และมีล้อเลื่อน 4 ล้อ  
เพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย พร้อมทั้งล้อคเบรกเพื่อควบคุม  
ไม่ให้เคลื่อนที่ขณะปฏิบัติงาน



### 3. โครงสร้างและส่วนประกอบเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก

นวัตกรรมเครื่องผลิตปุ๋ยหมักจากงานวิจัย มี 2 ขนาด ได้แก่ 1) เครื่องผลิตปุ๋ยหมักขนาดเล็ก (80 ลิตร) สำหรับการใช้งานในครัวเรือน (เหมาะสำหรับบ้านเดี่ยว ที่มีพื้นที่สำหรับปลูกผักสวนครัว และมีต้นไม้ในบริเวณบ้าน) และ (2) เครื่องผลิตปุ๋ยหมักขนาดใหญ่ (400 ลิตร) สำหรับการใช้งานในภาคการเกษตร หรือหน่วยงานที่มีปริมาณขยะอินทรีย์ปริมาณมาก ภาพที่ 2 แสดงโครงร่างด้านหน้า (Front view) ของเครื่องผลิตปุ๋ยหมักขนาดใหญ่ (400 ลิตร)

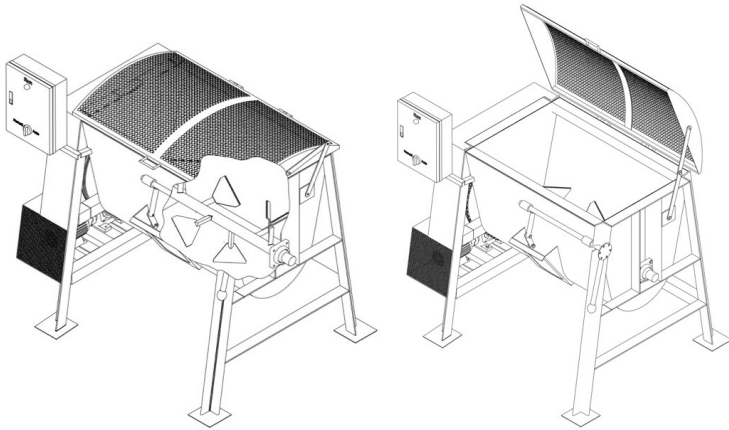


ภาพที่ 2 โครงร่างด้านหน้า (Front view) ของเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก





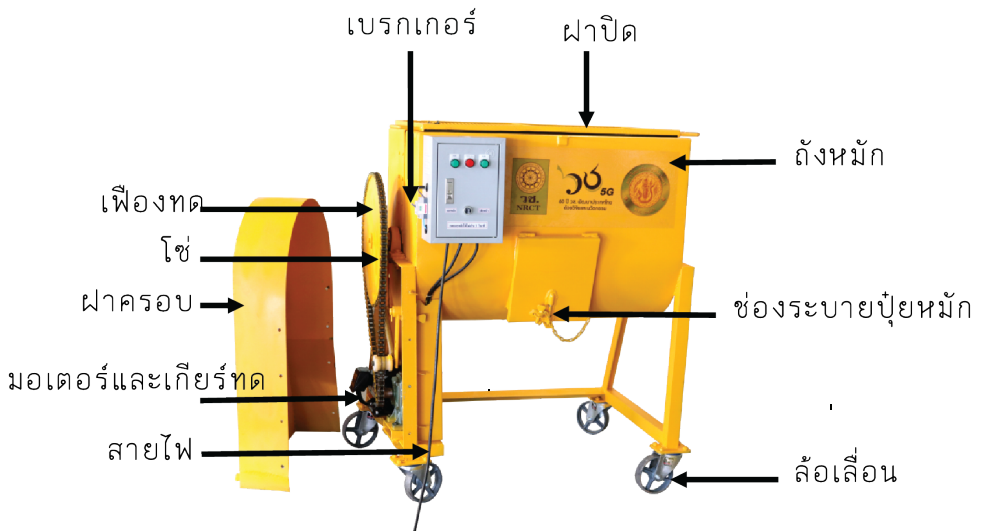
## ภาพวาดโครงสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก



ภาพที่ 3 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก



## ส่วนประกอบเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก



ภาพที่ 4 เครื่องผลิตปุ๋ยหมักขนาดถังหมัก 400 ลิตร



## 4. วิธีใช้งานเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก

เครื่องผลิตปุ๋ยหมักนี้สามารถใช้ได้กับขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายทุกประเภท เช่น เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหาร (ไม่รวมน้ำ) วัสดุพืชน้ำ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (ไม่รวมวัสดุที่ย่อยสลายยากทุกประเภท เช่น กิ่งไม้ ขี้เลื่อย ฟางข้าว เป็นต้น)

วิธีการใช้งานเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก คือ ผู้ใช้สามารถเติมขยะอินทรีย์ลงไปในถังหมักได้ทุกวันและตลอดเวลาถ้ามีขยะอินทรีย์เกิดขึ้นในครัวเรือนหรือในแปลงเกษตร โดยมีหลักการทำปุ๋ยหมักที่ต้องคำนึงถึงคือ ควรควบคุมสัดส่วน หรืออัตราส่วนของขยะอินทรีย์ในกลุ่มอินทรีย์วัตถุสีเขียวและกลุ่มอินทรีย์วัตถุสีน้ำตาลที่ใส่ลงไปเครื่องผลิตปุ๋ยหมักให้มีความเหมาะสม รวมถึงต้องหมั่นตรวจสอบความชื้นให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม (ทดสอบโดยใช้มือกำอินทรีย์วัตถุเมื่อคลายมือออก อินทรีย์วัตถุนั้นจะยังรวมตัวกันเป็นก้อนไม่แตกตัวเมื่อคลายมือ และไม่มีน้ำไหลออกมาตามง่ามนิ้ว) หากสามารถควบคุมสัดส่วนของขยะอินทรีย์และความชื้นให้มีความเหมาะสมได้ จะทำให้กระบวนการย่อยสลายภายในถังหมักเกิดได้เร็ว จากการศึกษาของลักขณา และคณะ (2555) พบว่าเมื่อใช้เศษอาหาร 2 ส่วน ต่อเศษผัก 1 ส่วน และใบไม้แห้ง 1 ส่วน (โดยน้ำหนัก) หรือใช้เศษอาหารและเศษผัก 1 ส่วน ต่อใบไม้แห้ง 3 ส่วน (โดยปริมาตร) ขยะอินทรีย์ในถังหมักจะเกิดการย่อยสลายและเปลี่ยนสภาพเป็นปุ๋ยหมักได้ภายในระยะเวลาเพียง 1-2 สัปดาห์

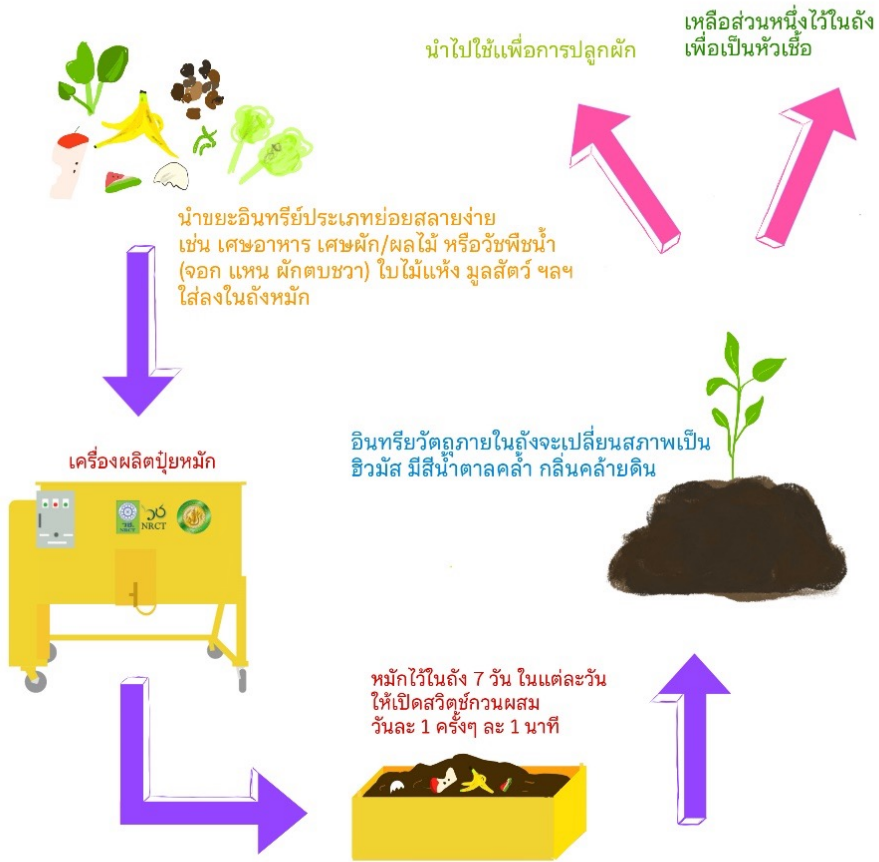
ในการใช้งานขึ้นอยู่กับปริมาณขยะอินทรีย์ที่มี ถ้ามีปริมาณมากก็ใส่ขยะอินทรีย์ลงครั้งเดียวจนเต็ม เมื่อครบ 7 วัน จึงนำปุ๋ยหมักออกกองหรือใส่แข่งตั้งทิ้งไว้ให้การย่อยสลายสมบูรณ์ (ไม่มีความร้อน) ก่อนนำไปใช้งาน ในกรณีที่มีขยะอินทรีย์เพียงปริมาณเล็กน้อย แต่มีทุกวัน ก็สามารถเติมขยะอินทรีย์ลงถังหมักได้เรื่อยๆ จนกว่า

จะเต็มถัง จึงนำปุ๋ยหมักออกมากองหรือใส่แข่งตั้งทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของบรรยากาศ ซึ่งแสดงถึงสภาวะการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์จึงนำไปใช้งานได้ ในกรณีนี้ ได้นำปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ไปตรวจวิเคราะห์ พบว่ามีคุณลักษณะตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548) คือ มีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.5-3.0% ฟอสฟอรัส 0.4-1.0% และโพแทสเซียม 0.8-2.0% โดยน้ำหนัก สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นปุ๋ยต้นไม้ หรือเพื่อการบำรุงและปรับปรุงดินได้เป็นอย่างดี

### ขั้นตอนการใช้งานเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก

- 1) เสียบปลั๊กไฟ และเปิดเบรกเกอร์ที่อยู่ข้างตู้คอนโทรล
- 2) เติมขยะอินทรีย์หรือวัสดุเหลือทางการเกษตรที่ตัดสับเป็นชิ้นเล็กๆ ลงไปในถังหมัก จากนั้นปิดสวิทช์เดินหน้าเพื่อกวนส่วนผสมให้คลุกเคล้ากัน (หากเกิดการติดขัดให้ปิดสวิทช์ถอยหลัง 3-5 วินาที)
- 3) ควบคุมความชื้นของอินทรีย์วัตถุในถังหมักให้เหมาะสม (ใช้มือกำอินทรีย์วัตถุและบีบเบาๆ หากพบว่ารวมตัวกันเป็นก้อนไม่แตกตัวเมื่อคลายมือ และไม่มีน้ำไหลออกมาแสดงว่าความชื้นเหมาะสม)
- 4) ปล่อยให้อินทรีย์วัตถุอยู่ในถังหมัก 7 วัน โดยแต่ละวันให้ปิดสวิทช์เดินหน้า เพื่อชักนำอากาศเข้าสู่กองปุ๋ยหมักทุกวันๆ ละ 1 นาที
- 5) เมื่ออินทรีย์วัตถุเริ่มย่อยสลายเป็นอิวมัสจะมีสีน้ำตาลถึงดำคล้ำ และมีกลิ่นคล้ายดิน เมื่อครบ 7 วัน ให้นำออกจากถังหมักและใส่แข่งตั้งทิ้งไว้ รอจนกระทั่งปุ๋ยหมักย่อยสลายสมบูรณ์ คือ ไม้มีความร้อนในกองปุ๋ยหมัก จึงนำไปใช้งานได้

# ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมัก โดยใช้เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมัก



## 5. การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก

- 1) ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์ ทุกๆ 6 เดือน เมื่อเห็นว่ามียกระดับลดลงให้เติมหรือเปลี่ยนน้ำมันเกียร์ (ใช้น้ำมันเกียร์เบอร์ 90)
- 2) ตรวจสอบแกนหมุนทั้ง 2 ข้าง ทุกๆ 6 เดือน และควรอัดจารบีเพิ่มหรือเมื่อสังเกตเห็นความเสี่ยงดังมาจากแกนใบกวนผสม
- 3) ตรวจสอบความตึง-หย่อนของโซ่ และหยอดน้ำมันหล่อลื่นทุกๆ 6 เดือน
- 4) เมื่อหยุดการใช้งานเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก หรือหยุดทำปุ๋ยหมัก เป็นระยะเวลานานๆ ควรทำการล้างทำความสะอาดภายในถังหมัก และเช็ดให้แห้งทุกครั้ง เพื่อป้องกันการสึกกร่อนของเหล็กหรือการเกิดสนิม



## 6. ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการทำปุ๋ยหมัก

1) สัดส่วนที่ใช้ทำปุ๋ยหมักขึ้นกับประเภทของอินทรีย์วัตถุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก ซึ่งแต่ละประเภทอาจมีความชื้นหรือน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน หากใส่อินทรีย์วัตถุที่ต้องการทำปุ๋ยหมักลงไปในถังแล้วพบว่ามีความชื้นมากเกินไป ก็ให้แก้ปัญหาโดยการใส่ใบไม้แห้งเพื่อช่วยดูดซับความชื้นและเป็นวัสดุช่วยพยุงโครงสร้างไม่ให้อัดตัวกันแน่นเกินไป ใบไม้แห้งจะช่วยทำให้อากาศไหลเวียนเข้าไปในกองได้ง่าย นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นตัวกรองกลิ่นได้อีกด้วย

2) ให้ควบคุมความชื้นของอินทรีย์วัตถุภายในถังหมัก ให้อยู่ในช่วง 40-50% วิธีการสังเกตว่าความชื้นมีความเหมาะสม คือ ให้ใช้มือหยิบปุ๋ยหมักขึ้นมา 1 กำมือ และลองบีบปุ๋ยหมักในมือให้แน่นแล้วคลายมือออก หากปุ๋ยหมักยังรวมตัวกันเป็นก้อนไม่แตกตัวออกเมื่อคลายมือเป็นส่วนใหญ่ก็ถือว่าใช้ได้ หากพบว่ามีน้ำไหลออกมาตามง่ามนิ้วแสดงว่ามีความชื้นมากเกินไป ให้นำใบไม้แห้งมาเติมลงไปเพื่อช่วยซับความชื้น ในกรณีกลับกันถ้าพบว่ายังแห้งเกินไปก็ให้เติมน้ำลงไปเพิ่ม และให้ทำการทดสอบความชื้นให้มีความเหมาะสมตามวิธีการที่กล่าวแล้วข้างต้นอีกครั้งหนึ่ง

3) เมื่อใส่อินทรีย์วัตถุลงไปในถังหมักเพื่อทำปุ๋ยหมัก ในวันแรกให้กวนผสมให้คลุกเคล้ากันดีประมาณ 20-30 นาที และทำการหมักไว้ในถังประมาณ 7 วัน โดยวันที่ 2 ถึงวันที่ 7 ให้มาเปิดเครื่องเพื่อกวนผสมให้อากาศเข้าไปในกองทุกวันๆ ละ 1 นาที จากนั้นให้นำปุ๋ยหมักออกมากอง หรือใส่ไว้ในเชิง/กระสอบ/ถุงดำเจาะรู แล้วตั้งทิ้งไว้เพื่อให้จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายส่วนที่ยังย่อยไม่หมดจนเข้าสู่สภาวะการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ โดยสังเกตจากอุณหภูมิของปุ๋ยหมักจะเย็นลงจนเท่ากับอุณหภูมิบรรยากาศ และก่อนนำปุ๋ยหมักไปใช้งานควรนำออกไปผึ่งไว้ในที่ร่มเพื่อให้ความชื้นลดลงจนเหลือประมาณ 20-30% วิธีการสังเกตค่าความชื้น คือ ให้ลองใช้มือกำและบีบดู หากแบมือออกแล้วปุ๋ยหมักแตกออกจากกันเป็นส่วนใหญ่ก็ถือว่าใช้ได้ แต่ถ้ายังรวมตัว

เป็นก้อน แสดงว่ายังมีความชื้นสูงอยู่ให้นำไปใส่เซ่งหรือกองทิ้งไว้ในที่ร่มอีกสักกระยะหนึ่งก่อน ทั้งนี้ ไม่ควรนำปุ๋ยหมักไปตากแดดเพื่อทำให้ปุ๋ยหมักแห้งสนิท เนื่องจากความร้อนของแสงแดดจะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุไนโตรเจนออกไปจากปุ๋ยหมักได้ ซึ่งจะทำให้ปุ๋ยหมักมีปริมาณธาตุอาหารลดลง





## 7. สูตรหรือสัดส่วนในการทำปุ๋ยหมัก

จากการศึกษาวิจัย ได้มีการนำวัสดุอินทรีย์หลากหลายประเภท เช่น เศษผัก เศษผลไม้ เปลือกผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้แห้ง และวัชพืชน้ำ (ผักตบชวา จอก แหน ฯลฯ) มาทำปุ๋ยหมักโดยใช้เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก สามารถสรุปอย่างของสูตรหรือสัดส่วนที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก ดังนี้

### 1) ปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ครัวเรือน

ส่วนผสมที่ใช้

(1) เศษอาหาร/เศษผัก/เศษผลไม้	1-2	ส่วน โดยปริมาตร
(2) ใบไม้แห้ง	2-3	ส่วน โดยปริมาตร

### 2) ปุ๋ยหมักจากผักตบชวา

ส่วนผสมที่ใช้

(1) ผักตบชวาสับเป็นชิ้นเล็กๆ	4	ส่วน โดยปริมาตร
(2) ใบไม้แห้ง	2-3	ส่วน โดยปริมาตร
(3) มูลสัตว์	1	ส่วน โดยปริมาตร

จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักที่ได้รับ พบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 40% ไนโตรเจน 1.5% ฟอสฟอรัส 0.6% และโพแทสเซียม 1.1%

### 3) ปุ๋ยหมักจากใบไม้แห้ง

ส่วนผสมที่ใช้

(1) ใบไม้แห้ง	3	ส่วน โดยปริมาตร
(2) มูลสัตว์	1	ส่วน โดยปริมาตร

จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมัก พบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 50% ไนโตรเจน 1.1% ฟอสฟอรัส 0.3% และโพแทสเซียม 1.9%

#### 4) ปุ๋ยหมักจากจอก

##### ส่วนผสมที่ใช้

(1) จอก	2-3	ส่วน โดยปริมาตร
(2) ใบไม้แห้ง	1-2	ส่วน โดยปริมาตร
(3) มูลสัตว์	1	ส่วน โดยปริมาตร

จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมัก พบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 32% ไนโตรเจน 3.5% ฟอสฟอรัส 2% และโพแทสเซียม 3.5%

#### 5) ปุ๋ยหมักจากต้นกล้วย

##### ส่วนผสมที่ใช้

(1) ต้นกล้วยสับเป็นชิ้นเล็กๆ	2	ส่วน โดยปริมาตร
(2) มูลสัตว์	2	ส่วน โดยปริมาตร

จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมัก พบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 44% ไนโตรเจน 1.6% ฟอสฟอรัส 0.5% และโพแทสเซียม 1.8%



## 8. อัตราการใช้ปุ๋ยหมัก

การใช้ปุ๋ยหมักในการปลูกพืชมีข้อดี คือ ช่วยเพิ่มทั้งปริมาณธาตุอาหารแก่ต้นไม้ที่ปลูกและช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินด้วย หากปลูกพืชในกระถางมักนิยมใช้ดินทั่วไป 2-3 ส่วนต่อปุ๋ยหมัก 1 ส่วน และเมื่อต้นพืชที่ปลูกเริ่มโตจึงให้ใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 1 กำมือทุกๆ 7 วัน ส่วนการปลูกพืชผักในแปลงปลูกนั้นแนะนำให้ใช้ปุ๋ยหมักในอัตราไม่เกิน 2 กิโลกรัม ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร หากต้องการปรับสภาพดินที่มีความเป็นกรดให้ใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 1 ตัน ต่อไร่ เพื่อปรับสภาพความเป็นกรดของดิน



## 9. การผลิตดินปลูก หรือดินผสมพร้อมปลูก

ดินปลูก หรือดินผสมพร้อมปลูก หมายถึงดินที่ได้รับการผสมด้วยวัสดุต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อต้นไม้ นิยมนำมาปลูกต้นไม้หรือพืชผักสวนครัว ในพื้นที่จำกัด เช่น การปลูกพืชในกระถางหรือในแปลงผัก เป็นต้น ปัจจุบัน การผลิตดินปลูกหรือดินผสมพร้อมปลูกได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันพบว่ามีจำหน่ายในท้องตลาดมากมายหลายยี่ห้อ มีความแตกต่างกันทั้งในด้านคุณภาพและราคา การผลิตดินปลูกหรือดินผสมพร้อมปลูก ได้รับความนิยมเนื่องจากคนเริ่มหันมานิยมการปลูกพืชประเภทไม้ดอก ไม้ประดับ ในกระถางกันมากขึ้น อีกทั้งในบางพื้นที่ เช่น ในเขตเทศบาล หรือชุมชนเมือง พื้นที่หรือดินที่ใช้สำหรับปลูกต้นไม้ยังหาได้ยากอีกด้วย ดังนั้นการผลิตดินปลูกเพื่อจำหน่ายจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาซึ่งการสร้างรายได้เป็นอย่างดี

การผลิตดินปลูกมีวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้งานเพื่อการปลูกพืช ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงคุณภาพของดินปลูกให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น การเพิ่มอินทรีย์วัตถุและความชื้นให้แก่ดิน สิ่งที่ยักนิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมของดิน ได้แก่ ปุ๋ยหมัก แกลบดำ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ แกลบดิบ ผักตบชวาสับแห้ง เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปดินผสมพร้อมปลูกเมื่อนำมาปลูกต้นไม้ในระยะแรกจะเจริญเติบโตดี เพราะเป็นแหล่งสะสมสารอาหารทำให้ต้นไม้ค่อยๆ ดึงธาตุอาหารไปใช้ในการเติบโต แต่ระยะต่อมาเมื่อธาตุอาหารลดลงอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงด้วย ดังนั้นเมื่อปลูกพืชไประยะหนึ่งแล้วควรพิจารณาเติมธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุในรูปของปุ๋ยหมักลงไปอย่างสม่ำเสมอ หรือทุกๆ 7 วัน

บทบาทของดินปลูกต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถจำแนก  
ได้ 4 ประการ คือ

- 1) ช่วยค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้
- 2) ช่วยเก็บสำรองธาตุอาหารพืช
- 3) ช่วยกักเก็บน้ำไว้ส่วนหนึ่งเพื่อให้ดินมีความชุ่มชื้น
- 4) ช่วยแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับช่องว่างรอบๆ  
ภาชนะที่ใช้ในการปลูก

สำหรับปัจจัยที่ควรพิจารณาเพิ่มเติมในการทำดินปลูก  
หรือดินผสมพร้อมปลูก เพื่อการปลูกพืช ได้แก่

- ต้องรู้จักธรรมชาติของพืชชนิดๆ ก่อนว่าพืชแต่ละชนิดที่เราจะ  
ปลูกนั้นชอบดินแบบไหน เช่น ชอบดินร่วน ชอบดินโปร่งระบายน้ำดี  
หรือเป็นพืชอิงอาศัยที่ต้องการความโปร่งของวัสดุปลูกมากๆ

- วัสดุที่หาได้สะดวก คือ การเลือกใช้วัสดุใกล้เคียงมาเป็นวัสดุปลูก  
ไม่จำเป็นจะต้องเหมือนตามที่ตำราระบุไว้ทุกอย่าง แต่ควรเลือกให้  
เหมาะสมกับความต้องการของพืชชนิดนั้นๆ เป็นสำคัญ

- สูตรผสมดินสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามบริบทของพืชที่  
เราจะปลูก หากสังเกตพบว่าพืชที่ซื้อมาเริ่มมีอาการรากเน่าควร  
ปรุงดินให้มีความโปร่งระบายน้ำได้ดี

- วัสดุปลูกบางชนิดมีอายุสั้น หรือมีการเสื่อมสภาพเร็ว เช่น  
ผักตบชวาหั่นตากแห้ง ขุยมะพร้าว ควรเปลี่ยนดินในกระถางอย่าง  
สม่ำเสมออย่างน้อย 6 เดือนต่อครั้ง (การใช้กาบมะพร้าวสับ ขุยมะพร้าว  
ควรแช่น้ำเปล่าทิ้งไว้ก่อนการใช้งานสัก 2-3 วัน เพื่อลดปริมาณสารแทน  
นิน)



## สัดส่วนในการผลิตดินปลูกหรือดินผสมพร้อมปลูก

### 1) ดินผสมพร้อมปลูก-สูตร 1

#### ส่วนผสมที่ใช้

(1) ดินร่วน	1	ส่วน โดยปริมาตร
(2) ปุ๋ยหมัก	1-2	ส่วน โดยปริมาตร
(3) กาบมะพร้าวสับ	1	ส่วน โดยปริมาตร
(4) ขี้เถ้าแกลบ	0.5-1	ส่วน โดยปริมาตร

### 2) ดินผสมพร้อมปลูก-สูตร 2

#### ส่วนผสมที่ใช้

(1) ดินร่วน	1-2	ส่วน โดยปริมาตร
(2) แกลบดิบ	1	ส่วน โดยปริมาตร
(3) ปุ๋ยหมัก	1-2	ส่วน โดยปริมาตร
(4) ทราฮายาบ	1	ส่วน โดยปริมาตร

### 3) ดินผสมพร้อมปลูก-สูตร 3

#### ส่วนผสมที่ใช้

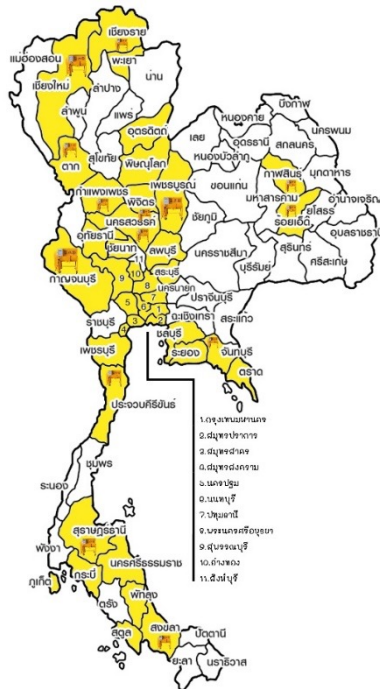
(1) ดินร่วน	1	ส่วน โดยปริมาตร
(2) ขี้เถ้าแกลบ	1	ส่วน โดยปริมาตร
(3) แกลบดิบ	1	ส่วน โดยปริมาตร
(4) ผักตบชวาสับตากแห้ง	1	ส่วน โดยปริมาตร

สำหรับส่วนผสมต่างๆ ที่จะใช้ในการทำดินปลูกหรือดินผสมพร้อมปลูกนั้นไม่มีสูตรหรืออัตราส่วนผสมที่แน่นอนตายตัว ผู้ใช้งานสามารถทำการปรับเปลี่ยนส่วนผสมได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ แนะนำให้ใช้วัสดุที่มีอยู่แล้วหรือหาได้ง่ายในท้องถิ่น เพื่อช่วยลดต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ต่างๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดอีกด้วย



## 10. การถ่ายทอดเทคโนโลยีและใช้ประโยชน์เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก

ปัจจุบัน มีการนำเครื่องผลิตปุ๋ยหมักไปใช้งานในภาคส่วนต่างๆ ทั้งในภาครัฐ (เช่น โรงเรียน เทศบาล องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ฯลฯ) ภาคเอกชนและประชาชนทั่วไป (เช่น ร้านอาหาร บ้านเรือน เกษตรกร ฯลฯ) อย่างเป็นทางการแล้วไม่น้อยกว่า 200 แห่ง โดยกระจายอยู่ใน 45 จังหวัดทั่วประเทศ (ภาพที่ 6) มีศูนย์การเรียนรู้ต้นแบบสำหรับ ผู้ศึกษาดูงานจำนวนไม่น้อยกว่า 15 แห่ง เกิดผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ คือ ก่อเกิดรายได้ให้แก่กลุ่มผู้ใช้งานโดยการนำปุ๋ยหมักไปจำหน่าย ในเชิงการค้าแล้วไม่น้อยกว่า 8 แบรินด์ (ภาพที่ 7) สร้างรายได้ ให้แก่กลุ่มเกษตรกรได้ประมาณ 3,000 – 12,000 บาท ต่อ เดือน



ภาพที่ 6 การใช้ประโยชน์เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก จำแนกรายจังหวัด

ตัวอย่างแบรนด์ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักและดินผสมพร้อมปลูก  
ที่ผลิตด้วยเครื่องผลิตปุ๋ยหมักและจัดจำหน่ายเชิงการค้า ได้แก่

- 1) แบรนด์ “อดล.ยายชา” ของกลุ่มอาสาสมัครท้องถิ่นรักษ์โลก ตำบลยายชา อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
- 2) แบรนด์ “E-ดอกลูกดอก” ของโรงเรียนวิถีชีวิตเศรษฐกิจพอเพียง โรงเรียนสถาพรวิทยา ตำบลบางเลน จังหวัดนครปฐม
- 3) แบรนด์ “กองทุนชุมชนวัดท่าพูด” ของกลุ่มกองทุนชุมชนเมืองวัดท่าพูด ตำบลไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม
- 4) แบรนด์ “ดินดี ต.ห้วยซ้อง” ของกลุ่มศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง ตำบลห้วยซ้อง อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี

ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักและดินผสมพร้อมปลูกที่กลุ่มเกษตรกร  
ดำเนินการโดยใช้ประโยชน์จากเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก แสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักและดินผสมพร้อมปลูกแบรนด์ต่างๆ





นอกจากนี้ยังสามารถมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการเผยแพร่ผลงานการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้เครื่องผลิตปุ๋ยหมัก ผ่านคลิปวิดีโอและสื่อต่างๆ ผู้สนใจสามารถศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากวิดีโอที่เผยแพร่ไว้ในช่องทาง YouTube



1) เครื่องผลิตปุ๋ยหมักสร้างรายได้ให้ชุมชน  
<https://www.youtube.com/watch?v=AtVH9yQk42c&feature=youtu.be>



2) วิธีใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก  
<https://www.youtube.com/watch?v=k5xxduX9eu0&feature=youtu.be>



3) วิธีการทำปุ๋ยหมักโดยใช้ใบไม้แห้งและมูลสัตว์  
<https://www.youtube.com/watch?v=a9PqKYiAE0k&feature=youtu.be>



4) วิธีการทำปุ๋ยหมักจากเครื่องผลิตปุ๋ยหมัก มก-วช  
<https://youtu.be/S11rz45qFZA>



5) วิธีการทำปุ๋ยหมักจากเปลือกทุเรียน  
<https://youtu.be/gwj3zDF-L2M>

## 11. บทสรุป

การผลิตและการใช้ประโยชน์ปุ๋ยหมักในภาคการเกษตรก่อให้เกิดผลกระทบเชิงบวกทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต การเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารในดิน การลดรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ยเคมี รวมถึงการเพิ่มรายได้จากผลผลิตที่ได้รับ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ปัญหาหนึ่งของเกษตรกรไทย คือ มักยึดติดอยู่กับความเห็นเดิมๆ ว่ากระบวนการทำปุ๋ยหมักเป็นเรื่องยุ่งยาก ต้องใช้แรงงาน และใช้ระยะเวลานานกว่าจะได้ปุ๋ยหมักมาใช้งาน จึงพากันไปใช้ปุ๋ยเคมีที่เห็นผลด้านการเจริญเติบโตของพืชที่เร็วทันใจว่าการใช้ปุ๋ยหมักโดยไม่คำนึงถึงผลกระทบในเชิงลบ เช่น การเพิ่มต้นทุนการผลิต และการทำให้ดินเสื่อมสภาพ เป็นต้น

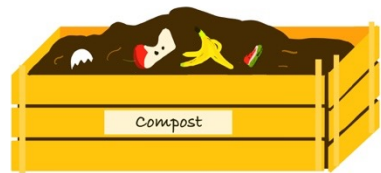
ด้วยเหตุนี้ โครงการ “การถ่ายทอดองค์ความรู้การผลิตปุ๋ยหมัก และพืชอินทรีย์ยั่งยืน โดยประยุกต์ใช้นวัตกรรมเครื่องผลิตปุ๋ยหมักในการเพิ่มศักยภาพการผลิต” จึงจัดทำคู่มือ “การทำปุ๋ยหมักด้วยนวัตกรรม” ขึ้น เพื่อเผยแพร่เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เป็นผลงานวิจัย ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช) ผู้ใช้ประโยชน์ในภาคประชาชน และชุมชน เพื่อสนับสนุนต่อการดำเนินนโยบาย “ไทยแลนด์ 4.0” หรือ “ประเทศไทย 4.0” ที่เป็นโมเดลใหม่ของการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศที่มุ่งปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม” เพื่อผลักดันให้ประเทศไทยสามารถก้าวข้ามกับดักประเทศรายได้ปานกลางเข้าสู่ประเทศแห่งการพัฒนาทางด้านการเกษตรและอาหาร รวมถึงเพื่อช่วยส่งเสริมให้ระบบการผลิตในภาคการเกษตรสามารถเติบโตขึ้นท่ามกลางบริบทใหม่ทางเศรษฐกิจได้อย่างเข้มแข็งและยั่งยืนสืบไป



# ภาคผนวก

## ก. ความหมายของปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก คือ ผลผลิตที่ได้จากการนำเศษซากพืช เศษอาหาร ใบไม้แห้ง ซากสัตว์ ตลอดจนมูลสัตว์ หรือวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ชนิดต่างๆ มาคลุกเคล้ารวมกันแล้วปล่อยให้วัสดุอินทรีย์นั้นๆ เกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ และเชื้อรา จนกระทั่งได้ปุ๋ยหมักที่มีสีน้ำตาลปนดำ หรือสีน้ำตาลเข้ม มีลักษณะคล้ายดินที่พูนอยู่หรือร่วนซุย หรืออาจเรียกว่าฮิวมัส (Humus) นำไปใช้ประโยชน์เพื่อการบำรุงดิน เนื่องจากจะอุดมไปด้วยอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อพืช ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง คือ แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ และจุลธาตุ คือ โบรอน โมลิบดินัม เหล็ก ทองแดง สังกะสี คลอรีน แมงกานีส และนิกเกิล เป็นต้น



## ข. ความสำคัญและประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

การผลิตปุ๋ยหมัก เป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งทั้งต่อระบบการเพาะปลูกพืชและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

### ประโยชน์ในการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน

ปุ๋ยหมัก มีคุณสมบัติในการช่วยปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากอุดมไปด้วยอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ดินมีเนื้อละเอียดอัดตัวกันแน่น เช่น ดินเหนียว การใส่ปุ๋ยหมักลงไปจะช่วยให้ดินเหนียวนั้นมีสภาพร่วนซุยมากขึ้น เนื่องจากการใส่ปุ๋ยหมักช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินทำให้ดินมีเนื้อโปร่ง ทำให้ดินมีการระบายน้ำและการระบายอากาศในดินดีขึ้น ทำให้รากพืชได้รับธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น พืชจึงเจริญเติบโตได้เร็ว แข็งแรง มีการแตกใบและกิ่งก้านได้มาก มีระบบรากที่สมบูรณ์ ซึ่งจะส่งผลให้พืชสามารถดูดน้ำและแร่ธาตุต่างๆ ที่มีประโยชน์ไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตและงอกงามดี ส่วนดินที่มีเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายและดินร่วนปนทราย ซึ่งมักมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีสารอินทรีย์อยู่น้อยและไม่อุ้มน้ำ การใส่ปุ๋ยหมักลงไปที่ดินประเภทนี้จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ทำให้ดินสามารถดูดซับน้ำได้มากขึ้นและพืชสามารถนำธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ปุ๋ยหมักยังช่วยลดความเป็นกรดของดิน ทำให้ดินกลับมาเป็นค่าพีเอชที่เป็นกลาง ปุ๋ยเคมีที่เคยถูกตรึงสะสมในดินในรูปที่ไม่ละลายน้ำ ก็จะเปลี่ยนมาอยู่ในรูปที่ละลายน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที และปุ๋ยหมักช่วยลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดิน (Soil crust) ทำให้เมล็ดมีการงอกดี ช่วยให้ น้ำซึมลงไปดินได้สะดวกขึ้น ทำให้ลดการพัดพาหรือชะเอาหน้าดินที่สมบูรณ์ไป เนื่องจากการซึมลงดินของน้ำจะช่วยลดการไหลบ่าของน้ำฝนได้

## การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของดินจากการใส่ปุ๋ยหมัก

1) ส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน (Soil aggregation) ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงในดินจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงทำให้ไปช่วยปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น อินทรีย์ในปุ๋ยหมักเป็นสารอินทรีย์ที่มีประจุลบจะเป็นตัวช่วยดูดยึดธาตุอาหาร และมีผลให้อนุภาคดินเกาะตัวกัน นอกจากนี้สารเมือกที่ปลดปล่อยจากแบคทีเรียบางชนิดที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักจะช่วยส่งเสริมการเกาะกลุ่มเป็นเม็ดดินและก้อนดินได้อีกด้วย

2) ปุ๋ยหมักช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น โดยจะเข้าไปแทรกตัวในอนุภาคของดิน ทำให้ดินมีการระบายอากาศได้เพิ่มขึ้น ระบบรากพืชจึงสามารถแผ่กระจายลงไปในดินได้ลึกและกว้าง ทำให้พืชสามารถดูดธาตุอาหารเพื่อไปเลี้ยงลำต้นได้เพิ่มขึ้น

## การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีของดินจากการใส่ปุ๋ยหมัก

1) เนื่องจากปุ๋ยหมักมักทำมาจากวัสดุอินทรีย์ หรือเศษพืชต่างๆ จึงมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ค่อนข้างครบถ้วนต่อการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งยังเป็นแหล่งสำคัญของธาตุไนโตรเจน รวมถึงจุลธาตุหรือธาตุอาหารเสริมที่สำคัญ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดินัม ฯลฯ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยหมักจึงเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินได้โดยตรง โดยธาตุอาหารในปุ๋ยหมักจะถูกปล่อยออกมาได้ช้ากว่าปุ๋ยเคมี ทั้งนี้การที่ปุ๋ยหมักมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาช้าๆ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อพืชและส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ในระยะยาว

2) ปุ๋ยหมักช่วยลดความเป็นพิษต่อพืช ในกรณีที่ดินมีธาตุอาหารบางชนิดมากเกินไป เช่น การใช้ปุ๋ยหมักในดินกรดสามารถลดความเป็นพิษของธาตุอลูมิเนียมและแมงกานีส โดยปุ๋ยหมักจะช่วยดูดยึดธาตุอลูมิเนียมและแมงกานีสไว้ ทำให้ธาตุนั้นละลายในดินได้ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยหมักจะช่วยลดความเป็นพิษของอลูมิเนียมและแมงกานีสได้ดียิ่งขึ้น

3) การใส่ปุ๋ยหมักในดินเป็นการช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-ด่าง (Buffer capacity) ทำให้ค่าพีเอชหรือความเป็นกรด-ด่าง ของดินไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจนเป็นอันตรายหรือส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

### การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางชีวภาพของดินจากการใส่ปุ๋ยหมัก

1) การใส่ปุ๋ยหมักลงดินช่วยเพิ่มอาหารให้แก่จุลินทรีย์ในดิน เช่น จุลินทรีย์จำพวกเฮเทอโรโทรฟ (Heterotroph microorganisms) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีประโยชน์ต่อพืช คือ ช่วยในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปของธาตุอาหารในดินทำให้รากพืชสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น พืชจึงเจริญเติบโตและแข็งแรงในดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงๆ มากกว่าดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ

2) การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ปริมาณแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น เช่น เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มอะซิโตแบคเตอร์ (*Azotobacter sp.*) (Marchesini, et.al., 1988) ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและลดความรุนแรงในการก่อโรคของเชื้อบางชนิดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดโรคในบริเวณใกล้รากพืช นอกจากนี้ ปุ๋ยหมักยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma sp.*) ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์หรือเป็นศัตรูต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด โดยมักพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักในดินจะช่วยลดปริมาณของเชื้อโรคบางชนิดในดินได้ ทำให้พืชมีอัตราการเกิดโรคลดน้อยลง

3) การเจริญของจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดฟอร์มิก และกรดอะซิติก เป็นต้น กรดอินทรีย์เหล่านี้จะถูกพืชนำไปใช้โดยตรง โดยบางชนิดมีผลต่อการปลดปล่อยและการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

4) การใส่ปุ๋ยหมักมีผลต่อการควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดินได้ เนื่องจากปุ๋ยหมักช่วยส่งเสริมให้จุลินทรีย์ที่เป็นศัตรูของไส้เดือนฝอยเจริญเติบโตได้ดี โดยจุลินทรีย์เหล่านี้จะขับสารประเภทอัลคาลอยด์ และกรดไขมันบางชนิดที่เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอย ดังนั้นการใส่ปุ๋ยหมักจึงส่งผลให้มีปริมาณไส้เดือนฝอยในดินลดลงได้อีกด้วย



## ค. กระบวนการและปัจจัยที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมัก

### กระบวนการทำปุ๋ยหมัก

กระบวนการทำปุ๋ยหมัก สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

#### 1. การทำปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศ (Aerobic composting)

การทำปุ๋ยหมักแบบนี้จะอาศัยจุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Microorganism) เพื่อการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญ ได้แก่ เชื้อรา แบคทีเรีย และแอคติโนมัยซีท (Rebollido, *et.al*, 2008) ซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิต คือ ปุ๋ยหมัก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ไนเตรท ซัลเฟต และความร้อน ทั้งนี้ จะต้องจัดสภาพภายในของกองปุ๋ยหมักให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ออกซิเจน ดังนี้

1) ภายในกองปุ๋ยหมักจะต้องมีอากาศ หรือมีออกซิเจนให้จุลินทรีย์ใช้อย่างเพียงพอ

2) วัตถุดิบที่จะนำมาใช้ทำปุ๋ยหมักควรมีอาหารของจุลินทรีย์ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ จะต้องม้อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนไม่น้อยกว่า 25-30 : 1

3) ควรมีค่าความชื้นภายในกองปุ๋ยหมักประมาณ 40-60% (นันทวัน, 2556)

ทั้งนี้เพื่อสร้างเสริมสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ หากขาดสิ่งใดสิ่งหนึ่งไปจะทำให้กระบวนการย่อยสลายแบบใช้อากาศเกิดขึ้นได้ไม่ดีหรือไม่เกิดขึ้นก็เป็นได้

#### 2. การทำปุ๋ยหมักแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic composting)

การทำปุ๋ยหมักแบบไม่ใช้อากาศ จะอาศัยจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ผลผลิตที่ได้ คือ ปุ๋ยหมัก คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ก๊าซมีเทน ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซไข่เน่า และความชื้น ใช้ระยะเวลาในการหมักนานกว่าแบบใช้ออกซิเจน



## ปัจจัยที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมัก

### 1. อุณหภูมิ

อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักบ่งชี้ถึงกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ หากอัตราการเผาผลาญอาหารของจุลินทรีย์หรืออัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีมากจะทำให้อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักยิ่งเพิ่มสูงขึ้นในทางกลับกันหากอัตราการเผาผลาญอาหารลดลง หรือจุลินทรีย์มีกิจกรรมการย่อยสลายลดลง ก็จะทำให้อุณหภูมิภายในกองลดลงตามไปด้วย เรามักใช้อุณหภูมิเพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ไปเป็นปุ๋ยหมักใกล้เสร็จสมบูรณ์แล้วหรือยัง ถ้าหากอุณหภูมิของปุ๋ยหมักค่อยๆ ลดลงและลดลงจนเท่าอุณหภูมิห้องแสดงว่ากระบวนการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์สามารถนำปุ๋ยหมักนั้นไปใช้ได้

### 2. การเติมอากาศ

ออกซิเจนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ดังนั้นการกลับกองปุ๋ยหมักเป็นระยะๆ จึงเป็นการเติมอากาศเข้าสู่กองปุ๋ยหมักเพื่อให้จุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ ซึ่งจะช่วยให้กระบวนการหมักให้เร็วขึ้น กองปุ๋ยหมักที่ไม่ได้กลับจะใช้เวลาย่อยสลายนานกว่า 3-4 เท่า ถ้ามีการเติมอากาศเข้าสู่กองปุ๋ยหมักยิ่งมากก็จะยิ่งทำให้การย่อยสลายเกิดขึ้นได้มากและเร็ว ดังนั้นจึงควรพลิกกลับกองปุ๋ยหมักเพื่อให้อากาศหมุนเวียนในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งจะทำให้การย่อยสลายเกิดได้เร็วขึ้น อนึ่งการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมักไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากการย่อยสลายเกิดขึ้นช้าและเกิดกลิ่นเหม็นในระหว่างการหมัก

### 3. ความชื้น

ความชื้นที่เพียงพอมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักควรควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมคือ 40-60% ถ้ากองปุ๋ยหมักแห้งเกินไปการย่อยสลายจะเกิดได้ไม่ดีหรือไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีสภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

และการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ ถ้าหากกองปุ๋ยหมักมีน้ำ มากเกินไป จะทำให้เกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้อากาศเข้ามาแทนที่ จุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ อีกทั้งยังมีกลิ่นเหม็นเพิ่มขึ้นอีกด้วย การจะทดสอบว่า กองปุ๋ยหมักมีความชื้นเหมาะสมแล้วหรือยังทำได้โดยใช้มือกำอินทรีย์วัตถุ แล้วลองบีบดู โดยให้สังเกตว่าอินทรีย์วัตถุจะรวมตัวกันเป็นก้อน และไม่แตกตัวเมื่อคลายมือ หรือจะมีหยดน้ำไหลออกมาตามง่ามมือ เพียง 1-2 หยดเท่านั้น หากมีน้ำไหลออกมาตามง่ามมือมากกว่านั้น แสดงว่าแฉะเกินไป ให้ทำการเติมอินทรีย์วัตถุสีน้ำตาล เช่น ใบไม้แห้ง ลงไปเพื่อให้มีความชื้นเหมาะสม

#### 4. ขนาดของอินทรีย์วัตถุ

ขนาดของอินทรีย์วัตถุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมักมีผลต่อกระบวนการย่อยสลาย กล่าวคือ อินทรีย์วัตถุยิ่งเล็กจะทำให้กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น เนื่องจากมีพื้นที่ผิวให้จุลินทรีย์เข้าสัมผัสหรือย่อยสลายได้มากขึ้น โดยขนาดของอินทรีย์วัตถุที่เหมาะสม คือ ไม่ควรเกิน 2 นิ้ว และในบางครั้งการที่วัตถุดิบมีความหนาแน่นมากหรือมีความชื้นมากๆ เช่น เศษหญ้าที่ตัดจากสนามก็มีผลต่อกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ด้วยเหมือนกัน คือ อากาศจะผ่านเข้าไปในกองปุ๋ยหมักได้น้อย ดังนั้นหากใช้อินทรีย์วัตถุที่มีความหนาแน่นสูงหรือมีความชื้นสูงๆ จึงควรนำอินทรีย์วัตถุที่เบาและแห้ง เช่น ใบไม้แห้ง ฟางข้าว หรือกระดาษผสมเข้าไปด้วยทั้งนี้เพื่อให้อากาศถ่ายเทหรือช่วยให้การระบายอากาศในกองปุ๋ยหมักเกิดได้ดีขึ้น

#### 5. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

จุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนเพื่อเป็นแหล่งพลังงานและใช้ไนโตรเจนสำหรับการสังเคราะห์โปรตีน ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ จุลินทรีย์ต้องการใช้คาร์บอน 30 ส่วน ต่อ ไนโตรเจน 1 ส่วน (C:N = 30:1 โดยน้ำหนัก)

ซึ่งอัตราส่วนนี้มีความเหมาะสมทำให้การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้เร็ว ถ้ากองปุ๋ยหมักมีส่วนผสมของวัสดุหมักที่มีคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงมาก (มีคาร์บอนมาก) การย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้า ถ้ากองปุ๋ยหมักมีส่วนผสมที่มีคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำมาก (มีไนโตรเจนสูง) จะเกิดการสูญเสียไนโตรเจนไปในรูปแบบของแอมโมเนียสู่บรรยากาศและจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็น ดังนั้น อินทรีย์วัตถุที่จะนำมาใช้ในการทำปุ๋ยหมักควรต้องนำอินทรีย์วัตถุต่างชนิดกันมาผสมกันเพื่อให้ได้อัตราส่วน C:N = 30:1 ยกตัวอย่างเช่น การผสมมูลวัวที่มี C:N เท่ากับ 20:1 จำนวน 2 ถุง เข้ากับลำต้นข้าวโพดที่มี C:N เท่ากับ 60:1 จำนวน 1 ถุง จะได้กองปุ๋ยหมักที่มี C:N เท่ากับ  $(20:1+20:1+60:1)/3 = 33:1$  (ค่า C:N ตามตารางที่ ค-1)

ตารางที่ ค-1 ตัวอย่างของวัตถุดิบสำหรับทำปุ๋ยหมัก และอัตราส่วน C:N

ชนิดของวัตถุดิบ	อัตราส่วน C:N
เศษผัก	12-20:1
เศษอาหาร	18:1
พืชตระกูลถั่ว	13:1
มูลวัว	20:1
ใบไม้	40-80:1
ลำต้นข้าวโพด	60:1
เศษใบหญ้า	20:1
ปุ๋ยคอกม้า	60:1
ฟางข้าว	80-100:1
เศษพืชตัดแต่ง	12-20:1
ขี้เลื่อย	600:1

ที่มา: <http://www.vcharkarn.com/varticle/38803> และ  
 นันทวัน, 2556.

เมื่อทำปุ๋ยหมักเสร็จแล้วจะต้องพิจารณาว่าปุ๋ยหมักนั้นๆ มีคุณลักษณะเป็นไปตามมาตรฐานของปุ๋ยหมัก ถ้าหากไม่ได้มาตรฐานอาจเป็นพิษต่อพืชและสิ่งแวดล้อมได้ สำหรับมาตรฐานปุ๋ยหมักของประเทศไทยกำหนดให้เป็นไปตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ดังตารางที่ ค-2

คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
1. ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5x12.5 มิลลิเมตร
2. ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35% โดยน้ำหนัก
3. ปริมาณหินและกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 5% โดยน้ำหนัก
4. พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ต้องไม่มี
5. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	ไม่น้อยกว่า 30% โดยน้ำหนัก
6. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5
7. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20 : 1
8. ค่าการนำไฟฟ้า (EC: Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 3 มิลลิซีเมนต์/เซนติเมตร

ตารางที่ ค-2 รายละเอียดกำหนดคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ (ต่อ)

คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
9. ปริมาณธาตุอาหารหลัก	- ไนโตรเจน (Total N) ไม่น้อยกว่า 1.0% โดยน้ำหนัก - ฟอสฟอรัส (Total $PO_2$ ) <sub>5</sub> ไม่น้อยกว่า 0.5% โดยน้ำหนัก - โพแทสเซียม (Total $KO_2$ ) <sub>2</sub> ไม่น้อยกว่า 0.5% โดยน้ำหนัก
10. การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80%
11. สารหนู (Arsenic)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
12. แคดเมียม (Cadmium)	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
13. โครเมียม (Chromium)	ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
14. ทองแดง (Copper)	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
15. ตะกั่ว (Lead)	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
16.ปรอท (Mercury)	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

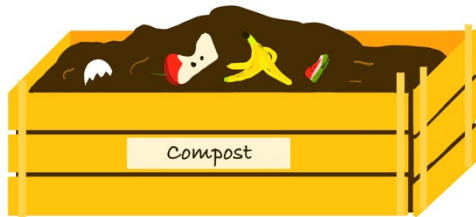


## บรรณานุกรม

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (ปุ๋ยหมัก) ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 122 ตอนที่ 114 ง ลงวันที่ 8 ธันวาคม 2548.
- กรมวิชาการเกษตร. 2548. ประกาศกรมวิชาการเกษตร วันที่ 2 มิถุนายน พ.ศ. 2548 เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ กรุงเทพมหานคร กรมวิชาการเกษตร.
- นันทวัน ฤทธิเดช. 2556. ข้อควรพิจารณาก่อนทำปุ๋ยหมัก. วารสารวิทยาศาสตร์ มข.ปีที่ 41 ฉบับที่ 3 : 595-606.
- ลักขณา เบ็ญจวรรณ เสกสรร สีหวงษ์ สุรัตน์วดี จิระจินดา และ วรณศักดิ์ เลี่ยมแหลม. 2552. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่องการพัฒนาต้นแบบระบบกำจัดขยะขนาดเล็กสำหรับบ้านเรือน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 212น.
- ลักขณา เบ็ญจวรรณ วัชรพล ชยประเสริฐ เสกสรร สีหวงษ์ อุดม แก้วสุวรรณ และนิภาพรรณ กังสกุลนิติ. 2555. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่องการพัฒนาต้นแบบระบบหมักขยะอินทรีย์แบบใช้อากาศและอุปกรณ์ช่วยผสมอัตโนมัติ สำหรับบ้านเรือนและองค์กรชุมชน. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 232น.
- Marchesini, A., Allievi, L., Comotto, E. and Ferran, A. 1988. Long-term effects of quality compost treatment on soil. *Plant and Soil.*, 160, 253-261.

# บรรณานุกรม (ต่อ)

Rebollido, R., Martinez, J., Aguilera, Y., Melchor, K., Koerner, R. and Stegmann, R. 2008. Microbial populations during composting process of organic fraction of municipal solid waste. *Applied Eco and Envi Res.* 6(3): 61-67.



# คณะทำงาน

## 1. ดร.ลักขณา เบ็ญจวรรณ์ (หัวหน้าโครงการ)

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม

## 2. นายไพโร มัทธวรรณ์

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม

## 3. นางสาวทัศนีย์ ชัยคงดี

ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม

## 4. นางอุทัยวรรณ ด้วงเงิน

ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม

## 5. นายชาติรี ต่วนศรีแก้ว

โรงเรียนสถาพรวิทยา ตำบลลำพญา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

## 6. ผศ.สมบุรณ์ ประสงค์จันทร์

คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตภาคใต้ จังหวัดสงขลา



ข้อมูลเพิ่มเติม : ดร.ลักขณา เบ็ญจวรรณ์

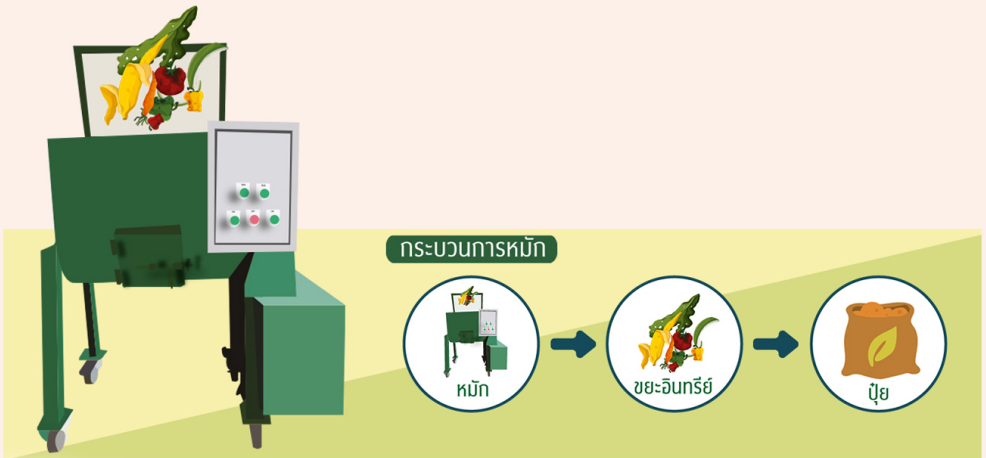
อีเมล: rdilnb@ku.ac.th โทร. 094-4635614 ไลน์:







แหล่งทุน  
กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.)  
และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.).



โครงการ “การถ่ายทอดองค์ความรู้การผลิตปุ๋ยหมักและพืชอินทรีย์ยั่งยืน  
โดยประยุกต์ใช้นวัตกรรมเครื่องผลิตปุ๋ยหมักในการเพิ่มศักยภาพการผลิต”