วท.

# เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง

# การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง จากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสีย โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

วันศุกร์ที่ 13 กรกฎาคม 2544

ณ สถานีวิจัยลำตะคอง
อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

631.589:628
.477.6
กรส ฉ.2

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)
กรกฎาคม 2544

# เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ
# เรื่อง
## "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ"
## วันศุกร์ที่ 13 กรกฎาคม 2544
## ณ สถานีวิจัยลำตะคอง

## จัดทำโดย


สุนทร ดุริยะประพันธ์
ปริญญา วิไลรัตน์
ทักษิณ อาชวาคม
สายันต์ ตันพานิช
ประยุทธ กาวิละเวส
ชลธิชา นิวาสประกฤติ

**สัมมนาเชิงปฏิบัติการ**

**เรื่อง**

# "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง จากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ"

**วันศุกร์ที่ 13 กรกฎาคม 2544**

**ณ สถานีวิจัยลำตะคอง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (วท.)**

**อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา**

| เวลา | กำหนดการ |
|---|---|
| 08:00 – 08:45 น | ลงทะเบียน |
| 08:45 – 09:00 น. | พิธีเปิดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการฯ<br>โดย ผอ. ฝ่ายจัดการสถานีวิจัย |
| 09:00 – 10:00 น. | การบรรยายเรื่อง **ศักยภาพของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง**<br>โดย นายปริญญา วิไลรัตน์ |
| 10:00 – 10:15 น. | พักรับประทานอาหารว่าง |
| 10:15 – 11:00 น. | การบรรยายเรื่อง **คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและวิธีการใช้**<br>โดย นายสายันต์ ตันพานิช |
| 11:00 – 12:00 น. | การบรรยายเรื่อง **การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด**<br>โดย นายทักษิณ อาชวาคม |
| 12:00 – 13:00 น. | พักรับประทานอาหารกลางวัน |
| 13:00 – 14:00 น. | การบรรยายเรื่อง **การผลิตปุ๋ยปลา**<br>โดย ดร. สุริยา สาสนรักกิจและคณะ |
| 14:00 – 15:00 น. | การสาธิตและปฏิบัติการ **การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด**<br>โดย นายปริญญา วิไลรัตน์และนายทักษิณ อาชวาคม |
| 15:00 – 15:15 น. | พักรับประทานอาหารว่าง |
| 15:15 – 16:00 น. | การสาธิตและปฏิบัติการ **การผลิตปุ๋ยปลา**<br>โดย ดร. สุริยา สาสนรักกิจและคณะ |
| 16:00 – 16:30 น. | พิธีปิดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ<br>โดย ผอ. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท |

# คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีพื้นที่ทำการเกษตรจำนวนมากรวมทั้งมีโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรมากมาย จากกระบวนการผลิตทางการเกษตรดังกล่าว ทำให้มีวัสดุเหลือทิ้งปีหนึ่งๆ จำนวนหลายล้านตัน เศษวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวหากไม่มีการจัดการที่เหมาะสมดีพออาจทำให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม และต้องลงทุนอย่างมากในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการวิจัยโดยการนำวัสดุเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น กากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ แกลบจากโรงสีข้าว ขุยมะพร้าวจากโรงงานมะพร้าว เศษมันและกากมันสำปะหลังจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง มูลสัตว์จากฟาร์มปศุสัตว์ เป็นต้น มาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ วท. และปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง โดยปรับคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพให้เหมาะสมและสะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการนำวัสดุเหลือทิ้งมาทำให้เกิดประโยชน์ นอกจากจะช่วยลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมแล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและรายได้ให้กับผู้ผลิตอีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้นการนำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้ในระบบการผลิตทางการเกษตร ยังช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์และแก้ไขปัญหาโครงสร้างของดิน รวมทั้งลดการใช้ปุ๋ยเคมีอีกด้วย

จากความสำคัญดังกล่าว วท. จึงได้จัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง **"การอบรมและสาธิตการผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ"** ครั้งนี้ขึ้นเพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องได้รับทราบถึงศักยภาพของแหล่งวัตถุดิบ การผลิตและคุณสมบัติ รวมทั้งการใช้ประโยชน์ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง วท.หวังว่าการดำเนินการครั้งนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เกี่ยวข้องสืบไป

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **บทที่ 1. แนวทางการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร** | **1** |
| 1. รูปแบบการนำวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมมาทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ | 1 |
| 2. การผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศไทย | 4 |
| 3. โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ | 6 |
| 4. ชนิดของโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ | 10 |
| 5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเยื่อและกระดาษ | 10 |
| 6. กำลังการผลิตและปริมาณกากตะกอน | 11 |
| 7. การใช้ประโยชน์กากตะกอนของโรงงาน | 12 |
| **บทที่ 2. คุณสมบัติของกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ** | **13** |
| 1. ชนิดและปริมาณของธาตุอาหารพืชของกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ | 13 |
| 2. คุณสมบัติทางเคมีอื่นๆ ของกากตะกอนฯ | 18 |
| 3. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ | 19 |
| 4. คุณสมบัติบางประการของขุยมะพร้าวและแกลบเผา | 19 |
| 5. ธาตุอาหารพืชของแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์ | 20 |
| 6. สรุป | 22 |
| 7. เอกสารอ้างอิง | 22 |
| **บทที่ 3. วิธีการผลิตแท่งเพาะชำ วท. และปุ๋ยอินทรีย์ วท. จากกากตะกอนโรง-งานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ** | **23** |
| 1. การผลิตแท่งเพาะชำ | 23 |
| 2. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ | 29 |
| **บทที่ 4. การใช้แท่งเพาะชำจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษในการเพาะชำกล้าไม้** | **31** |
| 1. การเตรียมแท่งเพาะชำเพื่อการเพาะปลูก | 31 |
| 2. การเพาะปลูกพืชลงในแท่งเพาะชำ | 31 |
| 3. การดูแลรักษาต้นกล้าในแท่งเพาะชำ | 33 |
| 4. การย้ายปลูก | 35 |
| 5. เอกสารอ้างอิง | 36 |

## สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| **บทที่ 5. การวิเคราะห์ด้านการเงินการผลิตแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ** | **39** |
| 1. เงินลงทุน | 40 |
| 2. ต้นทุนการผลิต | 41 |
| 3. การผลิต | 41 |
| 4. รายได้ของโครงการ | 42 |
| 5. วัตถุดิบ | 42 |
| 6. อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน | 43 |
| 7. ข้อเสนอแนะ | 43 |
| **บทที่ 6. การศึกษาเบื้องต้นภาวะการตลาดปุ๋ยอินทรีย์** | **45** |
| 1. คำนำ | 45 |
| 2. จำนวนโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ | 46 |
| 3. เงินลงทุน | 47 |
| 4. กำลังการผลิต | 47 |
| 5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ | 55 |
| 6. ราคาวัตถุดิบที่สำคัญ | 55 |
| 7. ช่องทางการจำหน่าย | 56 |
| 8. ขนาดและชนิดของบรรจุภัณฑ์ | 57 |
| 9. ยี่ห้อหรือตราที่วางจำหน่ายในปัจจุบัน | 57 |
| 10. ปัญหาและอุปสรรคในการประกอบธุรกิจ | 58 |
| 11. ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ | 58 |
| **การผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง** | **59** |

# สารบัญตาราง


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 1. | สรุปขั้นตอนการทำเยื่อและกระดาษโดยวิธีเคมีและของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ | 5 |
| ตารางที่ 2. | ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ | 11 |
| ตารางที่ 3. | ชนิดโรงงาน กำลังการผลิตและปริมาณกากตะกอนแห้ง | 11 |
| ตารางที่ 4. | ปริมาณธาตุอาหารหลักของกากตะกอนฯ เปรียบเทียบกับดินและปุ๋ยจากใบจามจุรี | 14 |
| ตารางที่ 5. | ปริมาณธาตุอาหารรองของกากตะกอนฯ และดิน | 15 |
| ตารางที่ 6. | ปริมาณจุลธาตุของกากตะกอนฯ ปุ๋ยคอกและความต้องการของพืช | 16 |
| ตารางที่ 7. | ปริมาณโลหะหนักของกากตะกอนฯ | 18 |
| ตารางที่ 8. | คุณสมบัติทางเคมีอื่นๆ ของกากตะกอนฯ | 18 |
| ตารางที่ 9. | คุณสมบัติทางฟิสิกส์บางประการของกากตะกอนฯ | 19 |
| ตารางที่ 10. | องค์ประกอบคุณสมบัติบางประการของขุยตะกอนและแกลบเผา | 20 |
| ตารางที่ 11. | แสดงคุณภาพและคะแนนถ่วงน้ำหนักในการกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ | 22 |
| ตารางที่ 12. | แสดงจำนวนวันหลังหยุดการให้น้ำที่กล้าไม้เริ่มแสดงอาการเหี่ยว | 36 |
| ตารางที่ 13. | เงินลงทุนรวมของโครงการ | 40 |
| ตารางที่ 14. | มูลค่าของเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต | 40 |
| ตารางที่ 15. | โครงสร้างต้นทุนการผลิตแท่งเพาะชำ วท. | 41 |
| ตารางที่ 16. | แสดงแผนและปริมาณการผลิต | 41 |
| ตารางที่ 17. | แสดงรายได้ของโครงการในแต่ละปี | 42 |
| ตารางที่ 18. | ปริมาณและราคาวัตถุดิบ | 42 |
| ตารางที่ 19. | สรุปผลการวิเคราะห์ด้านการเงิน | 43 |
| ตารางที่ 20. | จำนวนโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยหมักแยกเป็นรายจังหวัด | 47 |
| ตารางที่ 21. | จำนวนโรงงาน ที่ตั้ง กำลังการผลิต เงินทุนและคนงานของโรงงานปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก | 48 |
| ตารางที่ 22. | ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดแยกเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก | 57 |
| ตารางที่ 23. | ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดแยกเป็นปุ๋ยหมัก | 58 |
| ตารางที่ 24. | ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดแยกเป็นปุ๋ยคอก | 58 |

# สารบัญรูป


| | | หน้า |
|---|---|---|
| รูปที่ 1. | ผลผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศ | 7 |
| รูปที่ 2. | ปริมาณการนำเข้าและส่งออกของเยื่อและกระดาษในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540 | 7 |
| รูปที่ 3. | การกระจายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ | 7 |
| รูปที่ 4. | ขั้นตอนของการบำบัดโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษและเศษวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้น | 8 |
| รูปที่ 5. | จังหวัดที่เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ | 9 |
| รูปที่ 6. | การใช้ประโยชน์กากตะกอนโดยโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ | 12 |
| รูปที่ 7. | กากตะกอนที่นำไปถมที่ | 12 |
| รูปที่ 8. | แท่งเพาะชำ วท. | 21 |
| รูปที่ 9. | ดินปลูก วท. | 21 |
| รูปที่ 10. | ปุ๋ยอินทรีย์ วท. | 21 |
| รูปที่ 11. | เครื่องผสมแนวตั้ง | 27 |
| รูปที่ 12. | เครื่องอัดแท่งเพาะชำแบบมอเตอร์ | 27 |
| รูปที่ 13. | อุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดและถอดแท่งเพาะชำ | 28 |
| รูปที่ 14. | เครื่องอัดแท่งเพาะชำชนิดเท้าเหยียบ | 28 |
| รูปที่ 15. | แท่งเพาะชำที่ปลูกต้นไม้แล้ว | 32 |
| รูปที่ 16. | วิธีการปลูกกล้าไม้ในแท่งเพาะชำ | 32 |
| รูปที่ 17. | แท่งเพาะชำในเรือนเพาะชำ | 34 |
| รูปที่ 18. | ความสูงของกล้าไม้ชนิดต่างๆ ที่อายุ 3 เดือน เมื่อวางแท่งเพาะชำบนวัสดุรองพื้นต่างๆ กัน | 34 |
| รูปที่ 19. | เปรียบเทียบความสูงของกล้าไม้ชนิดต่างๆ ซึ่งปลูกในแท่งเพาะชำเมื่ออายุ 3 เดือน โดยการให้น้ำวิธีต่างๆ | 34 |
| รูปที่ 20. | ต้นไม้ในแท่งเพาะชำเปรียบเทียบการเจริญเติบโตกับในถุงพลาสติก | 37 |
| รูปที่ 21. | ความสูงของกล้าไม้ชนิดต่างๆ ที่ปลูกบนแท่งเพาะชำ เมื่ออายุ 3 เดือน โดยใช้ปุ๋ยในอัตราต่างๆ กัน | 37 |
| รูปที่ 22. | ระบบรากพืชหลังจากที่ฝังลงในดิน | 37 |

# การผลิตแท่งเพาะซ้ำ

# บทที่ 1

# แนวทางการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร[1]

สุนทร ดุริยะประพันธ์[2] ปริญญา วิไลรัตน์[2] ทักษิณ อาชวาคม[3] สายันต์ ตันพานิช[3]
ประยุทธ กาวิละเวส[3] ชลธิชา นิวาสประถุติ[2] และปรียานันท์ ศรสูงเนิน[2]

ในอุตสาหกรรมเกษตร และอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ตามปกติจะมีวัสดุเหลือใช้ หรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่มีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ประโยชน์, โดยส่วนใหญ่เป็นเศษวัสดุที่เน่าเสียได้ง่ายและมักจะก่อให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะกับชุมชนและสภาพแวดล้อมหากมีการจัดการและกำจัดที่ไม่เหมาะสม. นอกจากนี้วัสดุเหลือใช้ที่มีปริมาณมากเป็นภาระและหน้าที่ของโรงงานในการกำจัด เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตของภาคอุตสาหกรรม.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้ให้ความสำคัญในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำเศษวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมเกษตรมาทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ, โดยเล็งเห็นถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นอันเป็นผลมาจากการกำจัดไม่ถูกวิธี. นอกจากนี้การนำเศษวัสดุเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะในการเกษตร นอกจากจะมีส่วนช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการจัดการและกำจัดในส่วนของโรงงานแล้ว ยังเป็นประโยชน์กับเกษตรกรได้อีกด้วย.

## 1. รูปแบบการนำวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมเกษตรมาทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ

การใช้ประโยชน์เศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรสามารถจำแนกออกเป็น 4 รูปแบบ คือ :

- เป็นอาหารสัตว์ เช่น การใช้ฟางข้าวและเปลือกสับปะรดเป็นอาหารปศุสัตว์.

- เป็นเชื้อเพลิง เช่นการใช้แกลบ ชานอ้อยและเศษวัสดุต่าง ๆ เป็นเชื้อเพลิงในโรงสี, โรงงานน้ำตาลและโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ.

- เป็นปุ๋ยอินทรีย์ เช่น การไถกลบเศษพืชลงดินและการใช้น้ำกากส่าเป็นปุ๋ยในนาข้าว.

---

[1] เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ วันที่ 13 กรกฎาคม 2544 ณ สถานีวิจัยลำตะคอง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

[2] ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

[3] ฝ่ายจัดการสถานีวิจัย, วท.

- เป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่นการนำมาใช้เลี้ยงเชื้อราเพื่อผลิตเอนไซม์, การนำฟางข้าวมาใช้ในการเพาะเห็ด เป็นต้น.

เศษพืชที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวมีพลังงานสะสมอยู่ในปริมาณมาก. เศษวัสดุที่เหลือจากการเก็บเกี่ยว ข้าว, มันสำปะหลัง, อ้อย, ข้าวโพด, เมล็ดยางพารา, ถั่วเหลืองและข้าวฟ่าง ในฤดูปลูกปี พ.ศ. 2530-31 มีค่าพลังงานเปรียบเทียบได้กับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงรวม 28,215,615 ตัน เปรียบเทียบกับพลังงานที่ต้องจัดหาเพื่อใช้ในประเทศในปี พ.ศ. 2528 มีค่าเท่ากับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงรวมประมาณ 27,947,000 ตัน (สาเกทอง 2533). ค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เศษวัสดุมีค่าดังต่อไปนี้ แกลบ 3,800 กิโลแคลอรี/กก., ต้นข้าวโพด 2,860 กิโลแคลอรี/กก., ฟางข้าว 2,670 กิโลแคลอรี/กก., ซังข้าวโพด 2,480 กิโลแคลอรี/กก., ชานอ้อย 1,800 กิโลแคลอรี/กก. และเศษต้นอ้อยในไร่ 1,570 กิโลแคลอรี/กก. ทั้งนี้เมื่อคิดเปรียบเทียบในรูปของความร้อนมีการใช้วัสดุเหลือใช้การเกษตรประเภทชานอ้อยมากที่สุด, รองลงมาได้แก่ไม้ฟืน, แกลบ, ซังข้าวโพดและถ่านไม้ ตามลำดับ (บุญยุบล 2533).

เศษวัสดุจากโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษโดยเฉพาะกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียมีในปริมาณมาก เป็นภาระที่ทางโรงงานต้องรับผิดชอบในการกำจัดไม่ให้เกิดมลภาวะกับสภาพแวดล้อม, การกำจัดที่ปฏิบัติแพร่หลายมากที่สุดได้แก่การนำไปใช้ฝังกลบ. มีความสนใจในการนำกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียจากโรงงานกระดาษมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจในด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง เช่นนำมาใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยและวัสดุบำรุงดิน. Jackson and Line (1997) ศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักในส่วนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณธาตุอาหารและอุณหภูมิระหว่างการหมัก, Elvira *et al.* (1995) ทดลองนำกากตะกอนมาเลี้ยงไส้เดือนโดยผสมกับกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียชุมชน, มูลกระต่าย, มูลไก่, หรือมูลสุกร พบว่าทำให้การสลายตัวของสาร polysaccharides ดีขึ้น มีผลในการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุที่นำไปใช้เป็นปุ๋ย. Anon (1998) รายงานการใช้กากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานกระดาษที่ผ่านการหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ใช้ปลูกพืชได้ผลดี.

การใช้กากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานกระดาษเป็นเชื้อเพลิงในหม้อต้มน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการจัดการและใช้ประโยชน์, ทั้งนี้อาจนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงหรือใช้ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการหมักในหลุมกลบฝัง. Kerr (1977) ทำการศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์กากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานกระดาษเป็นเชื้อเพลิงหม้อต้มไอน้ำ พบว่าในกรณีที่โรงงานมีการติดตั้งเครื่องมืออบแห้งสามารถใช้กากตะกอนเป็นเชื้อเพลิงทดแทนการใช้น้ำมันได้ 100%.

Lowe *et al.* (1988) ศึกษาการนำกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานกระดาษมาทำเป็นวัสดุดูดซับน้ำมันและไข พบว่าเมื่อนำมาอัดเป็นเม็ดและอบแห้งสามารถดูดซับความชื้นได้ 1.46 เท่า และดูดซับน้ำมันได้ 1.03 เท่าของน้ำหนัก. Sato and Tamanoi (1994) รายงานการนำกาก

ตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานกระดาษมาใช้ประโยชน์ในการผลิตแผ่นยิบซัม. Ozturk *et al.* (1993-4) รายงานการนำกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานกระดาษมาใช้ในการผลิตไม้อัด.

Fujimasu (1996) รายงานการนำเถ้ากากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานกระดาษมาใช้ประโยชน์ในการผลิตแผ่นโฟมพอลิยูรีเทนกันไฟ. Asada and Akamatsu (1992) ทดลองนำเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้กากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานกระดาษมาอัดเป็นก้อนโดยใช้แรงอัด 0.3-2.0 ตัน/ตร.ซม. นำไปเผา, แท่งที่ได้มีความหนาแน่น 1.4-3.5 โค้งงอและทนต่อแรงอัดได้ดีเหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง.

น้ำดำเป็นของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษ มีโซดาลิกนินเป็นองค์ประกอบหลักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตคอนกรีต, เพิ่มการยึดติดของคอนกรีตกับเหล็กโครงสร้าง, และป้องกันการผุกร่อนของเหล็กโครงสร้างในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (El-Sayed 1992). ลิกนินที่สกัดได้จากน้ำดำสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นสารดูดซับโลหะหนัก, ตะกั่วและสังกะสีได้ดี (Srivastava *et al.* 1994). ยุ่นฉลาดและคณะ (2527) ศึกษาการเลี้ยงจุลินทรีย์เพื่อผลิตอาหารโปรตีนโดยใช้น้ำทิ้งจากโรงงานกระดาษพบว่ามีปริมาณโปรตีนสูงถึง 51%.

ประเทศไทยมีการผลิตกล้าไม้เป็นจำนวนมากในแต่ละปี จากการสอบถามงานเพาะชำกล้าไม้, กรมป่าไม้ มีแผนการเพาะชำกล้าไม้ในปี 2542 เพื่อส่งเสริมการปลูกป่า โดยแบ่งเป็นการเพาะชำกล้าไม้ในถุงพลาสติก จำนวน 68 ล้าน 4 แสนกล้า, เป็นมูลค่า 132 ล้านบาท, และเพาะชำในถาดเพาะชำ จำนวน 1 ล้าน 5 แสนกล้า เป็นเงิน 2 ล้านบาท, รวมเป็นมูลค่าการเพาะชำกล้าไม้ 134 ล้านบาท.

นอกจากจะมีการปลูกป่าด้วยเงินงบประมาณแผ่นดินแล้ว กรมป่าไม้ยังมีการปลูกป่าตามเงื่อนไขสัมปทาน, การปลูกป่าโดยองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, การปลูกป่าโดยงบลงทุนของบริษัทไม้อัดไทย, การปลูกป่าด้วยเงินนอกงบประมาณแผ่นดินตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, และการปลูกป่าด้วยเงินบูรณะทรัพย์สิน โดยมีการปลูกป่านับตั้งแต่ปี 2536-2540 เป็นพื้นที่รวม 1,070.22 ตารางกิโลเมตร (กรมป่าไม้ 2540).

ดุริยะประพันธ์ และคณะ (2541) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของเศษวัสดุที่นำมาใช้ในงานทดลองและการผลิตแท่งเพาะชำ พบว่ากากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษสามารถใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำได้ดี โดยผสมกับขุยมะพร้าว, แกลบ, ขี้เลื่อย, ขี้กบและขี้เถ้าแกลบในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน. เครื่องอัดแท่งเพาะชำต้นแบบดัดแปลงมาจากเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับเพาะเห็ด มีกำลังการผลิตแท่งเพาะชำสูงสุด 13 แท่ง/นาที. ผลการศึกษาการเพาะชำกล้าไม้พบว่าแท่งเพาะชำที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในการเพาะชำกล้าไม้ที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยในหัวข้อต่าง ๆ ได้ดี โดยใช้วิธีการเพาะชำและดูแลกล้าไม้แบบทั่วๆ ไป.

จากผลการศึกษาและสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในด้านชนิดและปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้, เทคโนโลยีที่นำเศษวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์, ตลอดจนการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเดียวกันในประเทศในปัจจุบัน น่าจะสรุปได้ว่าเทคโนโลยีการนำกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษมาใช้ประโยชน์ในการผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์ มีศักยภาพที่จะถ่ายทอดไปสู่ภาคอุตสาหกรรมและเอกชน เพื่อที่จะได้มีการนำไปปฏิบัติให้บังเกิดผลอย่างจริงจัง.

## 2. การผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศไทย

ประเทศไทยมีการผลิตเยื่อและกระดาษตั้งแต่ปี 2524 ถึงปี 2540 เพิ่มขึ้นทุกๆ ปี (รูปที่ 1) โดยในปี 2540 มีการผลิตเยื่อและกระดาษเป็นปริมาณถึง 573,000 และ 2,271,000 ตัน/ปี แสดงให้เห็นว่าปริมาณกากตะกอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น. อย่างไรก็ตาม ทั้งเยื่อและกระดาษมีทั้งการส่งออกและนำเข้า. ปริมาณการนำเข้าของกระดาษมีแนวโน้มลดลง แต่ปริมาณการส่งออกมีแนวโน้มสูงขึ้น. ในปี 2540 มีปริมาณนำเข้าของเยื่อกระดาษ 414,151 ตันและส่งออก 1,374 ตัน (รูปที่ 2).

เส้นใยที่ใช้ผลิตเยื่อกระดาษนั้นประกอบด้วยเซลลูโลสซึ่งได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช. อย่างไรก็ตาม เส้นใยจากเนื้อไม้เป็นส่วนที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษมากที่สุด เนื่องจากมีส่วนประกอบของเซลลูโลสมากกว่าส่วนอื่น ๆ ของพืช, กล่าวคือมีมากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของส่วนเนื้อไม้โดยประมาณ. เส้นใยที่ใช้ผลิตกระดาษได้จากไม้ 2 กลุ่มคือ ไม้ตระกูลสนเขา (softwood or nonporous woods), และตระกูลไม้ใบกว้าง (hardwood or porous woods), โดยไม้ตระกูลสนเขาจะให้เส้นใยยาวถึง 3-8 มม. ในขณะที่ไม้ตระกูลไม้ใบกว้างจะให้เส้นใยยาวเพียง 1-2 มม. เช่น เส้นใยจากยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส และกระถินเทพา มีความยาว 0.94 และ 1.20 มม. ตามลำดับ, ในขณะที่เส้นใยจากไม้สนสองใบมีความยาวถึง 7.79 มม. (Tanpanich 1992). ดังนั้นในการทำกระดาษจึงต้องใช้เส้นใยทั้งสองชนิดผสมกันเพื่อความแข็งแรงและความเรียบของกระดาษ. นอกจากเส้นใยจากไม้แล้วยังมีเส้นใยอื่น ๆ (non-wood cellulose) ที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษได้เช่นกันคือ ฝ้าย, ปอสา, ไผ่, ฟางข้าว และ ชานอ้อย.

กระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษโดยวิธีทางเคมี (chemical pulping) มีขั้นตอนและเศษวัสดุเหลือใช้เกิดขึ้นดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 1).

Barking and chipping: เป็นขั้นตอนนำไม้มาปอกเปลือกและทำให้เป็นชิ้นเล็กๆ ในกระบวนการนี้จะได้เศษวัสดุเหลือใช้คือเปลือกไม้.

Cooking: เป็นการผลิตเยื่อกระดาษโดยการใช้สารเคมี โดยนำชิ้นไม้สับต้มกับสารเคมีภายใต้ความดัน. สารเคมีที่ใช้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิตของแต่ละโรงงาน เช่น soda pulping ใช้

sodium hydroxide (NaOH) เพียงอย่างเดียว, kraft pulping ใช้ sodium sulfide ($Na_2S$) และ sodium hydroxide, และ sulfite-based pulping ใช้สาร sulfite เป็นต้น. การผลิตเยื่อโดยวิธีการต่าง ๆ นี้จะมีผลต่อผลผลิตและความขาวของเยื่อ. นอกจากนี้ยังมีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำทิ้ง, กลิ่น, ปริมาณเยื่อเสีย (rejects) ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติและปริมาณของวัสดุกากตะกอน เช่น เยื่อที่ได้จาก sulfite pulping เมื่อเปรียบเทียบกับ kraft pulping จะมีสีขาวกว่า, ผลผลิตสูงกว่า, ใช้พลังงานความร้อนสูงกว่า แต่ได้เส้นใยที่แข็งแรงน้อยกว่า และสารเคมีที่ใช้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า (sulfite-based pulping ~ 1-4.5 และ soda pulping ~ 12) (Biermann 1993).

Washing: เป็นขั้นตอนแยกเยื่อและน้ำดำ (black liquor) จากกระบวนการ kraft pulping หรือ brown liquor จากกระบวนการ sulfite-based pulping และล้างด้วยน้ำ, ดังนั้นวัสดุเหลือใช้ในขั้นตอนนี้คือสารเคมี, เยื่อบางส่วน และลิกนิน (lignin) ที่ปนไปกับน้ำ.

Bleaching: ในบางโรงงานที่ต้องการผลิตเยื่อกระดาษสีขาวจำเป็นต้องเพิ่มกระบวนการฟอกขาว เพื่อให้ลิกนินที่ติดอยู่กับเยื่อออกไป สารเคมีที่ใช้ได้แก่ $ClO_2$, $Cl_2$, $H_2O_2$, NaOH เป็นต้น ดังนั้นของเสียที่เกิดจากกระบวนการนี้คือ เยื่อ, ลิกนิน และสารเคมีที่ใช้ในการฟอกขาว.

Refining: เป็นขั้นตอนที่ทำให้เส้นใยเหนียวและยึดติดกันดีเป็นการทำกระดาษโดยวิธีกล.

Paper making: เป็นการนำเยื่อที่ได้ผสมกับน้ำโดยใช้เยื่อในอัตรา 0.3-0.6% และน้ำมากกว่า 99%. นอกจากนี้ยังมีสารที่เพิ่มเติมเข้าไป เช่น สี, กาว, ดินเหนียวจำพวก kaolin, แคลเซียม-ไดออกไซด์, ไตตาเนียมไดออกไซด์ เป็นต้น. ของเสียที่เกิดในขั้นตอนนี้คือ น้ำ (มากกว่า 35-55%) (Biermann 1993) ซึ่งเจือปนด้วยสารที่เติมเข้าไปและเส้นใยบางส่วน.

**ตารางที่ 1.** สรุปขั้นตอนการทำเยื่อและกระดาษโดยวิธีเคมีและของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่าง ๆ

| ขั้นตอน | วัสดุหรือสารเคมีเหลือใช้ | | |
|---|---|---|---|
| | ของแข็ง | ของเหลว | ก๊าซ |
| 1. Barking | เปลือกไม้ | | |
| 2. Chipping | เศษไม้ | | |
| 3. Cooking (pulping) | เศษเยื่อ | น้ำดำ (สามารถนำไปใช้ได้อีก), สารเคมีที่ใช้ในขบวนการ pulping | $NO_x$, $SO_2$, reduced sulfur compounds (ขึ้นอยู่กับ pulping process) |
| 4. Washing | เศษเยื่อ | ลิกนิน, น้ำ | |
| 5. Bleaching | เศษเยื่อ | ลิกนิน, สารเคมีที่เหลือใช้ในการฟอกขาว | |
| 6. Refining | | | |
| 7. Paper making | เศษเยื่อ | additives, น้ำ | |

รายละเอียดขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษที่มีเกี่ยวข้องกับวัสดุเหลือใช้มีดังต่อไปนี้ :

- Pretreatment เป็นขั้นตอนการกรองขยะ เช่น พลาสติก และไม้ ที่ไม่ใช่เยื่อกระดาษออก ทำการปรับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำทิ้ง. อย่างไรก็ตามการปรับความเป็นกรดเป็นด่างส่วนใหญ่ในกระบวนการฟอกขาวและกระบวนการต้มเยื่อ.

- Primary treatment เยื่อที่ติดมากับน้ำทิ้งจะตกตะกอนโดยแรงโน้มถ่วงของโลกโดยใช้เวลา 6-8 ชั่งโมง หลังจากนั้นเยื่อกระดาษที่ตกตะกอนจะถูกแยกออกไป, จากข้อมูลที่ได้จากการสอบถามบริษัทสยามเซลลูโลสกากตะกอนในส่วนนี้มีถึง 66%.

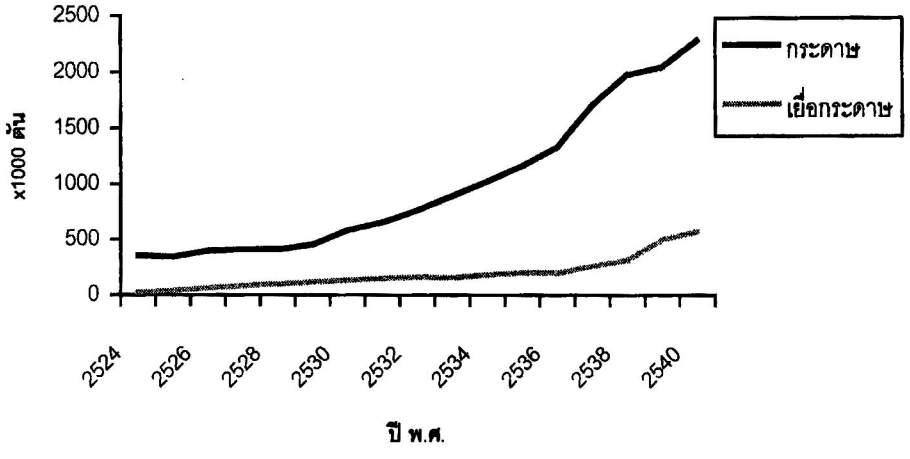
- Biological treatment หรือ secondary treatment เป็นกระบวนการเพิ่มออกซิเจน และจุลินทรีย์เพื่อลดปริมาณของวัสดุที่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลาย. นอกจากการเติมออกซิเจนแล้วยังมีการปรับความเป็นกรดเป็นด่างและเพิ่มธาตุอาหารลงไปเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์. ในขั้นตอนนี้ค่า BOD ลดลงประมาณ 80-90%, ธาตุอาหารที่เติมลงไปได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในอัตรา 5:1 (Biermann 1993) เพื่อให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการลดค่าของ BOD สูงสุด, ทั้งนี้มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดโดยกระทรวงอุตสาหกรรมมีค่า BOD ไม่เกิน 20 มก./ลิตร.

- Tertiary treatment จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้คือเพื่อลดความเข้มของน้ำทิ้งหรือเพื่อกำจัดสี. ถึงแม้ในขั้นตอนของ biological treatment สามารถกำจัดสีได้ประมาณ 50% สารกำจัดสีที่นิยมใช้กันเป็นสารจำพวกที่ทำให้ตกตะกอน เช่น สารส้ม.

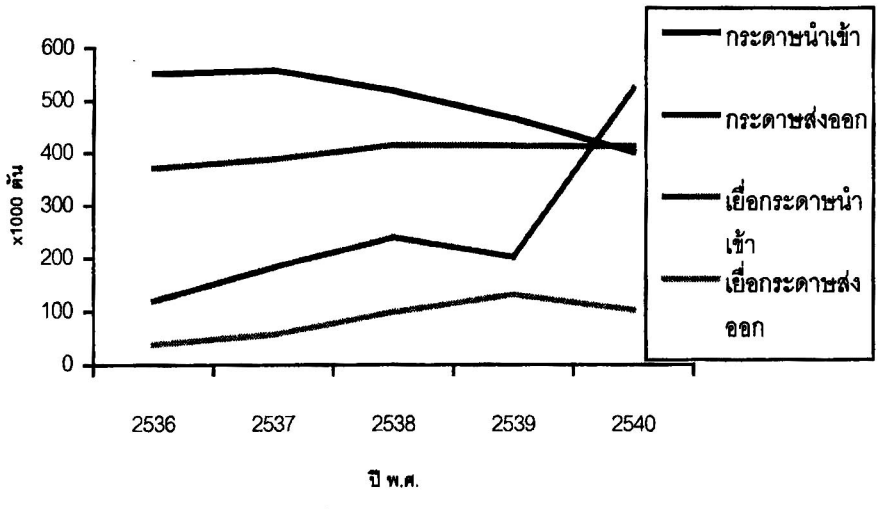
### 3. โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

ในประเทศไทยมีโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ, โรงงานผลิตกระดาษ และโรงงานที่ผลิตทั้งเยื่อและกระดาษทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่รวมทั้งสิ้น 102 โรงงาน ดังมีรายนามในภาคผนวกที่ 1 (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2540; TPPIA 1997). ทั้งนี้รวมถึงโรงงานขนาดเล็กที่เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน เช่นโรงงานกระดาษสา, โรงงานกระดาษไหว้เจ้า, จนกระทั่งถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีกำลังการผลิตสูง กระจายอยู่ในสี่ภาคคือ ภาคกลาง จำนวน 76 โรงงาน, ภาคเหนือ 18 โรงงาน, ภาคตะวันออก 8 โรงงาน, และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 โรงงาน (รูปที่ 3 และ 5).

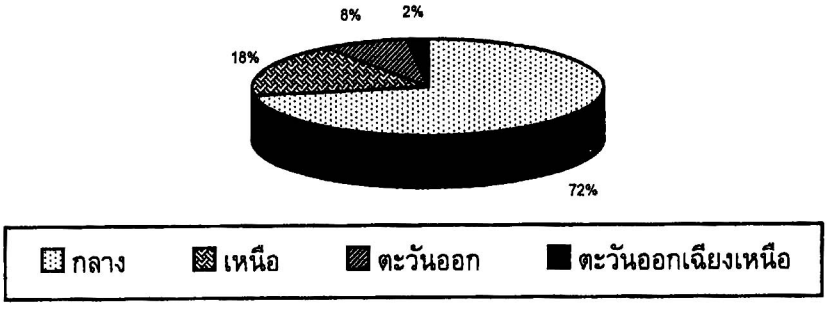
โรงงานผลิตเยื่อกระดาษส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลคือ ปทุมธานี, สมุทรปราการ, สมุทรสาคร, นครปฐมและนนทบุรีรวม 49 โรงหรือ 48% ของโรงงานทั้งหมด.



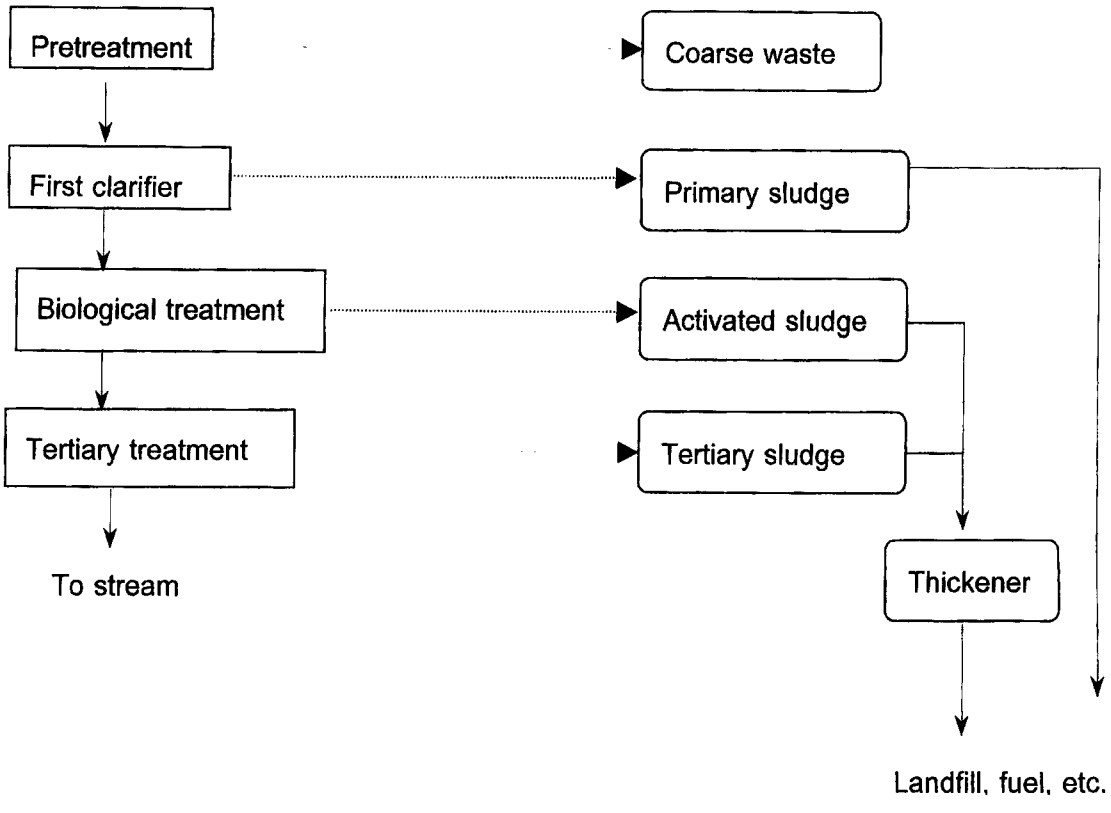

**รูปที่ 1.** ผลผลิตเยื่อและกระดาษในประเทศ (กรมป่าไม้ 2540).



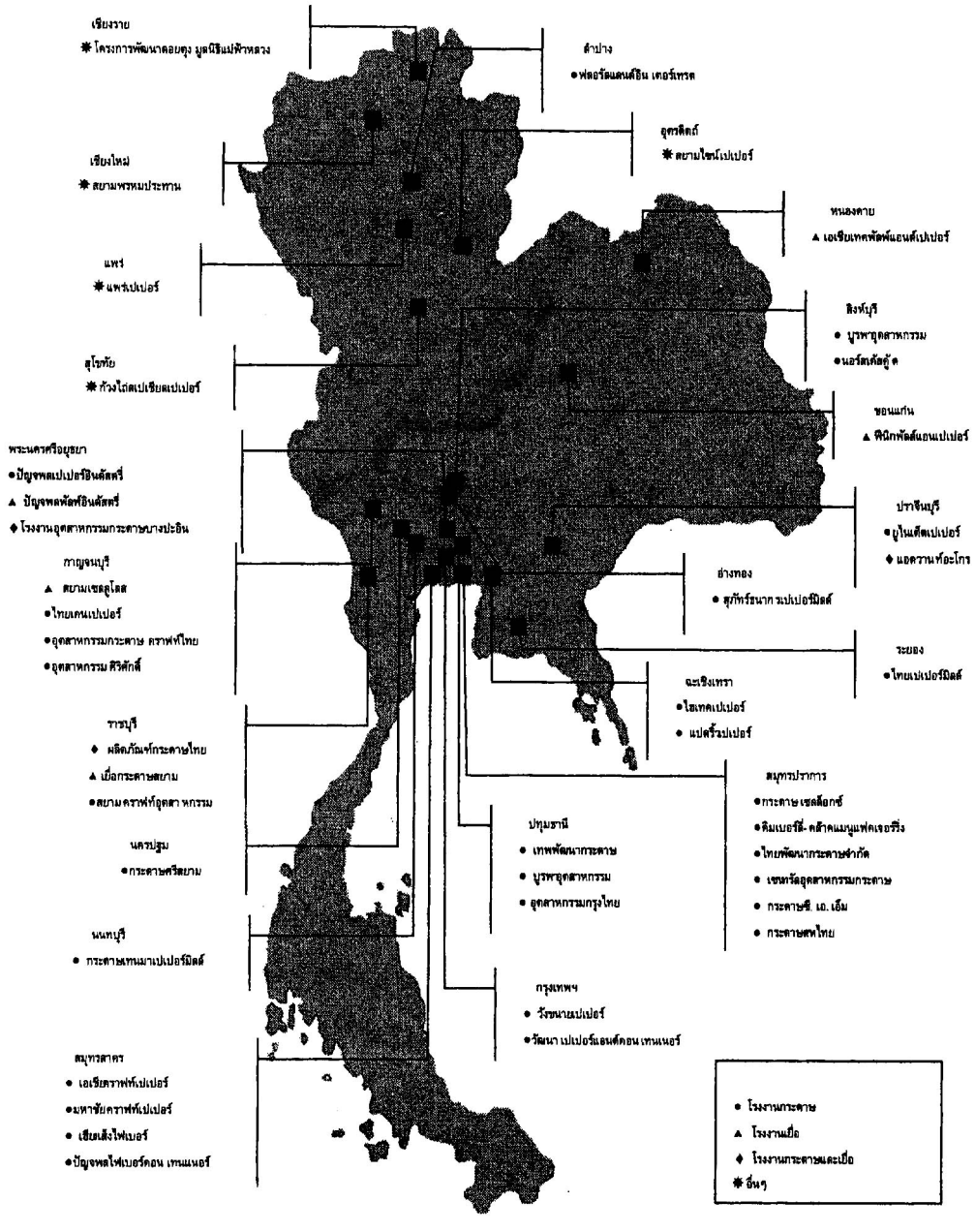

**รูปที่ 2.** ปริมาณการนำเข้าและส่งออกของเยื่อและกระดาษในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540 (กรมป่าไม้ 2540).




**รูปที่ 3.** การกระจายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ.




**รูปที่ 4.** ขั้นตอนของการบำบัดโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษและเศษวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้น.




**รูปที่ 5.** จังหวัดที่เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ.

## 4. ชนิดของโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

จากการส่งแบบสอบถามไปยังโรงงานต่าง ๆ จำนวน 102 โรง มีโรงงานที่ตอบแบบสอบถามกลับมาจำนวน 43 โรงงาน. จากจำนวนนี้สามารถจำแนกชนิดของโรงงานเป็น 5 กลุ่มคือ :

- โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ
- โรงงานผลิตทั้งเยื่อและกระดาษ
- โรงงานผลิตกระดาษ
- โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษไหว้เจ้าจากไม้ไผ่
- โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษสา

โรงงานที่ผลิตเยื่อมีทั้งหมด 5 โรง ตั้งอยู่ในภาคกลางจำนวน 2 โรง, ภาคตะวันออก 1 โรง, และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 โรง. โรงงานที่ผลิตทั้งเยื่อและกระดาษมีจำนวน 3 โรง คือบริษัทผลิตภัณฑ์กระดาษไทยจำกัด, โรงงานอุตสาหกรรมกระดาษบางปะอิน จำกัด และบริษัทแอดวานซ์อะโกร จำกัด (มหาชน).

จากรายงานของ The Thai Pulp and Paper Industries Association (1997) และข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2540) โรงงานที่ผลิตกระดาษมีจำนวน 70 โรง, จากจำนวนนี้มี 24 โรงงานที่ตอบแบบสอบถาม ซึ่งส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคกลางจำนวน 22 โรง และภาคตะวันออกจำนวน 2 โรง.

โรงงานผลิตเยื่อกระดาษสาและกระดาษสาที่ตอบแบบสอบถามจำนวน 4 โรงจากจำนวน 20 โรง ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย. นอกจากนี้ยังมีโรงงานที่ผลิตกระดาษไหว้เจ้าจากไม้ไผ่อีกจำนวน 1 โรงจากจำนวนทั้งหมด 6 โรง.

## 5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเยื่อและกระดาษ

วัตถุดิบที่โรงงานผลิตเยื่อกระดาษใช้ในการผลิตได้แก่ ไม้โตเร็ว, เศษไม้ไผ่และปอสา. อย่างไรก็ตาม เศษไม้ไผ่และปอสาเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานผลิตขนาดเล็ก. ไม้โตเร็วจำพวก ยูคาลิปตัส และกระถินเทพาจึงเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ (ตารางที่ 2). สำหรับโรงงานที่ผลิตทั้งเยื่อและกระดาษหรือโรงงานกระดาษมีการใช้กระดาษเก่ามาผสมกับเยื่อกระดาษในการผลิตกระดาษ.

**ตารางที่ 2.** ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

| วัตถุดิบ | โรงงาน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ผลิตเยื่อ | ผลิตกระดาษ | ผลิตเยื่อและกระดาษ | ผลิตกระดาษสาและกระดาษไหว้เจ้า |
| ไม้โตเร็ว | 2 | 1 | - | - |
| เยื่อกระดาษ | - | 4 | 1 | - |
| กระดาษเก่า | - | 8 | - | - |
| ไม้ไผ่ | - | - | - | 1 |
| ปอสา | - | - | - | 2 |
| ฟางข้าว+เยื่อกระดาษ | - | - | 1 | - |
| ไม้โตเร็ว+เยื่อกระดาษ | - | - | 1 | - |
| ไม้โตเร็ว+กระดาษเก่า | - | 3 | - | - |
| กระดาษเก่า+เยื่อกระดาษ | - | 14 | - | - |
| ไม้โตเร็ว+กระดาษเก่า+เยื่อกระดาษ | 2 | - | - | - |
| ไม้โตเร็ว+เยื่อกระดาษ+ชานอ้อย | - | - | 1 | - |

## 6. กำลังการผลิตและปริมาณกากตะกอน

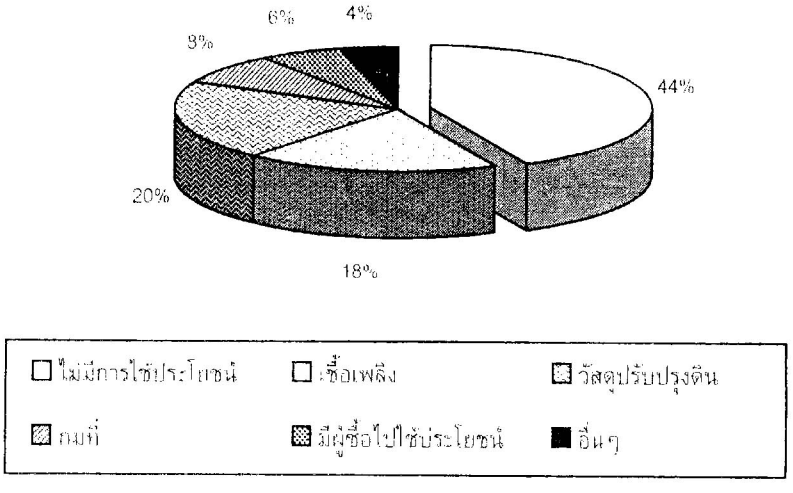
จากการส่งแบบสอบถามไปยังโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษในประเทศไทยรวมทั้งสิ้น 102 โรงมีการตอบกลับมารวม 43 โรง ดังมีรายละเอียด, ชนิดโรงงาน, กำลังการผลิตและปริมาณกากตะกอนแสดงไว้ในตารางที่ 3.

**ตารางที่ 3.** ชนิดโรงงาน กำลังการผลิตและปริมาณกากตะกอนแห้ง

| ชนิดโรงงาน | จำนวน (โรง) | กำลังการผลิต (ตัน) | ปริมาณกากตะกอนแห้ง (ตัน) |
|---|---|---|---|
| โรงงานผลิตเยื่อ | 5 | 5,000 – 29,730 | 29,850 |
| โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ | 3 | 3,000 – 170,000 (เยื่อ)<br>19,500 – 240,000 (กระดาษ) | 46,150 |
| โรงงานกระดาษ | 30 | 20 – 500,000 | 128,176 |
| โรงงานกระดาษสา/ไหว้เจ้า | 5 | 60 –1,000 | 1.5 – 3.6 |
| รวม | 43 | 3,800,960 | 204,182 |

## 7. การใช้ประโยชน์กากตะกอนของโรงงาน

จากผลการตอบแบบสอบถามโรงงานผลิตเยื่อกระดาษและผลิตกระดาษจำนวน 43 โรง พอจะสรุปได้ว่า กากตะกอนจากโรงงานยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ 44%, รองลงมาคือการใช้เป็นเชื้อเพลิงภายในโรงงานและวัสดุปรับปรุงดินอย่างละ 20%, ส่วนที่เหลือนำไปถมที่และมีผู้ซื้อไปใช้ประโยชน์ (รูปที่ 6 และ 7).




**รูปที่ 6.** การใช้ประโยชน์กากตะกอนโดยโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ.

**รูปที่ 7.** กากตะกอนที่นำไปถมที่.

# บทที่ 2

# คุณสมบัติของกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ[1]

สายันต์ ตันพานิช[2] และปรียานันท์ ศรสูงเนิน[3]

ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภทคือพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม. พันธุกรรมพืชที่สามารถพบเห็นได้ง่าย ๆ เช่นชนิดและพันธุ์พืช. สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละสายพันธุ์หรือชนิดอีกทีหนึ่ง.

สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตมีหลายประการด้วยกันคือ แสงสว่าง, อุณหภูมิ, ความชื้น, ชนิด และปริมาณของก๊าซต่างๆ ในอากาศและดิน, ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน, โรคและแมลงศัตรูพืช, ชนิดและปริมาณธาตุอาหารพืช. ปัจจัยเหล่านี้ส่วนหนึ่งถูกกำหนดด้วยวัสดุปลูกและปุ๋ย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยอินทรีย์นอกจากจะมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารแล้ว ยังมีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่าง, ความชื้น, อุณหภูมิ และความเป็นพิษของโลหะหนักในดิน.

## 1. ชนิดและปริมาณของธาตุอาหารพืชของกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

ธาตุอาหารพืชที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชชั้นสูงมีจำนวน 16 ธาตุซึ่งได้จากอากาศ 3 ธาตุคือ คาร์บอน (C), ไฮโดรเจน (H), ออกซิเจน (O); และได้จากดิน, น้ำและวัสดุปลูก 13 ธาตุคือ ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), กำมะถัน (S), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu), โบรอน (B), โมลิบดีนัม (Mo), และ คลอรีน (Cl).

### 1.1 ธาตุอาหารหลักสำหรับพืชของกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

จากจำนวน 13 ธาตุอาหารพืชที่ได้จากดิน แบ่งเป็นธาตุอาหารหลักจำนวน 3 ธาตุคือ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม. ธาตุทั้ง 3 ชนิดนี้พืชต้องการเป็นปริมาณมาก, ดังนั้นการใส่ปุ๋ยจึงเป็นการเพิ่มธาตุทั้ง 3 นี้ลงไปในดิน. ปริมาณของ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีค่าเท่ากับ 2.01, 0.31 และ 0.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ. แต่เมื่อนำมาหมักทิ้งไว้ 1 เดือนโดย

---

[1] เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ" วันที่ 13 กรกฎาคม 2544 ณ สถานีวิจัยลำตะคอง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

[2] ฝ่ายจัดการสถานีวิจัย, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

[3] ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท, วท.

ประมาณ ปริมาณของ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในกากตะกอนจากโรงงานมีค่าสูงขึ้นคือมีค่าเท่ากับ 3.22, 1.15 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ. อย่างไรก็ตามกากตะกอนของแต่ละโรงงานจะมีความแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ, วิธีการผลิต และกระบวนการบำบัดวัสดุเหลือทิ้งเป็นต้น. ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักแสดงไว้ในตารางที่ 4.

**ตารางที่ 4.** ปริมาณธาตุอาหารหลักของกากตะกอนฯ เปรียบเทียบกับดินและปุ๋ยจากใบจามจุรี

| ธาตุอาหาร | กากตะกอนฯ | พิสัยในดิน[1] | ปุ๋ยจากใบจามจุรี [1] |
|---|---|---|---|
| ไนโตรเจน (%) | 2.01-3.22 | 0.02-0.5 (0.14) | 1.45 |
| ฟอสฟอรัส (%) | 0.31-1.15 | 0.01-0.2 (0.06) | 1.08 |
| โพแทสเซียม (%) | 0.10-0.18 | 0.17-3.3 | 2.71 |

[1] พนิชศักดิ์พัฒนา (2540)

### ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการจำนวนมากโดยเฉพาะพืชที่กินใบเนื่องจากไนโตรเจนทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางใบและลำต้น, ทำให้พืชตั้งตัวได้เร็วในระยะเริ่มต้นของการปลูก, ดินโดยทั่วไปมีไนโตรเจนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.14%. การนำกากตะกอนฯ มาทำเป็นแท่งเพาะชำมีความเหมาะสมในแง่ของธาตุไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในระยะแรก, จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าปริมาณของไนโตรเจนจะสูงกว่าปุ๋ยจากใบจามจุรีและในดิน. โดยทั่วไปแล้วกากตะกอนฯ เป็นอินทรียวัตถุ ซึ่งอินทรียวัตถุทั่วๆ ไปจะมีปริมาณไนโตรเจนประมาณ 5% (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2535).

### ฟอสฟอรัส

ดินโดยทั่วไปมีฟอสฟอรัสต่ำโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.06%. ฟอสฟอรัสถูกชะล้างได้ง่าย เมื่อใส่ปุ๋ยลงไปในดินพืชสามารถดูดไปใช้ได้เพียง 10-25% ที่เหลืออีก 75-50% จะถูกตรึงอยู่ในดินทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2535). การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้ฟอสฟอรัสถูกตรึงน้อยลงทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น. การใส่ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัส 15% เช่น ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่ ทำให้การยกระดับฟอสฟอรัสเพียง 0.005% ทำให้ระดับฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นเป็น 0.0065% ซึ่งยังน้อยกว่าที่อยู่ในแท่งเพาะชำที่ทำจากกากตะกอนฯ. ดังนั้นปริมาณฟอสฟอรัสในกากตะกอนฯ จึงเพียงพอแก่ความต้องการพืช. การขาดฟอสฟอรัสทำให้การออกดอกและติดผลต่ำกว่าปกติ ทำให้พืชแก่ช้า, รากผอมบาง สั้นและมีจำนวนน้อย.

**โพแทสเซียม**

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารพืชที่จำเป็นต่อกิจกรรมสร้างสมของเซลล์ที่มีชีวิต การขาดธาตุโพแทสเซียมจะทำให้มีปริมาณแป้งต่ำกว่าปกติ. ดังนั้นพืชที่ขาดโพแทสเซียมจะทำให้ผลผลิตส่วนที่เป็นเมล็ดลีบและส่วนที่เป็นหัวมีปริมาณแป้งต่ำกว่าปกติ. การขาดโพแทสเซียมในไม้ผลทำให้คุณภาพของผลและผลผลิตลดลงตลอดจนทำให้ความต้านทานโรคลดลงเช่นกัน. ปริมาณโพแทสเซียมในกากตะกอนฯ มีปริมาณ 0.10-0.18% ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับดิน ซึ่งเพียงพอแก่การเจริญเติบโตของพืชผักแต่ไม่เพียงพอสำหรับไม้ผลหรือพืชที่ให้เมล็ด. โดยทั่วไปแล้วพืชต้องการโพแทสเซียมในปริมาณที่น้อยกว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมาก, การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมากเกินไปมีการสูญเสียโดยที่พืชจะดูดไปมากกว่าที่ต้องการ.

**1.2 ธาตุอาหารรองของกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ**

ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณรองลงมาเรียกธาตุอาหารรอง ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 5.

**ตารางที่ 5.** ปริมาณธาตุอาหารรองของกากตะกอนฯ และดิน

| ธาตุอาหาร | กากตะกอนฯ | พิสัยในดิน[๑] |
|---|---|---|
| แคลเซียม (%) | 0.25-0.34 | 0.07-3.6 |
| แมกนีเซียม (%) | 0.08-0.14 | 0.12-1.5 |
| กำมะถัน (%) | 0.29-0.36 | 0.01-0.2 |

[๑] พนิชศักดิ์พัฒนา (2540)

**แคลเซียม**

แคลเซียมในพืชมีปริมาณรองมาจากโพแทสเซียม แต่เมื่อเปรียบเทียบกับโพแทสเซียมแล้วพืชแทบทุกชนิดมีแคลเซียมน้อยมาก แสดงว่าพืชต้องการแคลเซียมในปริมาณน้อยเช่นกัน, เช่น หญ้ามีแคลเซียม 0.35%. ในกากตะกอนฯ มีแคลเซียมประมาณ 0.25-0.34% ซึ่งเพียงพอแก่พืชทั่วๆ ไป. แคลเซียมมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชคือ การแบ่งเซลล์ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช, การสร้างโปรตีน, ทำลายความเป็นพิษของทองแดง, และลดการดูดโพแทสเซียม พืชที่ขาดแคลเซียมจะไม่แตกใบย่อย และใบม้วนงอ.

**แมกนีเซียม**

แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ พืชที่ขาดแมกนีเซียมมักเกิดสีซีดเป็นเส้นๆ ที่ใบล่าง, แมกนีเซียมมีผลต่อพืชที่ให้น้ำมันภายในเมล็ด. กากตะกอนฯ มีแมกนีเซียมในปริมาณต่ำกว่าดิน โดยทั่วไปแล้วจัดว่าเพียงพอแก่ความต้องการของพืช. จากการทดลองปลูกพืชหลายชนิดในแท่งเพาะชำ เช่น กระถินเทพา, มะขาม, ประดู่, ไม้ดอกต่างๆ และพืชผัก เป็นเวลานานกว่า 3 เดือนไม่พบอาการขาดธาตุแมกนีเซียม.

**กำมะถัน**

โดยทั่วไปกำมะถันในพืชมีเพียง 0.03-0.5% ขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนต่างๆ ของพืช. อาจจะสรุปได้ว่าพืชต้องการกำมะถันไม่เกิน 0.5 % ซึ่งในดินมีปริมาณกำมะถันเพียง 0.01-0.2%. ดินที่ขาดกำมะถันมักเป็นดินทราย ดังนั้นการเติมปุ๋ยอินทรีย์จากกากตะกอนฯ จึงเป็นการเพิ่มกำมะถันให้แก่ดิน.

**1.3 จุลธาตุของกากตะกอนฯ**

ชนิดของธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อยมากมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 6.

**ตารางที่ 6.** ปริมาณจุลธาตุของกากตะกอนฯ ปุ๋ยคอกและความต้องการของพืช

| ธาตุอาหาร | กากตะกอนฯ | พอเพียงแก่ความต้องการของพืช① | ปุ๋ยคอก① |
|---|---|---|---|
| เหล็ก (ppm) | 30 | 50-250 | 8825 |
| แมงกานีส (ppm) | 124 | 20-500 | 201 |
| ทองแดง (ppm) | 6 | 5-20 | 15.6 |
| สังกะสี (ppm) | 48 | 25-150 | 96.2 |
| โบรอน (ppm) | 48 | 20-100 | 20.2 |
| โมลิบดีนัม (ppm) | ไม่มีข้อมูล | 0.5-9 | 2.4 |
| คลอรีน (ppm) | 12 | ไม่มีข้อมูล | ไม่มีข้อมูล |

① มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2535)

### เหล็ก

การขาดธาตุเหล็กหรือเป็นพิษเนื่องจากเหล็กที่แน่นอนนั้นกำหนดได้ยาก เนื่องจากความต้องการของพืชและความสามารถของรากพืชและความทนทานของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน. กากตะกอนฯ มีปริมาณธาตุเหล็ก 30 ppm แม้จะมีเหล็กน้อยกว่าในดินแต่ก็อยู่ในระดับที่พอเพียงแก่ความต้องการของพืช. จากการทดลองปลูกพืชในแท่งเพาะชำยังไม่พบอาการการขาดธาตุเหล็กคือพืชมีสีเหลือง.

### แมงกานีส

ในกากตะกอนมีแมงกานีสประมาณ 124 ppm ซึ่งพอเพียงแก่ความต้องการพืช เช่น ข้าวต้องการแมงกานีส 40 ppm, กล้วยและส้มต้องการแมงกานีส 25 ppm, และโอกาสที่จะพบอาการเป็นพิษของแมงกานีสมีน้อยมาก.

### ทองแดง

ทองแดงในกากตะกอนมี 6 ppm ซึ่งพอเพียงแก่ความต้องการพืช กล่าวคือสตรอเบอรี่และองุ่นต้องการทองแดง 3 และ 6 ppm ตามลำดับ, และการเกิดพิษของทองแดงมักเกิดเมื่อความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 5 และมีทองแดงมากกว่า 250 ppm.

### สังกะสี

สังกะสีในกากตะกอนมี 48 ppm ซึ่งเพียงพอแก่ความต้องการของพืช เช่น ถั่วเหลือง, ถั่วลิสง, ต้องการสังกะสี 20 ppm ส่วนการเกิดพิษจากสังกะสีนั้นเกิดขึ้นน้อยมาก.

### โบรอน

ในกากตะกอนมีโบรอน 48 ppm ซึ่งเพียงพอแก่ความต้องการของพืช กล่าวคือข้าวต้องการโบรอน 6-15 ppm ในขณะที่ถั่วลิสงต้องการ 50 ppm.

### คลอรีน

กากตะกอนฯ มีคลอรีน 12 ppm ซึ่งมีปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่มีอยู่ในดินคือ 10 ppm.

## 1.4 โลหะหนักในกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

ความเป็นพิษของวัสดุที่ใช้ในการเกษตรส่วนหนึ่งดูจากปริมาณและชนิดของโลหะหนักดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 7.

**ตารางที่ 7.** ปริมาณโลหะหนักของกากตะกอนฯ

| ธาตุ | กากตะกอน | ดิน[1] | ปุ๋ยคอก[2] | ปุ๋ยหมักเทศบาล[3] |
|---|---|---|---|---|
| แคดเมียม (ppm) | < 0.01-1.6 | 0.1-7.0 | 1.0 | 0.01-100 |
| โครเมี่ยม (ppm) | 8.67-48.39 | 50-100 | ไม่มีข้อมูล | 2-410 |
| ตะกั่ว (ppm) | < 0.05-54.6 | 10-200 | 16.0 | 1.3-2240 |
| นิกเกิล (ppm) | 2.44-29.43 | 10-1000 | 29.0 | 0.9-279 |
| ปรอท (ppm) | 6-290 | 50-300 | 10-40 | 100-2100 |
| สารหนู (ppm) | 0.24-1.46 | 0.1-7.0 | 4.0 | ไม่มีข้อมูล |

[1] Brandy (1990) และ Heavy Metal Pollution in Soils of Japan (1981) อ้างโดย พนิชศักดิ์พัฒนา (2540)

[2] Brandy (1990) อ้างโดย พนิชศักดิ์พัฒนา (2540)

[3] พนิชศักดิ์พัฒนา (2540)

ปริมาณโลหะหนักในกากตะกอนฯ มีค่าน้อยกว่าหรือมีในปริมาณใกล้เคียงกับที่มีอยู่ในดิน, ปุ๋ยคอก, และปุ๋ยหมักเทศบาล.

## 2. คุณสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ของกากตะกอนฯ

คุณสมบัติทางเคมีอื่นๆ ของกากตะกอนฯ ได้จากความเป็นกรดเป็นด่าง โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 8.

**ตารางที่ 8.** คุณสมบัติทางเคมีอื่นๆ ของกากตะกอนฯ

| คุณสมบัติ | |
|---|---|
| คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) | 11-12:1 |
| ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) | 6.8-7.0 |
| การนำไฟฟ้า (EC) (ds/m) | 1.37 |
| ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนจุ (CEC) (me/100 g) | 40-70 |

ความเป็นกรดเป็นด่างของกากตะกอนอยู่ในช่วง 6.8-7.0 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของพืชทุกชนิด เพราะพืชส่วนมากมักเจริญได้ดีที่ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.0-7.0 และมี

ผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารด้วย. นอกจากนี้ความเป็นกรดเป็นด่างในระดับนี้ ทำให้ธาตุอาหารบางชนิดและธาตุพิษบางชนิดละลายออกมาน้อยเช่นกัน.

ค่าการนำไฟฟ้าของกากตะกอนต่ำกว่า 3.5 ds/m เป็นระดับความเค็มที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุเมื่อเทียบกับดินทั่วไปแล้วมีมากกว่าแต่มีค่าใกล้เคียงกับดินเหนียว (30-200 me/100 g) ดังนั้นกากตะกอนฯ จึงมีความสามารถดูดธาตุอาหารทำให้ไม่ให้สูญเสียได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีผลในการต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดเป็นด่าง.

ค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกากตะกอนฯ มีค่าอยู่ระหว่าง 11-12:1 ซึ่งต้องใช้เวลาหมักสักระยะหนึ่งสำหรับการทำแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์

### 3. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

ความหนาแน่นรวมของกากตะกอนฯ ก่อนที่จะนำไปอัดเป็นแท่งเพาะชำหรือทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 0.46 g/cm$^3$ ซึ่งน้อยกว่าดิน. โดยทั่วไปแล้วเมื่อดินมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนาแน่นรวมลดลง ซึ่งความหนาแน่นรวมนี้มีความสัมพันธ์กับความพรุนของวัสดุปลูกหรือดิน. ดินหรือวัสดุปลูกที่มีความพรุนสูงจะมีส่วนที่เป็นช่องว่างให้น้ำ, อากาศและธาตุอาหารพืชแทรกตัวอยู่ดีกว่าดินหรือวัสดุปลูกที่มีความพรุนต่ำ. โดยทั่วไปแล้วไม่ว่าจะเป็นดินหรือวัสดุปลูกสมควรจะมีความพรุนมากกว่า 50% จึงจะเหมาะสมแก่การปลูกพืช. จากตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่ากากตะกอนมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืชมากกว่าดินโดยทั่วไป.

**ตารางที่ 9.** คุณสมบัติทางฟิสิกส์บางประการของกากตะกอนฯ

| คุณสมบัติ | กากตะกอนฯ | ดิน |
|---|---|---|
| ความหนาแน่น (g/cm$^3$) | 0.46 | 1.32 |
| ความหนาแน่นอนุภาค (g/cm$^3$) | 1.41 | 2.65 |
| ความพรุน (%) | 67.69 | 50 |
| สัดส่วนช่องว่าง | 2.10 | 1 |

### 4. คุณสมบัติบางประการของขุยมะพร้าวและแกลบเผา

ในการผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์มีการนำขุยมะพร้าวและแกลบเผามาใช้เป็นส่วนผสมกับกากตะกอนเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพเป็นหลัก. องค์ประกอบและคุณสมบัติบางประการของขุยมะพร้าวและแกลบเผาแสดงไว้ในตารางที่ 10.

ขุยมะพร้าวมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์คือมีเส้นใยยาวทำให้กากตะกอนยึดติดกันเป็นก้อนจึงเหมาะสำหรับนำมาใช้ประโยชน์เป็นส่วนผสมของแท่งเพาะชำ. นอกจากนี้ขุยมะพร้าวยังมีโพแทสเซียม, แคลเซียม, และแมกนีเซียมสูง. อย่างไรก็ตาม ขุยมะพร้าวที่ใช้ควรเป็นขุยมะพร้าวเก่าที่ผ่านการหมัก หรือแช่น้ำทิ้งไว้เพื่อลดระดับของแทนนินและอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน.

แกลบเผามีคุณสมบัติทำให้กากตะกอนฯ แยกตัวออกจากกันเหมาะสำหรับผสมลงในปุ๋ยอินทรีย์เพราะจะทำให้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วนซุย. ในแท่งเพาะชำแกลบเผาช่วยลดกลิ่นของกากตะกอนฯ และช่วยเพิ่มแคลเซียม.

**ตารางที่ 10.** องค์ประกอบคุณสมบัติบางประการของขุยมะพร้าวและแกลบเผา

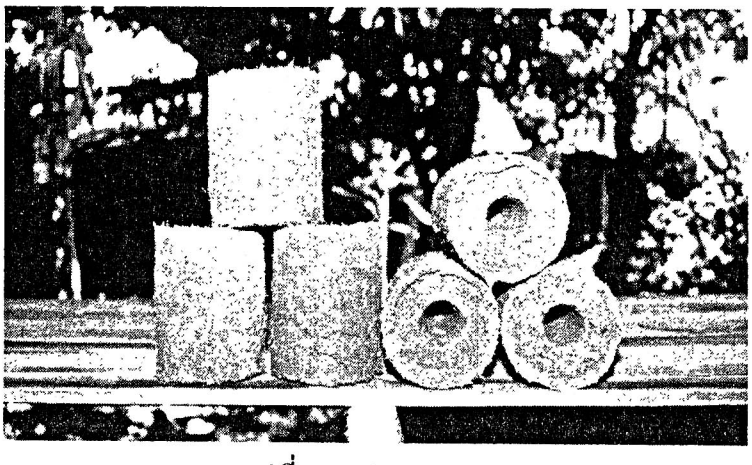
| คุณสมบัติ | ขุยมะพร้าว | แกลบเผา |
|---|---|---|
| ไนโตรเจน (%) | 0.44 | ไม่มีข้อมูล |
| ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | 0.07 | 0.06 |
| โพแทสเซียมทั้งหมด (%) | 1.11 | 0.05 |
| แคลเซียม (%) | 0.34 | 0.30 |
| แมกนีเซียม (%) | 0.21 | 0.08 |
| ซัลเฟอร์ (%) | ไม่มีข้อมูล | 0.01 |
| คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) | 167:1 | ไม่มีข้อมูล |

## 5. ธาตุอาหารพืชของแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์

ในการผลิตแท่งเพาะชำมีการผสมวัตถุดิบกากตะกอน, ขุยมะพร้าว, แกลบเผา และแกลบสดในอัตราส่วน 45 : 18 : 1.5 : 0.75 : โดยน้ำหนัก. สามารถคำนวณปริมาณธาตุอาหารพืชในแท่งเพาะชำได้ดังนี้: ไนโตรเจน 2.04%, ฟอสฟอรัส 0.55%, โพแทสเซียม 0.42%, แคลเซียม 0.32%, แมกนีเซียม 0.14% และกำมะถัน 0.24% ตามลำดับ.

ในปุ๋ยอินทรีย์ประกอบด้วยกากตะกอนฯ, ขุยมะพร้าว, แกลบเผาและแกลบสด ในอัตราส่วน 12 : 4 : 4 : 1 : ส่วนโดยน้ำหนักตามลำดับ. สามารถคำนวณปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยอินทรีย์ได้ดังนี้: ไนโตรเจน 1.59%, ฟอสฟอรัส 0.44%, โพแทสเซียม 0.30%, แคลเซียม 0.29%, แมกนีเซียม 0.12% และกำมะถัน 0.19% โดยประมาณตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนคุณสมบัติปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 95% ตามหลักเกณฑ์คุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ที่กำหนดโดยกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 11) โดย

การนำดรรชนีคุณภาพคูณกับคะแนนถ่วงน้ำหนักแล้วรวมกัน, ทั้งนี้ค่าที่ได้ถ้ามีค่ามากกว่า 80% ถือว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพดี.



**รูปที่ 8.** แท่งเพาะชำ วท.

**รูปที่ 9.** ดินปลูก วท.

**รูปที่ 10.** ปุ๋ยอินทรีย์ วท.



THAI NATIONAL
DOCUMENTATION CENTER

**ตารางที่ 11.** แสดงคุณภาพและคะแนนถ่วงน้ำหนักในการกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

| คุณสมบัติ | หน่วย | คะแนนถ่วงน้ำหนัก | ดัชนีคุณภาพ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 | 0 | ห้ามใช้ |
| 1. การนำไฟฟ้า (EC) | ds/m | 2 | 0-2.0 | 2.1-3.0 | 3.1-3.5 | - | - | - | >3.5 |
| 2. อัตราส่วนคาร์บอน ต่อไนโตรเจน (C:N ratio) | - | 2 | 0-20:1 | 20:1-25:1 | - | - | - | - | >25:1 |
| 3. อินทรียวัตถุ | % | 1.5 | 35-40 | 41-45 | 46-50 | - | - | - | >60 |
| | | | | 30-34 | 25-29 | 20-24 | 15-19 | 0-14 | - |
| 4. ความเป็นกรดเป็นด่าง | - | 1.5 | 7.0-8.0 | 8.1-8.5 | | | | | >8.5 |
| | | | | 6.5-6.9 | 6.0-6.4 | 5.5-5.9 | | | หรือ<5.5 |
| 5. ไนโตรเจน | % | 0.5 | ≥1.0 | 0.8-0.9 | 0.6-0.7 | 0.4-0.5 | 0.2-0.3 | <0.2 | |
| 6. ฟอสฟอรัส | % | 0.5 | ≥1.0 | 0.9-0.8 | 0.6-0.7 | 0.4-0.5 | 0.2-0.3 | <0.2 | |
| 7. โพแทสเซียม | % | 0.5 | ≥0.5 | 0.3-0.4 | - | 0.1-0.2 | - | <0.1 | |
| 8. ความชื้น | % | 0.5 | 0-35 | 36-40 | 41-45 | 46-50 | 51-56 | >56 | |
| 9. ปริมาณสิ่งเจือปน | % | 1 | 0-5 | 6-10 | - | - | - | - | >10 |

## 6. สรุป

กากตะกอนฯ มีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง, ความเค็ม, คุณสมบัติทางฟิสิกส์ และความเป็นกรดเป็นด่างเพียงพอและเหมาะสมในการใช้ประโยชน์เป็นวัสดุปลูก เช่น แท่งเพาะชำ หรือดินปลูก.

การนำกากตะกอนฯ ไปทำปุ๋ยอินทรีย์โดยทั่วไปแล้วสามารถนำไปผสมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่น ๆ เช่น ขุยมะพร้าว, แกลบเผา, แกลบสด เพื่อเพิ่มธาตุอาหารและปรับปรุงคุณสมบัติทางฟิสิกส์บางประการ.

กากตะกอนฯ ควรได้รับการหมักเป็นเวลา 1 เดือนโดยประมาณเพื่อให้สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่า 10:1 ทั้งนี้รวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่นๆ เช่นกัน.

## 7. เอกสารอ้างอิง


มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2535. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร. กรุงเทพฯ. 730 หน้า.

พนิชศักดิ์พัฒนา, ศุภมาศ. 2540. ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 327 หน้า.

พงสกุล, พิชิต และ พากเพียร, ปรีดา. 2535. ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช หน้า 160-166 วัชธรทยาน, สรสิทธิ์. การปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

# บทที่ 3

# วิธีการผลิตแท่งเพาะชำ วท. และปุ๋ยอินทรีย์ วท. จากกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ[1]

ทักษิณ อาชวาคม[2] และชลธิชา นิวาสประกฤติ[3]

## 1. การผลิตแท่งเพาะชำ

แท่งเพาะชำ วท. เป็นวัสดุสำหรับเพาะชำกล้าไม้ หรือใช้ปลูกต้นไม้โดยไม่ต้องใช้ถุงพลาสติกหรือกระถาง, ได้รับการพัฒนามาจากการนำวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตรมาทำให้เกิดประโยชน์ โดยมีวัสดุหลักคือ กากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่างๆ เช่น ขุยมะพร้าว, แกลบสด, แกลบเผา, ฟางข้าว, ต้นข้าว-โพด หรือวัสดุเหลือทิ้งเกษตรอื่นๆ ผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสมนำมาขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดเป็นแท่งตามขนาดที่ต้องการ.

### 1.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำ

1.1.1 กากตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

กากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ มีองค์ประกอบหลักเป็นเส้นใยสั้นซึ่งไม่สามารถนำไปผลิตเป็นกระดาษ. กากตะกอนส่วนใหญ่ที่ได้ มาจาก 2 แหล่ง คือ ส่วนที่ได้จากบ่อ activated sludge เป็นส่วนที่ถูกย่อยสลายแล้ว กับส่วนที่เป็น primary sludge ซึ่งยังคงลักษณะเยื่ออยู่จึงจำเป็นต้องนำมาหมักทิ้งไว้โดยใช้ผ้าพลาสติกคลุมและรดน้ำอย่างสม่ำเสมอ ไม่ควรให้กองแห้ง. ประมาณ 1 เดือน จึงนำมาใช้ได้ทั้งนี้ให้สังเกตจากอุณหภูมิของกองกากตะกอนที่ผ่านขั้นตอนของการหมักสมบูรณ์จะน้อยลง.

1.1.2 ขุยมะพร้าว

ขุยมะพร้าวเป็นส่วนของเปลือกมะพร้าวที่ถูกตีและแยกเอาส่วนของเยื่อใยออกไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นเช่นนำมาทำเป็นที่นอน หรือเบาะรถยนต์ที่มีคุณภาพสูง, ส่วนขุยมะพร้าวที่

---

[1] เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ" วันที่ 13 กรกฎาคม 2544 ณ สถานีวิจัยลำ-ตะคอง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

[2] ฝ่ายจัดการสถานีวิจัย, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

[3] ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท, วท.

เหลือโรงงานจะทิ้ง ซึ่งยังคงมีส่วนของเยื่อใยเหลืออยู่บางส่วนรวมกับส่วนของขุยที่มีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดี. ขุยมะพร้าวนอกจากช่วยรักษาความชุ่มชื้นของแท่งแล้วยังช่วยในการเกาะยึดของแท่งเพาะชำทำให้แท่งเพาะชำมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น. ขุยมะพร้าวใหม่มีสารแทนนินค่อนข้างสูง ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการงอกและเจริญเติบโตของพืช, ดังนั้นการเตรียมขุยจึงจำเป็นต้องแช่น้ำแล้วปล่อยน้ำทิ้งเพื่อล้างสารแทนนินออกไป. กรณีที่มีขุยมะพร้าวเป็นจำนวนมากควรนำมากองรวมไว้ในที่โล่งและใช้น้ำฉีดหรือตากฝนเพื่อช่วยล้างสารแทนนินออกไป.

1.1.3 แกลบเผา

แกลบเผา ได้จากโรงสีไฟที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง แกลบซึ่งผ่านการเผาแล้วเรียกว่าแกลบเผา. ในแกลบเผาจะมีสารโพแทสเซียมสูงมีส่วนช่วยในการเจริญของรากพืช รวมทั้งมีคุณสมบัติช่วยดูดซับกลิ่นของกากตะกอนฯ ทำให้แท่งเพาะชำไม่มีกลิ่นเหม็น.

1.1.4 แกลบสด

เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงสีข้าว ใช้แกลบเป็นส่วนผสมในการผลิตแท่งเพาะชำเพื่อช่วยให้แท่งเพาะชำมีความพรุนและโปร่ง ทำให้ดูดซึมน้ำได้ง่ายและระบายอากาศได้ดี มีผลต่อการเจริญเติบโตของราก.

## 1.2 เครื่องมือและรายละเอียดการใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำ

1.2.1 เครื่องผสม

เครื่องมือที่ใช้ผสมวัสดุในการผลิตแท่งเพาะชำ ได้จากการดัดแปลงเครื่องผสมปูนฉาบที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ขนาดมอเตอร์ 3 แรงม้า 220 โวลต์นำมาดัดแปลงให้เหมาะสมในการคลุกเคล้าวัสดุก่อนนำไปอัดเป็นแท่งเพาะชำต่อไป (รูปที่ 11) ซึ่งมีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้ :

(1) นำกากตะกอนฯ มาชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดใส่เครื่องผสมจนกระทั่งส่วนที่จับกันเป็นก้อนแยกจากกันเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็ก.

(2) ใส่ขุยมะพร้าวที่แช่น้ำและทิ้งให้สะเด็ดน้ำดีแล้วชั่งน้ำหนักแล้วใส่ลงในเครื่องผสม.

(3) ใส่แกลบเผาตามน้ำหนักที่กำหนด.

(4) ใส่แกลบสดตามน้ำหนักที่กำหนด.

ให้เครื่องผสมทำงานต่อไปประมาณ 5 นาที จนส่วนผสมเข้ากันดีแล้ว โดยสังเกตจากวัสดุที่ผสมแล้วเมื่อบีบดูจะจับกันเป็นก้อน จึงนำวัสดุออกใส่ภาชนะรองรับนำไปอัดเป็นแท่งต่อไป.

1.2.2 เครื่องอัดแท่งเพาะชำ

1.2.2.1 เครื่องอัดแบบมอเตอร์

เครื่องอัดรุ่นนี้ได้รับการพัฒนามาจากเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับเพาะเห็ดชนิดมอเตอร์ของศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ นำมาปรับปรุงเป็นเครื่องอัดแท่งเพาะชำต้นแบบที่มีรูปแบบไม่ซับซ้อนมีความสะดวกปลอดภัยในการปฏิบัติงาน. เครื่องอัดแท่งเพาะชำรุ่นมอเตอร์นี้สามารถใช้เป็นเครื่องอัดในระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน, ขนาดของแท่งเพาะชำจะมีความสม่ำเสมอ มีกำลังการผลิตได้วันละประมาณ 1,000-1,500 ก้อน/วัน, อัดครั้งละ 1 ก้อน ใช้แรงงานคน 3 คน ราคาเครื่องละประมาณ 15,000-17,000 บาท. เครื่องอัดแน่นเพาะชำแบบมอเตอร์มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ (รูปที่ 12) :

**ก. โครงเครื่อง**

(1) ฐาน : กว้าง 43 ซม. ยาว 45 ซม. มีล้อสำหรับใช้เคลื่อนย้าย.

(2) เสาเหล็กรูปตัว I : กว้าง 15 ซม. สูง 120 ซม. เป็นที่ตั้งของมอเตอร์ต้นกำลังเกียร์ทดและบูชยึดก้านอัด.

ข. ชุดต้นกำลังและกลไก

(1) มอเตอร์ : กำลัง 1 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 200 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ความเร็วรอบขณะทำงาน 431,450 รอบ/นาที ติดมูเลย์ขนาด 3 นิ้ว.

(2) เกียร์ทด : อัตราทด 50:1 สามารถทำให้ก้านอัดมีความเร็วในการทำงาน 13 ครั้ง/นาที ติดมูเลย์ขนาด 6 นิ้ว.

(3) สายพานส่งกำลัง.

ค. ส่วนที่ใช้อัด

(1) ก้านอัด.

(2) แผ่นอัด : เป็นแผ่นเหล็กกลมหนามี 4 ขนาด คือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 3, 3.5, 4 และ 5 นิ้ว.

(3) บูช : ทำหน้าที่บังคับก้านอัดมีขนาดยาว 16 ซม.

(4) กระบอกอัด : ทำจากท่อ PVC มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมี 4 ขนาดเช่นเดียวกับแผ่นอัด. ตัวกระบอกเจาะรูด้านข้างกระบอกขนาด 2 หุนโดยรอบ เพื่อระบายวัสดุส่วนเกินในขณะอัด.

(5) แท่นรองกระบอก : สำหรับเลื่อนวัสดุเข้าอัดมี 4 ขนาดเช่นเดียวกับกระบอก.

(6) อุปกรณ์ใช้ถอดแท่ง : ใช้ถอดแท่งออกจากกระบอกหลังจากอัด.

ง. อุปกรณ์อัดแท่งเพาะชำ (รูปที่ 13) ประกอบด้วย :

(1) หัวอัด.

(2) กระบอกอัด.

(3) แผ่นเหล็กรองกระบอกอัด.

(4) ชุดการอัด.

การทำงานของเครื่องมีขั้นตอนในการทำงานมีดังต่อไปนี้ :

(1) เตรียมวัสดุให้มีส่วนผสมตามต้องการ

(2) บรรจุวัสดุที่ผสมและคลุกเคล้าดีแล้วลงในกระบอกอัดตามน้ำหนักที่กำหนด

(3) นำกระบอกอัดไปวางบนกลไกบังคับตำแหน่งการอัด

(4) เปิดกลไกการอัด

(5) นำกระบอกที่ผ่านการอัดออกมา นำไปกระทุ้งเอาแท่งเพาะชำออก

1.2.2.2 เครื่องอัดแบบเท้าเหยียบ

เครื่องอัดแท่งเพาะชำแบบเท้าเหยียบนี้ ได้รับการพัฒนามาจากเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับเพาะเห็ดแบบเท้าเหยียบ โดยปรับเปลี่ยนโครงสร้างและกลไกของเครื่องดังนี้ (รูปที่ 14)

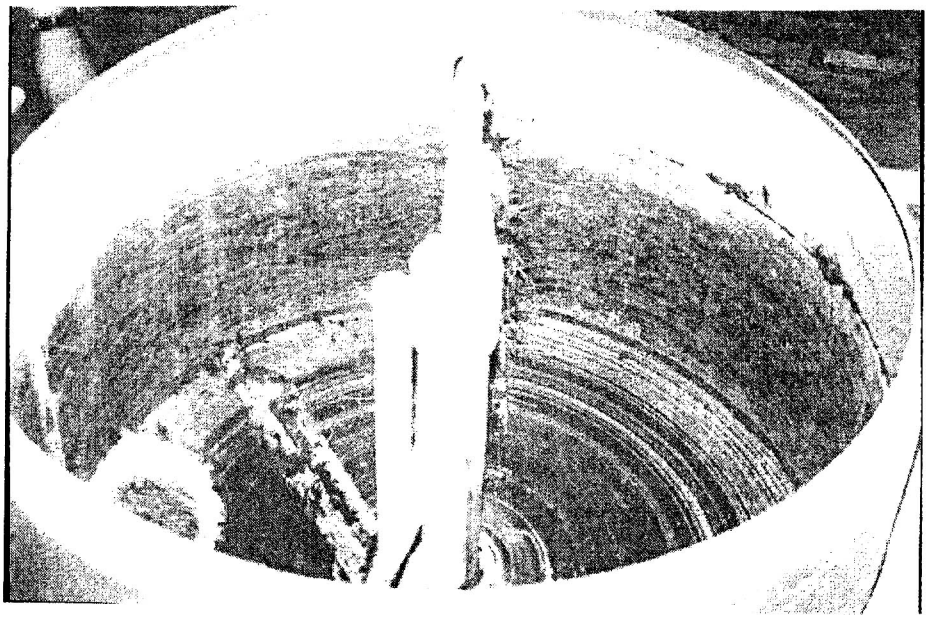
(1) ที่เหยียบเปลี่ยนขนาดเหล็กเป็นก้านตันทำให้แข็งแรงขึ้น

(2) กระบอกอัดเป็นท่อเหล็กมีความหนามากขึ้นและสามารถเปลี่ยนได้ 3 ขนาด คือ 2.5, 3 และ 4 นิ้ว

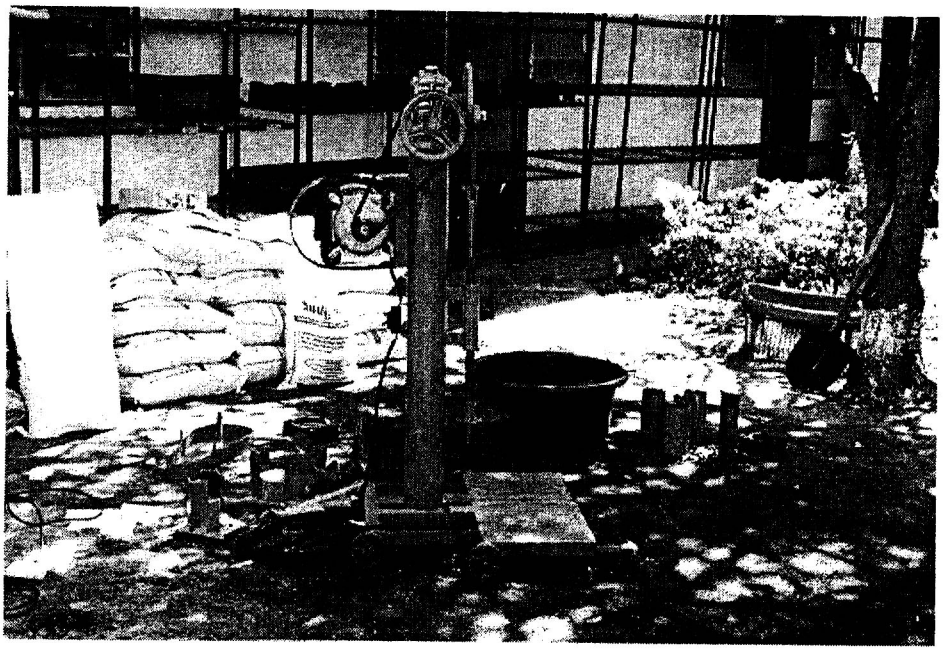
(3) เพิ่มความหนาของฐานอัด ให้อัดได้แน่นขึ้นและทำให้ฐานแท่งเพาะชำตั้งได้ในแนวระนาบ

(4) ส่วนของฝาปิดหนาขึ้นรับน้ำหนักขณะอัดได้มากขึ้น

เครื่องอัดแท่งเพาะชำแบบเท้าเหยียบนี้ สามารถใช้เป็นเครื่องอัดในอุตสาหกรรมในครัวเรือนหรือใช้ผลิตแท่งเพาะชำเพื่อการเพาะชำกล้าไม้จำหน่าย. ความสม่ำเสมอของแท่งเพาะชำขึ้นอยู่กับปริมาณวัสดุและน้ำหนักการเหยียบในแต่ละครั้ง, มีกำลังการผลิตได้วันละประมาณ 1,500 - 2,000 ก้อนต่อวัน, อัดครั้งละ 1-2 ก้อน, ใช้แรงงานคน 3 คน ราคาเครื่องละประมาณ 6,000 - 7,000 บาท.



**รูปที่ 11.** เครื่องผสมแนวตั้ง



**รูปที่ 12.** เครื่องอัดแท่งเพาะชำแบบมอเตอร์

### 1.3 อัตราส่วนผสมของวัสดุ

อัตราส่วนที่ใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำกล้าไม้ (ต่อการผสม 1 ครั้ง) มีดังต่อไปนี้ :

| | | |
|---|---|---|
| กากตะกอนฯ | 60 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| ขุยมะพร้าว | 24 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| แกลบเผา | 2 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| แกลบสด | 1 | ส่วนโดยน้ำหนัก |

**รูปที่ 13.** อุปกรณ์ที่ใช้ในการอัดและถอดแท่งเพาะชำ

**รูปที่ 14.** เครื่องอัดแท่งเพาะชำชนิดเท้าเหยียบ

ในการผลิตแท่งเพาะชำกล้าไม้นอกจากใช้วัสดุดังกล่าวข้างต้นแล้ว สามารถใช้วัสดุอื่นที่มีในท้องถิ่นเช่น ฟางข้าว, ต้นข้าวโพด, ใบหญ้าแฝก เป็นต้น มาปรับใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเป็นแท่งเพาะชำได้เช่นกัน, โดยนำวัสดุเหล่านี้มาย่อยโดยใช้เครื่องย่อยเศษวัสดุการเกษตร เป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 1-2 ครั้งแล้วนำมาผสมตามอัตราส่วนดังต่อไปนี้ (ต่อการผสม 1 ครั้ง) :

| | | |
|---|---|---|
| กากตะกอนฯ | 45 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| ฟาง (หรือต้นข้าวโพดหรือใบหญ้าแฝก) | 6 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| ขุยมะพร้าว | 3 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| แกลบเผา | 1.5 | ส่วนโดยน้ำหนัก |

## 2. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์

### 2.1 วัสดุที่ใช้ในการผสม

การเตรียมวัสดุเช่นเดียวกับการผลิตแท่งเพาะชำกล้าไม้โดยวัสดุที่ใช้มีดังต่อไปนี้ :

| | | |
|---|---|---|
| กากตะกอนฯ | 12 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| ขุยมะพร้าว | 4 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| แกลบเผา | 4 | ส่วนโดยน้ำหนัก |
| แกลบสด | 1 | ส่วนโดยน้ำหนัก |

ในกรณีที่ต้องการจะทำเป็นดินสำหรับปลูกทำได้โดยนำปุ๋ยอินทรีย์นี้มาผสมกับหน้าดินโดยใช้อัตราส่วนดังนี้ :

ปุ๋ยอินทรีย์ : ดิน = 5-10 : 1 ส่วนโดยน้ำหนัก

### 2.2 เครื่องผสม

ใช้เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์เครื่องเดียวกันกับเครื่องผสมสำหรับอัดแท่งเพาะชำกล้าไม้คือเครื่องผสมแนวตั้งชนิดใบพายโดยการดัดแปลงเครื่องผสมปูนฉาบสำหรับฉาบฝาผนังที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ขนาดมอเตอร์ 3 แรงม้า 220 โวลต์. นำมาดัดแปลงแขนที่กวนใหม่ เพิ่มก้านช่วยคลุกเพื่อให้เหมาะสมกับวัสดุทั้ง 4 ชนิดที่จะนำมาผสมก่อนที่จะนำไปผสมเป็นปุ๋ยอินทรีย์ต่อไป, ทั้งนี้ในการผสมครั้งละมากๆ อาจจะพิจารณาใช้เครื่องมือขนาดใหญ่ เช่น รถแทรกเตอร์หรือรถตักในการผสม.

# บทที่ 4

# การใช้แท่งเพาะชำจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสีย โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษในการเพาะชำกล้าไม้[1]

ปริญญา วิไลรัตน์[2] และประยุทธ กาวิละเวส[2]

## 1. การเตรียมแท่งเพาะชำเพื่อการเพาะปลูก

แท่งเพาะชำหลังจากอัดเป็นแท่งมาใหม่ๆ จะมีความชื้นสูงถึง 70-75% โดยน้ำหนัก ไม่เหมาะที่จะนำไปเพาะกล้าในทันที. ควรเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่งโดยนำวางเรียงไว้บนชั้นหรือในที่ๆ มีการระบายอากาศได้ดี เพื่อให้ความชื้นลดลงจนแห้ง, สังเกตได้จากลักษณะภายนอก ผิวแท่งจะแห้งและแข็ง. โดยปรกติในสภาพอากาศแห้งหรือในฤดูแล้งแท่งจะแห้งภายใน 1-2 สัปดาห์ ความชื้นในแท่งจะลดเหลือประมาณ 35% จึงสามารถนำไปเก็บรวบรวมไว้เพื่อการใช้งานต่อไป. ไม่ควรนำแท่งที่อัดได้ใหม่ๆ ไปตากแดด เนื่องจากจะเกิดการหดตัวไม่สม่ำเสมอ ทำให้แท่งแตกหรือเสียรูปทรง, หลังจากผึ่งให้แห้งก่อนการเพาะปลูกจำเป็นต้องนำไปคืนความชื้นให้กับแท่งเพาะชำเสียก่อน. ในทางปฏิบัติอาจนำไปแช่น้ำในบ่อซีเมนต์หรือภาชนะ เช่น ถังขนาด 200 ลิตร ขึ้นอยู่กับปริมาณที่จะใช้งาน. ใช้ของหนักๆ ทับไว้ให้แท่งจมอยู่ในน้ำประมาณ 3-4 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งแท่งจมน้ำ แท่งจะดูดน้ำเข้าไปจนอิ่มตัว. นำแท่งเพาะชำที่ได้ไปเรียงในแปลงเพาะชำเพื่อรอการเพาะปลูกต่อไป หรือจะใช้วิธีนำแท่งเพาะชำแห้งไปวางเรียงไว้ในแปลงแล้วให้น้ำแบบสปริงเกอร์ก็เป็นวิธีหนึ่งที่สะดวก แต่จะใช้เวลาในการให้น้ำนานและสิ้นเปลืองกว่าวิธีแรก.

## 2. การเพาะปลูกพืชลงในแท่งเพาะชำ

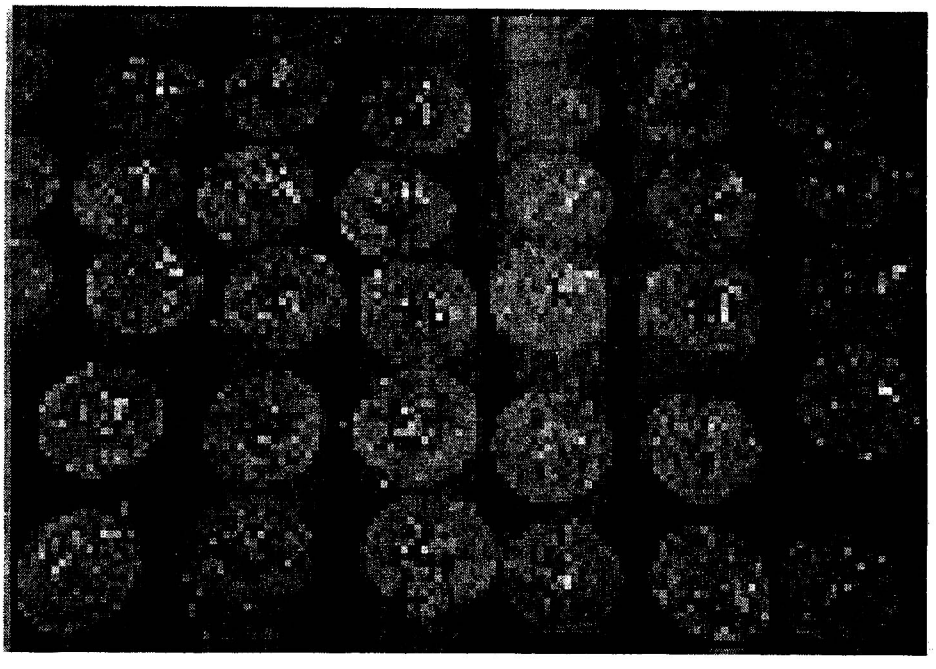
แท่งเพาะชำสามารถนำไปใช้เพาะชำกล้าไม้ได้หลายชนิด ทั้งการเพาะชำกล้าไม้ป่า, กล้าไม้ดอกไม้ประดับ, และกล้าไม้ผล. การเพาะกล้าสามารถทำได้ทั้งหยอดเมล็ดโดยตรงลงในแท่ง หรือโดยการย้ายกล้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพืชแต่ละชนิด เช่น ขนาดเมล็ดและอัตราการงอกของเมล็ด. ปรกติพืชที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ มีความงอกสม่ำเสมอและมีอัตราการงอกสูง เช่น จามจุรี, มะขาม, กระถินเทพา, กระถินยักษ์และสะเดา สามารถหยอดเมล็ดลงในแท่งได้โดยตรง. ส่วนพืชที่มีเมล็ดขนาดเล็ก เช่น ยูคาลิปตัส ควรเพาะให้เป็นต้นกล้าเสียก่อน จากนั้นย้ายลงปลูกในแท่งเพาะชำ

---

[1] เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ" วันที่ 13 กรกฎาคม 2544 ณ สถานีวิจัยลำตะคอง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

[2] ฝ่ายจัดการสถานีวิจัย, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

ที่เตรียมไว้ใช้ดินร่วนหรือทรายหยอดปิดปากรู เพื่อกลบเมล็ดหรือช่วยพยุงลำต้นให้กล้าตั้งตรงและเจริญเติบโตต่อไป. อย่างไรก็ตามเพื่อให้การเจริญของต้นกล้าในแท่งเพาะชำมีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอและลดการปลูกซ่อมในภายหลังควรใช้วิธีเพาะกล้าและย้ายปลูก.



**รูปที่ 15.** แท่งเพาะชำที่ปลูกต้นไม้แล้ว

**รูปที่ 16.** วิธีการปลูกกล้าไม้ในแท่งเพาะชำ

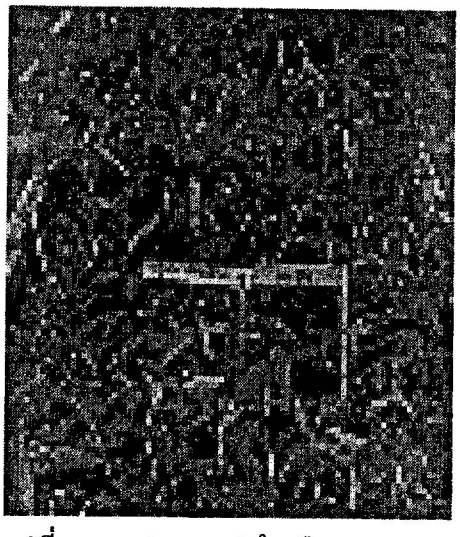
## 3. การดูแลรักษาต้นกล้าในแท่งเพาะชำ

### 3.1 โรงเรือน

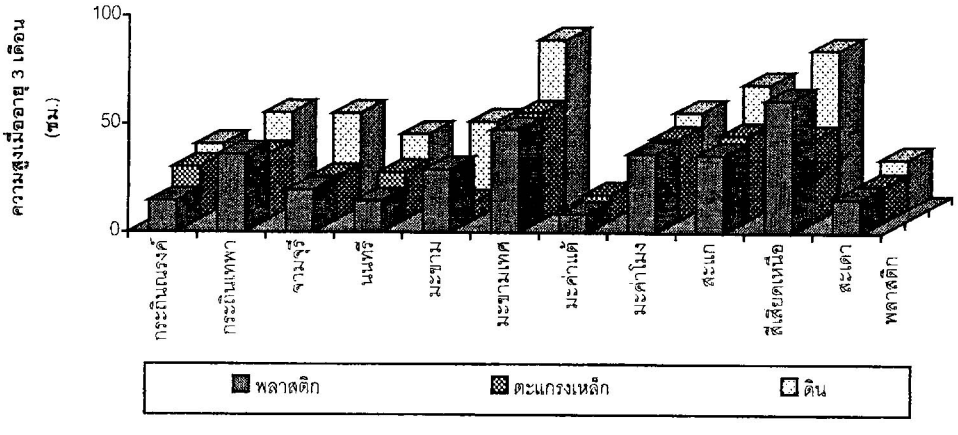
การเพาะปลูกกล้าไม้ในแท่งเพาะชำควรกระทำภายใต้สภาพโรงเรือนพรางแสงประมาณ 50%. ขนาดของโรงเรือนพิจารณาจากความเหมาะสมของปริมาณการใช้งานหรือจำนวนกล้าที่จะใช้ในการเพาะปลูก. แบ่งพื้นที่ภายใต้โรงเรือนออกเป็นแปลงๆ ขนาดกว้าง 1.50 เมตร ระยะระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร. ใช้ทรายปรับพื้นโรงเรือนให้สม่ำเสมอ นำแท่งเพาะชำที่เตรียมไว้มาเรียงเป็นแปลงๆ. ไม่ควรวางแท่งเพาะชำบนพื้นดินโดยตรง เนื่องจากทำให้ผิวพื้นด้านล่างของแท่งเพาะชำสัมผัสกับดิน เมื่อกล้าโตขึ้นรากจะชอนไชลงดินโดยตรง ยากต่อการแยกหรือย้ายกล้าในภายหลัง, นอกจากนั้นส่วนที่สัมผัสกับดินมักแตกยุ่ยได้ง่ายเนื่องจากดูดความชื้นจากดินมากเกินไป. การใช้วัสดุอื่นๆ เป็นพื้นวางแท่งเพาะชำในโรงเรือน เช่น ปูด้วยพลาสติกหรือใช้ตะแกรงเหล็ก นอกจากจะมีราคาแพงแล้วยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย. จากการทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกล้าไม้ชนิดต่างๆ ที่อายุ 3 เดือน โดยวางแท่งเพาะชำบนวัสดุรองพื้นต่างๆ กันในโรงเรือน พบว่า โดยทั่วไปแล้วการวางแท่งเพาะชำบนพื้นที่ปูหรือเกลี่ยด้วยทรายหยาบทำให้ต้นกล้าของพืชเจริญเติบโตได้ดีกว่า, รองลงมาคือการวางบนพื้นปูพลาสติก และวางบนตะแกรงเหล็กตามลำดับ ดังรูปที่ 18 (ดุริยะประพันธ์ และคณะ 2541).

### 3.2 การให้น้ำ

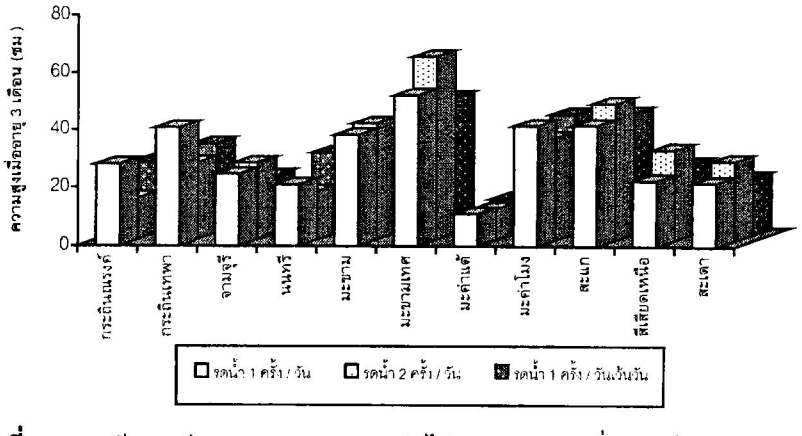
ระยะแรกที่ย้ายกล้าลงปลูกในแท่งเพาะชำ ควรดูแลให้น้ำอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้กล้าตั้งตัวและเพื่อการเจริญเติบโตที่เหมาะสมต่อไป. ความถี่และความเหมาะสมของการให้น้ำของพืชที่ปลูกในแท่งเพาะชำควรพิจารณาตามสภาพดินฟ้าอากาศและชนิดของพืช เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตและการคายน้ำของพืช. จากการศึกษาผลของความถี่ในการให้น้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ 11 ชนิดที่ปลูกในแท่งเพาะชำคือ กระถินณรงค์, กระถินเทพา, จามจุรี, มะขาม, มะขามเทศ, มะค่าโมง, มะค่าแต้, นนทรีสีทอง, สะแก, สะเดา และสีเสียดเหนือ พบว่า กล้าไม้แต่ละชนิดมีความต้องการน้ำแตกต่างกันไป. โดยกล้ามะขามเทศและสะเดามีความต้องการน้ำและความชุ่มชื้นของแปลงเพาะชำมากกว่าไม้ชนิดอื่นๆ. การให้น้ำวันละ 2 ครั้งทำให้กล้าไม้ส่วนใหญ่เจริญได้ดีที่สุด. อย่างไรก็ตามกล้าไม้บางชนิดเช่น กระถินณรงค์, กระถินเทพา, จามจุรี, มะขามเทศและสะแก สามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อรดน้ำเพียงวันละ 1 ครั้ง, ในขณะที่มะค่าโมงเจริญเติบโตใกล้เคียงกันไม่ว่าจะให้น้ำโดยวิธีใดๆ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 19 การให้น้ำอาจรดด้วยบัวฝอยหรือใช้ระบบสปริงเกอร์ก็ได้.



**รูปที่ 17.** แท่งเพาะชำในเรือนเพาะชำ




**รูปที่ 18.** ความสูงของกล้าไม้ชนิดต่างๆ ที่อายุ 3 เดือน เมื่อวางแท่งเพาะชำบนวัสดุรองพื้นต่างกัน (ดุริยะประพันธ์ และคณะ 2541).




**รูปที่ 19.** เปรียบเทียบความสูงของกล้าไม้ชนิดต่างๆ ซึ่งปลูกในแท่งเพาะชำเมื่ออายุ 3 เดือน โดยการให้น้ำวิธีต่างๆ.

3.3 การให้ปุ๋ย

แม้ว่าในแท่งเพาะชำจะมีความอุดมสมบูรณ์เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าตั้งแต่เริ่มเพาะจนถึงระยะที่เหมาะสมต่อการย้ายปลูกก็ตาม, การให้ปุ๋ยเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์ให้กับต้นกล้าได้. จากการศึกษาการใช้ปุ๋ยชนิดและอัตราต่างๆ กันกับกล้าไม้ป่าจำนวน 8 ชนิดได้แก่ กระถินเทพา, จามจุรี, มะขาม, มะขามเทศ, มะค่าแต้, มะค่าโมง, สะแก และสะเดา โดยใช้ปุ๋ยออสโมโคส และปุ๋ย 15-15-15 ในอัตรา 0.5 และ 1.0 กรัม/แท่ง เปรียบเทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยและดินผสม, พบว่าการใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆ ทุกอัตรามีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าทุกชนิด เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย ดังแสดงในรูปที่ 21. อย่างไรก็ตามการจะใช้ปุ๋ยควรพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ประกอบเช่น ต้นทุนที่เพิ่มขึ้น, นอกจากนั้นการให้ปุ๋ยอาจทำให้ต้นกล้าสมบูรณ์เกินไปมักเหี่ยวง่ายเมื่อย้ายปลูก ซึ่งอาจทำให้อัตราการรอดตายในแปลงปลูกลดลง.

**4. การย้ายปลูก**

กล้าไม้ป่าที่เพาะในแท่งเพาะชำนานประมาณ 3-4 เดือนจึงสามารถนำไปปลูกได้. พืชบางชนิดจะมีระบบรากที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนรากออกมานอกแท่งหรือลงดิน, หากไม่มีการใช้วัสดุรองแปลงเพาะและอาจเจริญข้ามไปยังแท่งปลูกที่อยู่ใกล้ ระยะนี้จึงจำเป็นต้องย้ายแท่งปลูกและวางให้ห่างกันเล็กน้อยเพื่อให้รากจำกัดอยู่เฉพาะในแท่งปลูกเท่านั้น. นอกจากนี้การดูแลย้ายแท่งปลูกยังเป็นการคัดแยกต้นกล้าที่ไม่สมบูรณ์ออกจากแปลงเพาะและแยกกลุ่มที่เจริญเติบโตดีไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน ช่วยให้สามารถเลือกกล้าไปปลูกได้สะดวกขึ้น. อย่างไรก็ตามการกำหนดวันปลูกหรือฤดูปลูกให้สัมพันธ์กับการเพาะกล้า อาจไม่จำเป็นต้องย้ายแท่งปลูกเลยซึ่งจะเป็นการประหยัดเวลาและแรงงานได้เป็นอันมาก. ก่อนการย้ายกล้าเพื่อนำไปปลูกควรงดให้น้ำ 1-2 วัน หรือให้น้ำให้น้อยลง เพื่อให้ต้นกล้ารับรู้ถึงความเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น. อาจเปิดวัสดุคลุมแปลงเพาะชำออกสักระยะและลดการให้น้ำลงจนต้นกล้าแข็งแกร่งจึงย้ายไปปลูก, สำหรับการงดการให้น้ำเพื่อเตรียมย้ายกล้าไปปลูกควรพิจารณาความเหมาะสมของกล้าไม้แต่ละชนิด.

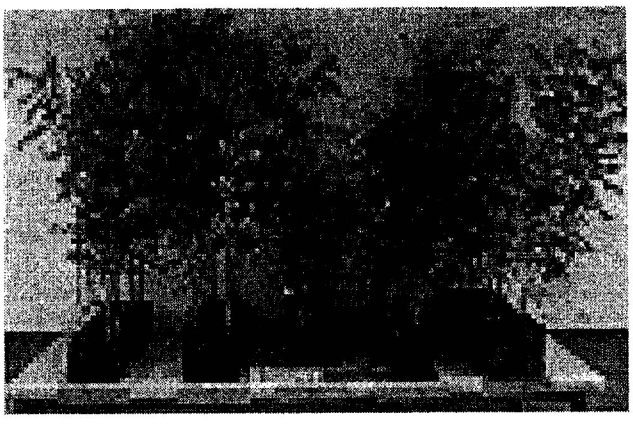
จากการศึกษาจำนวนวันหลังหยุดให้น้ำของกล้าไม้ต่างๆ เมื่ออายุ 3 เดือน ซึ่งเริ่มแสดงอาการเหี่ยว พบว่ากล้าไม้แต่ละชนิดมีความทนทานต่อสภาพการขาดน้ำที่แตกต่างกัน, โดยมะขาม, สะเดาและมะค่าโมง มีความทนทานต่อสภาพการขาดน้ำได้ดีกว่าพืชอื่นๆ, ในขณะที่กล้ากระถิน-ณรงค์, จามจุรีและมะค่าแต้ ทนทานต่อสภาพการขาดน้ำรองลงมา. ส่วนกล้ามะขามเทศ, กระถิน-เทพาและนนทรีสีทองทนทานต่อการขาดน้ำค่อนข้างต่ำ, กล้าสะแกและสีเสียดเหนือทนทานต่อการขาดน้ำต่ำสุด (ตารางที่ 12). นอกจากนี้จากการสังเกตพบว่าต้นกล้าที่เพาะจากแท่งเพาะชำสามารถอยู่รอดในสภาพแห้งแล้งได้นานกว่ากล้าที่ได้จากการเพาะชำในถุงดินปลูกทั่วไป, การขนส่งได้สะดวกกว่า, ที่สำคัญคือสามารถปลูกได้โดยไม่ต้องแกะถุงและไม่มีเศษถุงพลาสติกทิ้งอยู่ในพื้นที่เพาะปลูก

**ตารางที่ 12.** แสดงจำนวนวันหลังหยุดการให้น้ำที่กล้าไม้เริ่มแสดงอาการเหี่ยว (ดุริยะ-ประพันธ์ และคณะ 2541)

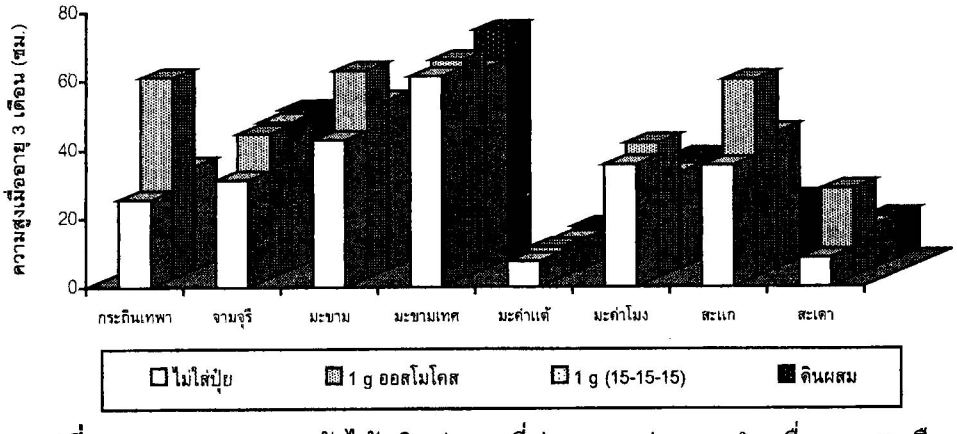
| ชนิดกล้าไม้ | จำนวนวัน |
|---|---|
| กระถินณรงค์ | 14 |
| กระถินเทพา | 6 |
| จามจุรี | 13 |
| มะขาม | 17 |
| มะขามเทศ | 9 |
| มะค่าแต้ | 13 |
| มะค่าโมง | 15 |
| นนทรีสีทอง | 6 |
| สะแก | 3 |
| สะเดา | 16 |
| สีเสียดเหนือ | 4 |

## 5. เอกสารอ้างอิง

ดุริยะประพันธ์, สุนทร; อาชวาคม, ทักษิณ; ทองจู, ชัยสิทธิ์; วิไลรัตน์, ปริญญา; ตันพานิช, สายันต์ และ กาวิละเวส, ประยุทธ. 2541. การผลิตแท่งเพาะชำจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรง-งานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 49 หน้า.



**รูปที่ 20.** ต้นไม้ในแท่งเพาะชำเปรียบเทียบการเจริญเติบโตกับในถุงพลาสติก.




**รูปที่ 21.** ความสูงของกล้าไม้ชนิดต่างๆ ที่ปลูกบนแท่งเพาะชำ เมื่ออายุ 3 เดือน โดยใช้ปุ๋ยในอัตรา ต่างๆ กัน (ดุริยะประพันธ์ และคณะ, 2541).

**รูปที่ 22.** ระบบรากพืชหลังจากที่ฝังลงในดิน.

# บทที่ 5

# การวิเคราะห์ด้านการเงินการผลิตแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ[1]

สุรพงษ์ จันทร์ผ่องศรี[2]

การวิเคราะห์ด้านการเงินของโครงการลงทุนเพื่อผลิตแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษในส่วนนี้ เป็นการนำเอาข้อมูลด้านเทคนิคและการตลาดที่ได้จากการศึกษาและวิจัยพัฒนาโดยนักวิจัยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) มาทำการวิเคราะห์, ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการนำเสนอความเป็นไปได้และความเหมาะสมของโครงการลงทุนต่อผู้สนใจที่จะลงทุนโดยทั่วไป.

การวิเคราะห์ในที่นี้ได้กำหนดตัวแปรที่จำเป็นและเพื่อความสมบูรณ์ของการวิเคราะห์ โดยการกำหนดค่าตัวแปรมาจากสภาพเศรษฐกิจปัจจุบัน ได้แก่ กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาวและระยะสั้นเท่ากับร้อยละ 15 ต่อปี, ผู้ลงทุนกู้เงินจากสถาบันการเงินร้อยละ 50 ของเงินลงทุนรวม, การตลาดมีนโยบายการขายเชื่อร้อยละ 100, ระยะเวลาขายเชื่อ 60 วัน, ภาษีมูลค่าเพิ่มเท่ากับร้อยละ 10 และอายุโครงการเท่ากับ 10 ปี เป็นต้น.

รูปแบบหรือลักษณะของการลงทุนเป็นกิจการลงทุนอุตสาหกรรมในครัวเรือน และสามารถดำเนินกิจการได้ภายในครอบครัว หรือจ้างแรงงานทั้งหมดจำนวน 9 คน. สมมุติให้ผู้ลงทุนเป็นนักลงทุนรายใหม่ กล่าวคือ การจัดหาสถานที่, อุปกรณ์ และเงินทุนหมุนเวียนมาจากเงินลงทุนทั้งหมด. นอกจากนี้ผู้ลงทุนไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการผลิตมาก่อนเพียงแต่เข้ารับการอบรมหรือศึกษาจากเอกสารรายงานวิจัยของ วท. ประกอบกับมีแหล่งวัตถุดิบอยู่ในบริเวณใกล้เคียงและมีปริมาณแน่นอนก็จะสามารถทำการผลิตได้.

ผลของการวิเคราะห์ด้านการเงินโครงการผลิตแท่งเพาะชำนี้พอจะสรุปได้ในประเด็นสำคัญๆ ดังต่อไปนี้ :

---

[1] เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ" วันที่ 13 กรกฎาคม 2544 ณ สถานีวิจัยลำตะคอง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

[2] สำนักนโยบายและแผน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

## 1. เงินลงทุน

การลงทุนในโครงการผลิตแท่งเพาะชำนี้ใช้เงินลงทุนทั้งสิ้นประมาณ 1.146 ล้านบาทในจำนวนนี้แบ่งออกได้ดังต่อไปนี้ :

| | | |
|---|---|---|
| ค่าใช้จ่ายก่อนดำเนินการ | 35,000 | บาท |
| เงินลงทุนในที่ดิน 1 ไร่ ราคา | 500,000 | บาท |
| เครื่องจักรและอุปกรณ์ | 112,000 | บาท |
| อาคารโรงงานและสำนักงาน | 288,000 | บาท |
| ค่าอุปกรณ์สำนักงาน | 28,900 | บาท |
| โครงการต้องการเงินทุนหมุนเวียน-เพื่อใช้จ่ายในสินค้าคงคลังอีกจำนวน | 182,000 | บาท |

การลงทุนทั้งหมดนี้เป็นการลงทุนชนิดเต็มรูปแบบ กล่าวคือ กำหนดให้ผู้ลงทุนไม่มีสถานที่และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับใช้ในโครงการ, ผู้ลงทุนจะต้องจัดหามาด้วยเงินลงทุนของโครงการดังแสดงในตารางเงินลงทุนรวมและตารางเครื่องจักรและอุปกรณ์.

**ตารางที่ 13.** เงินลงทุนรวมของโครงการ

| เงินลงทุน | จำนวนเงิน (บาท) |
|---|---|
| ค่าใช้จ่ายก่อนดำเนินการ | 35,000 |
| ที่ดินและค่าปรับปรุงที่ดิน | 500,000 |
| อาคารสำนักงาน | 192,000 |
| อาคารโรงงาน | 96,000 |
| เครื่องจักรและอุปกรณ์ | 112,000 |
| อุปกรณ์สำนักงาน | 28,900 |
| เงินทุนหมุนเวียน | 181,812 |
| **รวม** | **1,145,712** |

**ตารางที่ 14.** มูลค่าของเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต

| เครื่องจักรและอุปกรณ์ | จำนวนเงิน (บาท) |
|---|---|
| เครื่องผสม | 35,000 |
| เครื่องอัดแท่ง | 500,000 |
| พัดลม | 192,000 |
| ระบบไฟฟ้าและน้ำประปา | 192,000 |
| **รวม** | **919,000** |

## 2. ต้นทุนการผลิต

การผลิตแท่งเพาะชำจะมีต้นทุนการผลิตรวมต่อแท่ง ณ ระดับการผลิตเต็มที่เท่ากับแท่งละ 1.90 บาท, โดยแยกได้เป็นต้นทุนคงที่แท่งละ 1.16 บาท และต้นทุนแปรผันแท่งละ 0.74 บาท. เมื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างของต้นทุนการผลิตรวมต่อแท่ง ปรากฏว่าเป็นองค์ประกอบของค่าวัตถุดิบ คิดเป็น ร้อยละ 8.03 ของต้นทุนการผลิตรวม, และค่าแรงงาน คิดเป็นร้อยละ 23.73 ของต้นทุนการผลิตรวม, ค่าสาธารณูปโภค คิดเป็นร้อยละ 2.31, และค่าดำเนินงาน คิดเป็นร้อยละ 62.63 ตามลำดับ ดังในตารางแสดงโครงสร้างต้นทุน.

**ตารางที่ 15.** โครงสร้างต้นทุนการผลิตแท่งเพาะชำ วท.

| | ต้นทุนการผลิตต่อแท่ง (บาท) | ต้นทุนการผลิตต่อแท่ง คิดเป็นร้อยละ |
|---|---|---|
| วัตถุดิบ | 0.15 | 8.04 |
| แรงงาน | 0.45 | 23.73 |
| สาธารณูปโภค | 0.04 | 2.31 |
| ค่าดำเนินการ | 1.19 | 62.53 |
| อื่นๆ | 0.06 | 3.40 |
| **รวม** | **1.90** | **100.00** |

## 3. การผลิต

กำหนดให้โครงการมีกำลังการผลิตเต็มที่ ปีละ 600,000 แท่ง, ทำการผลิตเฉลี่ย ปีละ 200 วัน ๆ ละ 8 ชั่วโมง และกำหนดแผนการผลิตให้เป็นไปตามความต้องการของตลาดคือ ในปีแรกสามารถผลิตได้ร้อยละ 60, ปีที่สองผลิตได้ร้อยละ 80, และปีต่อๆไปผลิตได้เต็มที่. ในการผลิตให้มีการสูญเสียจากการผลิตและการตลาดได้ ร้อยละ 5 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด ดังตารางที่ 16.

**ตารางที่ 16.** แสดงแผนและปริมาณการผลิต

| รายการ | ปีที่ 1 | ปีที่ 2 | ปีที่ 3-10 |
|---|---|---|---|
| แผนการผลิตร้อยละ | 60 | 80 | 100 |
| ปริมาณการผลิต | 378,947 | 505,263 | 631,579 |
| ปริมาณการผลิตสูญเสีย 5% | 18,947 | 25,263 | 31,579 |
| ปริมาณการจำหน่าย | 360,000 | 480,000 | 600,000 |

## 4. รายได้ของโครงการ

รายได้ของโครงการสมมุติให้ตลาดสามารถรับซื้อแท่งเพาะชำจากโครงการได้ ปีละ 600,000 แท่ง หรือโครงการสามารถจำหน่ายได้หมดในราคาขายส่ง แท่งละ 3 บาท, ซึ่งราคาขายส่งนี้เป็นราคาที่คำนวณจากราคาจำหน่ายของโครงการทดลองตลาด โดยร้านค้าของ วท. ซึ่งได้ตั้งราคาราคาขายปลีกของแท่งเพาะชำไว้ที่ 5 บาทต่อแท่ง. โครงการจะมีรายได้จากการขายปีละ 1.8 ล้านบาท โดยวิธีการกำหนดราคาขายส่งของแท่งเพาะชำคือ :

- ให้ค่าการตลาดเท่ากับ 40 % ของราคาขายปลีก.
- ราคาขายปลีกแท่งเพาะชำในท้องตลาดเท่ากับ 5 บาทต่อแท่ง.
- ราคาขายส่งหักค่าการตลาดจะเหลือ 60% หรือเท่ากับราคาแท่งละ 3 บาท.

**ตารางที่ 17.** แสดงรายได้ของโครงการในแต่ละปี

| รายการ | ปีที่ 1 | ปีที่ 2 | ปีที่ 3-10 |
|---|---|---|---|
| แผนการผลิตร้อยละ | 60 | 80 | 100 |
| ปริมาณการจำหน่าย | 360,000 | 480,000 | 600,000 |
| รายได้ | 1,080,000 | 1,440,000 | 1,800,000 |

## 5. วัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักที่สำคัญสำหรับการผลิตคือกากตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ ราคาของวัตถุดิบจะขึ้นอยู่กับค่าขนส่งทั้งหมดทั้งนี้เนื่องจากเป็นของเหลือทิ้งที่โรงงานต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัด, ดังนั้นผู้ลงทุนสามารถติดต่อขอรับได้จากโรงงานที่อยู่ใกล้ที่สุด. สถานที่ทำการผลิตแท่งเพาะชำควรจะตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งวัตถุดิบในรัศมีไม่เกิน 100 กม. เพื่อที่จะประหยัดค่าขนส่งวัตถุดิบ. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำจำนวน 600,000 แท่งต่อปี โรงงานมีปริมาณความต้องการวัตถุดิบชนิดต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 18.

**ตารางที่ 18.** ปริมาณและราคาวัตถุดิบ

| วัตถุดิบ | ปริมาณ (ตัน) | ราคา (บาท/ตัน) |
|---|---|---|
| กากตะกอน | 450 | 125 |
| ขุยมะพร้าว | 50 | 500 |
| แกลบเผา | 15 | 250 |
| แกลบสด | 8 | 250 |

## 6. อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน

โครงการนี้จะให้อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) ตลอดอายุโครงการ 10 ปี เฉลี่ยร้อยละ 40.36, มีระยะเวลาคืนทุน 3.55 ปี. และถ้าผู้ลงทุนสามารถหาแหล่งเงินกู้ได้เป็นจำนวน 50 % ของเงินลงทุนรวม ผู้ลงทุนจะมีอัตราผลตอบแทนร้อยละ 55.61, มีระยะเวลาคืนทุน 3.38 ปี, จะเห็นได้ว่าอัตราผลตอบแทนทั้งสองกรณีข้างต้นเป็นอัตราที่สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาว คือร้อยละ 15 ต่อปี สรุปว่าโครงการนี้มีความเหมาะสมในการลงทุนตามข้อสมมุติฐานที่กำหนดให้.

**ตารางที่ 19.** สรุปผลการวิเคราะห์ด้านการเงิน

| | | ปีที่ 1 | ปีที่ 2. | ปีที่ 3 | ปีที่ 4-10 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ยอดขาย (ล้านบาท) | 1.08 | 1.44 | 1.80 | 1.80 |
| 2 | ต้นทุนการผลิตรวมต่อหน่วย (บาท) | 2.71 | 2.20 | 1.90 | 1.89 |
| 3 | กำไรก่อนหักภาษี (ล้านบาท) | 0.10 | 0.38 | 0.66 | 0.67 |
| 4 | กำไรสุทธิ (ล้านบาท) | 0.07 | 0.25 | 0.43 | 0.43 |
| 5 | เงินสดคงเหลือสะสม(ล้านบาท) | 0.13 | 0.35 | 0.76 | 1.18 |
| 6 | จุดคุ้มทุน การผลิต (%) | 52.24 | 51.75 | 51.28 | 50.86 |
| 7 | จุดคุ้มทุน การขาย (พันบาท) | 940 | 931 | 923 | 916 |
| 8 | อัตรากำไรต่อยอดขาย (Return on sale, %) | 6.32 | 17.30 | 23.91 | 24.11 |
| 9 | อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI , %) | 5.95 | 21.74 | 37.56 | 37.88 |
| 10 | อัตราผลตอบแทนต่อทุนเจ้าของ (ROE, %) | 11.91 | 43.48 | 75.12 | 75.77 |
| 11 | อัตราส่วนความไว (Quick ratio) | 0.65 | 1.81 | 3.93 | 6.62 |
| 12 | อัตราส่วนหมุนเวียน (Current ratio) | 1.43 | 2.77 | 5.09 | 7.86 |
| 13 | อัตราส่วนหนี้สินรวมต่อทุนเจ้าของ | 0.99 | 0.95 | 0.90 | 0.83 |
| 14 | อัตราส่วนยอดขายต่อลูกหนี้ | 13.71 | 13.93 | 14.07 | 14.07 |
| 15 | อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR, %) | ของโครงการ | 40.36 | ของผู้ลงทุน | 55.61 |
| 16 | ระยะเวลาคืนทุน (Payback period, ปี) | ของโครงการ | 3.55 | ของผู้ลงทุน | 3.38 |
| 17 | ความอ่อนไหวเมื่อราคาสินค้าลดลง 20% ค่า IRR | ของโครงการ | 16.67 | ของผู้ลงทุน | 17.87 |
| 18 | ระยะเวลาคืนทุน (Payback period, ปี) | ของโครงการ | 8.89 | ของผู้ลงทุน | 8.47 |

## 7. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเงินลงทุนที่นำมาวิเคราะห์ในจำนวนนี้ได้รวมเงินลงทุนในส่วนของ ที่ดิน, อาคาร สิ่งปลูกสร้าง, และคิดค่าจ้างแรงงานของผู้ลงทุนด้วย ดังนั้น จึงทำให้ต้นทุนการผลิตที่คำนวณได้ค่อนข้างสูง. ถ้าหากว่าผู้ลงทุนมีสถานที่หรือกิจการเดิมที่ทำการผลิตสินค้าในประเภทใกล้เคียงกันอยู่แล้วหรือมีอาชีพรับจ้างกำจัดกากตะกอนอยู่แล้ว หรือมีวัตถุดิบอื่นเหลือทิ้งอยู่แล้ว ในกรณีนี้ผู้ลงทุน สามารถประหยัดเงินลงทุนและลดต้นทุนการผลิตลงได้อีก. นอกจากนี้ถ้าทำการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ออกจำหน่ายด้วยก็จะทำให้ความเสี่ยงในด้านการตลาดของแท่งเพาะชำลดน้อยลง

# บทที่ 6

# การศึกษาเบื้องต้นภาวะการตลาดปุ๋ยอินทรีย์[1]

อรพิน ขวัญศรี[2], ณัฐจุฑา ลุสิตานุสนธิ์[2]
ธนภรณ์ จิตเพชรกุล[2] และศักดิ์ดา นำชัยสี่วัฒนา[3]

## 1. คำนำ

ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากอินทรียวัตถุ อันประกอบไปด้วย ซากพืช, ซากสัตว์, และมูลสัตว์ ที่ใช้ในการเกษตรจะเป็นประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์เสียก่อน. ปุ๋ยอินทรีย์มีหลายชนิด แต่ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยพืชสด, และปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ.

ปุ๋ยคอก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ประกอบด้วยอุจจาระและปัสสาวะของสัตว์ต่าง ๆ เช่น ไก่, หมู, วัว, ค้างคาว ฯลฯ.

ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งได้จากการไถกลบ ใบ, ต้น และส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว ในระยะเริ่มออกดอกจนถึงดอกบานเต็มที่ ซึ่งเป็นช่วงที่มีธาตุอาหารในลำต้นสูง. ปุ๋ยชนิดนี้ให้ธาตุไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักแก่พืช แล้วยังใช้ธาตุอาหารรองอื่นๆ ที่จำเป็นแก่พืช โดยช่วยปรับโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น, ทำให้ดินร่วนซุยสะดวกต่อการไถพรวน, นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาในการกำจัดวัชพืชได้อีกด้วย.

ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร หรือจากโรงงานอุตสาหกรรม หมักโดยการเพิ่มปุ๋ยเคมี หรือมูลสัตว์เข้าไป. การหมักโดยวิธีธรรมชาติมักใช้เวลานานและได้ปุ๋ยหมักคุณภาพต่ำ, ดังนั้นการทำปุ๋ยหมักแผนใหม่จึงนิยมใช้สารเร่ง ทำให้กระบวนการหมักเป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ให้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพสูงและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามความต้องการได้เร็วขึ้น.

---

[1] เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ" วันที่ 13 กรกฎาคม 2544 ณ สถานีวิจัยลำตะคอง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

[2] ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

[3] สำนักนโยบายและแผน, วท.

1.1 ข้อดีของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงดิน

1. วิธีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะไม่ยุ่งยาก.

2. สามารถหาปุ๋ยอินทรีย์ได้ตามท้องถิ่น หรือฟาร์มทั่วไป บางกรณีอาจจะไม่ต้องซื้อ หรือซื้อในราคาถูก.

3. ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเปลี่ยนแปลงได้ยากขึ้น รวมทั้งช่วยดูดยึดธาตุอาหารต่าง ๆ เอาไว้ไม่ให้สูญเสียไปจากดิน.

4. ช่วยให้อนุภาคของดินจับตัวเป็นเม็ดไม่อัดตัวกันแน่น ทำให้การถ่ายเทอากาศ การอุ้มน้ำและการไหลซึมของน้ำในดินดีขึ้น.

5. ในระยะยาวการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้พืชมีผลผลิตสูงขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของดินดีขึ้นเรื่อยๆ ฯลฯ.

1.2 ปัญหาของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงดิน

1. ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่ำ ดังนั้นจึงต้องให้ปุ๋ยในปริมาณมาก.

2. ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานมาก ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายสูง.

ดังนั้น ทางที่ดีในการใช้ปุ๋ย ก็คือ ควรใช้ทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีควบคู่กันไป.

## 2. จำนวนโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์

จากข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม จำนวนโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ มีทั้งหมด 35 โรง กระจายอยู่ในภาคต่างๆ 4 ภาค, แยกเป็นรายจังหวัดทั้งประเทศ โดยมีโรงงานในจังหวัดต่างๆ ดังนี้ : โรงงานในจังหวัดนนทบุรี 2 โรง, ปทุมธานี 3 โรง, ฉะเชิงเทรา 4 โรง, กาญจนบุรี 6 โรง, สุพรรณบุรี 3 โรง, นครปฐม 5 โรง, ลพบุรี, ศรีสะเกษ, เชียงใหม่, เชียงราย, อุทัยธานี, ราชบุรี และชุมพร จังหวัดละ 1 โรง ดังตารางที่ 20.

โรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดเล็ก ซึ่งมีจำนวนคนงานไม่เกิน 50 คน เป็นจำนวน 34 โรง, อีก 1 โรง มีคนงานเกิน 50 คน. จากโรงงานทั้งหมด 35 โรง มีจำนวนคนงานรวมทั้งสิ้น 533 คน การผลิตส่วนใหญ่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก ในการใส่ปุ๋ยลงถุง โดยใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์หลัก ๆ ก็คือ :

1. ตะแกรงลวด.
2. รถแทรกเตอร์.
3. ถุง/จอบ/พลั่ว.
4. เครื่องเย็บกระสอบ.

ลักษณะการจ้างงานเป็นการเหมาจ่ายรายวัน คนงานส่วนใหญ่จะมาทำเป็นครอบครัว เป็นสามี-ภรรยา, ลูก, หลาน.

**ตารางที่ 20.** จำนวนโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยหมัก แยกเป็นรายจังหวัด

| จังหวัด | จำนวนโรงงาน | ผลิตภัณฑ์ |
|---|---|---|
| นนทบุรี | 2 | ผสมปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ |
| ปทุมธานี | 4 | ทำปุ๋ย ดินปลูกต้นไม้ |
| ลพบุรี | 1 | ปุ๋ยอินทรีย์จากกากน้ำตาล+มูลสัตว์+ขี้ค้างคาว+ขุยไผ่ |
| ชลบุรี | 1 | ปุ๋ยหมัก |
| ฉะเชิงเทรา | 4 | ปุ๋ยอินทรีย์จากขี้ไก่ |
| ปราจีนบุรี | 1 | ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมัก จากมูลสัตว์ต่าง ๆ |
| ศรีสะเกษ | 1 | ปุ๋ยอินทรีย์จากแกลบ ซังข้าวโพด มูลสัตว์ |
| เชียงใหม่ | 1 | ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์เคมี |
| เชียงราย | 1 | ปุ๋ยอินทรีย์ จากเปลือกถั่วลิสง |
| นครสวรรค์ | 2 | ปุ๋ยอินทรีย์จากสาหร่ายสีเขียวแถบน้ำเงิน |
| อุทัยธานี | 1 | ปุ๋ยอินทรีย์จากมูลค้างคาว |
| ราชบุรี | 1 | ปุ๋ยธรรมชาติ |
| กาญจนบุรี | 6 | ปุ๋ยอินทรีย์, ปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยชีวภาพ |
| สุพรรณบุรี | 3 | ปุ๋ยอินทรีย์จากแกลบ, ปุ๋ยคอก |
| นครปฐม | 5 | ปุ๋ยอินทรีย์จากชานอ้อย,แกลบ,มูลสัตว์,ผักตบชวา, ขี้ค้างคาว |
| ชุมพร | 1 | ปุ๋ยอินทรีย์จากขี้ค้างคาว |
| **รวม** | **35** | |

ที่มา: จากทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรม

### 3. เงินลงทุน

เนื่องจากโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์เป็นโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก ดังนั้นเงินลงทุนจึงไม่สูงมากนัก โดยมีเงินลงทุนสูงสุด 153,000,000 บาท และเงินลงทุนต่ำสุด 7,500 บาท (ตารางที่ 21).

### 4. กำลังการผลิต

โรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์แต่ละโรงงานจะทำงานผลิตผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น ปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยอินทรีย์, ปุ๋ยอินทรีย์เคมี, ดินปลูกต้นไม้ ซึ่งมีกำลังการผลิตรวมทั้งหมด 219,331 ตัน/ปี (ตารางที่ 21).

**ตารางที่ 21. จำนวนโรงงาน ที่ตั้ง กำลังการผลิต เงินทุน และคนงาน ของโรงงานปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก**

| ชื่อโรงงาน | ที่ตั้ง | ประกอบกิจการ | กำลังการผลิตต่อวัน | ทุน (บาท) | คนงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. บริษัท ปุ๋ยสยาม จำกัด | 73/1 ม.5 ถ. บางบัวทอง-ไทรน้อย<br>ต. บางรักพัฒนา อ. บางบัวทอง<br>จ. นนทบุรี โทร. 9206854 | ปุ๋ยอินทรีย์<br>ปุ๋ยอินทรีย์, ปุ๋ยเคมี | 80 ตัน<br>300 ตัน | 4,000,000 | 24 |
| 2. บริษัท ปุ๋ยสยาม อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด | 73/1 ม.5 ถ.จันทร์ทองเอี่ยม<br>ต. บางรักพัฒนา อ. บางบัวทอง<br>จ. นนทบุรี โทร. 9206854 | ผสมปุ๋ยเคมี และ<br>ปุ๋ยอินทรีย์ | ปุ๋ย 15,000 เมตริกตัน | 20,500,000 | 24 |
| 3. โรงปุ๋ยสีดา | 92/2 ม.1 ถ.ปทุมธานี-สามโคก<br>ต. สามโคก อ. สามโคก จ. ปทุมธานี | ทำปุ๋ยคอก, ปุ๋ยอินทรีย์<br>ปุ๋ยหมัก | 4,800 เมตริกตัน | 153,000,000 | 20 |
| 4. บริษัท เอ.ซี เทเลคอม จำกัด | 31/2 ม.11 ต.คลองหนึ่ง<br>อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี | ผลิตปุ๋ยหมัก | 720 เมตริกตัน | 1,700,000 | 17 |
| 5. ปุ๋ย-ดินน้องใหม่ | 51/57 ม.2 ซ.อุตสาหกรรม3<br>ถ. รังสิต-นครนายก ต. บึงยี่โถ<br>อ. ธัญบุรี จ. ปทุมธานี | ทำปุ๋ย และดินปลูก<br>ต้นไม้ | ดินผสมปลูกต้นไม้<br>16,800 ลบ.เมตร<br>ปุ๋ย 12,000 ลบ.เมตร | 5,800,000 | 20 |
| 6. วงศ์สว่างการเกษตร | ม.2 ถ.สระบุรี-หล่มสัก<br>ต. ม่วงค่อม อ. ชัยบาดาล จ. ลพบุรี | ผลิตปุ๋ยอินทรีย์<br>ปุ๋ยหมัก | ปุ๋ยอินทรีย์, ปุ๋ยหมัก<br>13,000 ตัน | 3,800,000 | 62 |

**ตารางที่ 21. (ต่อ)**

| ชื่อโรงงาน | ที่ตั้ง | ประกอบกิจการ | กำลังการผลิตต่อวัน | ทุน | คนงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 6. บริษัท ตะวันออกเคมีคอล จำกัด | 628/3 ม.1 ถ. ชลบุรี-แกลง ต. หนองไผ่แก้ว อ. บ้านบึง จ. ชลบุรี | ทำปุ๋ยหมัก | 10,000 เมตริกตัน | 5,650,000 | 12 |
| 7. บริษัท ออกานิค เฟอร์ดิไลเซอร์ จำกัด | 11/3 ม.8 ถ. ฉะเชิงเทรา บางน้ำเปรี้ยว อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา | ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด | ปุ๋ยอินทรีย์/ปุ๋ยคอก 300 ตันปุ๋ยธรรมชาติ 1,200 ตัน ปุ๋ยเคมี สูตร 18-46-0 25 ตัน | 4,100,000 | 8 |
| 8. บริษัท กสิกรสยาม จำกัด | ม.2 ถ.ส.ป.ก.-หนองคอก ต.หนองไม้แก่น อ.แปลงยาว จ.ฉะเชิงเทรา | ปุ๋ยอินทรีย์ ขี้ค้างคาว 1,200 ตัน แกลบ หรือฟางหมัก 60 ตัน ฯลฯ | ปุ๋ยอินทรีย์ 1200 เมตริกตัน | 4,200,000 | 20 |
| 9. บริษัท ดินดีแอนด์โปรตีน จำกัด | 9/1 ถ.บางน้ำเปรี้ยว-ฉะเชิงเทรา ต.โพรงอากาศ อ.บางน้ำเปรี้ยว จ.ฉะเชิงเทรา | ผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด | ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด 1000 เมตริกตัน | 4,900,000 | 25 |
| 10. บริษัท แปดริ้วอุตสาหกรรมปุ๋ยอินทรีย์ จำกัด | 60/1 ม.2 ต.สิบเอ็ดศอก อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา | ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ วัตถุดิบ ขี้ไก่สด | ปุ๋ยอินทรีย์ 360 ตัน/ปี | 5,000,000 | 13 |

**ตารางที่ 21. (ต่อ)**

| ชื่อโรงงาน | ที่ตั้ง | ประกอบกิจการ | กำลังการผลิต | ทุน | คนงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 11. บริษัท จงจิตต์เกษตรกรรม จำกัด | 123 ม.5 ถ. สุวรรณศร ต. ประจันตคาม อ. ประจันตคาม จ. ปราจีนบุรี โทร 211-844 | ผสมปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยหมัก วัตถุดิบ แม่ปุ๋ย มูลสัตว์ต่าง ๆ | ปุ๋ยอินทรีย์, ปุ๋ยหมัก 2500 เมตริกตัน ปุ๋ยเคมี 4,500 เมตริกตัน 550 ตัน/เดือน | 4,000,000 | 15 |
| 12. บริษัท ธาตรีเกษตรภัณฑ์ จำกัด | 261/1-2 ม.7 ซ.บ้านไทยพัฒนา ต. หนองหญ้าลาด อ. กันทรลักษณ์ จ. ศรีสะเกษ | ผลิตปุ๋ยหมัก วัตถุดิบ แกลบ ซังข้าวโพด มูลสัตว์ | 9,000 ตัน | 5,000,000 | 17 |
| 13. บริษัท เชียงใหม่ฮิลโมสท์ จำกัด | 42/5 ม. 2 ต. แช่ช้าง อ. สันกำแพง จ. เชียงใหม่ โทร 332-021 | ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก) และปุ๋ยอินทรีย์เคมี | ปุ๋ยอินทรีย์ 1,200 ตัน | 5,700,000 | 20 |
| 14. บริษัท ไทยฟงหนงปุ๋ยหมัก จำกัด | 260 ม. 6 ถ. เชียงราย-ฟาร์มสัมพันธกิจ ต. รอบเวียง อ. เมือง จ. เชียงราย | ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ วัตถุดิบ เปลือกถั่วลิสง 720 ตัน มูลสัตว์ 456 ตัน กระดูกป่น 24 ตัน | ปุ๋ยอินทรีย์ 1,200 ตัน | 5,700,000 | 15 |

ตารางที่ 21. (ต่อ)

| ชื่อโรงงาน | ที่ตั้ง | ประกอบกิจการ | กำลังการผลิตต่อวัน | ทุน (บาท) | คนงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 15. บริษัท อเมริเทคไร้ส์ จำกัด | 99/9 ม.7 ถ.อุทัยสายใหม่ ต. น้ำทรง อ. พยุหะคีรี จ. นครสวรรค์ | ผสมปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ | ปุ๋ยอินทรีย์ 4,000 ตัน ปุ๋ยเคมีเชิงผสม 4,000 ตัน | 4,100,000 | 38 |
| 16. นายสมจิตร ทองสกุล | ต. ห้วยแห้ง อ. บ้านไร่ จ. อุทัยธานี | ผลิตปุ๋ยหมักจากมูลสัตว์ วัตถุดิบ มูลค้างคาว 70,000 กก./ปี | ปุ๋ยหมัก 56,000 กิโลกรัม (56 ตัน) | 200,000 | 5 |
| 17. นางวิภา จิรนันทศักดิ์ | 451 ม. 6 ถ. แสงชูโต ต. ท่าผา อ. บ้านโป่ง จ. ราชบุรี | ผลิตปุ๋ยธรรมชาติ | ปุ๋ย 4,800 กิโลกรัม 4.8 ตัน | 7,500 | 7 |
| 18. บริษัท สามัคคีพัฒนา จำกัด | 3 ม. 3 ถ. แสงชูโต ต. ท่าเรือ อ. ท่ามะกา จ. กาญจนบุรี โทร. 541-107 | ผลิตปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ | ปุ๋ยสูตร 12-4-3 3,600 ตัน ปุ๋ยอินทรีย์ 1,000 ตัน | 6,200,000 | 12 |
| 19. สดชื่นการเกษตร | 346 ม. 5 ต. รางหวาย อ. พนมทวน จ. กาญจนบุรี | ผลิตปุ๋ยหมัก (ปุ๋ยอินทรีย์) | ปุ๋ย 3,000 ตัน | 2,260,000 | 6 |
| 20. นายเตี่ยม บุญคุ้ม | 16/5 ม. 5 ถ. สายบ้าน ลำทหาร-บ้านตัน ต. บ้านเก่า อ. เมือง จ. กาญจนบุรี | ผลิตปุ๋ยหมัก | 1,800 ตัน | 400,000 | 11 |

**ตารางที่ 21. (ต่อ)**

| ชื่อโรงงาน | ที่ตั้ง | ประกอบกิจการ | กำลังการผลิตต่อวัน | ทุน (บาท) | คนงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 22. นายสมจิตร ทองสกุล | 337 ม.1 ถ. ท่ามะกา-ด่านมะขามเตี้ย ต. หนองตากยา อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี | ปุ๋ยหมัก | 2,400 ตัน | 470,000 | 7 |
| 23. บริษัท ปุ๋ยหมักแผ่นดินทอง จำกัด | 209/201 ม.2 ต. วังขนาย อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี | ผลิตปุ๋ยหมัก | ปุ๋ยหมักชนิดละเอียดพิเศษ 150 ชิ้น | 2,100,000 | 13 |
| 24. โปรเจนซีส | 207/5 ม.1 ต. หนองหญ้า อ. เมือง จ. กาญจนบุรี | ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ | ร้อกฟอสเฟต 1,000 ตัน อินทรีย์ชีวภาพ 1,000 ตัน | 1,200,000 | 6 |
| 25. บริษัท ปุ๋ยหมักเมืองสุพรรณ (มิตรเกษตร) จำกัด | 394 ม. 6 ถ. หนองหลอด-หนองสันแตร ต. ดอนเจดีย์ อ. ดอนเจดีย์ จ. สุพรรณบุรี | ผลิตปุ๋ยหมัก วัตถุดิบ ทราย 120 ตัน ขี้เถ้าแกลบ 240 ตัน ปุ๋ยคอก 120 ตัน | ปุ๋ยหมัก 480 ตัน | 3,990,000 | 15 |
| 26. หจก.ศรีอินทร์กิจสองพี่น้อง | ม.2 ต. บ่อสุพรรณ อ. สองพี่น้อง จ. สุพรรณบุรี | ผลิตปุ๋ยหมัก | 50 ตัน/เดือน (600 ตัน/ปี) | 1,186,000 | 14 |
| 27. โรงงานปุ๋ยหมักจงเกรียง | 182 ถ.สองพี่น้อง-วัดไผ่โรงวัว ต. เนินพระปรางค์ อ. สองพี่น้อง จ. สุพรรณบุรี | ผลิตปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอินทรีย์ | 108,000 ตัน | 6,500,000 | 36 |

ตารางที่ 21. (ต่อ)

| ชื่อโรงงาน | ที่ตั้ง | ประกอบกิจการ | กำลังการผลิตต่อวัน | ทุน (บาท) | คนงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 28. บริษัท อุตสาหกรรมปุ๋ยที. เอ. เคมีจำกัด | 26/1 ม.5 ถ.แยกเข้า อ.สามพราน ต.ธรรมศาตร์ อ.เมือง จ.นครปฐม | ผลิตปุ๋ยเคมี และ ปุ๋ยอินทรีย์ | 108,000 ตัน | 6,500,000 | 3 |
| 29. ไบโอกรีน | 7/3 ม.3 ซ.วัดคลองอ้อมใหญ่ ถ.เพชรเกษม ต.อ้อมใหญ่ อ.สามพราน จ.นครปฐม | ทำปุ๋ยอินทรีย์ | 360 ตัน | 700,000 | 6 |
| 30. ธนะกฤษ์พาเงิน | 50/1 ม.1 ถ.สุขาภิบาล 6 ต.ดอนยายหอม อ.เมือง จ.นครปฐม | วัตถุดิบ ผลิตปุ๋ยหมัก แกลบ 103 ตัน ซานอ้อย 50 ตัน มูลสัตว์ 50 ตัน ผักตบชวา 50 ตัน | 250 ตัน | 1,540,000 | 6 |
| 31. นายแว่น สินคง | ม.14 ต.สระกระเทียม อ.เมือง จ.นครปฐม | ผสมปุ๋ยคอก | 360 ตัน | 170,000 | 5 |
| 32. ไทยเจริญอุตสาหกรรม | 99 ม.14 ต.สระกระเทียม อ.เมือง จ.นครปฐม | ผลิตปุ๋ยจากมูลสัตว์ | ปุ๋ยค้างคาว 180,000 กิโลกรัม (180 ตัน) | 250,000 | 10 |

**ตารางที่ 21. (ต่อ)**

| ชื่อโรงงาน | ที่ตั้ง | ประกอบกิจการ | กำลังการผลิตต่อวัน | ทุน (บาท) | คนงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 33. บริษัท ไทยทำดี จำกัด | 32 ม.16 ถ.บ้านสวนจันทร์-บ้านในโหมง ต.บ้านควน อ.หลังสวน จ.ชุมพร | ผลิตปุ๋ยอินทรีย์<br>วัตถุดิบ<br>มูลค้างคาว 70% (210 ตัน)<br>ปูนขาว 5% (15 ตัน)<br>สารอาหารพืช 25% (75 ตัน)ปุ๋ยอินทรีย์พัฒนา | 300 ตัน | 2,000,000 | 8 |
| 34. เกษตรแผนใหม่ | 181 ม.7 ต.ช่องแค อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์ | ทำปุ๋ยอินทรีย์<br>วัตถุดิบ<br>ดินผสมมูลค้างคาว 4500 ตัน<br>สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 500 ตัน<br>มูลสัตว์ 50 ตัน<br>ผักตบชวา 50 ตัน | 5,000 ตัน | 900,000 | 13 |
| 35. บริษัท เอเชียอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี จำกัด | 6/2 ม.4 ถ.รังสิต-นครนายก ต.บึงยี่โถ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี | | | 5,300,000 | 39 |

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม

## 5. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

เนื่องจากประชากรของประเทศไทยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก ดังนั้นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชจึงมีอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่จะเป็นผลพลอยได้ (by product) ซึ่งแบ่งตามแหล่งที่มาของวัตถุดิบได้ดังนี้คือ :

1. วัตถุดิบที่ได้จากของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร ซึ่งได้แก่ กากน้ำตาล, ชานอ้อย, แกลบ, กากผงชูรส, ขุยมะพร้าว, และกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ.

2. วัตถุดิบจากการเกษตร ได้แก่ ซังข้าวโพด, ฟางข้าว ผักตบชวา, เศษมันสำปะหลัง, เศษปอ, เปลือกถั่วลิสง.

3. วัตถุดิบจากมูลสัตว์ ได้แก่ มูลไก่, ค้างคาว, โค, กระบือ, ม้า, หมู, และสัตว์อื่น ๆ.

## 6. ราคาวัตถุดิบที่สำคัญ

เนื่องจากวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ มีหลายชนิดทำให้ราคาของวัตถุดิบก็ต่างกันออกไป แต่จากการสำรวจราคาวัตถุดิบบางชนิด ซึ่งจะแบ่งออกได้ดังนี้ คือ :

1. มูลโค ราคาประมาณ 2,200-3,000 บาท ต่อ 1 คันรถหกล้อ เป็นราคาที่ส่งถึงโรงงาน รวมค่าขนส่ง จะสั่งซื้อจากพ่อค้าคนกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี, จังหวัดลพบุรี.

2. ขุยมะพร้าว ราคาประมาณ 3,500-6,000 บาท/รถ 10 ล้อ วัตถุดิบได้จากโรงงานอุตสาหกรรมทำเส้นใยมะพร้าว โดยจะมีการส่งมาจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์.

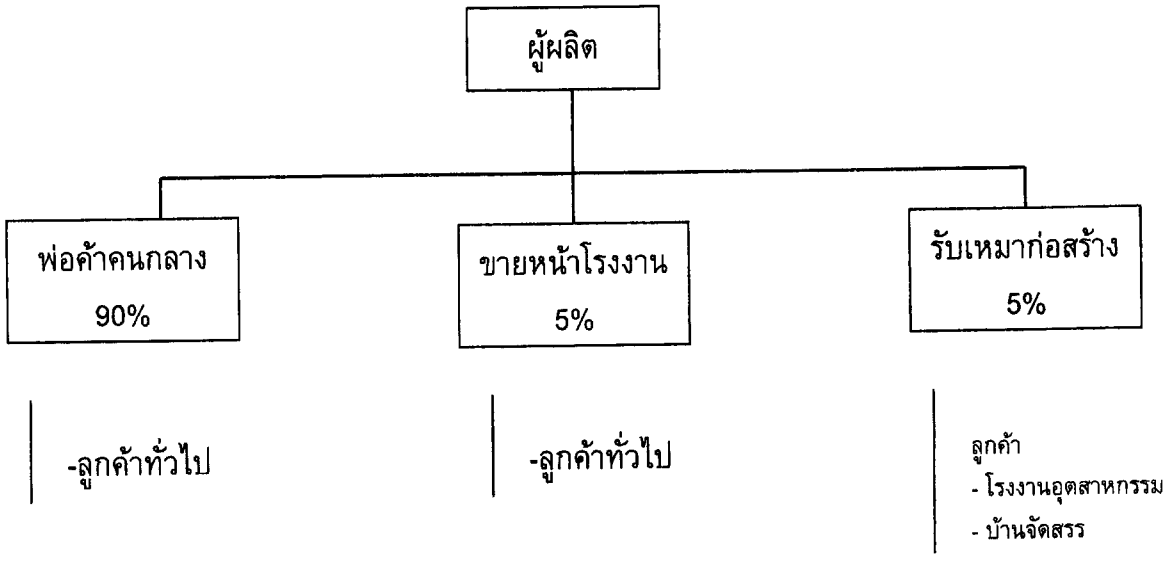
3. แกลบ ราคาประมาณ 800-2,000 บาท/รถ 10 ล้อ เป็นวัตถุดิบเหลือทิ้งจากโรงสีข้าว.

4. หน้าดิน ราคาประมาณ 1,500 บาท/รถ 10 ล้อ สั่งซื้อจากจังหวัดอยุธยา ราคาดังกล่าวจะเป็นราคาที่จัดส่งถึงโรงงาน.

5. กากผงชูรส ราคาลิตรละ 1 บาท โดยสั่งจากโรงงานที่ผลิตผงชูรสในกรุงเทพ.

**7. ช่องทางการจำหน่าย**

จากการสอบถามผู้ประกอบการ ช่องทางการจำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่องทาง ดังนี้ :




**1. จำหน่ายผ่านพ่อค้าคนกลาง** ซึ่งเป็นวิธีการจำหน่ายที่ผู้ประกอบการนิยมมากที่สุด ทั้งนี้เพราะว่าสามารถกระจายสินค้าไปสู่มือผู้บริโภคได้อย่างทั่วถึง โดยจะมีปริมาณการจำหน่ายโดยผ่านช่องทางดังกล่าวประมาณ 90% ของปริมาณการจำหน่ายทั้งหมด โดยกลุ่มลูกค้าได้แก่ ประชาชนทั่วไป.

**2. จำหน่ายเองหน้าโรงงาน** มีลูกค้ามาซื้อถึงแหล่งผลิตเอง แต่จะเป็นลูกค้าขาจร ซึ่งมีจำนวนไม่มาก โดยประมาณ 5% ของปริมาณการจำหน่ายทั้งหมด.

**3. จำหน่ายผ่านบริษัทรับเหมาก่อสร้าง** กลุ่มลูกค้า คือ โรงงานอุตสาหกรรม และบ้านจัดสรร ซึ่งจำนวนลูกค้าดังกล่าวโดยประมาณ 5% ของปริมาณการจำหน่าย.

แหล่งจำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญสำหรับกรุงเทพฯ และปริมณฑล ได้แก่ สวนจตุจักร, ร้านขายไม้ดอกไม้ประดับตามริมถนนพุทธมณฑล. สำหรับในต่างจังหวัดก็จะมีจำหน่ายในแหล่งที่ทำการค้าขายไม้ดอกไม้ประดับ ซึ่งมักจะมีอยู่ในตัวจังหวัด.

ช่วงหน้าเทศกาลต่าง ๆ เช่น ปีใหม่ คริสต์มาส วันเฉลิมพระชนม์พรรษา ฯลฯ ยอดจำหน่ายจะสูงกว่าปกติ.

**8. ขนาดและชนิดของบรรจุภัณฑ์**

ที่วางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด จำแนกออกได้ 3 ชนิด คือ :

- บรรจุถุงพลาสติกใส ขนาดบรรจุ 0.4-1 กก.
- บรรจุกล่องกระดาษ ขนาดบรรจุ 1-3 กก.
- บรรจุกระสอบ ขนาดบรรจุ 5-25 กก. ขึ้นไป

**9. ยี่ห้อหรือตราที่วางจำหน่ายในปัจจุบัน**

ปัจจุบันมีโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ออกจำหน่ายหลากหลายยี่ห้อ ทั้งที่ระบุชื่อที่อยู่บริษัทผู้ผลิตอย่างชัดเจน และไม่ได้ระบุบริษัทที่ผลิต ซึ่งการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ :

1. การผลิตจากบริษัทที่จดทะเบียนถูกต้อง.
2. ผลิตโดยไม่ได้จดทะเบียนอย่างถูกต้อง จะทำเป็นกิจการเล็ก ๆ ภายในครอบครัว.

**จากการสอบถามผู้ประกอบการ บริษัทผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นผู้นำในปัจจุบัน คือ :**

1. บริษัท เอเซียอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี จำกัด.
2. บริษัท ปุ๋ยหมักแผ่นดินทอง จำกัด.
3. โรงปุ๋ยสีดา.

**ตารางที่ 22. ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดแยกเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก**

| ชื่อผลิตภัณฑ์ | ขนาดบรรจุ | ราคาขายปลีก (บาท) | ราคาขายส่ง | บริษัทผู้ผลิต |
|---|---|---|---|---|
| ปุ๋ยอินทรีย์หมอดิน | 7 กรัม | 20 | - | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ปุ๋ยสะเดา | 7 กรัม | 20 | - | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ปุ๋ยอินทรีย์เอเซียปุ๋ย | 3 กก. | 50 | - | บริษัทเอเซียอุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี จำกัด โทร. 2866920 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ออร์แกนิก | 1 กก. | 30 | - | - |
| ปุ๋ยอินทรีย์สีดา | 15 กก. | 25 | 20 | โรงปุ๋ยสีดา |
| ปุ๋ยสยามฮิวมัส | 50 กก. | 150 | 140 | บริษัทปุ๋ยสยามจำกัด |
| ปุ๋ยสยามอินเตอร์ | 50 กก. | 150 | 140 | บริษัทปุ๋ยสยามจำกัด |
| ปุ๋ยขวัญข้าว | 50 กก. | 150 | 140 | - |

**ตารางที่ 23. ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดแยกเป็นปุ๋ยหมัก**

| ชื่อผลิตภัณฑ์ | ขนาดบรรจุ | ราคาขายปลีก (บาท) | ราคาขายส่ง | บริษัทผู้ผลิต |
|---|---|---|---|---|
| ปุ๋ยหมัก | 7 กรัม | 20 | - | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ปุ๋ยหมัก (ดินสีดา) | 15, 25 กก. | 20, 23 | 15 | โรงปุ๋ยสีดา |
| ดินโชคแฉล้ม (ขุยมะพร้าว) | 1 กก. | 10 | - | - |
| ดินลำดวน | 15, 25 | 25, 35 | 14 | ดินลำดวนการเกษตร โทร. 577-1301 |

**ตารางที่ 24. ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดแยกเป็นปุ๋ยคอก**

| ชื่อผลิตภัณฑ์ | ขนาดบรรจุ | ราคาขายปลีก (บาท) | ราคาขายส่ง | บริษัทผู้ผลิต |
|---|---|---|---|---|
| **ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด** | 7 กรัม | 20 | - | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ปุ๋ยมูลค้างคาวแท้ 100% | 4 กรัม | 20 | - | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ปุ๋ยคอกท่ามะกา (มูลวัว) | 1 กก. | 10 | - | - |
| ปุ๋ยอินทรีย์จากมูลค้างคาว (ตราผีเสื้อ) | 1 กก. | 25 | - | บริษัทกรีนเทคอุตสาหกรรม-การเกษตร จำกัด |

## 10. ปัญหาและอุปสรรคในการประกอบธุรกิจ

1. ปัญหาด้านการตลาด คู่แข่งหน้าใหม่เข้ามาในตลาดมีมากราย และมีการแข่งขันสูง โดยการขายส่งให้ร้านค้าในราคาที่ต่ำกว่าผู้ผลิตรายเก่าๆ และให้กำไรร้านค้าสูงกว่า.

2. การใช้ประโยชน์ปุ๋ยอินทรีย์ยังอยู่ในวงจำกัดโดยส่วนใหญ่ใช้ในการปลูกผัก.

## 11. ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์

1. รัฐบาลควรออกมาตรการเพื่อใช้ควบคุมปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตในประเทศมีเป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความมั่นใจ ซึ่งในปัจจุบันยังควบคุมมาตรฐานไม่ได้ เช่น ขี้ไก่เป็นเชื้อรา เมื่อผลิตออกไปแล้วทำให้ไม่น่าใช้.

2. พ่อค้าคนกลางที่รับซื้อผลิตภัณฑ์ไปขายไม่มีความรู้ที่จะแนะนำลูกค้าที่มาซื้อปุ๋ยได้ว่าปุ๋ยแต่ละชนิดเหมาะสมกับพืชชนิดใด.

# การผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **ศักยภาพของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง** | **67** |
| บทนำ | 67 |
| วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีศักยภาพสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง | 68 |
| - วัสดุเหลือทิ้งจากนาข้าว | 68 |
| - วัสดุเหลือทิ้งจากมันสำปะหลัง | 69 |
| - วัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ | 69 |
| - วัสดุเหลือทิ้งจากอ้อยโรงงาน | 70 |
| - วัสดุเหลือทิ้งจากปศุสัตว์ | 70 |
| - วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ | 71 |
| - วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานเยื่อกระดาษ | 73 |
| สรุป | 73 |
| เอกสารประกอบการเรียบเรียง | 73 |
| **คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและวิธีการใช้** | **75** |
| บทนำ | 75 |
| - ปุ๋ยคอก | 75 |
| - ปุ๋ยหมัก | 75 |
| - ปุ๋ยพืชสด | 75 |
| คำจำกัดความของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง | 76 |
| วัสดุที่มีศักยภาพในการนำมาทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง | 76 |
| - มูลสัตว์ | 76 |
| - วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม | 80 |
| - เศษวัสดุเหลือทิ้งจากไร่นาและสวน | 81 |
| การปรับปรุงคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง | 83 |
| - การปรับไนโตรเจน | 83 |
| - การปรับฟอสฟอรัส | 84 |
| - การปรับโพแทสเซียม | 84 |
| - การปรับความเป็นกรดเป็นด่าง | 85 |
| การทดลองปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 5 ชนิดเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ วท. ในดาวเรือง | 85 |
| - แผนการทดลอง | 85 |

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| - ผลการทดลอง | 86 |
| การทดลองปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 6 สูตรเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี | 89 |
| - แผนการทดลอง | 89 |
| - ผลการทดลอง | 89 |
| เอกสารประกอบการเรียบเรียง | 90 |
| **การผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด** | **91** |
| ปุ๋ยอินทรีย์ | 91 |
| - ปุ๋ยคอก | 91 |
| - ปุ๋ยหมัก | 91 |
| ปุ๋ยอินทรีย์เม็ด | 92 |
| วิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด | 93 |
| เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด | 96 |
| - เครื่องมือย่อยเศษวัสดุ | 96 |
| - เครื่องผสมแนวตั้ง | 97 |
| - เครื่องอัดเม็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด | 98 |
| - เครื่องปั้นเม็ด | 103 |
| สรุปขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ | 105 |
| เอกสารประกอบการเรียบเรียง | 106 |
| **ปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์** | **107** |
| บทนำ | 107 |
| ธาตุอาหารพืชที่พบในปลาและของเหลือใช้จากปลา | 111 |
| ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยปลา | 112 |
| การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยปลา | 113 |
| การศึกษาการตอบสนองของข้าวต่อการใช้ปุ๋ยปลาเป็นปุ๋ยทางใบ | 115 |
| แนวทางการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพในอนาคต | 117 |
| การผลิตปุ๋ยปลาชนิดเม็ด | 118 |
| การผลิตปุ๋ยปลาชนิดใช้ทางใบ | 120 |
| การผลิตหัวอาหารสัตว์ | 122 |
| เอกสารอ้างอิง | 124 |

# สารบัญตาราง


หน้า

ตารางที่ 1 พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งของข้าวนาปีในปีเพาะปลูก 2540/41 ในอีสานใต้ 68

ตารางที่ 2 พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งของมันสำปะหลังในปีเพาะปลูก 2540/41 ในอีสานใต้ 69

ตารางที่ 3 พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีเพาะปลูก 2540/41 ในอีสานใต้ 70

ตารางที่ 4 พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งของอ้อยโรงงานในปีเพาะปลูก 2539/40 ในอีสานใต้และจังหวัดใกล้เคียง 70

ตารางที่ 5 การเลี้ยงปศุสัตว์ในพื้นที่อีสานใต้และจังหวัดใกล้เคียงประจำปี 2541/42 71

ตารางที่ 6 ประมาณการของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ ประจำปี 2541/42 ในอีสานใต้ 71

ตารางที่ 7 กำลังการผลิตและวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีก 72

ตารางที่ 8 กำลังการผลิตและวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ 72

ตารางที่ 9 แสดงคุณภาพและคะแนนถ่วงน้ำหนักในการกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์โดยกรมพัฒนาที่ดิน 77

ตารางที่ 10 แสดงค่าสูงสุดของโลหะหนักที่อนุญาตให้มีได้ในดินเพื่อการเกษตร 77

ตารางที่ 11 ผลวิเคราะห์ (Lab.) มูลสัตว์ 3 ชนิดที่ใช้ในการทดลองเปรียบเทียบกับการตรวจเอกสาร (Ref.) 78

ตารางที่ 12 ส่วนผสมของปุ๋ยสูตรต่างๆ ที่ใช้ในงานทดลอง 79

ตารางที่ 13 ปริมาณการผลิตและธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอกที่ได้จากสัตว์ชนิดต่างๆกัน 80

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 81

ตารางที่ 15 วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์และอุตสาหกรรมต่างๆ 81

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์วัสดุเหลือทิ้งในไร่นาและสวน 82

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์วัสดุเหลือทิ้งในไร่นาและสวน 82

ตารางที่ 18 การเข้ากันได้ของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆ 83

ตารางที่ 19 แหล่งฟอสฟอรัส 84

ตารางที่ 20 ปุ๋ยที่ให้โพแทสเซียม 84

ตารางที่ 21 ค่าการทำให้เป็นกลางของปูนชนิดต่างๆ 85

ตารางที่ 22 ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรต่างๆ ที่ใช้เป็นปัจจัยรอง 85

ตารางที่ 23 ประเมินธาตุอาหารพืชในแต่ละสิ่งการทดลอง 86

ตารางที่ 24 ผลการใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆต่อจำนวนดอกและน้ำหนักของดาวเรือง 90

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| ตารางที่ 25 ผลการใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆต่อจำนวนดอกและน้ำหนักของดาวเรือง | 90 |
| ตารางที่ 26 รายชื่อโรงงาน ชนิดผลิตภัณฑ์และปริมาณวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน | 108 |
| ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช (%) ของปุ๋ยปลาเชิงการค้าและปุ๋ยปลา วท. ที่ใช้เป็นปุ๋ยทางใบในข้าว | 115 |
| ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวด้านน้ำหนักเมล็ดดี (กรัมต่อกระถาง) ของการฉีดปุ๋ยทางใบของปุ๋ยปลาที่ผลิตจาก วท. เปรียบเทียบกับปุ๋ยปลาเชิงการค้าในอัตราเดียวกันร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-18 อัตราต่างๆ | 116 |
| ตารางที่ 29 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของผักกาดเขียวปลีเมื่ออายุ 60 วัน | 116 |

# สารบัญภาพ


| | หน้า |
|---|---|
| ภาพที่ 1 ผลผลิตของผักกวางตุ้งเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 3 ชนิดเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 3 ชนิด | 79 |
| ภาพที่ 2 จำนวนดอกดาวเรืองต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ | 87 |
| ภาพที่ 3 น้ำหนักดอกสดและดอกแห้ง (กรัม) ต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ | 87 |
| ภาพที่ 4 น้ำหนักต้นสดและต้นแห้ง (กรัม) ต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ | 87 |
| ภาพที่ 5 น้ำหนักดอกสดเฉลี่ยและดอกแห้งเฉลี่ยต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ | 88 |
| ภาพที่ 6 จำนวนดอกและน้ำหนักดอกแห้งต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 0, 6 และ 12 ตันต่อไร่ | 88 |
| ภาพที่ 7 น้ำหนักต้นสดและน้ำหนักต้นแห้งต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 0, 6 และ 12 ตันต่อไร่ | 89 |
| ภาพที่ 8 แสดงระยะเวลาการหมักของปุ๋ยอินทรีย์ในส่วนต่างๆ กัน | 94 |
| ภาพที่ 9 เครื่องย่อยเศษวัสดุ | 96 |
| ภาพที่ 10 เครื่องผสมแนวตั้ง | 97 |
| ภาพที่ 11 เครื่องอัดเม็ดแบบเกลียว (screw extruder) | 100 |
| ภาพที่ 12 เครื่องอัดแบบลูกกลิ้งแนวตั้ง (pan pelletizing) | 101 |
| ภาพที่ 13 เครื่องอัดแบบลูกกลิ้งแนวนอน (drum pelletizing) | 102 |
| ภาพที่ 14 เครื่องปั้นเม็ดแบบจานหมุน (pan grannulator) | 103 |
| ภาพที่ 15 เครื่องปั้นเม็ดแบบท่อ (drum granulator) | 104 |
| ภาพที่ 16 แสดงขั้นตอนการผลิตปุ๋ยปลา | 114 |

# ศักยภาพของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง[1]

ปริญญา วิไลรัตน์[2] และปรียานันท์ ศรสูงเนิน[3]

## 1. บทนำ

ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นประเทศเกษตรกรรม ผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทยทั้งผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์ นอกจากใช้บริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งขายต่างประเทศทั้งในรูปที่เป็นผลิตผลสด เช่น พืชผัก ผลไม้ ไม้ดอกไม้ประดับ และเนื้อสัตว์ต่างๆ และในรูปที่นำไปใช้เป็นวัตถุดิบ เช่น ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลังและยางพารา นอกจากนั้นยังมีผลิตภัณฑ์แปรรูปจากภาคอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น อาหารทะเลกระป๋อง พืชผักและผลไม้กระป๋อง เป็นต้น

กระบวนการผลิตทางการเกษตรทั้งในระดับไร่นาและในระดับอุตสาหกรรมโดยปรกติจะมีวัสดุเหลือใช้หรือใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไปในแต่ละภาคการผลิตหรือแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ประโยชน์ เช่น ฟางข้าวจากการทำนา ซังข้าวโพดจากการสีข้าวโพด แกลบจากโรงสีข้าว ชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาล กากยีสจากโรงงานสุราและเบียร์ เศษมันและกากมันจากอุตสาหกรรมแป้งมัน เศษหัวปลาและพุงปลาจากโรงงานปลากระป๋อง กากตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ รวมทั้งมูลสัตว์ เช่น มูลไก่ มูลสุกรและมูลโคจากฟาร์มปศุสัตว์

เศษวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวหากไม่มีการจัดการที่เหมาะสม มักจะก่อให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะต่อทั้งชุมชนและสภาพแวดล้อม กรณีที่มีเศษวัสดุเหลือใช้ในปริมาณมากอาจกลายเป็นภาวะในการจัดการซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต จึงได้มีการนำเอาวัสดุเหลือทิ้งเหล่านั้นมาทำให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสมของวัสดุนั้นๆ เช่น นำแกลบมาทำเป็นเชื้อเพลิงแข็ง นำเปลือกสับปะรดมาทำเป็นอาหารสัตว์ นำกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษมาผลิตเป็นแท่งเพาะชำและนำเศษปลามาผลิตเป็นปุ๋ยน้ำเป็นต้น

การพิจารณานำวัสดุเหลือทิ้งจากไร่นา ฟาร์มปศุสัตว์และโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น แกลบ ขุยมะพร้าว เศษมันและกากมัน กากตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

---

[1] เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ" วันที่ 13 กรกฎาคม 2544 ณ สถานีวิจัยลำตะคอง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

[2] ฝ่ายจัดการสถานีวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

[3] ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท, วท.

กากเบียร์และมูลสัตว์ต่างๆ มาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เป็นอีกแนวทางหนึ่งของการนำวัสดุเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์ ซึ่งนอกจากช่วยลดปัญหาด้านมลภาวะแล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและรายได้ให้กับผู้ผลิต ยิ่งไปกว่านั้นมีการนำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้ในระบบการผลิตอย่างจริงจัง ยังช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์และแก้ปัญหาโครงสร้างของดินที่สูญเสียไปให้กลับคืนมา นอกจากนั้นยังช่วยลดภาวะการนำเข้าปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศได้ด้วย

## 2. วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีศักยภาพสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

ได้ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแหล่งผลิตและปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทั้งในภาคเกษตรและในภาคอุตสาหกรรมการเกษตรในเขตอีสานใต้และจังหวัดใกล้เคียง เพื่อทราบถึงชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งว่าในเขตพื้นที่ดังกล่าวมีวัสดุเหลือทิ้งชนิดใด ปริมาณเท่าใดสำหรับเป็นข้อมูลประกอบในการตัดสินใจนำวัสดุชนิดต่างๆ มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยและเป็นข้อมูลให้กับเกษตรกรที่ประสงค์จะผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อใช้ในไร่นาหรือเพื่อจำหน่ายให้เหมาะสมกับวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่ในท้องถิ่นต่อไป

ผลของการสำรวจแหล่งผลิตและปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตรในเขตอีสานใต้และจังหวัดใกล้เคียงพบว่ามีวัสดุเหลือทิ้งจากทั้งภาคไร่นา ฟาร์มปศุสัตว์และโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้ดังต่อไปนี้

### 2.1 วัสดุเหลือทิ้งจากนาข้าว

วัสดุเหลือทิ้งจากนาข้าวได้แก่ ฟาง แกลบ และฝุ่นจากโรงสี ส่วนใหญ่มีการใช้ฟางข้าวอย่างแพร่หลาย เช่น เป็นอาหารสัตว์ เป็นวัสดุคลุมดิน และเพาะเห็ด ส่วนที่ยังนำไปใช้ประโยชน์น้อยคือ แกลบ ซึ่งคิดเป็น 25% ของน้ำหนักเมล็ดทั้งหมด

**ตารางที่ 1** พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งของข้าวนาปีในปีเพาะปลูก 2540/41 ในอีสานใต้

| จังหวัด | พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่) | ผลผลิตข้าวเปลือก (ตัน) | แกลบ[1] (ตัน) | ฟางข้าว/ตอซัง[2] (ตัน) |
|---|---|---|---|---|
| นครราชสีมา | 2,226,937 | 898,264 | 224,566 | 2,155,833 |
| บุรีรัมย์ | 3,110,483 | 1,289,195 | 322,298 | 3,094,068 |
| ศรีสะเกษ | 879,311 | 353,933 | 88,483 | 849,439 |
| สุรินทร์ | 3,021,033 | 1,347,740 | 336,935 | 3,234,576 |
| อุบลราชธานี | 657,316 | 267,843 | 66,961 | 642,823 |
| ขอนแก่น | 443,957 | 176,156 | 44,039 | 422,774 |
| ปราจีนบุรี | 605,733 | 238,378 | 59,595 | 572,107 |
| **รวม** | **10,944,770** | **4,571,509** | **1,142,877** | **10,971,620** |

[1] ปริมาณแกลบ 25% ของผลผลิตข้าวเปลือก

[2] ปริมาณฟางข้าว/ตอซัง 2.4 เท่าของผลผลิตข้าวเปลือก

### 2.2 วัสดุเหลือทิ้งจากมันสำปะหลัง

ในการผลิตมันสำปะหลังนอกจากเศษต้นและใบซึ่งมีอยู่ประมาณ 0.4 เท่าของผลผลิตหัวมันแล้ว ในบริเวณลานมันซึ่งทำมันแห้งและมันอัดเม็ด ยังมีเศษมันและเปลือกมันอีกเป็นจำนวนมาก จากการสอบถามลานมันพรเจริญ ซึ่งตั้งอยู่ที่ถนนสีคิ้ว-ชัยภูมิ ต. สีคิ้ว จ. นครราชสีมา พบว่าในฤดูฝนจะมีเศษมันและเปลือกมันถึงวันละ 2-6 ตัน จากมันสำปะหลังทั้งหมด 250 ตัน ส่วนในฤดูแล้งปริมาณจะลดลงเหลือ 50-60% ของฤดูฝน ซึ่งอยู่ที่ปริมาณ 1.6% ของผลผลิต เศษมันดังกล่าวมีการนำไปใช้ประโยชน์บ้างแล้วบางส่วน เช่น นำไปเพาะเห็ดฟางและนำไปใช้ทำปุ๋ยในสวนผลไม้

**ตารางที่ 2** พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งของมันสำปะหลังในปีเพาะปลูก 2540/41 ในอีสานใต้

| จังหวัด | พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่) | ผลผลิต (ตัน) | เปลือกมันจากลานมัน[①] (ตัน) |
|---|---|---|---|
| นครราชสีมา | 1,393,524 | 3,877,319 | 62,037 |
| บุรีรัมย์ | 167,708 | 533,813 | 8,541 |
| ศรีสะเกษ | 33,393 | 88,184 | 1,410 |
| สุรินทร์ | 32,929 | 70,797 | 1,133 |
| อุบลราชธานี | 57,061 | 128,924 | 2,063 |
| ขอนแก่น | 182,964 | 403,712 | 6,459 |
| ปราจีนบุรี | 124,745 | 374,395 | 5,990 |
| **รวม** | **1,992,324** | **5,477,146** | **87,633** |

[①]ปริมาณเปลือกมัน 1.6% ของผลผลิตมัน

### 2.3 วัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

พื้นที่ในเขตอีสานใต้เป็นแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญที่สุดแหล่งหนึ่งของประเทศไทย มีพื้นที่การผลิตมากที่สุดในจังหวัดนครราชสีมา 939,534 ไร่ คิดเป็น 11.37% ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วจะมีต้นและใบทิ้งอยู่ในไร่คิดเป็น 2 เท่าของผลผลิต นอกจากนั้นยังมีซังหรือแกนฝักข้าวโพดเป็นเศษเหลือจากการสีเมล็ดอีกจำนวนมากโดยมีปริมาณ 0.3 ตัน/ไร่ ซึ่งซังหรือแกนฝักข้าวโพดบางส่วนได้ถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง บางส่วนถูกนำไปใช้เป็นวัสดุเพิ่มปริมาณ (filler) ในปุ๋ยหรืออาหารสัตว์ อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่ยังไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีเพาะปลูก 2540/41 ในอีสานใต้

| จังหวัด | พื้นที่ปลูก (ไร่) | ผลผลิต (ตัน) | วัสดุเหลือทิ้ง | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ซัง (ตัน)[1] | ต้นและใบ (ตัน)[2] |
| นครราชสีมา | 939,534 | 526,830 | 281,863 | 1,053,660 |
| บุรีรัมย์ | 7,378 | 4,264 | 2,213 | 8,528 |
| ศรีสะเกษ | 128,813 | 96,208 | 38,644 | 192,416 |
| สุรินทร์ | - | - | - | - |
| อุบลราชธานี | 42,960 | 57,530 | 12,888 | 115,060 |
| ขอนแก่น | 23,962 | 24,174 | 7,189 | 48,348 |
| ปราจีนบุรี | 43,883 | 32,766 | 13,165 | 65,532 |
| **รวม** | **1,186,530** | **741,772** | **355,959** | **1,483,544** |

[1] ปริมาณซังข้าวโพด 0.3 ตัน/ไร่

[2] ต้นและใบ 2 เท่าของปริมาณผลผลิตข้าวโพด

## 2.4 วัสดุเหลือทิ้งจากอ้อยโรงงาน

อ้อยโรงงานเป็นพืชไร่อีกชนิดหนึ่งที่มีพื้นที่ปลูกจำนวนมากโดยปลูกที่จังหวัดนครราชสีมาถึง 406,828 ไร่ วัสดุเหลือทิ้งจากอ้อยโรงงาน ได้แก่ ยอดและใบเหลือทิ้งในแปลงปลูกคิดเป็น 0.25 เท่าของผลผลิต นอกจากนั้น ได้แก่ ชานอ้อยซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการหีบอ้อยของในงานน้ำตาล คิดเป็น 25% ของผลผลิต แต่ส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดถูกใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ สำหรับกากตะกอนกรอง (filter cake) จัดเป็นวัสดุเหลือทิ้งอีกชนิดหนึ่งในกระบวนการของโรงงานน้ำตาลซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยได้เช่นกัน (ตารางที่ 4)

## 2.5 วัสดุเหลือทิ้งจากปศุสัตว์

จากการศึกษาพบว่ามีการเลี้ยงปศุสัตว์หลายชนิดทั้งโคเนื้อ โคนม สุกรและไก่ (ตารางที่ 5)โดยเฉพาะสุกรและไก่เลี้ยงมากที่อำเภอปากช่อง จ. นครราชสีมา จัดเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญยิ่งแหล่งหนึ่งของประเทศ ทำให้มีมูลสัตว์เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากฟาร์มจำนวนมากดังตารางที่ 5 และมูลสัตว์ดังกล่าวสามารถนำมาเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี

**ตารางที่ 4** พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งของอ้อยโรงงานในปีเพาะปลูก 2539/40 ในเขตอีสานใต้และจังหวัดใกล้เคียง

| จังหวัด | การเก็บเกี่ยว (ไร่) | ผลผลิต (ตัน) | ยอดและใบ[1] (ตัน) | ชานอ้อย[2] (ตัน) |
|---|---|---|---|---|
| นครราชสีมา | 406,828 | 3,615,865 | 903,966 | 940,125 |
| บุรีรัมย์ | 80,577 | 723,636 | 180,909 | 47,036 |
| ศรีสะเกษ | - | - | - | - |
| สุรินทร์ | - | - | - | - |
| อุบลราชธานี | - | - | - | - |
| ขอนแก่น | - | - | - | - |
| **รวม** | **487,405** | **4,339,501** | **1,083,875** | **987,161** |

[1] ยอดและใบอ้อย 0.25 เท่าของผลผลิต

[2] ชานอ้อย 26% ของผลผลิต

**ตารางที่ 5** การเลี้ยงปศุสัตว์ในพื้นที่อีสานใต้และจังหวัดใกล้เคียง ประจำปี 2541/42

| จังหวัด | ชนิดปศุสัตว์ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | กระบือ (ตัว) | โค (ตัว) | สุกร (ตัว) | ไก่ (ตัว) | เป็ด (ตัว) |
| นครราชสีมา | 65,300 | 257,803 | 372,202 | 10,974,947 | 412,476 |
| บุรีรัมย์ | 127,614 | 142,536 | 151,731 | 4,105,130 | 469,003 |
| ศรีสะเกษ | 168,106 | 1,489,673 | 65,165 | 2,396,002 | 468,433 |
| สุรินทร์ | 137,419 | 163,395 | 56,701 | 1,803,114 | 337,948 |
| อุบลราชธานี | 211,466 | 174,471 | 83,303 | 3,904,642 | 428,755 |
| ขอนแก่น | 54,360 | 126,607 | 113,872 | 2,900,506 | 248,334 |
| ปราจีนบุรี | 14,717 | 20,544 | 99,343 | 9,643,073 | - |
| **รวม** | **778,982** | **2,375,029** | **942,317** | **35,727,414** | **2,364,949** |

**ตารางที่ 6** ประมาณการของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ ประจำปี 2541/42 ในอีสานใต้

| จังหวัด | มูลโค (ตัน/ปี)[1] | มูลสุกร (ตัน/ปี)[2] | มูลไก่ (ตัน/ปี)[3] |
|---|---|---|---|
| นครราชสีมา | 3,421,407 | 555,642 | 154,626 |
| บุรีรัมย์ | 1,627,565 | 226,512 | 57,837 |
| ศรีสะเกษ | 2,520,730 | 97,282 | 33,757 |
| สุรินทร์ | 2,180,956 | 84,646 | 25,404 |
| อุบลราชธานี | 2,315,607 | 124,359 | 55,013 |
| ขอนแก่น | 1,762,017 | 169,994 | 40,865 |
| ปราจีนบุรี | 272,648 | 148,304 | 135,861 |
| **รวม** | **14,100,930** | **1,406,739** | **503,363** |

[1] โค 36.36 กก./ตัว/วัน

[2] สุกร 4.09 กก./ตัว/วัน

[3] ไก่ 3.86 กก./100 ตัว/วัน

### 2.6 วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์

ในอุตสาหกรรมฆ่าสัตว์สามารถแบ่งออกเป็นโรงงานฆ่าสัตว์ใหญ่และฆ่าสัตว์ปีก จากข้อมูลของศูนย์ข้อมูลอุตสาหกรรม สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมรายงานว่าในประเทศไทนมีโรงงานฆ่าสัตว์จำนวน 43 โรงงานและโรงงานฆ่าสัตว์ปีกจำนวน 69 โรงงาน

ในอุตสาหกรรมฆ่าสัตว์ปีกมีวัสดุเหลือทิ้งได้แก่ มูลไก่หรือเป็ด น้ำเลือด ขนไก่ ซึ่งมีปริมาณขึ้นอยู่กับปริมาณของการฆ่าสัตว์นั้นๆ นอกจากขนไก่ที่สามารถนำไปขายได้แล้วส่วนของน้ำเลือดและมูลจะถูกนำไปทิ้ง จากการประเมินวัสดุเหลือทิ้งในรูปของน้ำเลือดและมูลจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีกในพื้นที่ จังนครราชสีมา สระบุรี ปราจีนบุรีและอุบลราชธานี พบว่ามีปริมาณมูลและน้ำเลือดเท่ากับ 0.97 และ 54.4 - 8 ตัน/วัน

**ตารางที่ 7** กำลังการผลิตและวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์ปีก

| ชื่อโรงงาน | จังหวัด | กำลังการผลิต (ตัว/วัน) [1] | วัสดุเหลือใช้ (ตัน/วัน) [2] | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | มูล | น้ำเลือด | ขน |
| นางมุกดา รองในเมือง | นครราชสีมา | 123 | 0.00 | 0.02 | 0.03 |
| นางมุกดา รองในเมือง | นครราชสีมา | 411 | 0.00 | 0.08 | 0.10 |
| นายเจนธรรม ประจง | นครราชสีมา | 197 | 0.00 | 0.04 | 0.05 |
| บริษัทโภคภัณฑ์อีสาน | นครราชสีมา | 1,000 | 0.00 | 0.20 | 0.25 |
| แหลมทองฟาร์ม | นครราชสีมา | 171 | 0.00 | 0.03 | 0.04 |
| บริษัทโภคภัณฑ์อีสาน | นครราชสีมา | 1,000 | 0.00 | 0.20 | 0.25 |
| นายประเสริฐ แซ่เอี๊ยว | นครราชสีมา | 197 | 0.00 | 0.04 | 0.05 |
| หจก. เสรีฟาร์ม เอส อาร์ เอฟ | นครราชสีมา | 342 | 0.00 | 0.07 | 0.09 |
| บริษัทแหลมทองโพลทริ | นครราชสีมา | 89 | 0.00 | 0.02 | 0.02 |
| เอสทีฟาร์ม | นครราชสีมา | 82 | 0.00 | 0.02 | 0.02 |
| บริษัทประวิชฟาร์ม | ปราจีนบุรี | 513 | 0.00 | 0.10 | 0.13 |
| บริษัทซัลวัลเลย์ | สระบุรี | 54,082 | 0.20 | 10.94 | 13.52 |
| บริษัทกรุงเทพโปรดิ้วส์ | สระบุรี | 142,466 | 0.52 | 28.82 | 35.62 |
| บริษัทที่เจฟู้ดส์อุตสาหกิจ | สระบุรี | 35,616 | 0.13 | 7.20 | 8.90 |
| ฟารีมเทพารักษ์ | ขอนแก่น | 316 | 0.00 | 0.06 | 0.08 |
| ก้าวหน้า | อุบลราชธานี | 49 | 0.00 | 0.01 | 0.01 |
| บริษัทก้าวหน้าไก่สด | อุบลราชธานี | 32,877 | 0.12 | 6.65 | 8.22 |
| **รวม** | | **269,533** | **1** | **55** | **67** |

[1] ศูนย์ข้อมูลอุตสาหกรรม สำนักงานเศษฐกิจอุตสาหกรรม

[2] วัสดุเหลือทิ้งได้จากการคำนวนโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามบริษัทฟูดส์โปรดักส์อินเตอร์เนชั่นเนลจำกัด หจก. ชาญวิทย์ค้าสัตว์ปีกจำกัดและบริษัทสหฟาร์มจำกัด

**ตารางที่ 8** กำลังการผลิตและวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์

| ชื่อโรงงาน | จังหวัด | กำลังการผลิต โค กระบือ และสุกร (ตัว/วัน) [1] | วัสดุเหลือใช้ (ตัน/วัน) [2] | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | มูลโค | มูลกระบือ | มูลสุกร |
| นายอารีย์ พาสีบัตร | ขอนแก่น | 0.41 | 0.01 | | |
| บริษัทขอนแก่นเฟรชมีท | ขอนแก่น | 256.44 | | | 1.05 |
| โรงงานฆ่าสัตว์เทศบาลบ้านไผ่ | ขอนแก่น | 15.62 | 0.06 | | 0.06 |
| โรงงานฆ่าสัตว์เทศบาลขอนแก่น | ขอนแก่น | 158.79 | 0.36 | 0.04 | 0.61 |
| บริษัท 505 โภคภัณฑ์ | นครราชสีมา | 131.51 | 3.39 | 1.39 | |
| บริษัทปาลมิไทย | นครราชสีมา | 46.16 | 0.12 | 0.06 | 0.17 |
| **รวม** | | **608.93** | **3.94** | **5.43** | **1.89** |

[1] ศูนย์ข้อมูลอุตสาหกรรม สำนักงานเศษฐกิจอุตสาหกรรม

[2] วัสดุเหลือทิ้งคำนวนจากปริมาณสิ่งขับถ่ายต่อวัน (โคและกระบือ 36.36 กก./วัน และสุกร 4.09 กก./วัน)

### 2.7 วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานเยื่อกระดาษ

พื้นที่ในเขตอีสานใต้มีโรงงานผลิตเยื่อกระดาษที่มีกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์อยู่จำนวน 1 โรงตั้งอยู่ที่จังหวัดขอนแก่น คือ บริษัท ฟีนิกพัลพ์แอนเปเปอร์ จำกัด (มหาชน) โดยมีกำลังผลิตเยื่อกระดาษปีละ 200,000 ตัน และมีการตะกอนแห้งประมาณ 3,000 ตันต่อปี กากตะกอนดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้ทำงานวิจัยและส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตปุ๋ยอินทรีย์โดยใช่กากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานเยื่อกระดาษเป็นวัสดุหลักและสามารถผลิตเป็นการค้าได้แล้ว

## 3. สรุป

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบหรือเศษวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในเขตอีสานใต้ประกอบด้วย มูลโค มูลสุกร มูลไก่ กากมันสำปะหลังและแกลบ เนื่องจากวัสดุดังกล่าวมีอยู่ในปริมาณมาก ส่วนในแต่ละท้องที่ปริมาณวัสดุดังกล่าวอาจแตกต่างกัน เช่น ในท้องที่อำเภอปากช่อง จ. นครราชสีมา มีการเลี้ยงสุกรและไก่มากกว่าท้องที่อื่นๆ ดังนั้น มูลสุกรและมูลไก่ น่าจะเป็นวัสดุหลักในการที่อำเภอสีคิ้วมีปริมาณมูลโคมากกว่าในแหล่งอื่นและเมื่อรวมปัจจัยอื่นๆ เช่น การค้าและการลงทุนในด้านต่างๆ แล้ว อ. ปากช่องและ อ. สีคิ้ว จ. นครราชสีมาน่าจะเป็นท้องที่ๆ มีศักยภาพในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมากที่สุดในเขตอีสานใต้

## 4. เอกสารประกอบการเรียบเรียง


กรมปศุสัตว์. 2541. ประมวลสถิติประจำปี 2541. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพฯ 163 น.

ถิรพร, ราเชนทร์. 2539. ข้าวโพด. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์จำกัด, กรุงเทพฯ. 274 น.

สัตยาพันธุ์, จำเนียร. 2527. สุขศาสตร์สัตว์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.). 2542. การนำวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรมาทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ. รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ 169 น.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.). 2543. การผลิตแท่งเพาะชำ วท. และปุ๋ยอินทรีย์ วท. จากกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ. กรุงเทพฯ 58 น.

สำนักงานสถิติการเกษตร. 2542. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2541/42 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

# คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและวิธีการใช้[1]

สายันต์ ตันพานิช[2]และชลธิชา นิวาสประกฤติ[3]

## 1. บทนำ

ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญมี 3 ชนิดคือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสด โดยหลักสำคัญแล้วปุ๋ยอินทรีย์ได้จากการย่อยสลายของอินทรีย์สารต่างๆ เช่น ทั้งที่เป็นพืช สัตว์และสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำต่างๆ รวมถึงของเสียที่ได้จากคนและสัตว์

### 1.1 ปุ๋ยคอก (manure)

ปุ๋ยคอกเป็นปุ๋ยที่ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ เช่น วัว ควาย ช้าง ม้า หมู ไก่ นก ค้างคาว ส่วนประกอบของปุ๋ยคอกส่วนใหญ่ประกอบด้วยฮิวมัส แบคทีเรีย และส่วนของอาหารสัตว์ที่ยังย่อยไม่หมด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลสและลิกนิน นอกจากนั้นก็ยังมีพวกวิตามินและฮอร์โมน เช่น thiamine, biotin, pyridoxine และอื่นๆ

### 1.2 ปุ๋ยหมัก (compost)

ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่เกิดจากการใช้เศษพืชในไร่นา ขยะอินทรีย์และวัสดุเหลือจากภาคอุตสาหกรรมที่เป็นอินทรีย์สารและวัชพืชโดยการนำวัสดุเหล่านี้มาหมักรวมกันหรือหมักแยกและมีการใช้สารเร่งจุลินทรีย์ ทำให้การสลายตัวเร็วขึ้น จนกระทั่งเศษพืชหรือวัสดุนั้นๆ เปลี่ยนสภาพเป็นของเปื่อยยุ่ยมีสีน้ำตาลปนดำ

### 1.3 ปุ๋ยพืชสด (green manure)

ปุ๋ยพืชสดเป็นปุ๋ยที่ได้จากการไถกลบพวกพืชหรือส่วนต่างๆของพืชที่ยังสดอยู่โดยซากพืชสดที่ถูกไถกลบช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ดินทำให้ดินดีขึ้น ในการไถกลบต้นพืชนั้นอาจมีทั้งที่ยังสดอยู่และลำต้นที่แห้งแล้วก็ได้

ปุ๋ยพืชสดส่วนใหญ่เป็นพวกพืชตระกูลถั่ว เนื่องจากพืชตระกูลถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ เมื่อไถกลบส่วนต่างๆ ของลำต้นจะเน่าเปื่อยแล้วปลดปล่อยธาตุไนโตรเจน

---

[1] เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ" วันที่ 13 กรกฎาคม 2544 ณ สถานีวิจัยลำตะคอง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

[2] ฝ่ายจัดการสถานีวิจัย, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

[3] ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท, วท.

และธาตุอื่นๆ ที่พืชนำไปใช้ได้ เช่น ถั่วลาย ถั่วเขียว ปอเทือง โสน เป็นต้น และเศษพืชต่างๆ ที่เหลือตาม ไร่ นา สวน สามารถทำเป็นปุ๋ยพืชสดได้เช่นเดียวกัน ช่วงที่พืชออกดอกประมาณ 50% จะให้ไนโตรเจนดีที่สุดดีกว่าช่วงที่ยังไม่ออกดอกหรือติดฝักหรือเมล็ดแล้ว ดังนั้นควรไถกลบของที่พืชออกดอกประมาณ 50%

ปุ๋ยพืชสดยังรวมไปถึงการไถกลบแหนแดง และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวซึ่งสามารถตรึงไนโตรเจนได้ดีไม่แพ้พืชตระกูลถั่ว แหนแดงและเมื่อสาหร่ายตายลงจะปลดปล่อยไนโตรเจนออกมามากมาย

**2. คำจำกัดความของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง**

ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงหมายถึงปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพสูงสุดตามกำหนดของกรมพัฒนาที่ดิน คือ มีดัชนีคุณภาพสูงสุดตามตารางแสดงคุณภาพ (ตารางที่ 9) นั่นคือ มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ซึ่งแสดงถึงความเค็มของปุ๋ยอินทรีย์น้อยกว่า 2.0 ds/m มีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) ต่ำกว่า 20:1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 35-40% มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.0-8.0 มีค่าไนโตรเจนมากกว่า 2% และฟอสฟอรัสมากกว่า 2% มีค่าโพแทสเซียมมากกว่า 1% มีความชื้นต่ำกว่า 35% และมีปริมาณสิ่งเจือปนต่ำกว่า 5%

นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงยังถูกกำหนดให้มีค่าของโลหะหนักจำนวน 11 ธาตุ ไม่ให้เกินค่าสูงสุดที่อนุญาตให้มีได้ในดินตามมาตรฐานที่ใช้อยู่ในสหรัฐอเมริกา (ตารางที่ 10) นั่นคือมีค่าสารหนูน้อยกว่า 20 ppm แคดเมี่ยมน้อยกว่า 3 ppm โครเมี่ยมน้อยกว่า 750 ppm โคบอลต์น้อยกว่า 40 ppm ตะกั่วน้อยกว่า 375 ppm ปรอทน้อยกว่า 0.8 ppm โมลิบดีนั่มน้อยกว่า 5 ppm นิเกิลน้อยกว่า 150 ppm เซเลเนี่ยมน้อยกว่า 2 ppm สังกะสีน้อยกว่า 600 ppm ทองแดงน้อยกว่า 150 ppm

**3. วัสดุที่มีศักยภาพในการนำมาทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง**

วัสดุเหลือทิ้งที่มีศักยภาพสำหรับนำมาทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงแบ่งคร่าวๆ ได้ 3 ประเภทคือ มูลสัตว์ วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและวัสดุเหลือทิ้งของพืช พืชจากไร่นาและสวน

**3.1 มูลสัตว์**

มูลสัตว์ที่เกษตรกรนิยมนำมาทำปุ๋ย ได้แก่ มูลวัว มูลไก่ มูลหมู มูลค้างคาว มูลนกกระทา ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงได้จากผลการวิเคราะห์โดยทาง วท. ได้ส่งตัวอย่างให้กองเกษตรเคมี, กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้วิเคราะห์พบว่ามูลวัวจะให้ไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าทั้งมูลหมูและมูลไก่ คือ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 2.17% ในขณะที่มูลหมูและมูลไก่มี

ปริมาณไนโตรเจน 1.84% และ 1.75% ตามลำดับ มูลไก่จะมีค่าฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงกว่ามูลหมูและมูลวัว กล่าวคือ มูลไก่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงถึง 9.38% แต่มูลวัวและมูลหมูจะมีค่าโพแทสเซียมทั้งหมดใกล้เคียงกัน คือ 1.69% และ 1.64% ตามลำดับ

**ตารางที่ 9** แสดงคุณภาพและคะแนนถ่วงน้ำหนักในการกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์โดยกรมพัฒนาที่ดิน (ดันพานิชและศรสูงเนิน, 2543)

| คุณสมบัติ | หน่วย | คะแนนถ่วงน้ำหนัก | ดัชนีคุณภาพ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 | 0 | ห้ามใช้ |
| 1. การนำไฟฟ้า (EC) | ds/m | 2 | 0-2.0 | 2.1-3.0 | 3.1-3.5 | - | - | - | >3.5 |
| 2. อัตราส่วนคาร์บอน ต่อไนโตรเจน (C:N ratio) | - | 2 | 0-20:1 | 20:1-25:1 | - | - | - | - | >25:1 |
| 3. อินทรียวัตถุ | % | 1.5 | 35-40 | 41-45 | 46-50 | - | - | - | >60 |
| | | | | 30-34 | 25-29 | 20-24 | 15-19 | 0-14 | - |
| 4. ความเป็นกรดเป็นด่าง | - | 1.5 | 7.0-8.0 | 8.1-8.5 | | | | | >8.5 |
| | | | | 6.5-6.9 | 6.0-6.4 | 5.5-5.9 | | | หรือ<5.5 |
| 5. ไนโตรเจน | % | 0.5 | ≥1.0 | 0.8-0.9 | 0.6-0.7 | 0.4-0.5 | 0.2-0.3 | <0.2 | |
| 6. ฟอสฟอรัส | % | 0.5 | ≥1.0 | 0.9-0.8 | 0.6-0.7 | 0.4-0.5 | 0.2-0.3 | <0.2 | |
| 7. โพแทสเซียม | % | 0.5 | ≥0.5 | 0.3-0.4 | - | 0.1-0.2 | - | <0.1 | |
| 8. ความชื้น | % | 0.5 | 0-35 | 36-40 | 41-45 | 46-50 | 51-56 | >56 | |
| 9. ปริมาณสิ่งเจือปน | % | 1 | 0-5 | 6-10 | - | - | - | - | >10 |

**ตารางที่ 10** แสดงค่าสูงสุดของโลหะหนักที่อนุญาตให้มีได้ในดินเพื่อการเกษตร (ดันพานิชและนิวาสประกฤติ, 2543)

| โลหะหนัก | ปริมาณ (ppm) |
|---|---|
| สารหนู (As) | 20 |
| แคดเมี่ยม (Cd) | 3 |
| โครเมี่ยม (Cr) | 750 |
| โคบอลต์ (Co) | 40 |
| ตะกั่ว (Pb) | 375 |
| ปรอท (Hg) | 0.8 |
| โมลิบดีนั่ม (Mo) | 5 |
| นิเกิล (Ni) | 150 |
| เซเลเนี่ยม (Se) | 2 |
| สังกะสี (Zn) | 600 |
| ทองแดง (Cu) | 150 |

**ตารางที่ 11** ผลวิเคราะห์ (Lab.) มูลสัตว์ 3 ชนิดที่ใช้ในการทดลองเปรียบเทียบกับการตรวจเอกสาร (Ref.)

| | มูลไก่ | | มูลวัว | | มูลหมู | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Ref.** | **Lab.** | **Ref.** | **Lab.** | **Ref.** | **Lab.** |
| ไนโตรเจนทั้งหมด (%) | 3.0-4.0 | 1.75 | 0.6-2.1 | 2.17 | 2.0-4.5 | 1.84 |
| ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | 0.4-0.6 | 9.53 | 0.7-1.1 | 1.17 | 4.5-5.0 | 1.78 |
| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (%) | - | 9.38 | - | 0.94 | - | 1.52 |
| โพแทสเซียมทั้งหมด (%) | 0.5-1.0 | 3.79 | 2.4-3.6 | 1.69 | 1.2-2.4 | 1.64 |
| แคลเซียม (%) | - | 15.53 | - | 5.42 | - | 7.21 |
| แมกนีเซียม (%) | - | 1.75 | - | 1.17 | - | 2.45 |
| คาร์บอนต่อไนโตรเจน | - | 9:1 | - | 10:1 | - | 13:1 |
| ความเค็ม | - | 2.503 | - | 0.813 | - | 0.813 |
| ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) | - | 9 | - | 8.4 | - | 7.8 |

Ref. – Miles and Flores, 1998

อย่างไรก็ตามมูลไก่จะมีความเค็ม (EC) สูงถึง 2.5 ds/m และมีความเป็นกรดเป็นด่างสูง (pH~9) ดังนั้นสำหรับมูลไก่ค่าความเค็มและความเป็นกรดเป็นด่าง จึงเป็นอุปสรรคสำหรับการนำไปทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

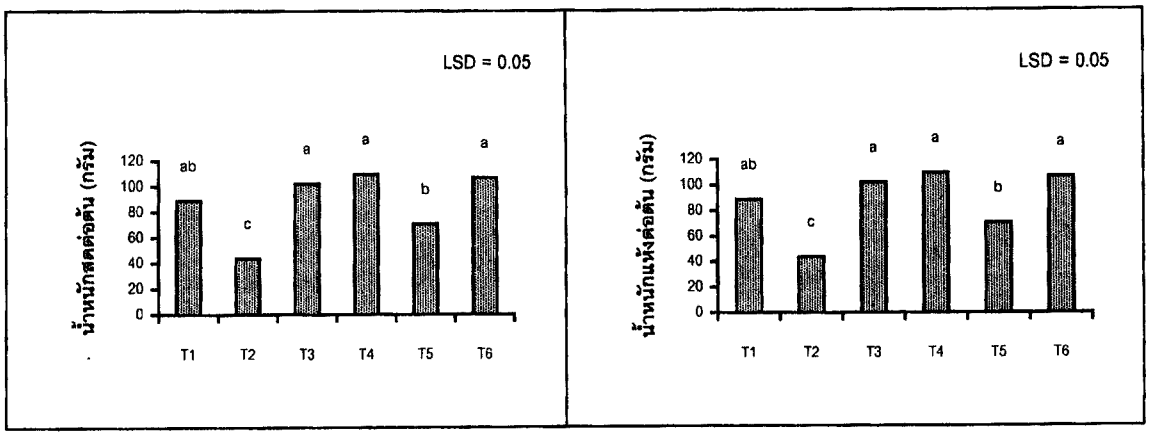
ธาตุอาหารพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมที่มีอยู่ในมูลสัตว์นั้นก่อนที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์จำเป็นต้องรอให้จุลินทรีย์เข้าย่อยทำลายต่อไปจนถึงระยะหนึ่งก่อน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหมักไว้สักระยะหนึ่ง มูลสัตว์ที่หมักได้ที่หรือไม่นั้นนอกจากจะวิเคราะห์ดูค่าของคาร์บอนต่อไนโตรเจนให้ลดลงเหลือประมาณ 10:1 แล้ว ยังสามารถสังเกตได้จากอุณหภูมิของกองปุ๋ย ถ้าหากอุณหภูมิภายในกองมูลสัตว์เท่ากับหรือใกล้เคียงกับที่ผิวกองแสดงถึงว่าสามารถนำมูลสัตว์ไปใช้ได้

จากการทดลองนำมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิด คือ มูลไก่ มูลวัวและมูลหมูไปทดลองปลูกผักกวางตุ้ง นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงคุณสมบัติบางชนิดของมูลสัตว์โดยการเติมหินฟอสเฟตและยูเรียลงไป การทดลองมีรายละเอียดดังตารางที่ 12

อัตราที่ใส่มี 2 ระดับคือ 5% หรือประมาณ 6 ตัน/ไร่ โดยปลูกผักกวางตุ้งในถุงดำขนาด 12x8 นิ้ว

**ตารางที่ 12** ส่วนผสมของปุ๋ยสูตรต่างๆ ที่ใช้ในงานทดลอง

| สูตรปุ๋ย | ส่วนผสม | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | มูลไก่ | มูลวัว | มูลหมู | หินฟอสเฟต | ยูเรีย |
| T1 | 100 | - | - | - | - |
| T2 | - | 100 | - | - | - |
| T3 | - | - | 100 | - | - |
| T4 | 89 | - | - | 10 | 1 |
| T5 | - | 89 | - | 10 | 1 |
| T6 | - | - | 89 | 10 | 1 |




**ภาพที่ 1** ผลผลิตของผักกวางตุ้งเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 3 ชนิดเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 3 ชนิด

ในการทดลองครั้งนี้ได้ปรับแต่งเฉพาะองค์ประกอบทางเคมีในแง่ของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช การปรับแต่งมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดโดยการเติมปุ๋ยยูเรียเพื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจน และเพิ่มปริมาณหินฟอสเฟต (rock phosphate) เพื่อเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัส จากการทดลองพบว่าการปรับแต่งธาตุอาหารทำให้ผลผลิตผักกวางตุ้งมีผลผลิตดีขึ้นกว่ามูลสัตว์ที่ไม่ได้ปรับแต่งธาตุอาหาร โดยเฉพาะในมูลวัวซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารโดยรวมน้อยกว่ามูลไก่และมูลหมู จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปุ๋ยที่ได้จากมูลวัวที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุง เพราะปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปนอกจากจะยกระดับฟอสเฟตแล้วยังช่วยละลายธาตุอาหารโดยการตรึงไนโตรเจนไม่ให้สูญหาย

ไนโตรเจนในปุ๋ยคอกจะอยู่ในรูปสารประกอบ $(NH_4)_2CO_3$ จำนวนมาก เกลือชนิดนี้เกิดขึ้นจากการละลายตัวของยูเรียโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ $(NH_4)_2CO_3$ เป็นสารประกอบที่ไม่เสถียรแต่จะแตกตัวแล้วปลดปล่อยก๊าซ $NH_3$ ที่อาจจะระเหยสูญหายไปได้ ดังนั้นเมื่อเราใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต

ชนิดธรรมดาลงไปในปุ๋ยคอก ก๊าซ $NH_3$ ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเกลือ $(NH_4)_2CO_3$ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นเกลือ $(NH_4)_2SO_4$ ที่มีความเสถียร ทำให้ไม่เกิดการสูญเสีย $NH_3$ ในรูปของก๊าซชนิดดังกล่าว

อย่างไรก็ตามมูลไก่ที่ได้รับการปรับปรุงจะทำให้ได้ผลผลิตกวางตุ้งสูงที่สุด รองลงมาคือมูลหมูที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งได้ผลผลิตเท่ากับ 109.38 และ 106.63 กรัม/ต้น แต่ไม่แตกต่างจากปุ๋ยจากมูลหมูและมูลไก่ที่ไม่ได้รับการปรับปรุงคือมีผลผลิตเท่ากับ 102 และ 89 กรัม/ต้น ตามลำดับ

ธาตุอาหารชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในมูลสัตว์มีปริมาณแตกต่างกัน นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์แล้วยังขึ้นอยู่กับอายุของสัตว์ นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและวิธีการเลี้ยงสัตว์เหล่านั้นด้วย ดังจะเห็นในตารางที่ 11 ว่าผลการวิเคราะห์ในต่างประเทศจะให้ค่าที่แตกต่างจากผลที่ทำการวิเคราะห์โดยกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอกที่ได้จากสัตว์ชนิดต่างๆ กัน

**ตารางที่ 13** ปริมาณการผลิตและธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอกที่ได้จากสัตว์ชนิดต่างๆ กัน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541)

| ชนิดสัตว์ | ไนโตรเจน | | ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ | | โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | อ | ป | อ | ป | อ | ป |
| ม้า | 0.50 | 1.20 | 0.30 | - | - | - |
| วัว | 0.32 | 0.95 | 0.21 | 0.03 | 0.16 | 0.93 |
| แกะ | 0.65 | 1.68 | 0.46 | 0.03 | 0.23 | 0.10 |
| หมู | 0.60 | 0.30 | 0.46 | 0.12 | 0.44 | 1.00 |
| ไก่งวง | 1.31 | - | 0.71 | - | 0.49 | - |
| ไก่ | 1.48 | - | 0.96 | - | 0.47 | - |

อ = อุจจาระ ป = ปัสสาวะ

### 3.2 วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น โรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเบียร์ โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเหล้า โรงงานผลิตน้ำตาล และโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

จากตารางที่ 14 สรุปได้ว่า วัสดุเหลือทิ้ง 5 ชนิด คือ กากตะกอนโรงงานเยื่อและกระดาษ ชานอ้อย ขี้เถ้าอ้อย filter cake และกากเบียร์ สามารถเป็นแหล่งไนโตรเจนได้ แหล่งของฟอสฟอรัส ได้แก่ ขี้เถ้าอ้อย filter cake และกากเบียร์ สำหรับแหล่งโพแทสเซียม ได้แก่ ขี้เถ้าอ้อย

**ตารางที่ 14** ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

| | กากตะกอนโรงงานเยื่อและกระดาษ[1] | ชานอ้อย | ขี้เถ้าอ้อย | Filter cake | กากเบียร์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. ไนโตรเจน (%) | 2.01-3.22 | 2.75 | 1.12 | 1.13 | 5.45 |
| 2. ฟอสฟอรัส (%) | 0.31-1.15 | 0.34 | 2.08 | 4.77 | 5.82 |
| 3. โพแทสเซียม (%) | 0.10-0.18 | 0.26 | 2.02 | 0.21 | 0.71 |
| 4. แคลเซียม (%) | 0.25-0.34 | - | - | - | - |
| 5. แมกนีเซียม (%) | 0.08-0.14 | - | - | - | - |
| 6. กำมะถัน (%) | 0.29-0.36 | - | - | - | - |
| 7.คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) | 11-12:1 | - | - | - | 5:1 |
| 8.ความเป็นกรดเป็นด่าง | 6.8-7.0 | 7.7 | 9.9 | 7.74 | 6.1 |
| 9. การนำไฟฟ้า (EC) | 1.37 | 0.215 | 0.626 | 0.294 | 1.773 |
| 10. ความจุในการแลก-เปลี่ยนแคดไอออน (CEC) | 40-70 | - | - | - | - |

[1] ตันพานิชและศรสูงเนิน (2543)

**ตารางที่ 15** วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานฆ่าสัตว์และอุตสาหกรรมต่างๆ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541)

| | เลือดแห้ง | เศษเนื้อพังผืด | กากเมล็ดฝ้าย | กากเมล็ดละหุ่ง | กากน้ำปลา |
|---|---|---|---|---|---|
| ไนโตรเจน (%) | 8-12 | 5-10 | 6-9 | 4-7 | 2.54 |
| ฟอสฟอรัส (%) | 0.3-1.5 | 1-3 | 2-3 | 1-1.5 | 7.91 |
| โพแทสเซียม (%) | 0.5-0.8 | 1.1.5 | 1-2 | 1.1.5 | 0.06 |

เลือดแห้ง เศษเนื้อพังผืด กากเมล็ดฝ้าย กากเมล็ดละหุ่งและกากน้ำปลา จะเป็นแหล่งของไนโตรเจนสำหรับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

### 3.3 เศษวัสดุเหลือทิ้งจากไร่นาและสวน

วัสดุเหลือทิ้งในไร่นา ได้แก่ ฟางข้าว แกลบ รวมถึงขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว เศษเปลือกมันจากลานตากมันสำปะหลัง

**ตารางที่ 16** ผลการวิเคราะห์วัสดุเหลือทิ้งในไร่นาและสวน

| | เปลือกยูคาลิปตัส | เปลือกยูคาลิปตัสหมัก | เปลือกมันสำปะหลังหมัก | ฟางข้าว ① | ผักตบชวา① |
|---|---|---|---|---|---|
| ไนโตรเจน (%) | 1.08 | 1.31 | 0.97 | 0.8-1.5 | 1.4 |
| ฟอสฟอรัส (%) | 0 | 0.21 | 0.32 | 0.2-1.0 | 0.5 |
| โพแทสเซียม (%) | 0.80 | 0.31 | 0.45 | 0.8-1.0 | 0.5 |
| ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) | 5.1 | 7.9 | 7.7 | - | - |
| การนำไฟฟ้า (EC ; ds/m) | 0.9 | 0.5 | 3.55 | - | - |
| อินทรีย์วัตถุ (%) | 63.36 | 61.78 | 11.12 | - | - |
| คาร์บอนต่อไนโตรเจน C:N ratio | 34:1 | 27:1 | - | - | - |

①ครรชิตกุล (2540)

**ตารางที่ 17** ผลการวิเคราะห์วัสดุเหลือทิ้งในไร่นาและสวน (ครรชิตกุล, 2540)

| ชนิดปุ๋ยอินทรีย์ | เปอร์เซ็นต์, ของน้ำหนักแห้ง | | |
|---|---|---|---|
| | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โพแทสเซียม |
| ต้นถั่วเขียวแก่ | 2.0-3.0 | 0.1-0.3 | 1.5-3.0 |
| ต้นถั่วเขียวกำลังออกดอก | 2.0-4.0 | 0.1-0.5 | 2.0-4.0 |
| ต้นถั่วเหลืองแก่ | 2.0-4.0 | 0.1-0.5 | 1.0-3.0 |
| ต้นถั่วเหลืองกำลังออกดอก | 2.5-4.0 | 0.1-0.5 | 1.0-3.0 |
| ต้นข้าวโพดแก่ | 0.5-0.5 | 0.1-0.2 | 1.0-3.0 |
| ต้นข้าวโพดกำลังออกดอก | 0.2-1.5 | 0.15-0.5 | 1.0-4.0 |
| ต้นข้าวแก่ (ฟาง) | 0.4-1.5 | 0.1-0.5 | 1.0-2.5 |
| ต้นข้าวกำลังออกดอก | 0.4-1.5 | 0.1-0.5 | 1.0-3.0 |
| อ้อย (ลำ) | 0.15-0.5 | 0.05-0.2 | 0.6-1.5 |
| ใบและยอดอ้อย | 0.5-1.0 | 0.1-0.2 | 1.6-3.0 |

วัสดุเหลือทิ้งในไร่ นาและสวน โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ ยกเว้นพวกพืชตระกูลถั่วจะมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าพืชพวกอื่นๆ หน้าที่ของวัสดุเหลือทิ้งจากไร่นาและสวน โดยหลักสำคัญแล้วจะทำหน้าที่ปรับปรุงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของปุ๋ยให้มีความร่วนโปร่งยิ่งขึ้น

## 4. การปรับปรุงคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

**ตารางที่ 18** การเข้ากันได้ของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆ (ครุฑกุล, 2540)

| | แอมโมเนียมคลอไรด์ | แอมโมเนียมไนเตรต | แอมโมเนียมซัลเฟต | กระดูกป่น | แคลเซียมไซยานามิด | แคลเซียมไนเตรต | ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก | ไดแคลเซียมฟอสเฟต | หินปูน | โพแตสเซียมคลอไรด์ | โพแตสเซียมไนเตรต | โพแตสเซียมซัลเฟต | หินฟอสเฟต | โซเดียมไนเตรต | ซูเปอร์ฟอสเฟต | ยูเรีย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| แอมโมเนียม-คลอไรด์ | c | c | c | i | i | i | i | i | i | c | c | c | c | c | c | m |
| แอมโมเนียม-ไนเตรต | c | c | c | i | i | i | i | i | c | c | c | c | c | c | c | m |
| แอมโมเนียม-ซัลเฟต | c | c | c | i | i | i | i | i | c | c | c | c | c | c | c | m |
| กระดูกป่น | i | i | i | c | c | m | m | i | i | c | c | c | i | c | i | c |
| แคลเซียมไซ-ยานามิต | i | i | i | c | c | m | i | m | c | m | m | m | i | m | i | m |
| แคลเซียมไน-เตรต | i | i | i | c | c | m | i | m | m | i | m | m | i | m | i | i |
| ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก | i | i | i | m | i | i | c | m | i | m | i | c | m | i | i | c |
| ไดแคลเซียม-ฟอสเฟต | i | i | i | i | m | m | m | c | m | m | c | m | i | c | i | c |
| หินปูน | i | c | c | i | c | m | i | m | c | m | c | m | i | c | i | m |
| โพแตสเซียม-คลอไรด์ | c | c | c | c | m | i | m | m | m | c | c | c | c | c | c | i |
| โพแตสเซียม-ไนเตรต | c | c | c | c | m | m | i | c | c | c | c | c | c | c | m | i |
| โพแตสเซียม-ซัลเฟต | c | c | c | c | m | m | c | m | m | c | c | c | c | c | c | c |
| หินฟอสเฟต | c | c | c | i | i | i | m | i | i | c | c | c | c | m | c | m |
| โซเดียมไน-เตรต | c | c | c | c | m | m | i | c | c | c | c | c | m | c | m | i |
| ซูเปอร์-ฟอสเฟต | c | c | c | i | i | i | i | i | i | c | m | c | c | m | c | i |
| ยูเรีย | m | m | m | c | m | i | c | c | m | i | i | c | m | i | i | c |

c = เข้ากันได้ , m = เข้ากันได้ แต่ต้องใช้ทันทีเมื่อผสมแล้ว , i = เข้ากันไม่ได้

### 4.1 การปรับไนโตรเจน

การปรับไนโตรเจนนอกจากจะใช้อินทรีย์ไนโตรเจน จำพวกเลือดแห้ง เศษเนื้อพังผืด กากเมล็ดฝ้าย กากเมล็ดละหุ่ง การน้ำปลาแล้ว ในปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงยังสามารถใช้ปุ๋ย-อนินทรีย์ไนโตรเจนมาเสริมได้เช่นเดียวกัน

ปุ๋ยอนินทรีย์ได้แก่ โซเดียมไนเตรต แอมโมเนีย แอมโนเนียมซัลเฟต แอมโมเนียม-ไนเตรต ยูเรีย แอมโมเนียมคลอไรด์ และแคลเซียมไซยานามิด

อย่างไรก็ตามจากตารางที่ 18 พบว่ามีแต่ยูเรียเท่านั้นที่สามารถเข้ากับปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกได้

### 4.2 การปรับฟอสฟอรัส

**ตารางที่ 19** แหล่งฟอสฟอรัส (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541)

| | ไนโตรเจนทั้งหมด (%) | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (%) |
|---|---|---|---|
| กระดูกป่น | 2-4 | 20-28 | - |
| เบสิกสแลก | - | 17-20 | - |
| หินฟอสเฟต | - | 30-40 | 3-5 |
| ซูเปอร์ฟอสเฟตชนิดธรรมดา | - | - | 20-21 |
| ซูเปอร์ฟอสเฟตชนิดเข้มข้น | - | - | 32-46 |
| แคลเซียมเมตาฟอสเฟต | - | 63.6 | 62.9 |
| แอมโนเนียมซูเปอร์ฟอสเฟต | 3-4 | - | 15-18 |
| แอมโมเนียมฟอสเฟต | 11-18 | - | 46-48 |
| กรดฟอสฟอรัส | - | - | 55 |

จากตารางที่ 18 จะเห็นว่า กระดูกป่นสำหรับไดแคลเซียมฟอสเฟต และหินฟอสเฟต พอที่จะเข้ากันได้กับปุ๋ยอินทรีย์และมูลสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัส ซูเปอร์ฟอสเฟต ถึงแม้จะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงแต่ไม่สามารถเข้ากันได้กับปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก โดยเฉพาะหินฟอสเฟตเมื่อใส่ลงในปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกจะทำให้ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์ต่อพืชมากยิ่งขึ้น

### 4.3 การปรับโพแทสเซียม

**ตารางที่ 20** ปุ๋ยที่ให้โพแทสเซียม (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541)

| | ไนโตรเจน (%) | ปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายในน้ำ (%) | ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (%) |
|---|---|---|---|
| โพแทสเซียมคลอไรด์ | - | 60 | - |
| โพแทสเซียมซัลเฟต | - | 48-50 | - |
| โพแทสเซียมไนเตรต | 13 | 46 | - |
| โพแทสเซียมเมตาฟอสเฟต | - | 35-36 | 55 |

จากตารางที่ 18 จะเห็นได้ว่าโพแทสเซียมซัลเฟต สามารถเข้ากับปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกมากที่สุด โพแทสเซียมคลอไรด์เข้ากันได้ในระดับปานกลางแต่ไม่สมควรใช้โพแทสเซียมไนเตรต

### 4.4 การปรับความเป็นกรดเป็นด่าง

4.4.1 การปรับลดความเป็นด่างของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงได้กำหนดให้มีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในระหว่าง 7-8 และโดยส่วนใหญ่มูลสัตว์จะเป็นด่าง ดังนั้นจึงต้องมีการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้ลดลง สารที่ทำให้ลดความเป็นด่างลงได้แก่ กำมะถันผง แอมโมเนียมซัลเฟตและเหล็กซัลเฟต ประภาพรรณพงศ์ (2537) และแนะนำให้ใช้กรดไนตริกผสมกับกรดซัลฟูริคในอัตราส่วน 30-50 : 70-50 โดยกำมะถันผงจะเป็นวัสดุที่ถูกที่สุดแต่ต้องใช้เวลานานเพราะต้องทำงานร่วมกับจุลินทรีย์ในการปรับลด pH

4.1.2 การปรับลดความเป็นกรดของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

วัสดุที่ใช้เพิ่มค่าความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงมีด้วยกันหลายชนิด คือ หินปูน หินไดโลไมต์ ดินมาร์ล ปูนสุก (แคลเซียมออกไซด์หรือแมกนีเซียมออกไซด์) ปูนขาว โดยปูนแต่ละอย่างมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันคือ

**ตารางที่ 21** ค่าการทำให้เป็นกลางของปูนชนิดต่างๆ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541)

| ชนิดปูน | ค่าการทำให้เป็นกลาง (%) |
|---|---|
| $CaCo_3$ (หินปูน) | 100 |
| $CaMg(CO_3)_2$ (หินโดโลไมต์) | 109 |
| CaO (ปูนสุก) | 179 |
| $Ca(OH)_2$ (ปูนขาว) | 136 |
| $CaSiO_3$ | 68 |

## 5. การทดลองปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 5 ชนิดเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ วท. ในดาวเรือง

### 5.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split-plot design โดยมีปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรต่างๆ เป็นปัจจัยรอง (sub-plot) และอัตราการใส่ปุ๋ยเป็นปัจจัยหลัก (main-plot) โดยมีรายละเอียด (ตารางที่ 22)

**ตารางที่ 22** ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรต่างๆ ที่ใช้เป็นปัจจัยรอง

| สูตร | ส่วนผสมโดยปริมาตร | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กากตะกอน | มูลโค | มูลไก่ | มูลสุกร | ยูเรีย | หินฟอสเฟต | โปแทสเซียมซัลเฟต |
| T1 | 2 | 5.8 | 2 | 0 | 0.2 | 0 | 0 |
| T2 | 1 | 2 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| T3 | 4.8 | 1 | 4 | 0 | 0.1 | 0 | 0.1 |
| T4 | 3.8 | 3 | 2 | 0 | 0.2 | 2 | 0 |
| T5 | 0 | 5.8 | 2 | 2 | 0.2 | 0 | 0 |
| T6 | ปุ๋ยอินทรีย์ วท. (กากตะกอน : ขุยมะพร้าว : แกลบเผา : แกลบสด = 12:4:4:1) | | | | | | |

**ตารางที่ 23** ประเมินธาตุอาหารพืชในแต่ละสิ่งการทดลอง (ปุ๋ยแต่ละสูตร)

| | N | P | K |
|---|---|---|---|
| ปุ๋ยสูตร 1 ($T_1$) | 2.44 | 2.22 | 1.64 |
| ปุ๋ยสูตร 2 ($T_2$) | 1.59 | 2.56 | 1.61 |
| ปุ๋ยสูตร 3 ($T_3$) | 1.72 | 3.41 | 1.85 |
| ปุ๋ยสูตร 4 ($T_4$) | 2.09 | 2.49 | 1.26 |
| ปุ๋ยสูตร 5 ($T_5$) | 2.58 | 2.41 | 1.73 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ วท. ($T_6$) | 1.59 | 0.44 | 0.30 |

ปัจจัยหลัก คือ การใส่ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกันมีรายละเอียด คือ อัตราการใส่ปุ๋ยมี 3 อัตรา คือ 0, 6, 12 ตัน/ไร่ โดยทำการทดลองในกระถางซีเมนต์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม. สูง 40 ซม. ทำการปลูกดาวเรืองกระถางละ 4 ต้น

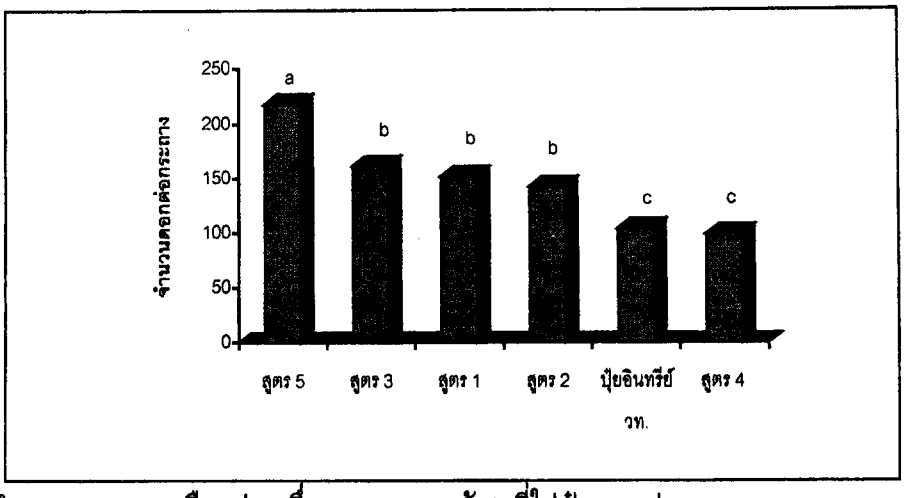
เก็บผลการทดลองของดาวเรืองเป็นเวลา 1 เดือนโดยเก็บผลผลิตจำนวน 12 ครั้ง ทำการเก็บผลผลิตในรูปแบบของ จำนวนดอก น้ำหนักดอกสด น้ำหนักดอกแห้ง น้ำหนักดอกสดเฉลี่ย น้ำหนักดอกแห้งเฉลี่ย น้ำหนักต้นสด และน้ำหนักต้นแห้ง

**5.2 ผลการทดลอง**

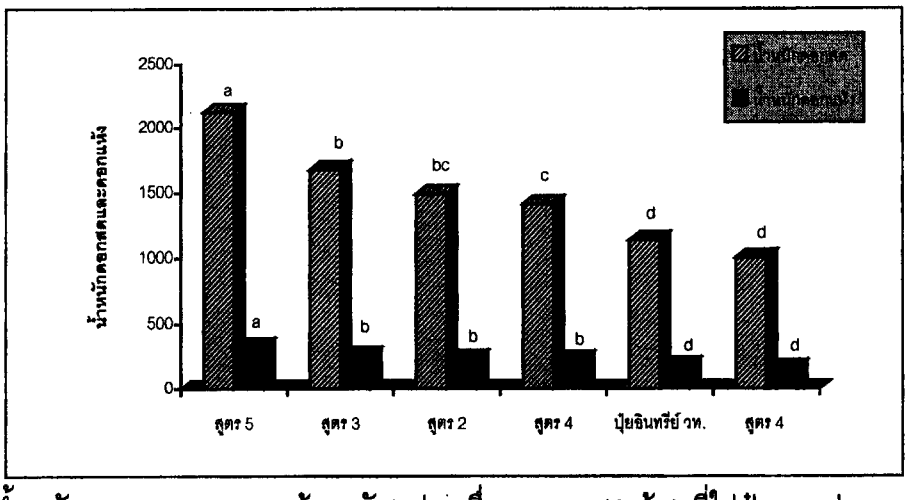
จากการทดลองพบว่าปุ๋ยที่ทำให้จำนวนดอกดาวเรืองมากที่สุดได้แก่ปุ๋ยสูตรที่ 5 (T5) ซึ่งจะให้จำนวนดอกตลอดอายุการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 218.56 ดอกและแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือปุ๋ยสูตรที่ 3 สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ซึ่งมีจำนวนดอกดาวเรืองตลอดอายุการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 161.89, 152.22 และ142.67 ดอกตามลำดับ สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ วท. และสูตรที่ 4 ทำให้จำนวนดอกดาวเรืองมีจำนวนน้อยที่สุดคือ 104.56 และ 99.33 ดอกตามลำดับ (ภาพที่ 2)

สำหรับน้ำหนักดอกสดและดอกแห้งรวมถึงน้ำหนักต้นสดและต้นแห้งก็แสดงผลของปุ๋ยไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปุ๋ยสูตรที่ 5 จะให้ผลผลิตดีที่สุดรองลงมาคือ สูตรที่ 3 สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 สำหรับปุ๋ยสูตรที่ 4 และปุ๋ยอินทรีย์ วท. จะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 3, 4)

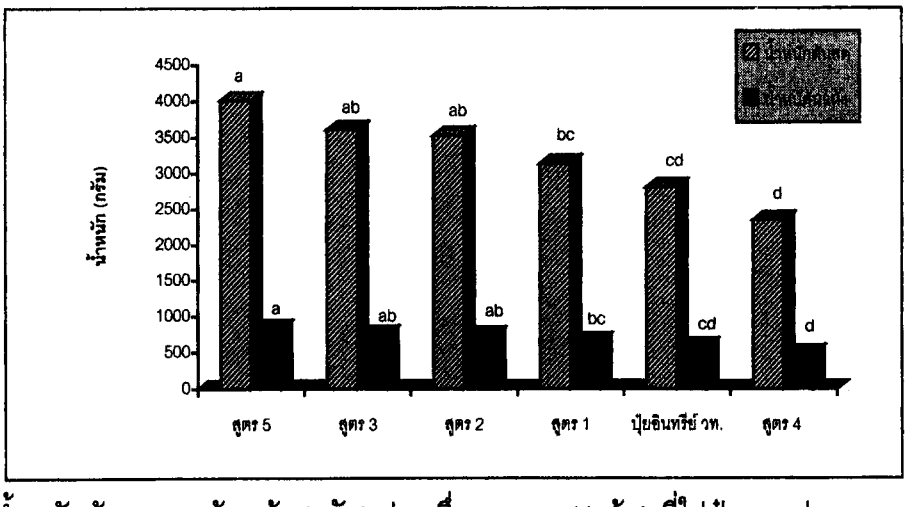
อย่างไรก็ตามปุ๋ยแต่ละสูตรไม่ได้มีประสิทธิภาพในการเพิ่มขนาดดอกนั่นคือไม่มีความแตกต่างของน้ำหนักดอกเฉลี่ย 1 ดอกของการใส่ปุ๋ยทั้ง 6 สูตร (ภาพที่ 5)



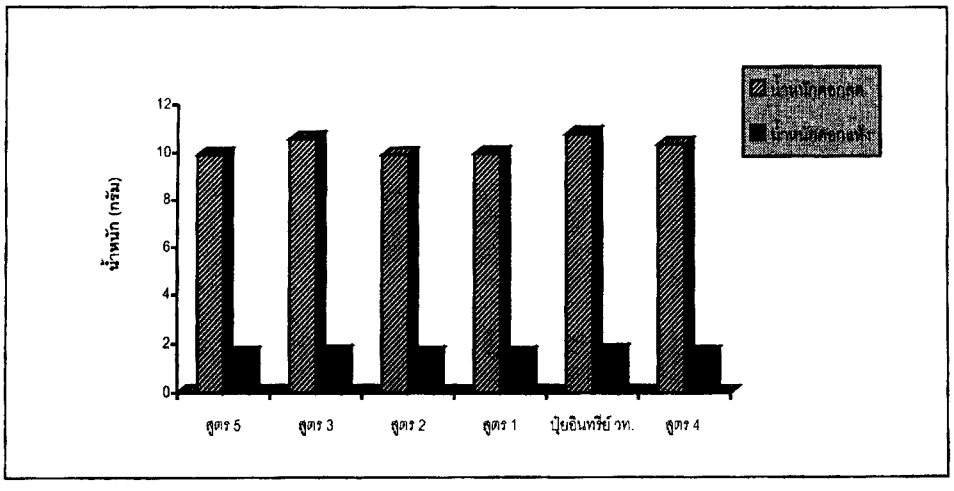

**ภาพที่ 2** จำนวนดอกดาวเรืองต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ




**ภาพที่ 3** น้ำหนักดอกสดและดอกแห้ง (กรัม) ต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ

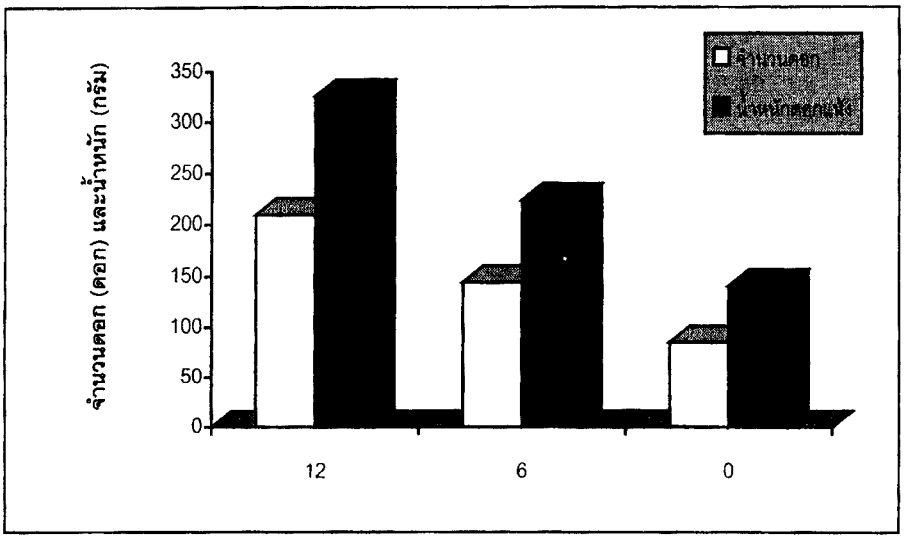



**ภาพที่ 4** น้ำหนักต้นสดและต้นแห้ง (กรัม) ต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ

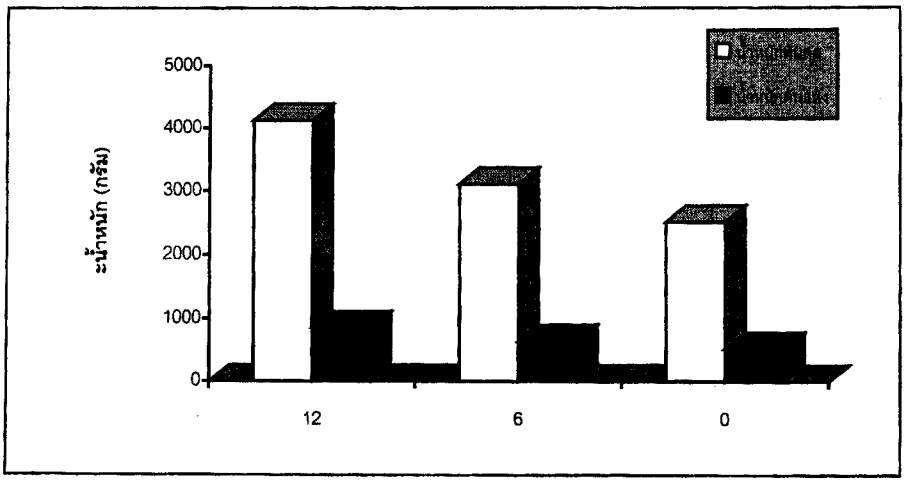



**ภาพที่ 5** น้ำหนักดอกสดเฉลี่ยและดอกแห้งเฉลี่ยต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ ใส่ปุ๋ยสูตรต่างๆ

จากการทดลองแบ่งการใส่ปุ๋ยเป็น 3 ระดับคือ 0, 6 และ 12 ตันต่อไร่ ผลการทดลองปรากฏว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่ระดับ 12 กิโลกรัมต่อไร่ดีที่สุด กล่าวคือมีจำนวนดอก น้ำหนักดอกสด น้ำหนักดอกแห้ง น้ำหนักต้นสดและน้ำหนักต้นแห้ง อย่างไรก็ตามปริมาณปุ๋ยที่ใส่ไม่มีผลต่อขนาดดอก




**ภาพที่ 6** จำนวนดอกและน้ำหนักดอกแห้งต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 0, 6 และ12 ตันต่อไร่




**ภาพที่ 7** น้ำหนักต้นสดและน้ำหนักต้นแห้งต่อหนึ่งกระถาง (4 ต้น) ที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 0,6 และ12 ตันต่อไร่

## 6. การทดลองปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง 6 สูตรเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี

### 6.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ randomized complete-block โดยมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 6 ตันต่อไร่จำนวน 6 สิ่งทดลอง เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีอัตรา 60 กิโลกรัมต่อไร่ และ 30 กิโลกรัมต่อไร่ โดยีรายละเอียดอังนี้

T1 – ปุ๋ยสูตร 1 อัตรา 6 ตันต่อไร่
T2 – ปุ๋ยสูตร 2 อัตรา 6 ตันต่อไร่
T3 – ปุ๋ยสูตร 3 อัตรา 6 ตันต่อไร่
T4 – ปุ๋ยสูตร 4 อัตรา 6 ตันต่อไร่
T5 – ปุ๋ยสูตร 5 อัตรา 6 ตันต่อไร่
T6 – ปุ๋ยอินทรีย์ วท. อัตรา 6 ตันต่อไร่
T7 – ปุ๋ยเคมี อัตรา 30 กก.ต่อไร่
T8 – ปุ๋ยเคมี อัตรา 60 กก.ต่อไร่
T9 – control

### 6.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าปุ๋ยอินทรีย์สูตรที่ 5 จะให้ดาวเรืองมีจำนวนดอกมากที่สุดและแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ทั้งอัตรา 30 กก./ไร่ และ 60 กก./ไร่ และแตกต่างจากที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเช่นกัน ส่วนปุ๋ยอินทรีย์สูตรอื่นๆจะให้ผลทัดเทียมกับปุ๋ยเคมีที่ใส่ในอัตรา 30 กก./ไร่ และ 60 กก./ไร่ และดีกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ย อย่างไรก็ตามสูตรที่ 4 จะให้ผลผลิตไม่ดีนัก

**ตารางที่ 24** ผลการใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆต่อจำนวนดอกและน้ำหนักของดาวเรือง

| สูตรปุ๋ย | จำนวนดอก | น้ำหนักสด (กรัม/กระถาง) | น้ำหนักแห้ง (กรัม/กระดาษ) |
|---|---|---|---|
| T1 – ปุ๋ยสูตร 1 อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 155.33 | 234.31 | 234.31 |
| T2 – ปุ๋ยสูตร 2 อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 150.67 | 235.56 | 235.56 |
| T3 – ปุ๋ยสูตร 3 อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 130.00 | 209.61 | 209.61 |
| T4 – ปุ๋ยสูตร 4 อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 71.00 | 106.08 | 106.08 |
| T5 – ปุ๋ยสูตร 5 อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 238.67 | 343.79 | 343.79 |
| T6 – ปุ๋ยอินทรีย์ วท. อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 122.00 | 215.97 | 215.97 |
| T7 – ปุ๋ยเคมี อัตรา 30 กก.ต่อไร่ | 123.33 | 211.27 | 211.27 |
| T8 – ปุ๋ยเคมี อัตรา 60 กก.ต่อไร่ | 122.33 | 203.56 | 203.56 |
| T9 – control (ไม่มีการใส่ปุ๋ย) | 85.33 | 141.13 | 141.13 |

**ตารางที่ 25** ผลการใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆต่อจำนวนดอกและน้ำหนักของดาวเรือง

| สูตรปุ๋ย | น้ำหนักต้นสด | ขนาดดอก (น้ำหนักสด 1 ดอก) | ขนาดดอก (น้ำหนักแห้ง 1 ดอก) |
|---|---|---|---|
| T1 – ปุ๋ยสูตร 1 อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 3873.3 | 9.97 | 1.50 |
| T2 – ปุ๋ยสูตร 2 อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 2906.7 | 9.67 | 1.55 |
| T3 – ปุ๋ยสูตร 3 อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 2840.0 | 9.99 | 1.60 |
| T4 – ปุ๋ยสูตร 4 อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 1733.3 | 9.46 | 1.51 |
| T5 – ปุ๋ยสูตร 5 อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 4080.0 | 9.31 | 1.45 |
| T6 – ปุ๋ยอินทรีย์ วท. อัตรา 6 ตันต่อไร่ | 3340.0 | 11.41 | 1.77 |
| T7 – ปุ๋ยเคมี อัตรา 30 กก.ต่อไร่ | 2986.7 | 10.78 | 1.70 |
| T8 – ปุ๋ยเคมี อัตรา 60 กก.ต่อไร่ | 2873.3 | 10.41 | 1.66 |
| T9 – control (ไม่มีการใส่ปุ๋ย) | 2533.3 | 10.57 | 1.66 |

## 7. เอกสารประกอบการเรียบเรียง


ตันพานิช, สายันต์ และศรสูงเนิน, ปรียานันท์. 2543. คุณสมบัติของกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ. __ การผลิตแท่งเพาะชำ วท. และปุ๋ยอินทรีย์ วท. จากกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ. หน้า 13-22.

ตันพานิช, สายันต์ และนิวาสประกฤติ, ชลธิชา. 2543. ความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตพืชผัก. __ เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องการผลิตพืชผักให้ปลอดภัยจากสารพิษ, 10 สิงหาคม 2543. สถานีวิจัยลำตะคอง, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.), จ. นครราชสีมา.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีศาสตร์, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ. 547 หน้า

ครุฑกุล, ถวิล. 2540. เกษตรยั่งยืน : การใช้ดิน - ปุ๋ย. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพ. 123 หน้า

ประภาพรรณพงษ์, สมบูรณ์. 2537. ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด. กสิกร 67(2) : 179-184.

Miles, Carol and Flores, Tamera. 1998. Manure resource guide. www. http://agsyst.wsu.edu/manure.htm.

# การผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด[1]

ทักษิณ อาชวาคม[2]และประยุทธ กาวิละเวส[2]

## 1. ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่ได้จากการย่อยสลายของอินทรีย์สารต่างๆ (จากสิ่งมีชีวิต พืชและสัตว์) ซึ่งในความหมายของปุ๋ยอินทรีย์นี้จะรวมถึงปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสด แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักเท่านั้น เนื่องจากปัจจุบันมีการนำปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดมาใช้กันอย่างแพร่หลายและคนส่วนใหญ่ที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมและสุขภาพ จนมีการส่งเสริมให้ปลูกพืชโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี รวมทั้งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีและพัฒนาปุ๋ยอินทรีย์ให้มีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชและพัฒนาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ให้สะดวก ง่ายต่อการใช้พืชสามารถดูดซับสารอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ ธาตุอาหารต่างๆ ในเนื้อปุ๋ยไม่ถูกชะล้างไปโดยง่ายอีกต่อไป

**ปุ๋ยคอก** เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ เช่น ไก่ เป็ด หมู วัว ควาย ซึ่งเป็นสัตว์เหล่านี้นิยมเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจ จึงมีการรวบรวมมูลสัตว์ได้เป็นปริมาณมากๆ เมื่อนำมูลมากองแล้วหมักให้ย่อยสลายดีแล้วสามารถนำไปใช้ใส่พืชผัก ไม้ผลและพืชไร่ต่างๆ ได้ มูลสัตว์หมักเหล่านี้มีธาตุอาหารค่อนข้างเพียงพอต่อการเจริญเติบโตต่อต้นพืชซึ่งขึ้นอยู่กับว่าเป็นมูลสัตว์ชนิดใด เพราะมูลสัตว์แต่ละชนิดมีธาตุอาหารหลักในปริมาณที่ไม่เท่ากันการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จึงจำเป็นต้องนำปุ๋ยคอกจากมูลสัตว์ชนิดต่างๆมาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชต่อไป อย่างไรก็ตามจุดประสงค์ของการใช้ปุ๋ยคอกมิได้ต้องการเพียงธาตุอาหารจากปุ๋ยคอกเพื่อการเจริญเติบโตของพืชเพียงอย่างเดียว แต่ยังต้องการอินทรีย์สารที่ย่อยสลายดีแล้วนำมาปรับปรุงโครงสร้างของดิน เพื่อทำให้ดินร่วนซุยในดินเหนียวและอุ้มน้ำได้ดีในดินทรายซึ่งทำให้ระบบรากของต้นพืชเจริญได้ดีที่สุดทำให้รากพืชหาอาหารได้ดียิ่งขึ้นจะเป็นผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดีต่อไป ซึ่งคุณสมบัติที่ดีของปุ๋ยอินทรีย์นี้จะไม่พบในปุ๋ยเคมี

**ปุ๋ยหมัก** เป็นปุ๋ยอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่ได้จากการใช้เศษพืชต่างๆ รวมถึงวัชพืชและวัสดุการเกษตรที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมทางการเกษตร โดยนำเศษวัสดุเหล่านี้มากองรวมกัน

---

[1] เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตแห่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ" วันที่ 13 กรกฎาคม 2544 ณ สถานีวิจัยลำตะคอง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

[2] ฝ่ายจัดการสถานี สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

แล้วหมักโดยให้ความชื้น 50% - 60% อาจใช้จุลินทรีย์ใส่เพิ่มเข้าไปหรือใช้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติเป็นตัวย่อยสลายหรืออาจใส่มูลสัตว์เพิ่มเข้าไปในกองปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มธาตุอาหารแก่จุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายเศษวัสดุซึ่งจะทำให้มีการช่วยย่อยได้เร็วขึ้นรวมทั้งมีการกลับกองเพื่อให้ออกซิเจนเข้าไปในกองและช่วยระบายความร้อนที่เกิดจากการหมักออกจากกอง รดน้ำให้ความชุ่มชื้นแก่กองปุ๋ยหมักอย่างสม่ำเสมอ จนกระทั่งเศษพืชหรือเศษวัสดุเหล่านั้นเปื่อยยุ่ย มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ เมื่ออุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักลดลงจนเท่ากับอุณหภูมิภายนอกแล้ว ก็สามารถนำปุ๋ยหมักนี้ไปใช้ใส่ต้นพืชต่อไปได้

**2. ปุ๋ยอินทรีย์เม็ด**

เป็นปุ๋ยที่ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาทั้งคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางฟิสิกส์เพื่อให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพสูง โดยการนำเอามูลสัตว์ชนิดต่างๆ มาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม หมักรวมกับเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เมื่อหมักจนได้ที่ดีแล้วนำมาทำให้เป็นเม็ดด้วยอุปกรณ์อัดเม็ด จนได้ปุ๋ยอินทรีย์เม็ดที่มีคุณภาพสูงโดยอัตราส่วนการผสมในสูตรต่างๆ มีการทดสอบแล้วว่าเหมาะสมกับพืชหลายชนิด ดังได้กล่าวไว้ในเรื่องคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและวิธีการใช้ แต่ในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะแนวทางของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ดรวมทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ดต่อไป

ปุ๋ยอินทรีย์โดยทั่วไปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดและที่เกษตรกรทำขึ้นเพื่อใช้เอง แม้ว่าจะมีส่วนช่วยในการปรับปรุงดินให้ดีขึ้น แต่ยังมีข้อจำกัดอีกหลายประการซึ่งทำให้ไม่ได้รับการยอมรับจากเกษตรกรมากนัก ทำให้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายคือ

**ข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์ทั่วไป**

1. มีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างต่ำจึงต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณที่สูงทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น
2. เนื่องจากเนื้อปุ๋ยอินทรีย์มีความร่วนซุยสูงมีความฟูมากทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการเก็บรักษา
3. สิ้นเปลืองแรงงานในการขนย้ายและการนำไปใช้ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น
4. คุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์จากแหล่งวัตถุดิบต่างกันมีคุณภาพต่างกันทำให้ผลที่ได้รับไม่สม่ำเสมอกัน
5. ผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในท้องตลาดมีน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการหรืออยู่ไกลจากแหล่งที่ต้องการใช้ทำให้ไม่คุ้มค่าต่อการที่จะซื้อนำมาใช้
6. ปุ๋ยอินทรีย์จากแหล่งที่มีสาเหตุโรคพืช อาจเป็นพาหะของโรคพืชมาสู่แปลงเกษตรกรได้

7. เนื้อปุ๋ยอินทรีย์อาจมีเมล็ดวัชพืชติดมาสู่แปลงเกษตรกร
8. ปุ๋ยอินทรีย์ทำจากเศษขยะหรือซากพืชจากบางแห่งอาจมีการปนเปื้อนของโลหะหนักหรือสารพิษ

ดังนั้นการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ดควรตรวจสอบแหล่งที่มาและคัดเลือกวัสดุเป็นอย่างดีเป็นอันดับแรกก่อนที่จะนำมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์เม็ด ก็จะทำให้ช่วยลดข้อจำกัดต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นได้เป็นอย่างดี

**ข้อดีของปุ๋ยอินทรีย์เม็ด**

1. มีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชเนื่องจากมีการผสมมูลสัตว์ตามอัตราต่างๆ
2. การทำเป็นเม็ด ทำให้ลดปริมาตรลงไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่เก็บรักษา
3. สะดวกต่อการนำไปใช้ซึ่งอาจใช้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เม็ดร่วมกับเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชได้หรือถ้าใช้คนหว่านก็จะไม่ฟุ้งกระจาย
4. ปุ๋ยอินทรีย์เม็ดที่มีความชื้นพอเหมาะจะไม่มีกลิ่นเป็นที่รังเกียจต่อผู้ใช้
5. การอยู่ในรูปของปุ๋ยอินทรีย์เม็ดทำให้การคงอยู่ของธาตุอาหารไม่ละลายไปกับน้ำได้โดยง่ายเหมือนปุ๋ยอินทรีย์ทั่วไป
6. ปุ๋ยอินทรีย์เม็ดจะค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ต้นพืชทำให้ไม่จำเป็นต้องใส่บ่อยครั้งมาก
7. เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด และยังเป็นการส่งเสริมอาชีพให้กับเกษตรกรในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ดได้อีกทางหนึ่ง

## 3. วิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด

### การเตรียมวัตถุดิบก่อนการทำเป็นเม็ด

ปุ๋ยอินทรีย์ที่จะนำมาทำเป็นเม็ดเพื่อที่จะให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์เม็ดที่มีคุณภาพดีนั้นจะต้องคัดเลือกเศษวัสดุที่จะนำมาทำการหมักรวมกับมูลสัตว์ชนิดต่างๆ ตามอัตราส่วนต่างๆ เพื่อให้จุลินทรีย์ได้ย่อยอินทรีย์สารโดยสมบูรณ์ จากการทดลองในการหมักโดยใช้เศษวัสดุจากกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษโดยใช้มูลวัวและปุ๋ยยูเรียเป็นตัวช่วยเร่งระยะเวลาในการหมักทำให้กองหมักเปลี่ยนเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้เร็วขึ้นมากกว่าไม่ใช้มูลวัวซึ่งได้มีการทดลองเปรียบเทียบกัน 5 แบบดังต่อไปนี้

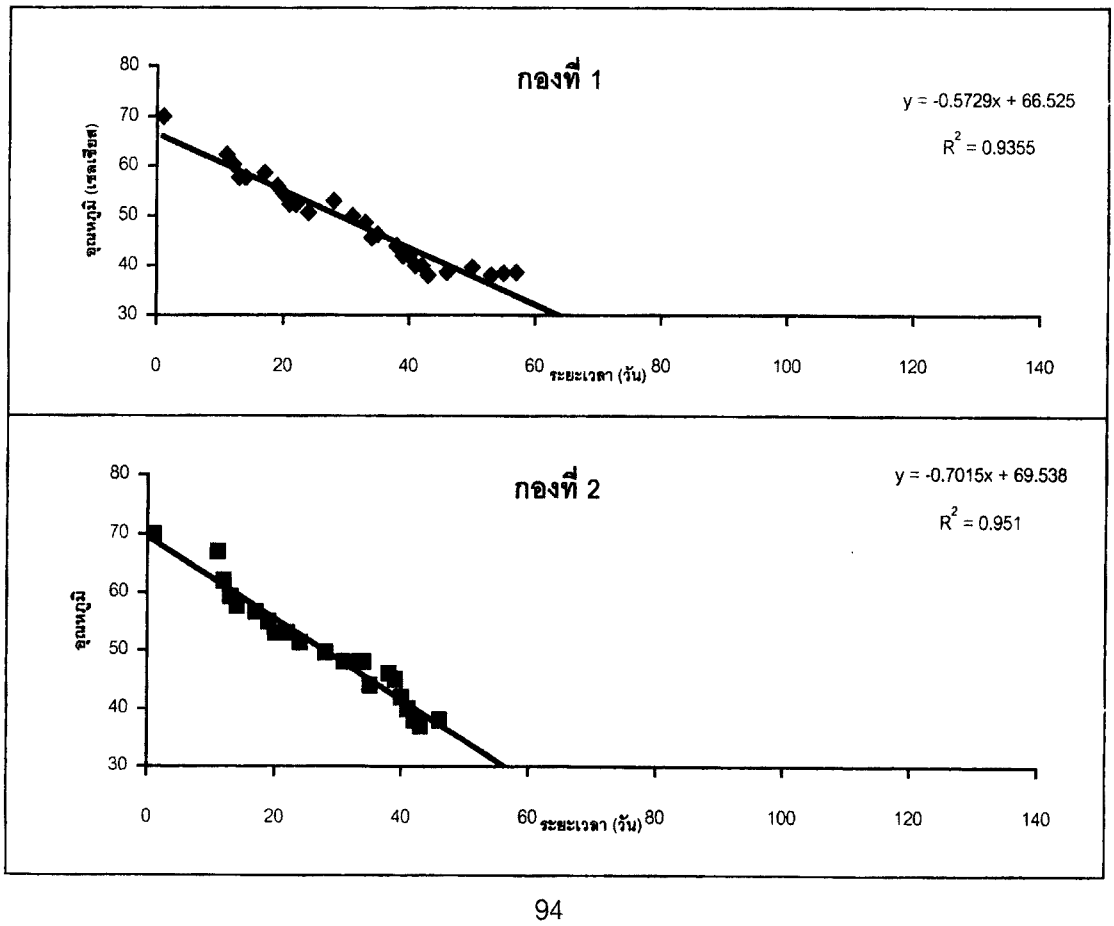
กองที่ 1 กากตะกอน 100%
กองที่ 2 กากตะกอน 100% + ปุ๋ยยูเรีย 1 กก.

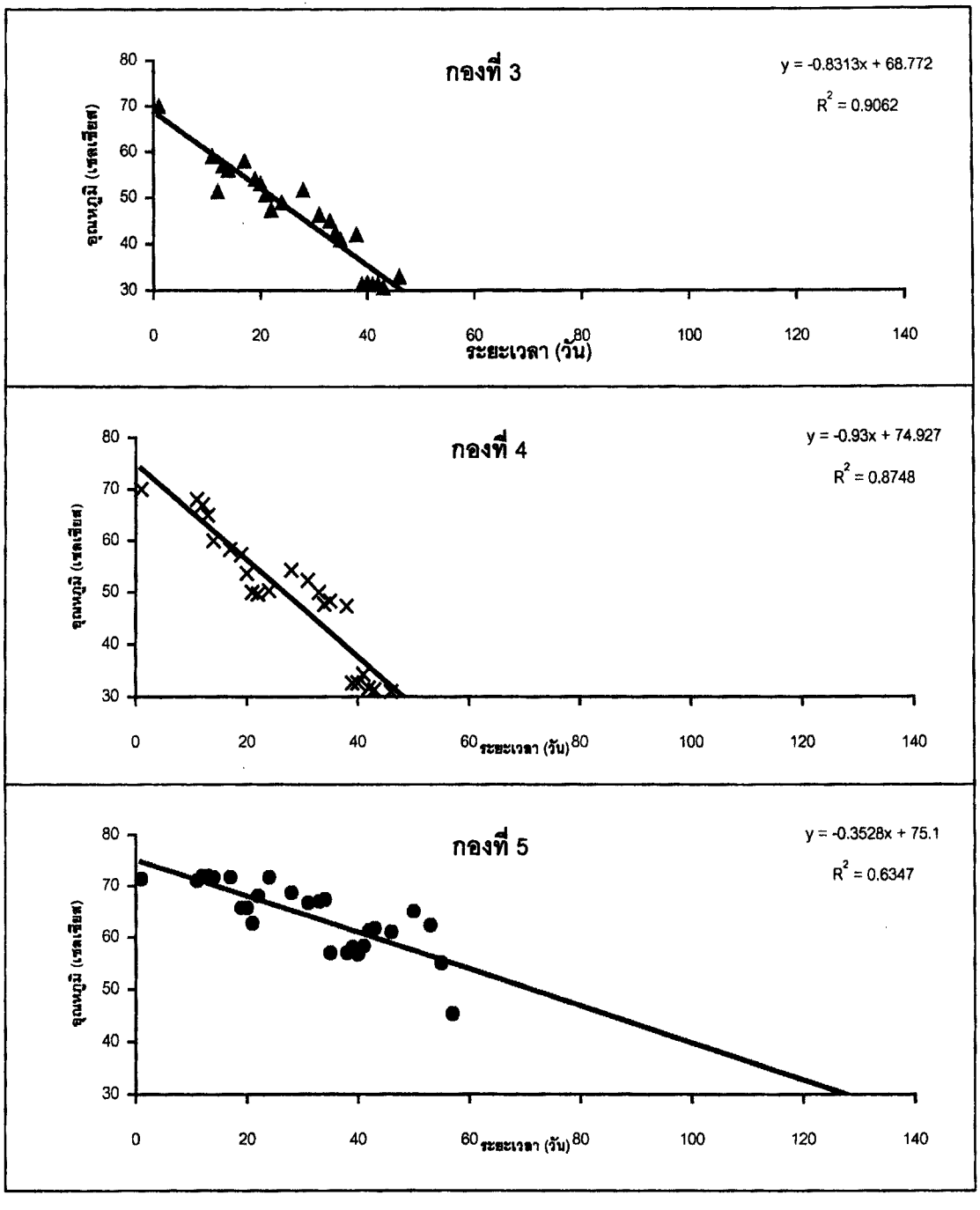
กองที่ 3 กากตะกอน 80% + มูลวัว 20% + ปุ๋ยยูเรีย 1 กก.
กองที่ 4 กากตะกอน 60% + มูลวัว 40% + ปุ๋ยยูเรีย 1 กก.
กองที่ 5 กากตะกอน 100% กองใหญ่

โดยที่กองที่ 1 ถึงกองที่ 4 มีปริมาตร 1,500 ลิตร และกองที่ 5 มีปริมาตร 4,500 ลิตร เพื่อจะดูว่ากองใดจะมีการหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้สมบูรณ์กว่าโดยที่แต่ละกองจะมีการวัดความชื้น วัดอุณหภูมิที่ระดับความลึก 30 และ 60 ซม. ทุกๆ สัปดาห์จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับภายนอก ซึ่งแสดงว่ากระบวนการหมักเสร็จสิ้นสมบูรณ์ดีแล้วจากการทดลองปรากฏว่า

กองที่ 1 ใช้เวลาในการหมัก 63.75 วัน
กองที่ 2 ใช้เวลาในการหมัก 56.35 วัน
กองที่ 3 ใช้เวลาในการหมัก 46.64 วัน
กองที่ 4 ใช้เวลาในการหมัก 48.30 วัน
กองที่ 5 ใช้เวลาในการหมัก 127.83 วัน

ซึ่งผลจากการหมักกากตะกอนอุณหภูมิในแต่ละกองจะลดลงเรื่อยๆ (ภาพที่ 8) และรวดเร็วที่สุดคือ กองที่ 2 และ 3 ซึ่งใช้เวลาใกล้เคียงกันโดยที่ผสมมูลวัวประมาณ 20 % และเพิ่มปุ๋ยยูเรีย 1 กก. ต่อกอง โดยที่กองเล็กกองละ 1,500 ลิตรหรือประมาณ 1 ตัน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 46 วัน ก็จะนำมาทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์เม็ดได้






**ภาพที่ 8** แสดงระยะเวลาการหมักของปุ๋ยอินทรีย์ในส่วนผสมต่างๆกัน

จากการทดลองใช้กากตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษมาหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้มูลวัวและปุ๋ยยูเรียเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาในการหมักให้สมบูรณ์เร็วยิ่งขึ้นเป็นตัวอย่างอันหนึ่งซึ่งเกษตรกรอาจหาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่นๆที่มีอยู่ในแหล่งใกล้เคียงกันที่จะทำการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เช่น กากอ้อย เปลือกและแกนข้าวโพด ต้นข้าวโพด เศษมันสำปะหลังมาทดสอบในการหมักต่อไปก็ได้ ซึ่งการที่จะดูว่ากองปุ๋ยหมักมีการหมักเสร็จสมบูรณ์แล้วหรือไม่ดูได้อย่างง่ายๆคือ

**หลักเกณฑ์ในการพิจารณาว่าปุ๋ยหมักเสร็จสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปใช้ได้**

1. สี ของวัสดุหรือเศษพืชที่หมักสมบูรณ์แล้วจะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ
2. ลักษณะวัสดุหรือเศษพืชที่หมักสมบูรณ์แล้วจะมีลักษณะเปื่อยยุ่ยและอ่อนนุ่ม เมื่อบีบดูจะเละได้ง่าย
3. กลิ่น ของวัสดุที่หมักสมบูรณ์แล้วจะไม่มีกลิ่นเหม็นหรือกลิ่นฉุน
4. ความร้อน ภายในกองปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้วจะลดลงเท่ากับอุณหภูมิภายนอก

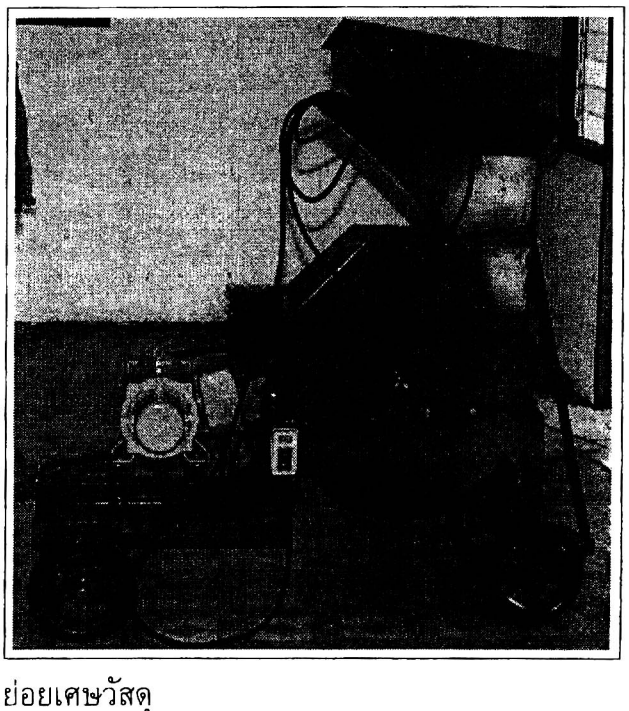
## 4. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด

### 4.1 เครื่องมือย่อยเศษวัสดุ

เป็นเครื่องที่ช่วยย่อยเศษวัสดุให้เป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อที่จะทำการหมักได้สมบูรณ์ได้เร็วยิ่งขึ้น ตัวใบมีดจะหมุนดีเศษวัสดุให้ขาดแล้วผ่านตะแกรงซึ่งมีให้เลือกหลายขนาดตามที่ต้องการ ในการที่จะทำปุ๋ยอินทรีย์เม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 มม. จะต้องยอยให้เศษวัสดุมีขนาดเท่ากับ 5 มม. หรือเล็กกว่าและวัสดุที่จะต้องนำมาทำเป็นเม็ดนั้นต้องไม่มีสิ่งเจือปนอื่นๆ เช่น เศษหินก้อนใหญ่ๆ เศษไม้ชิ้น วัสดุชิ้นใหญ่ๆอื่นๆ ซึ่งวัสดุทุกๆอย่างจะต้องร่อนผ่านตะแกรงหรือใส่ในเครื่องย่อยเศษวัสดุโดยใช้ขนาดตะแกรงเล็กสุดไม่เกิน 5 มม.

**เครื่องย่อยเศษวัสดุ (ภาพที่ 9)**

โครงเครื่อง เป็นเหล็กฉากหนา 2 นิ้ว 2 หุน เป็นที่ตั้งของชุดหั่นและที่ตั้งของชุดต้นกำลัง มีที่ติดตั้งล้อยาง 4 ล้อสำหรับเคลื่อนย้าย



**ภาพที่ 9** เครื่องย่อยเศษวัสดุ

**ชุดต้นกำลัง**

- เป็นเครื่องยนต์เบนซินขนาด 5.5 แรงม้า
- มีชุดกดสายพานให้แกนหั่นทำงานและปลดเป็นเกียร์ว่างขณะที่เครื่องยนต์หมุน

**ชุดหั่นและบดประกอบด้วย**

- ลูกตีทำด้วยเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 380 มม.
- แผ่นหั่นยึดติดกับลูกตีตามแนวขวาง
- ใบมีดเหล็กด้านข้างสามารถหั่นกิ่งไม้เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 5 เซนติเมตร

**4.2 เครื่องผสมแนวตั้ง (ภาพที่ 10)**

เป็นเครื่องที่ดัดแปลงจากเครื่องผสมปูนฉาบโดยการเปลี่ยนแกนผสมใหม่ให้มีการกวนและการนวดส่วนผสมไปพร้อมๆ กัน

**ภาพที่ 10** เครื่องผสมแนวตั้ง

**โครงเครื่องประกอบด้วย**

- ถังเหล็กกลมมีความจุ 100 ลิตรมีล้อยางสำหรับเคลื่อนย้าย
- ชุดโครงเหล็กใช้เป็นที่ติดมอเตอร์ต้นกำลังพร้อมฝาป้องกันน้ำ

**ชุดต้นกำลังและกลไก**

- ต้นกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้าใช้ระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 Hz
- สายพานส่งกำลังร่องคู่ต่อด้วยระบบเฟืองทดสอบ

**ชุดแกนผสม**

- ระบบแกนหมุนแนวตั้งติดตั้งขึ้น 2 แขนด้านบนและอาจดัดแปลงเป็นแผ่นกวนเพิ่มได้
- ก้านผสมประกอบด้วยแผ่นกวาดแนวนอนเพื่อกวาดวัสดุที่ติดกันถังและก้านผสมด้านบนแบบกดลงล่างเป็นแผ่นคู่ทั้ง 2 แขน

**เครื่องทำปุ๋ยอินทรีย์เม็ดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ**

1. เครื่องอัดเม็ด โดยใช้วัสดุที่ผสมดีแล้ววัดผ่านรูตะแกรงซึ่งมีรูตามขนาดเท่าที่ต้องการจะออกมาเป็นท่อนยาวๆแล้วจะหักเป็นท่อนสั้นๆ เมื่อแห้งดีแล้ว
2. เครื่องปั้นเม็ด โดยใช้วัสดุที่ผสมแห้งและเป็นผงใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์วัสดุกลิ้งไปมาใช้ความชื้นเป็นตัวช่วยให้เกาะกันเป็นเม็ดตามต้องการ

**4.3 เครื่องอัดเม็ด ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด** มีหลักการอัดด้วยกัน 3 แบบคือ

ก. เครื่องอัดเม็ดแบบเกลียว (screw extruder)(ภาพที่ 11)

การทำงาน โดยใส่ส่วนผสมที่นวดให้เข้ากันดีแล้วใส่ด้านบนสกรูจะดึงเอาส่วนผสมส่งไปอัดกันแน่นตรงด้านปลายทางที่เจาะรูตะแกรงเหล็กที่มีความหนาและขนาดรูเท่ากับที่ต้องการ โดยขณะที่อัดนั้นส่วนผสมจะต้องมีความชื้นสูงประมาณ 50% โดยน้ำหนักถ้าหากแห้งเกินไปก็จะอัดไม่ออกและเกิดความร้อนขณะอัดสูงและเครื่องติดขัดได้ วัสดุที่ถูกอัดผ่านรูจะเป็นท่อนยาวๆและจะหักเองตามธรรมชาติ เมื่อนำไปผึ่งแดดให้ลดความชื้นเหลือประมาณ 10-12% เม็ดปุ๋ยก็จะมีความยาวเหลือประมาณ 5-10 มม. โดยทั่วไปปุ๋ยอินทรีย์เม็ดจะใช้รูตะแกรงขนาด 5 มม. แต่อย่างไรก็ตามขนาดของรูตะแกรงนี้อาจเปลี่ยนไปได้ตามลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์ที่จะใช้งาน

เครื่องทำปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดแบบเกลียวอัดของ วท. ที่ใช้ผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดนี้ได้ดัดแปลงมาจากเครื่องทำอิฐมอญที่โรงงานผลิตอิฐเลิกใช้แล้ว ต้นกำลังใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 120 แรงม้า ด้านบนของเกลียวอัดจะเป็นถังใช้สำหรับผสมวัสดุพร้อมทั้งนวดวัสดุให้เข้ากันได้เป็นอย่างดี โดยมีแขนกวนหมุนให้วัสดุลงด้านล่าง

**หลักการทำงานของเครื่อง**

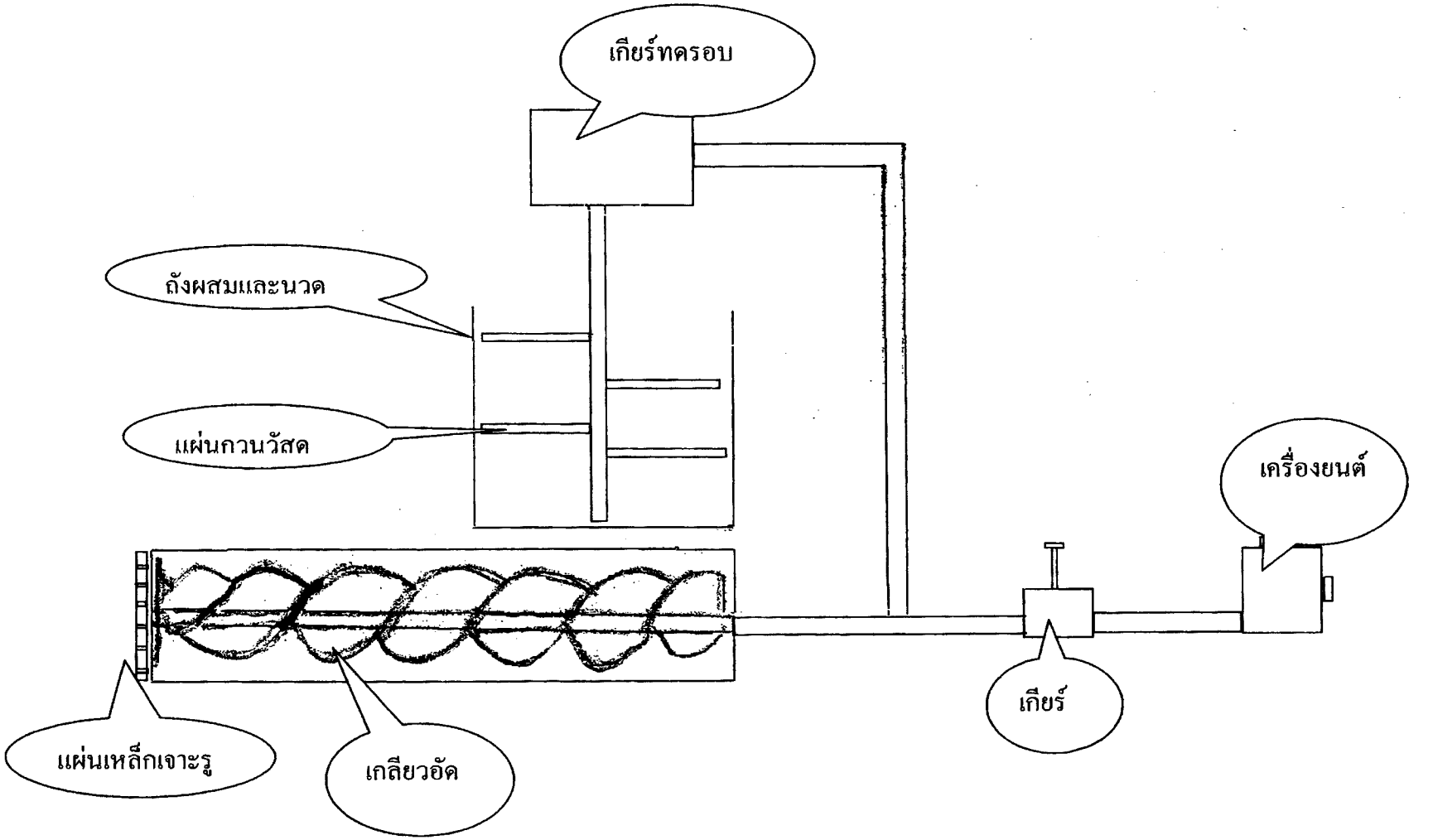
1. ปิดช่องทางที่วัสดุจะลงไปสู่เกลียวอัด
2. เทวัสดุที่จะผสมลงในถังกวนและนวดวัสดุจะถูกนวดจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกันโดยการค่อยๆเติมน้ำทีละน้อย

3. เปิดช่องทางวัสดุที่ผสมแล้วเข้าสู่เกลียวอัด
4. วัสดุที่ผสมแล้วจะถูกส่งผ่านเกลียวอัดมาสู่หัวอัดที่เจาะรูขนาด 5 มม. ซึ่งจะออกมาเป็นท่อนยาวๆ
5. ใช้กาละมังรองรับแล้วนำไปผึ่งแดดจนแห้งแล้วนำไปบรรจุลงกระสอบเป็นปุ๋ยอินทรีย์เม็ดสำหรับไว้ใช้ได้

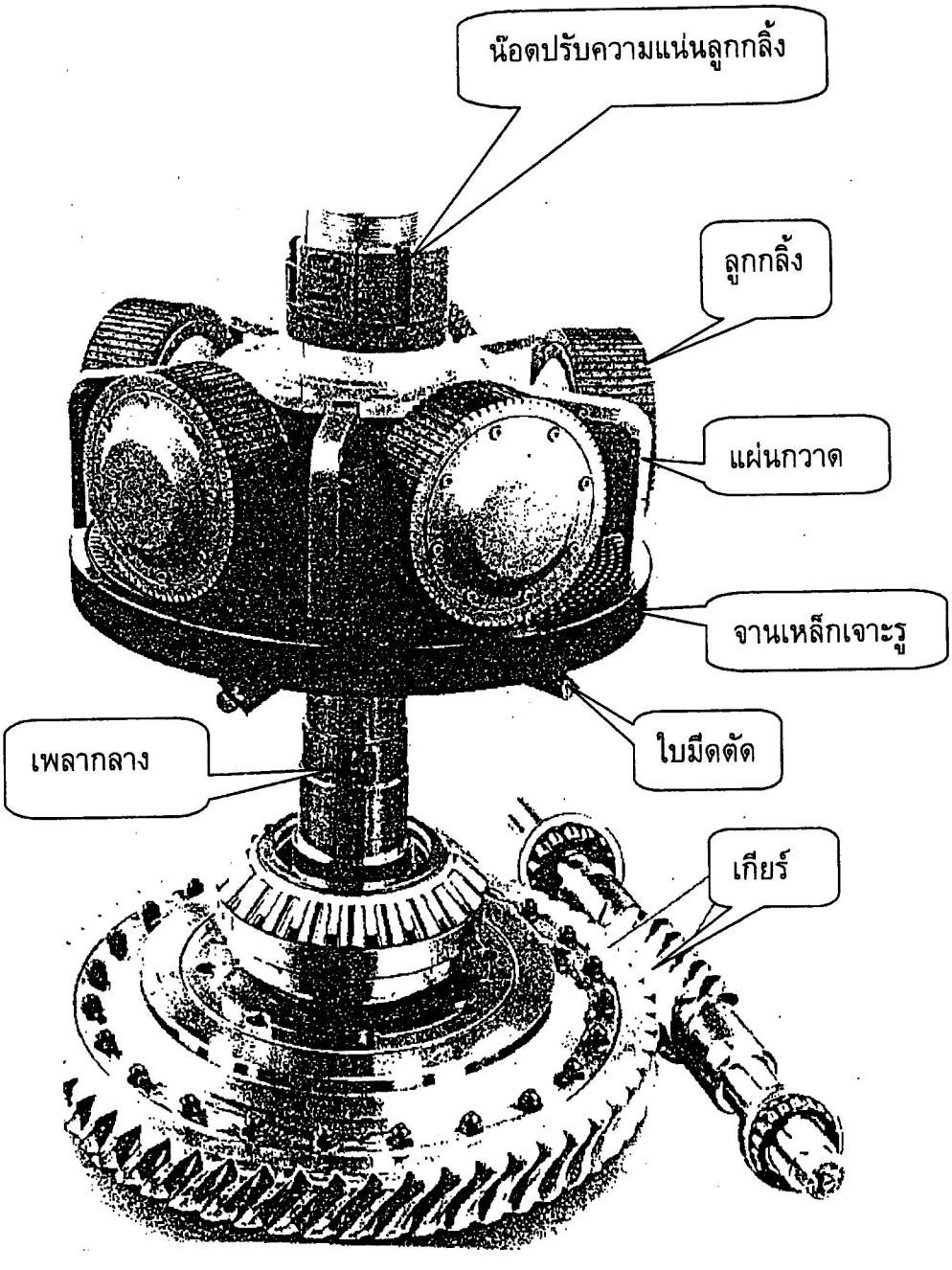
**ข. เครื่องอัดเม็ดแบบลูกกลิ้ง**

(1) เครื่องอัดแบบลูกกลิ้งแนวตั้ง (pan pelletizing) (ภาพที่ 12)

ลักษณะเครื่องเป็นแกนลูกกลิ้ง 2-5 ลูกยึดติดกันส่วนบนอัดวัสดุผ่านแผ่นจานเหล็กหมุนเจาะรูกลมซึ่งหมุนตามแนวตั้งโดยที่วัสดุจะนำมาอัดผสมเข้ากันดีแล้วมีความชื้นประมาณ 10% วัสดุจะตกลงในรูกลมแล้วลูกกลิ้งจะบดให้เนื้อวัสดุอัดแน่นแล้วไหลออกทางด้านล่างซึ่งจะมีความแน่นค่อนข้างมากและเมื่ออัดออกมาแล้วไม่จำเป็นต้องนำไปลดความชื้นอีกเนื่องจากเป็นการอัดขณะที่ค่อนข้างแห้งซึ่งเครื่องอัดแบบนี้มีราคาค่อนข้างสูง (เครื่องอัดจากประเทศจีนราคาเครื่องละประมาณ 95,000 บาทอัดได้ 200 กก./ชม.)



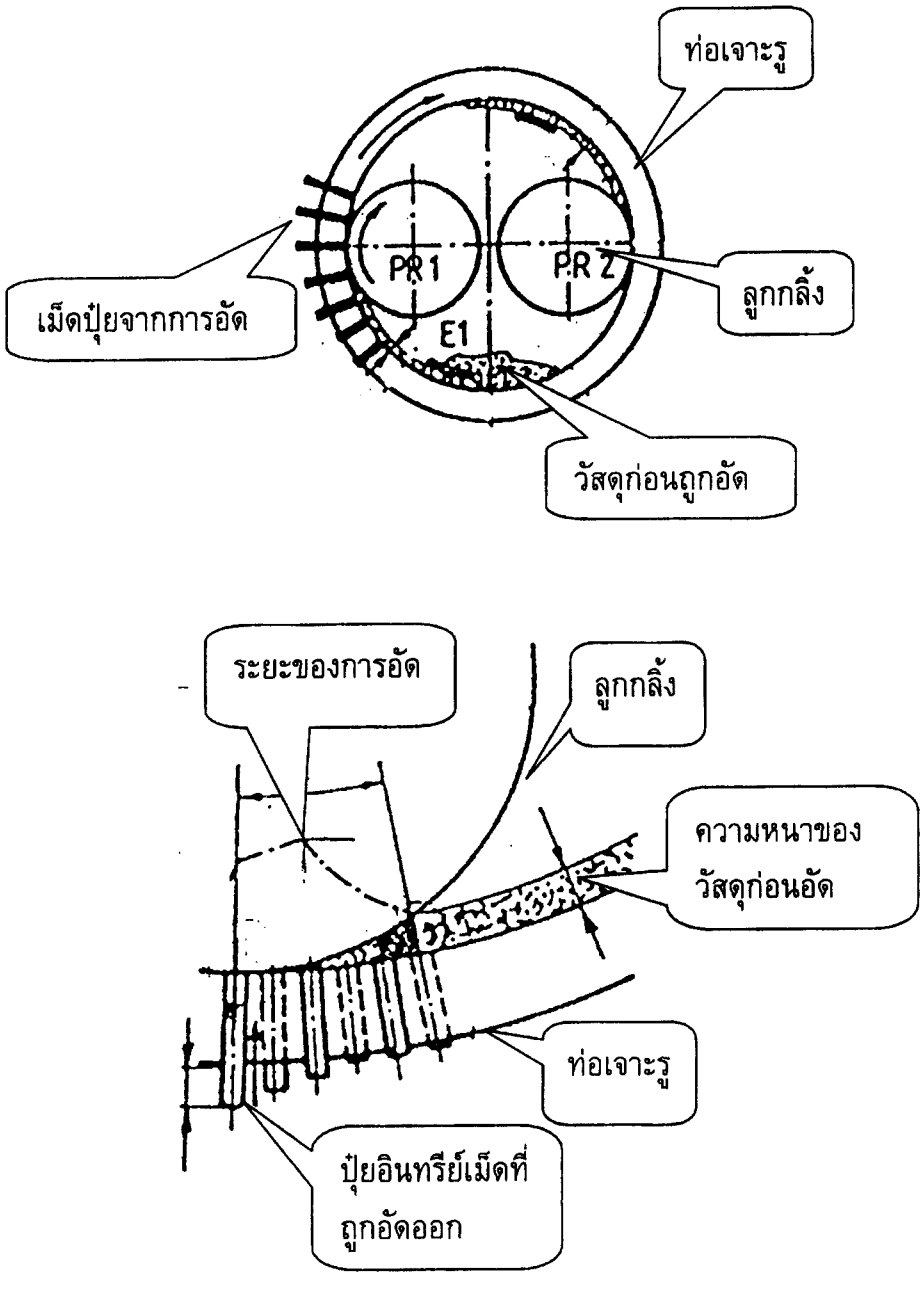

**ภาพที่ 11** เครื่องอัดเม็ดแบบเกลียว (screw extruder)




**ภาพที่ 12** เครื่องอัดแบบลูกกลิ้งแนวตั้ง (pan pelletizing)

(2) เครื่องอัดแบบลูกกลิ้งแนวนอน (drum pelletizing)(ภาพที่ 13)

หลักการทำงานของเครื่องรุ่นนี้เช่นเดียวกับแบบแนวตั้งคือใช้วัสดุที่ค่อนข้างแห้งแต่ใช้ท่อเหล็กกลมเจาะรูตามขนาดเท่าที่ต้องการและใส่ลูกกลิ้งสำหรับอัดวัสดุด้านในท่อแล้วปุ๋ยอินทรีย์จะออกมาด้านนอกท่อเป็นท่อนสั้นๆ มีความชื้นขณะอัดประมาณ 10%



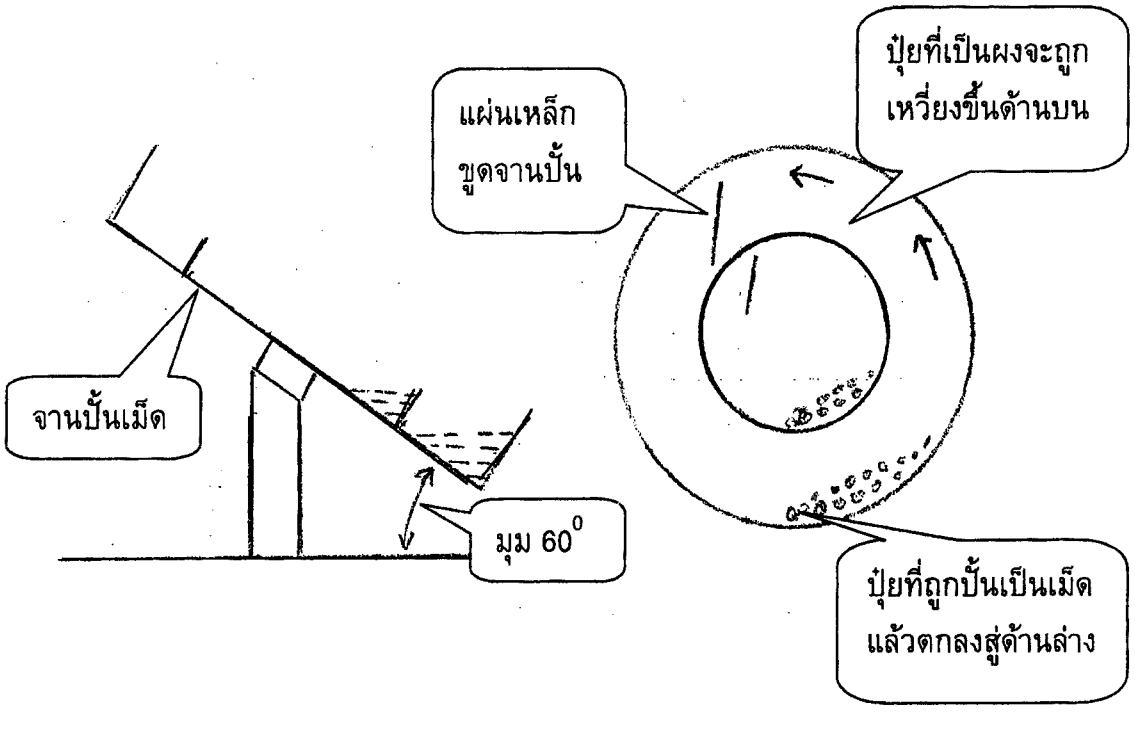

**ภาพที่ 13** เครื่องอัดแบบลูกกลิ้งแนวนอน (drum pelletizing)

### 4.4 เครื่องปั้นเม็ด

**ก. เครื่องปั้นเม็ดแบบจานหมุน (pan granulator) (ภาพที่ 14)**

ลักษณะเครื่อง ประกอบด้วยแผ่นจานเหล็กมีขอบด้านข้าง ยึดติดกับแกนหมุนที่จุดศูนย์กลางของจานติดตั้งจานเอียงทำมุม 60 องศากับพื้นดิน ตัวจานอาจเพิ่มขอบด้านในเพื่อช่วยให้การปั้นเม็ดดียิ่งขึ้นด้วยก็ได้

การทำงานของเครื่องขณะที่จานหมุนจะนำเศษวัสดุที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดขึ้นไปด้านบนแล้วตกลงมาตามแรงโน้มถ่วงมีการพ่นน้ำเป็นฝอยละเอียดเพื่อให้วัสดุจับตัวเป็นเม็ดเล็กๆ เมื่อเม็ดปุ๋ยอินทรีย์มีขนาดใหญ่ขึ้นจะไม่สามารถขึ้นไปอีกได้จะขึ้นไปเฉพาะที่เป็นผงละเอียดและเม็ดเล็กๆ เท่านั้นความเร็วรอบของการหมุนจานนั้นต้องปรับให้พอเหมาะสำหรับขนาดของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์รวมทั้งปรับมุมความเอียงของจานหมุนให้เหมาะสม เม็ดปุ๋ยที่ได้จากการปั้นจะมีขนาดไม่ค่อยเท่ากันจำเป็นต้องนำมาเข้าเครื่องเขย่าผ่านตะแกรงคัดขนาดแล้วนำปุ๋ยอินทรีย์ที่เม็ดยังเล็กเกินไปนำไปเข้าเครื่องปั้นเม็ดอีกครั้งหนึ่ง การปั้นเม็ดตามวิธีนี้เหมาะสำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่หรือเรียกว่าปุ๋ยชีว-ภาพเพราะกระบวนการปั้นเม็ดจะไม่มีความร้อนเกิดขึ้นทำให้เชื้อปุ๋ยไม่ตาย

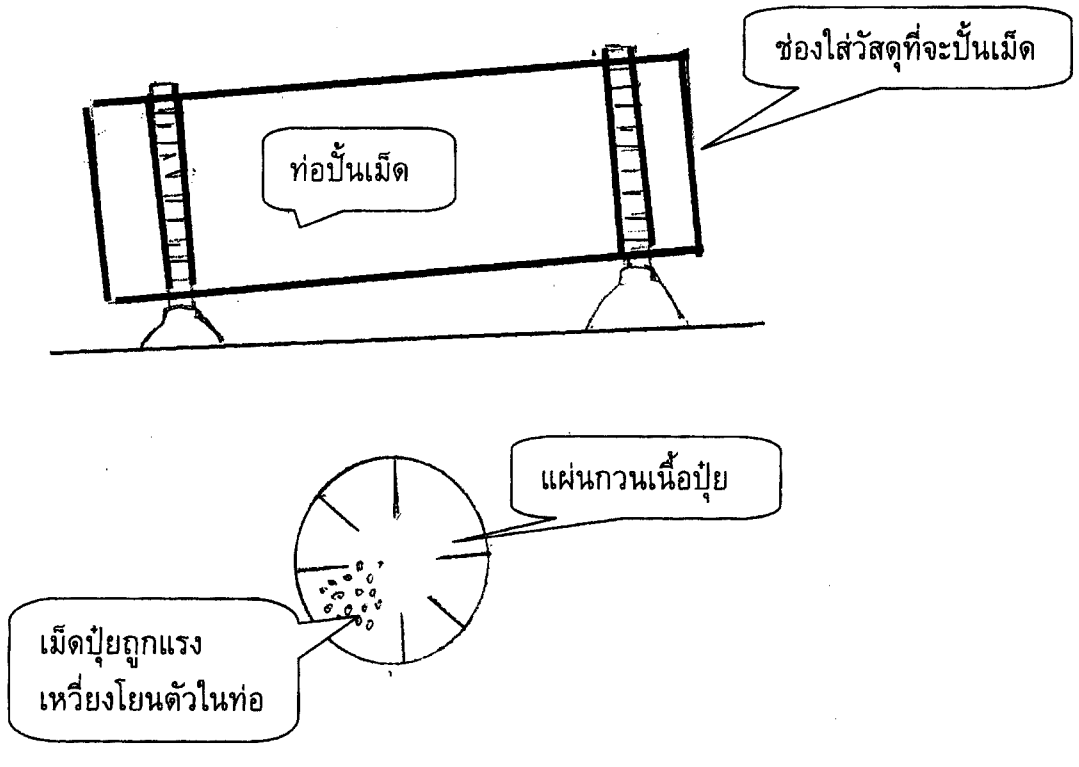



**ภาพที่ 14** เครื่องปั้นเม็ดแบบจานหมุน (pan granulator)

**ข. เครื่องปั้นเม็ดแบบท่อ (drum granulator) (รูปที่ 15)**

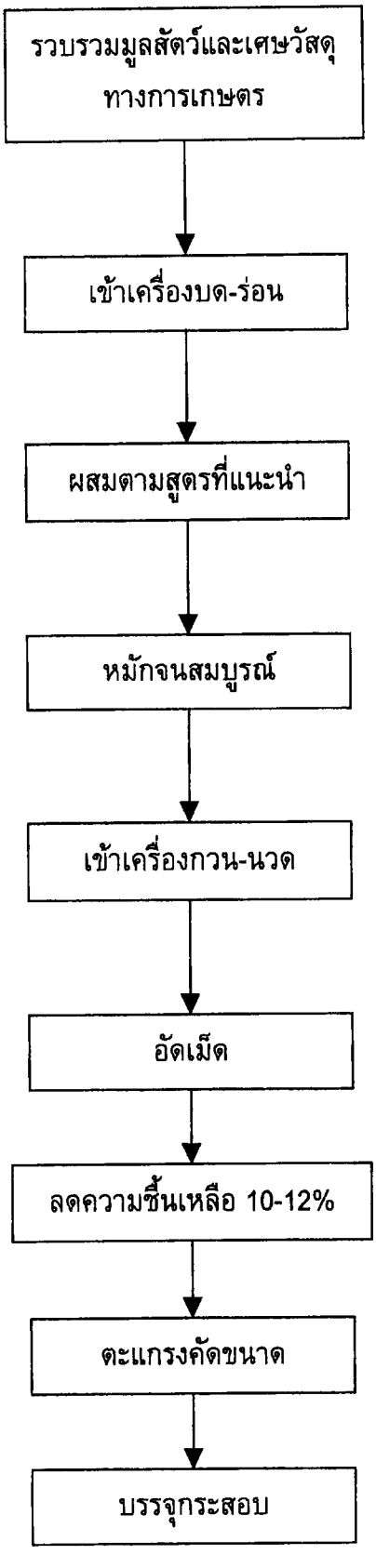
ลักษณะเครื่อง ประกอบด้วยท่อเหล็กขนาดใหญ่ภายในท่อจะเชื่อมแผ่นเหล็กกั้นเป็นช่องๆ เพื่อช่วยในการโยนตัวของเม็ดปุ๋ยภายในท่อพร้อมทั้งช่วยกวนเม็ดปุ๋ยให้เกิดก้อนกลม ตัวท่อจะวางบนแท่นที่มีล้อช่วยทำให้ตัวท่อหมุนได้ด้วยระบบเฟืองทดรอบทำมุมเอียง

การทำงานของเครื่อง นำวัสดุใส่ท่อในด้านที่อยู่สูงกว่าโดยวัสดุที่ใช้เป็นส่วนที่บดเป็นผงดีแล้ววัสดุเข้าสู่ในท่อจะถูกยกขึ้นโดยแขนกวนขณะที่ท่อหมุนจะกลิ้งตกลงสู่ด้านล่างตามแรงโน้มถ่วง เมื่อปุ๋ยอินทรีย์เกาะรวมตัวเป็นเม็ดดีแล้วจะไหลลงสู่ทางปลายอีกด้านหนึ่งของท่อทำให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ดเช่นเดียวกับแบบจานหมุนคือ เม็ดปุ๋ยที่ได้จะยังคงมีขนาดไม่เท่ากันจำเป็นต้องนำมาร่อนเอาส่วนที่เป็นผงเล็กออกไปก่อนแล้วนำไปปั้นเม็ดใหม่ต่อไป




**ภาพที่ 15** เครื่องปั้นเม็ดแบบท่อ (drum granulator)

**5. สรุปขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์**



**6. เอกสารประกอบการเรียบเรียง**

อาชวาคม, ทักษิณและนิวาสประกฤติ, ชลธิชา. 2543. วิธีการผลิตแท่งเพาะชำ วท.และปุ๋ยอินทรีย์ วท. จากกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ. ในการผลิตแท่งเพาะชำ วท.และปุ๋ยอินทรีย์ วท. จากกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 58 น.

นิรนาม. มปพ. เอกสารคำแนะนำการผลิตปุ๋ยหมักแผนใหม่ โดยใช้สารเร่ง พด. 1. และวิธีการต่อเชื้อ กรมพัฒนาที่ดิน. 15 น.

วายุอัคคี, ปฐพีชล. 2533. ดินและปุ๋ย ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท กรุงเทพฯ. 135 น.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ. 547 น.

ประภาพรรณพงศ์, สมบูรณ์. 2537. ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด. กสิกร 67(2), มี.ค. - เม.ย. หน้า 179-184.

Fertilizer: What's the Right One. 1998 http://roses.about.com/homegarden/ 3 pp.

# ปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์[1]

สุริยา สาสนรักกิจ[2]

## 1. บทนำ

ปุ๋ยปลาเป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลาและเลือด ผ่านกระบวนการหมักโดยการย่อยสลายโดยการใช้เอนไซด์ ซึ่งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ หลังจากหมักจนได้ที่แล้วจะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม นอกจากนี้ปุ๋ยปลายังประกอบด้วยธาตุอาหารรอง ได้แก่ กำมะถัน เหล็ก ทองแดงและแมงกานีส

นอกจากนี้ปุ๋ยปลายังประกอบด้วยโปรตีนและอะมิโนแอซิด ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของโปรตีนในตัวปลา ซึ่งจากข้อมูลทางวิชาการยังไม่ทราบแน่ชัดถึงผลของอะมิโนแอซิดที่มีต่อพืช แต่จากคำบอกเล่าของเกษตรกรผู้ใช้ปุ๋ยปลา พบว่าปุ๋ยปลาจะไปช่วยพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่น ดอกไม้ให้มีสีสดขึ้น ผลไม้มีคุณภาพดีขึ้น ช่วยเร่งการแตกยอดและออกดอกใหม่ให้แก่ต้นไม้อีกด้วย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาการนำวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมปลากระป๋องมาผลิตเป็นปุ๋ยน้ำชีวภาพ จากการสำรวจข้อมูลโรงงานปลากระป๋องทั่วประเทศในปี 2540 พบว่ามีจำนวนโรงงานทั้งหมด 61 โรงงาน โรงงานเหล่านี้ตั้งในเขตภาคกลาง 50 โรงงานและที่เหลืออีก 11 โรงงานตั้งอยู่ในแถบภาคใต้

จากการสอบแบบสอบถามเพื่อทราบข้อมูลจากโรงงานผลิตปลากระป๋องจำนวน 61 โรงงาน มีจำนวนโรงงานที่ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 22 โรงงาน คิดเป็น 37% สามารถแบ่งโรงงานอุตสาหกรรมปลากระป๋องออกได้เป็น 6 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นโรงงานที่ผลิตแต่ปลาทูน่ากระป๋องเพียงอย่างเดียว มีจำนวน 5 โรงงาน กำลังการผลิต 55,700 ตัน/ปี รวมเป็นปริมาณปลาทูน่าที่เป็นวัตถุดิบ 67,450 ตัน/ปี มีปริมาณของเสียทั้งสิ้น 21,590 ตัน/ปี ในส่วนนี้ประกอบด้วย เหงือก พุง และเลือด 9,140 ตัน/ปี และเป็นส่วนของหัวและก้าง 12,250 ตัน/ปี และอื่นๆ อีก 200 ตัน/ปี

---

[1] เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การผลิตแท่งเพาะชำและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ" วันที่ 13 กรกฎาคม 2544 ณ สถานีวิจัยลำตะคอง อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

[2] ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มโรงงานที่ผลิตปลาซาดีนกระป๋องเพียงอย่างเดียว มีจำนวน 3 โรงงาน กำลังผลิต 24,500 ตัน/ปี ใช้วัตถุดิบทั้งหมด 25,600 ตัน/ปี มีปริมาณของเหลือใช้ 6,500 ตัน/ปี แบ่งเป็น เหงือก พุง และเลือด 2,250 ตัน/ปี และเป็นส่วนของหัวและก้าง 2,250 ตัน/ปี และอื่นๆ อีก 2,000 ตัน/ปี

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มโรงงานที่ทำการผลิตปลาทูน่ากระป๋องและปลาซาดีนกระป๋อง มีจำนวน 4 โรงงาน ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต 98,500 ตัน/ปี จากปริมาณการผลิต 89,000 ตัน/ปี โดยมีของเหลือใช้ทั้งหมด 24,578 ตัน/ปี โดยแบ่งเป็นชนิดของเหงือก พุง และเลือด 8,088 ตัน/ปี หัวและก้าง 16,490 ตัน/ปี

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มโรงงานที่ทำการผลิตปลาทูน่ากระป๋องและอื่นๆ มีจำนวน 2 โรงงาน ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต 4,505 ตัน/ปี จากปริมาณการผลิต 50,020 ตัน/ปี โดยมีของเหลือใช้ทั้งหมด 4,508 ตัน/ปี โดยแบ่งเป็นชนิดของเหงือก พุง และเลือด 3,502 ตัน/ปี หัวและก้าง 3,502 ตัน/ปี

กลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มโรงงานที่ทำการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง, ปลาซาดีนกระป๋องและอื่นๆ มีจำนวน 3 โรงงาน ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต 155,300 ตัน/ปี จากปริมาณการผลิต 142,400 ตัน/ปี โดยมีของเหลือใช้ทั้งหมด 66,200 ตัน/ปี โดยแบ่งเป็นชนิดของเหงือก พุง และเลือด 11,120 ตัน/ปี หัวและก้าง 31,030 ตัน/ปี และอื่น ๆ เช่นเปลือกกุ้งและเปลือกหอย 33,050 ตัน/ปี

กลุ่มที่ 6 เป็นกลุ่มโรงงานอื่นๆ มีจำนวน 3 โรงงาน ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต 15,250 ตัน/ปี มีปริมาณการผลิต 26,300 ตัน/ปี โดยมีของเหลือใช้ทั้งหมด 351 ตัน/ปี โดยแบ่งเป็นชนิดของเหงือก พุง และเลือด 44 ตัน/ปี หัวและก้าง 44 ตัน/ปี และอื่น ๆ เช่น เปลือกกุ้งและเปลือกหอย 267 ตัน/ปี

ดังนั้นเมื่อนำข้อมูลกำลังการผลิตของทั้ง 22 โรงงานมารวมกันพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมปลากระป๋อง มีของเสียรวมทั้งสิ้น 132,728 ตัน/ปี แยกเป็นเหงือก พุง และเลือด 34,144 ตัน/ปี หัวและก้าง 63,066 ตัน/ปี และเปลือกหอยอีก 35,517 ตัน/ปี

**ตารางที่ 26** รายชื่อโรงงาน ชนิดผลิตภัณฑ์และปริมาณวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน

| ชื่อโรงงาน | วัตถุดิบ (ตัน/ปี) | กำลังการผลิต (ตัน/ปี) | ปริมาณของเสีย (ตัน/ปี) |
|---|---|---|---|
| **โรงงานปลาทูน่า** | | | |
| บริษัท ยูนิคอร์ด จำกัด (มหาชน) | 36,000 | 3,600 | 13,320 |
| บริษัท อาร์เอสแคนเนอรี่ จำกัด | 15,000 | 7,500 | 3,300 |

**ตารางที่ 26 (ต่อ)**

| ชื่อโรงงาน | วัตถุดิบ (ตัน/ปี) | กำลังการผลิต (ตัน/ปี) | ปริมาณของเสีย (ตัน/ปี) |
|---|---|---|---|
| บริษัท ศรีสุทธิกุล จำกัด | 13,000 | 11,000 | 3,700 |
| บริษัท บีแอนด์เอ็ม จำกัด | n.a. | n.a. | n.a |
| บริษัท ผลิตภัณฑ์อาหารกว้างไพศาล จำกัด | 3,450 | 1,200 | 1,270 |
| **รวม** | **67,450** | **55,700** | **21,590** |
| **โรงงานปลาซาดีน** | | | |
| บริษัท ซีฮอร์ส จำกัด (มหาชน) | 8,800 | 8,000 | 2,000 |
| บริษัท รอแยลแคนนิ่ง จำกัด | 15,000 | 15,000 | 4,500 |
| บริษัท เกรียงฮัว จำกัด | 1,800 | 1,500 | n.a. |
| **รวม** | **25,600** | **24,500** | **21,590** |
| **โรงงานปลาทูน่าและปลาซาดีน** | | | |
| บริษัท Southeast Asian Packing and Canning | 27,000 | 17,800 | 6,200 |
| บริษัท ณรงค์แคนนิ่ง จำกัด | 9,000 | 10,000 | 2,628 |
| บริษัท ไทยอกริฟู้ด จำกัด (มหาชน) | 15,500 | 15,500 | 4,000 |
| **รวม** | **98,500** | **90,300** | **24,578** |
| **โรงงานปลาทูน่ากระป๋องและอื่น ๆ** | | | |
| บริษัท เอสพีไอ แคนนิ่ง จำกัด | 20 | 20 | 5 |
| บริษัท โชติวัฒน์อุตสาหกรรมการผลิต จำกัด | 50,000 | 50,000 | 4,500 |
| **รวม** | **50,020** | **50,020** | **4,505** |
| **โรงงานปลาทูน่ากระป๋อง, ซาดีนกระป๋องและอื่น ๆ** | | | |
| บริษัท พัทยาฟู้ดอินดัสตรี จำกัด | 38,800 | 20,400 | 8,200 |
| บริษัท ไฮคิวฟูดส์โปรดักส์ จำกัด | n.a. | n.a. | n.a. |
| บริษัทไทยรวมสินพัฒนาอุตสาหกรรม จำกัด | 116,500 | 92,000 | 58,000 |
| **รวม** | **155,300** | **142,400** | **66,200** |

**ตารางที่ 26 (ต่อ)**

| ชื่อโรงงาน | วัตถุดิบ (ตัน/ปี) | กำลังการผลิต (ตัน/ปี) | ปริมาณของเสีย (ตัน/ปี) |
|---|---|---|---|
| **อื่น ๆ** | | | |
| บริษัท เกรียงฮวดซีกุลเทรดดิ้ง จำกัด | 300 | 300 | 200 |
| บริษัท แพนเอเชีย (1981) จำกัด | 5,000 | 5,000 | 100 |
| บริษัท เอสพีไอฟีด จำกัด | 50 | 18,000 | n.a. |
| บริษัท สยามโภชนาการ จำกัด | 10,000 | 3,000 | 51 |
| บริษัท คอนติเนนตับแปซิฟิค จำกัด | n.a. | n.a. | n.a. |
| **รวม** | **15,350** | **26,200** | **351** |

จะเห็นได้ว่าของเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมปลากระป๋องมีปริมาณค่อนข้างมาก ซึ่งโดยปกติแล้วโรงงานที่มีขนาดใหญ่เท่านั้นที่จะนำเศษเหลือเหล่านี้ใช้ทำปลาป่น ที่เหลือจะผ่านเข้ากระบวนการบำบัดน้ำเสียก่อนแล้วจึงปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ ส่วนโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กมักไม่มีกระบวนการผลิตปลาป่นจึงต้องจำหน่ายวัตถุดิบเหล่านี้ให้แก่โรงงานปลาป่น ดังนั้นหากพิจารณาในประเด็นของโรงงานขนาดเล็กและขนาดกลางแล้ว เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จึงน่าจะเป็นทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้ประกอบการ ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยปลาจะใช้ต้นทุนและเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีต้นทุนต่ำกว่าการผลิตปลาป่นประกอบกับวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมปลากระป๋องมีคุณสมบัติบางประการที่เหมาะสมที่จะไปใช้ในการผลิตเป็นปุ๋ย ดังนั้นหากพิจารณาในแง่ศักยภาพของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในเชิงอุตสาหกรรมมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้ ของเหลือใช้จากปลาสามารถนำมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้เนื่องจากของเหลือใช้มีองค์ประกอบของธาตุอาหารพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ซึ่งได้มาจากส่วนของโปรตีน ฟอสฟอรัสและแคลเซียมได้จากส่วนของกระดูกและหัวปลา แต่เนื่องจากวัสดุเหลือใช้เหล่านี้ไม่สามารถนำมาใช้โดยตรงได้เนื่องจากมีกลิ่นรุนแรง จากการศึกษาของหาญบรรจงและคณะ (2533) ได้ทำการศึกษาแร่ธาตุของวัสดุเหลือใช้จากการทำปลาป่น พบว่ามีองค์ประกอบจของโปรตีนร้อยละ 58 ไขมัน 8.7 เยื่อใย 1.57 เถ้า 20.7 แคลเซียม 5.9 และฟอสฟอรัส 3.1 ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ ในทางการเกษตรแต่โบราณมีการใช้ปุ๋ยธรรมชาติที่ได้จากคนและสัตว์ ได้แก่ ปัสสาวะ อุจจาระของคน, มูลสัตว์เลี้ยงต่างๆ เช่น เลือดสด-แห้ง เลือดที่เสียแล้วจากโรงพยาบาลหรือเลือดแห้งจากโรงฆ่าสัตว์ นำมาผสมกับน้ำรดต้นไม้ใบจะงามเขียวเข้มจนสังเหตุได้ ในเลือดปลามีธาตุไนโตรเจนสูง น้ำคาวปลามีทั้งเลือด เกล็ดและเมือก นำไปรวมกับน้ำซาวข้าว แล้วนำไปรดต้นสะระแหน่ มะลิ ไม้กระถางอื่นๆ พืชจะงอกงามดี แต่น้ำคาวปลาทะเลยังมีคุณภาพไม่เท่าน้ำคาวปลาน้ำจืด ซึ่งอาจจะเป็นเพราะความเค็มที่ติดมากับปลา ปลาหมักพวกเศษปลาช่อน ปลาดุก ปลานิลและปลาน้ำจืดทุกชนิด นำมาหมักกับน้ำทิ้งจนเน่าเปื่อยผุพัง ตักน้ำปลาหมักนี้มาผสมน้ำรดต้นไม้ได้ดีมาก บางครั้งอาจเรียกว่า "ปลาเน่า" เมื่อนำไปใส่โคนต้นไม้ผล

นอกจากทรงพุ่มมีการเจริญเติบโตดีแล้ว ยังช่วยให้ผลไม้มีรดชาดดี กากกุ้งก็เช่นกันเมื่อนำไปใส่เป็นปุ๋ยแก่ต้นไม้ เช่น ต้นข้าวโพด ผักจะมีคุณภาพดีและรสชาดดียิ่งขึ้น Mathur et al. (1986) ได้ทดลองทำปุ๋ยหมักจากเศษปลาโดยใส่พีทเข้าไปผสมด้วย พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซแอมโมเนียมออกมาในระหว่างการหมัก. หลังจากการหมักจะได้แอมโมเนียม กรด อินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุที่มีลักษณะค่อนข้างเหลวและมีเยื่อใยของพีทสูง ซึ่งมีคุณภาพในการบำรุงดินดีมาก โดยได้มีการนำปุ๋ยดังกล่าวมาใช้ในประเทศแคนาดา. ต่อมา Matin และ Chintalapati (1989) ได้ร่วมกันทำการผลิตปุ๋ยน้ำโดยใช้อินทรีย์วัตถุจากเศษปลา นำมาหมักเข้าด้วยกันตามกรรมวิธีของ Mathur พบว่ามีการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Scytalidium acidophilum* เกิดขึ้นด้วย ทำให้ปุ๋ยมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนสูงขึ้น. ซึ่งปุ๋ยนี้เป็นแหล่งธาตุอาหารที่ดีมากสำหรับการเจริญเติบโตของราและไม่จำเป็นต้องเพิ่มธาตุอาหาร เนื่องจากมีอัตราส่วนของธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนเพียงพอที่จะใช้เป็นปุ๋ยได้โดยไม่ส่งกลิ่นเหม็น

## 2. ธาตุอาหารพืชที่พบในปลาและของเหลือใช้จากปลา

แร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของปลาขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมที่ปลาอาศัยอยู่ คือน้ำและอาหารที่ปลากิน แร่ธาตุที่พบทั้งในปลาน้ำจืดและน้ำเค็มมีประมาณ 60 ชนิด ออกซิเจน 75% ไฮโดรเจน 10% คาร์บอน 9.5% ไนโตรเจน 2.5-3.0% แคลเซียม 1.2-1.5% ฟอสฟอรัส 0.6-0.8% กำมะถัน 0.3% ส่วนแร่ธาตุอื่นมีอยู่ในปริมาณที่น้อยมาก ปลาทูน่าจัดเป็นปลาที่มีไขมันต่ำ เนื้อเยื่อปลามีส่วนประกอบของไนโตรเจน 19-20% เกล็ดปลามีไนโตรเจน 2.5-3.5% อยู่ในรูปโปรคอลลา-เจน แร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของปลาและมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมีดังต่อไปนี้

**แคลเซียม** เป็นธาตุที่พบมากในกระดูกและเกล็ดของปลา รวมเป็นประมาณ 99% ของแคลเซียมทั้งหมดที่มีในตัวปลา ส่วนอื่ 1% พบในเลือดและเนื้อเยื่อ หรือปลามีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบประมาณ 0.5-1% ของน้ำหนักตัว โดยทั่วไปปลาส่วนมากจะมีสัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสในกระดูกและเกล็ดรวมกันประมาณ 1.5-2.1:1 และสัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสในตัวปลาทั้งหมดประมาณ 0.7-1.6:1

**ฟอสฟอรัส** ส่วนมากพบในกระดูกและเกล็ดปลารวมกันประมาณ 85-90% ของฟอสฟอรัสทั้งหมดที่มีในตัวปลา หรือมีฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบประมาณ 0.4-0.5% ของน้ำหนักตัวปลา ฟอสฟอรัสบางส่วนที่มีในกระดูกของปลาจะรวมกับแคลเซียมได้สารประกอบที่เรียกว่าอะพาไทต์ (apatite) หรือไตรแคลเซียมฟอสเฟต (tricalcium phosphate) ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ถูกนำไปทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของกระดูกและเกล็ดปลาสำหรับฟอสฟอรัสที่เหลือประมาณ10-15% ซึ่งพบในเลือดและเนื้อเยื่อจะถูกนำมาใช้ในกระบวนการเมทาบอลิซึ่มที่สำคัญของร่างกาย

**แมกนีเซียม** พบมากในกระดูกและเกล็ดปลารวมกันประมาณ 70% ส่วนที่เหลืออีก 30% พบอยู่ในเลือดและเนื้อเยื่อ

**โซเดียม** โพแทสเซียมคลอไรด์ จัดเป็นสารอิเล็คโทรไลด์หรือสารบัฟเฟอร์ที่พบมากที่สุดในร่างกายของสิ่งมีชีวิต โซเดียมคลอไรด์เป็นสารอิเล็คโทรไลด์ที่มีประจุบวก และพบเฉพาะในพลาสมาหรือของเหลวภายนอกเซลล์

**กำมะถัน** เป็นสารอิเล็คโทรไลด์ที่พบภายในเซลล์ พบทั่วไปในไซโทพลาสซึมของเซลล์เลือดและสะสมในกล้ามเนื้อในรูปสารอินทรีย์ในปริมาณที่น้อยมาก

**เหล็ก** ในเลือดปลาพบว่ามีเหล็กถึง 70% ซึ่งเป็นองค์ประกบอของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ส่วนที่เหลือ 30% พบสะสมในตัวปลา ม้าม และกล้ามเนื้อ ดังนั้นเหล็กจึงมีความสำคัญต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง

**ทองแดง** ส่วนมากจะรวมตัวกับโปรตีนได้สารประกอบที่ชื่อว่าซีรูพลาสมิน ซึ่งจะพบทั่วไปในเนื้อเยื่อต่าง ๆ แต่จะพบปริมาณมากที่สมอง หัวใจ ตับ ไต ตา และเลือด

**แมงกานีส** พบทั่วไปในเนื้อเยื่อปลา แต่จะพบมากที่สุดบริเวณกระดูก โดยจะพบบริเวณตับ กล้ามเนื้อ ไต รังไข่ อัณฑะ และผิวหนัง ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่ามีธาตุสังกะสี ซิลิเนียม ไอโอดีน โคบอลต์ และอื่นๆ

**3. ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยปลา**

การผลิตปุ๋ยปลาใช้วิธีการเดียวกันกับการผลิตปลาหมัก (Fish Silage) โดยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพ การย่อยสลายจะใช้เอนไซม์ที่ผลิตขึ้นเองโดยธรรมชาติจากปลาเป็นตัวย่อยสลาย โดยปกติวิธีการทำปุ๋ยปลาจะใช้กรดหรือจุลินทรีย์ เพื่อปรับสภาวะให้เหมาะสมต่อการย่อยสลายโปรตีนและขณะเดียวกันยังช่วยควบคุมไม่ให้จุลินทรีย์ชนิดอื่นเจริญเติบโต ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีระยะเวลาการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น

กรดที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยปลาสามารถใช้ได้กรดอนินทรีย์ ได้แก่ กรดเกลือ (Hydro-chloric acid) กรดกำมะถัน (Sulfuric acid) และกรดฟอสฟอริด (Phosphoric acid) โดยใช้ในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 3 ส่วนกรดอินทรีย์ที่นิยมใช้กัน คือ กรดมด (formic acid) ซึ่งใช้ความเข้มข้นตั้งแต่ 2.0%-3.5% นอกจากนี้การทำปุ๋ยปลายังสามารถใช้จุลินทรีย์ จุลินทรีย์หลายสายพันธุ์สามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีในของเหลือใช้จากปลา ได้แก่ Yeast และ *Lactobacillus plantarum* และพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากเชื้อโรคกลุ่ม Coliform และ Salmonella

ปุ๋ยปลาสามารถผลิตได้โดยการนำเอาพุงปลาและเลือดปลามาทำการบดให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ เหล่านี้มีขนาดเล็กลง จากนั้นนำไปหมักโดยใช้กรดมดเข้มข้น (formic acid) หรือกรดน้ำส้มสายชูเข้มข้น (Acetic acid) ในปริมาณร้อยละ 3.5 มาผสมให้เข้ากันกับพุงปลาและเลือด (สาเหตุที่ต้องให้กรดลงไปเพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ชนิดอื่นลงไปเจริญเติบโต จะทำให้พุงปลาและเลือดปลาเน่ามีกลิ่นเหม็น) นอกจากนี้ยังต้องเติมกากน้ำตาลในปริมาณร้อยละ 20 เพื่อช่วยดับกลิ่นคาวจากเศษปลา จากนั้นทำการคนให้เข้ากันและคนติดต่อกันอย่างน้อยเป็นเวลา 7 วัน ในระยะนี้จะสังเกตุเห็นว่าพุงปลาเริ่มมีการละลายออกมาเป็นสารละลายเกือบหมดแล้ว ทำการหมักต่อไปอีกเป็นเวลา 21 วัน ในระหว่างนี้ทำการคนปุ๋ยปลาเป็นครั้งเป็นคราว การหมักปุ๋ยปลาถ้าใช้เวลานานจะได้ปุ๋ยปลาที่มีคุณภาพและกลิ่นที่ดี บางครั้งการหมักปุ๋ยปลาที่ได้จะมีคุณภาพของปุ๋ยมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบและกระบวนการหมัก แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 3-5% ฟอสฟอรัส 1-2% และโพแตสเซียม 0.5-1% และมีจุลธาตุดังกล่าวข้างต้นและมีขั้นตอนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 16

**4. การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยปลา**

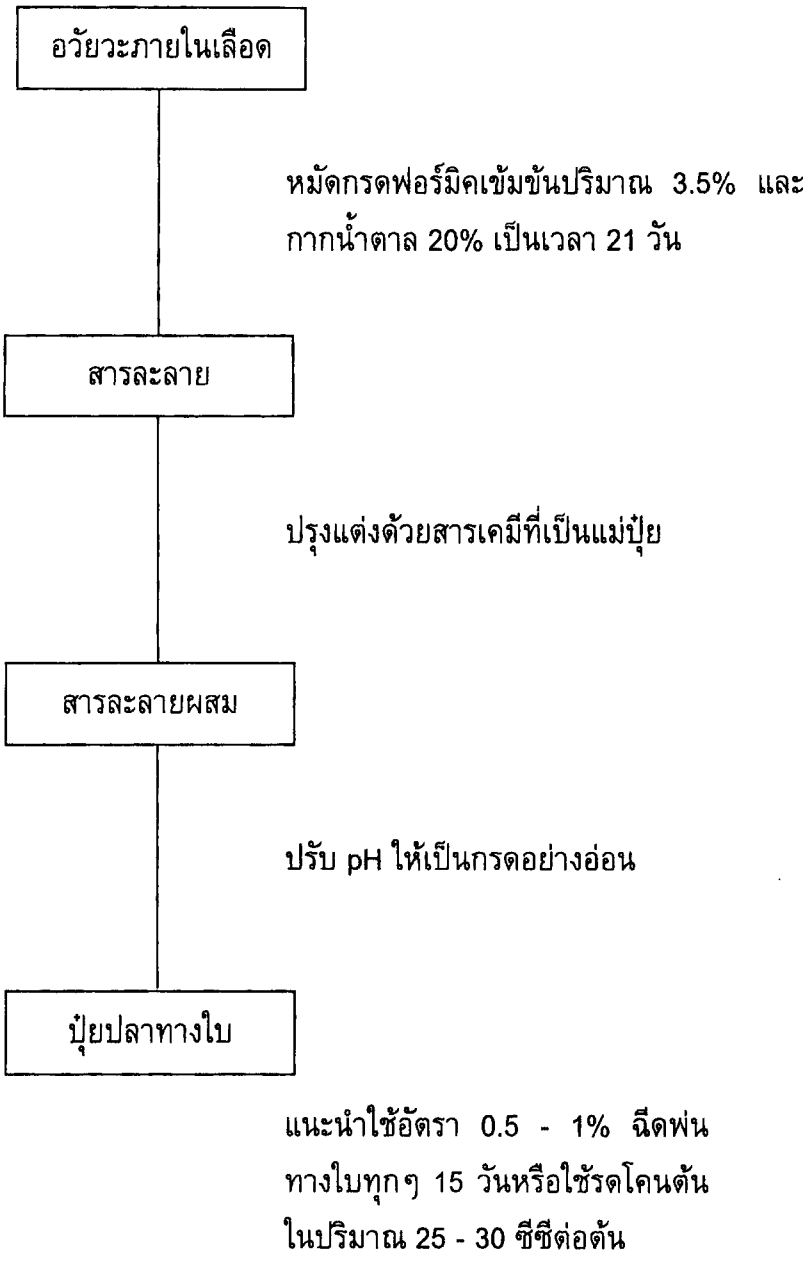
1. การศึกษาการตอบสนองของข้าวต่อการใช้ปุ๋ยปลาในรูปของสารละลายโดยใส่โดยตรงให้กับข้าว

ในสภาพดินไร่

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปุ๋ยปลาที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายในรูปสารละลายโดยการใส่โดยตรงให้แก่ข้าว เพื่อศึกษาการตอบสนองในสภาพดินไร่ เพื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยปลาเชิงการค้าที่มีจำหน่าย

ปุ๋ยปลาเชิงการค้า เป็นปุ๋ยปลาซึ่งซื้อจากท้องตลาด ชื่อทางการค้าว่า "Fogg-it" เป็นของเหลวสีน้ำตาล มีกลิ่นคาวเล็กน้อย บรรจุขวดพลาสติก ปริมาตร 4.5 ลิตร มีปริมาณธาตุอาหารบนฉลากประกอบด้วย ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ชนิดละร้อยละ 5 ผลวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 27

# การผลิตปุ๋ยปลาชนิดทางใบ




**ภาพที่ 16** แสดงขั้นตอนการผลิตปุ๋ยปลา

**ตารางที่ 27** ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช (%) ของปุ๋ยปลาเชิงการค้า และปุ๋ยปลา วท. ที่ใช้เป็นปุ๋ยทางใบในข้าว

| ธาตุอาหารพืช | ปริมาณ (%) | |
|---|---|---|
| | ปุ๋ยปลาเชิงการค้า | ปุ๋ยปลา วท. |
| ไนโตรเจน | 3.85 | 3.28 |
| ฟอสฟอรัส | 1.25 | 8.48 |
| โปแตสเซียม | 0.30 | 0.15 |
| แคลเซียม | 0.50 | 0.48 |
| แมกนีเซียม | 0.08 | 0.08 |
| เหล็ก | 0.02 | 0.15 |
| สังกะสี | 0.01 | 0.35 |
| แมงกานีส | 0.01 | 1.00 |
| ทองแดง | น้อยมาก | 0.05 |

จากการทดลองพบว่าข้าวพันธุ์กู้เมืองหลวงจะตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีดีที่สุดที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ คือมีน้ำหนักแห้ง 9.75 กรัมต่อกระถาง รองลงมาคือปุ๋ยปลาจาก วท. อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักแห้ง 8.71 กรัมต่อกระถาง. ส่วนปุ๋ยปลา Fogg-it มีน้ำหนักสูงสุดที่อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ คือ 7.49 กรัมต่อกระถาง ซึ่งผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยปลาจาก วท.สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้โดยตรง

**5. การศึกษาการตอบสนองของข้าวต่อการใช้ปุ๋ยปลาเป็นปุ๋ยทางใบ**

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยปลาซึ่งได้จากการย่อยเศษปลาที่มีผลในการใช้เป็นปุ๋ยทางใบ เพื่อดูการตอบสนองของข้าวด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต, ขณะเดียวกันจะได้ทราบถึงอัตราที่เหมาะสมหากนำปุ๋ยปลามาใช้เป็นปุ๋ยทางใบ โดยใช้ข้าวเป็นพืชทดสอบ

ผลการทดลองพบว่าการฉีดพ่นปุ๋ยปลาเชิงการค้า "Fogg-it" และปุ๋ยปลาจาก วท. ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยรองพื้น มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าวสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยรองพื้นเพียงอย่างเดียว. จากตารางที่ 28 จะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยปลาเชิงการค้า "Fogg-it" และปุ๋ยปลาจาก วท. จะให้ประสิทธิภาพการเพิ่มผลผลิตของข้าวไม่แตกต่างกัน, และพบว่า ณ อัตราปุ๋ยเคมีรองพื้น 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ อัตราของปุ๋ยปลาทั้ง 2 ชนิดอัตราที่เหมาะสมคืออัตราร้อยละ 1.0 คือทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 32 เหนือกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยรองพื้นเพียงอย่างเดียว

**ตารางที่ 28** การเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวด้านน้ำหนักเมล็ดดี (กรัมต่อกระถาง) ของการฉีดปุ๋ยทางใบของปุ๋ยปลาที่ผลิตจาก วท. เปรียบเทียบกับปุ๋ยปลาเชิงการค้าในอัตราเดียวกัน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 16-16-8 อัตราต่างๆ

| กรรมวิธี | น้ำหนักเมล็ด (กรัมต่อกระถาง) | |
|---|---|---|
| | ปุ๋ยเคมี 12.5 กก./ไร่ | ปุ๋ยเคมี 25 กก./ไร่ |
| ไม่มีการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ | 1.90 (100) | 2.28 (100) |
| ปุ๋ยปลาเชิงการค้า 0.2% | 1.95 (103) | 2.38 (104) |
| ปุ๋ยปลาเชิงการค้า 0.5% | 2.06 (108) | 2.55 (112) |
| ปุ๋ยปลาเชิงการค้า 1.0% | 2.50 (132) | 2.47 (108) |
| ค่าเฉลี่ย | 2.17 (114) | 2.47 (108) |
| ปุ๋ยปลา วท. 0.2% | 1.51 (79) | 2.38 (104) |
| ปุ๋ยปลา วท. 0.5% | 2.24 (118) | 2.58 (113) |
| ปุ๋ยปลา วท. 1.0% | 2.53 (133) | 2.87 (126) |
| ค่าเฉลี่ย | 2.09 (110) | 2.61 (114) |
| F-test | ** | ** |
| LSD 0.01 | 0.95 | 0.95 |
| CV. (%) | 19.5 | 19.5 |

นอกจากนี้ยังได้ทำการทดลองปุ๋ยปลาโดยฉีดพ่นทางใบโดยใช้อัตราความเข้มข้น 0.5% ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ พบว่าการฉีดปุ๋ยปลา วท. 6 ที่ความเข้มข้น 0.5% มีน้ำหนักสดเฉลี่ยหนัก 83.8 กรัม/กระถาง ซึ่งมีน้ำหนักสดสูงกว่าการฉีดปุ๋ยปลา Fogg-it และปุ๋ยปลา Atlas ที่อัตราเดียวกัน ซึ่งมีน้ำหนักสด 48.1 กรัม/กระถาง และ 47.47กรัม/กระถาง ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ มีน้ำหนักสดผักกาดเขียวปลี 20.9 กรัม/กระถาง ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักสด 14.6 กรัม/กระถาง เท่านั้น

**ตารางที่ 29** แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของผักกาดเขียวปลี เมื่ออายุ 60 วัน

| ชนิดของปุ๋ย | | น้ำหนักเฉลี่ยของผักกาดเขียวปลี (กรัม) | |
|---|---|---|---|
| | | น้ำหนักสด | น้ำหนักแห้ง |
| $T_1$ Control | | 14.59 | 1.96 |
| $T_2$ 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ | | 20.88 | 2.76 |
| $T_3$ 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ + Fogg-it | 0.5% | 48.05 | 5.70 |
| $T_4$ 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ + Atlas | 0.5% | 47.47 | 5.36 |
| $T_5$ 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ + วท. 1 | 0.5% | 32.76 | 3.89 |
| $T_6$ 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ + วท. 2 | 0.5% | 50.12 | 5.31 |
| $T_7$ 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ + วท. 3 | 0.5% | 32.20 | 4.07 |

**ตารางที่ 29** (ต่อ)

| ชนิดของปุ๋ย | | น้ำหนักเฉลี่ยของผักกาดเขียวปลี (กรัม) | |
|---|---|---|---|
| | | น้ำหนักสด | น้ำหนักแห้ง |
| $T_8$ 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ + วท. 4 | 0.5% | 35.61 | 4.34 |
| $T_9$ 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ + วท. 5 | 0.5% | 46.60 | 5.16 |
| $T_{10}$ 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ + วท. 6 | 0.5% | 83.81 | 7.96 |
| T-test | | ** | ** |
| LSD | | 3.53 | 0.65 |
| CV% | | 4.37 | 7.13 |

จากผลของการทดลองนี้ผลสรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยปลาในรูปสารละลายสามารถใช้ได้โดยตรง โดยให้ทางดินในอัตราที่เหมาะสมคือ 50 กิโลกรัมต่อไร่ จะให้ผลการตอบสนองของพืชดีเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ในระดับเรือนทดลองและารใช้ปุ๋ยปลาสามารถใช้เป็นปุ๋ยทางใบ โดยใส่ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยรองพื้นและฉีดพ่นปุ๋ยอินทรีย์จากปลาทางใบ จะช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวร้อยละ 30 ที่อัตราการฉีดร้อยละ 1.0 ในระดับการทดลองในเรือนทดลอง

ปกติแนะนำให้ใช้เป็นปุ๋ยทางใบในอัตราส่วน 0.5-1.0% ปุ๋ยปลา น้ำ เท่ากับ 1:100 ฉีดพ่นทางใบหรือรดโคนต้นทุกๆ 15 วัน เพื่อใช้เป็นธาตุอาหารเสริมหลังจากใส่ปุ๋ยเคมีทางดินแล้วข้อดีของปุ๋ยปลาพบว่าในปุ๋ยปลาจะมีไขมันปลาที่ติดมากับชิ้นส่วนปลา ซึ่งไขมันเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นสารจับใบ ช่วยทำให้การใช้ปุ๋ยทางใบมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

การผลิตปุ๋ยปลาจากวัสดุเหลือใช้เป็นเทคโนโลยีที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้ดำเนินการวิจัยและค้นคว้าออกมาจนเป็นรูปผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตปุ๋ยปลาเป็นกระบวนการที่ทาง วท. ได้ปรับปรุงจนเป็นวิธีง่ายๆ และเหมาะสมสำหรับผู้สนใจที่จะนำไปปฏิบัติและใช้เองในพื้นที่ของตนเอง วท. หวังว่าเทคโนโลยีดังกล่าวคงเป็นประโยชน์สำหรับท่านไม่มากก็น้อย ขณะนี้ วท. ได้จัดเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตปุ๋ยปลาไว้ หากท่านผู้ใดสนใจก็แวะเข้ามาเยี่ยมชมได้ทุกวันในเวลาราชการ

## 6. แนวทางการใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพในอนาคต

เนื่องจากการผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ได้จากพืชหรือที่ได้มาจากสัตว์นั้นมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อหาวิธีกำจัดวัสดุเหลือใช้จากครัวเรือนหรือจากอุตสาหกรรมนำกลับไปใช้ประโยชน์ เพื่อลดปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม การนำปุ๋ยน้ำชีวภาพไปใช้ประโยชน์นั้นหากคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารพืชพบว่าปุ๋ยน้ำชีวภาพที่ผลิตจากวัตถุดิบที่มีปริมาณโปรตีนสูงๆ จะสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้ดี หากมีปริมาณโปรตีนต่ำแล้วก็น่าจะนำมาใช้ประโยชน์ ในแง่การบำบัดน้ำเสีย หรือการบำบัดน้ำเสียในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าปุ๋ยน้ำชีวภาพประกอบด้วยจุลินทรีย์กลุ่ม Probitics ซึ่งเป็น

จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตและการป้องกันโรคของสัตว์ ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้ผสมอาหารให้แก่สัตว์กินได้ แต่อย่างไรก็ตามหากได้ทำการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในแต่ละประเภทของปุ๋ยน้ำชีวภาพก็สามารถกำหนดวิธีการใช้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรเป็นอย่างมาก

## 7. การผลิตปุ๋ยปลาชนิดเม็ด

การผลิตปุ๋ยปลาชนิดเม็ดมีวัตถุประสงค์เพื่อนำสารละลายที่ได้จากการย่อยสลายเศษปลามาใช้ในทางการเกษตรโดยสามารถปั้นเป็นเม็ดเพื่อให้การใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น เป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารหรือให้กับวัสดุเหล่านั้นอีกทางหนึ่งด้วย

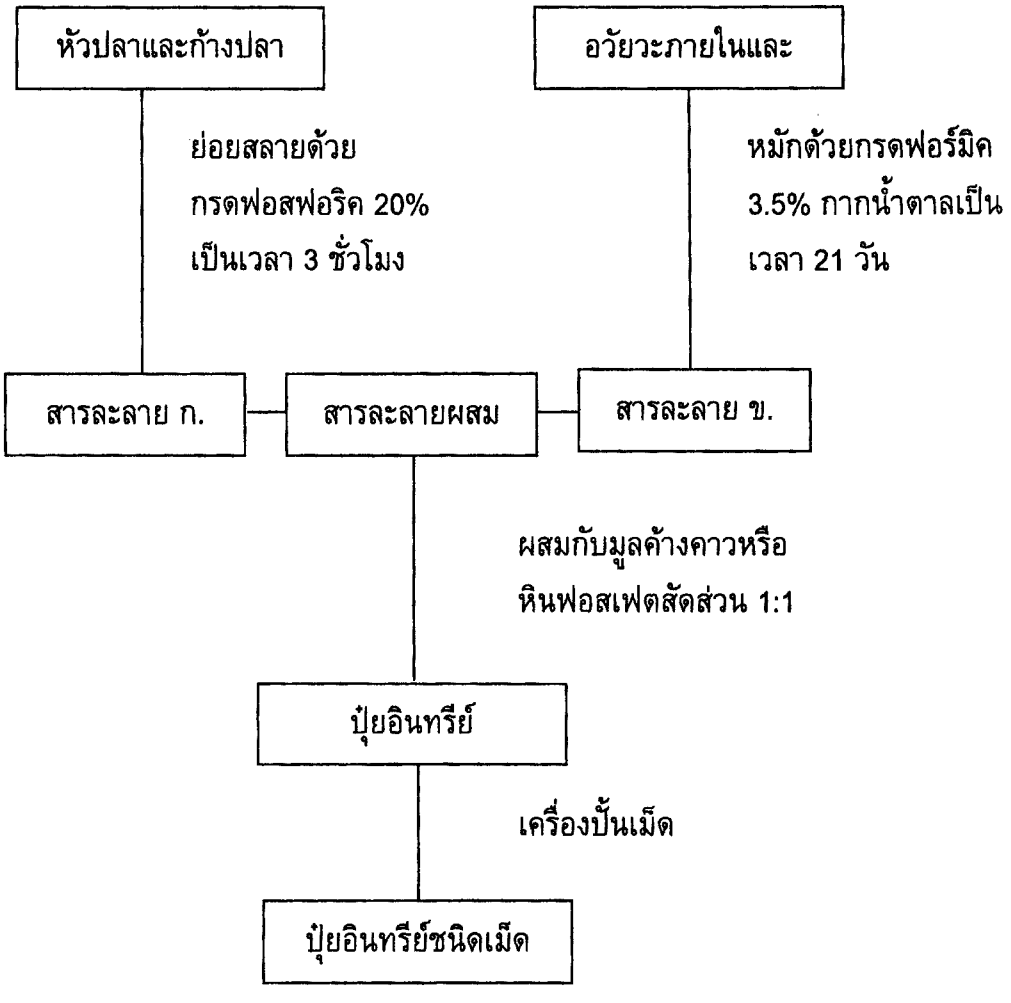
### อุปกรณ์

1. หัวปลา, ก้างปลา อวัยวะภายในของปลา
2. เครื่องบด
3. ถังหมัก
4. เครื่องย่อยสลายเศษปลา
5. กรดฟอสฟอรัสเข้มข้น
6. กรดฟอร์มิคเข้มข้น
7. กากน้ำตาล
8. จานปั้นเม็ด
9. เครื่องอบแห้ง

### วิธีการ

โดยการนำวัตถุดิบ ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา และหางปลา มาทำการย่อยด้วยกรดฟอสฟอรัสความเข้มข้น 20% จากนั้นนำไปต้มใช้เวลา 3 ชั่วโมง ก็จะได้สารละลายข้นสีอมน้ำตาล นำมาผสมกับอวัยวะภายในปลา (หมักด้วยกรดฟอสฟอรัส 3% และกากน้ำตาลร้อยละ 20 เป็นเวลา 21 วัน) ในสัดส่วน 1:1 นำสารละลายที่ได้ไปผสมกับวัสดุรองรับ ได้แก่ มูลค้างคาว หรือหินฟอสเฟตในอัตราส่วน 15-20% จากนั้นนำไปปั้นเม็ดด้วยจานปั้นเม็ด ก็จะได้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมีปริมาณไนโตรเจน 3-5%, ฟอสฟอรัส 8-10% และโพแตสเซียม 0.5% ซึ่งปุ๋ยนี้เหมาะสำหรับใช้ในการเร่งดอกออกผลของต้นไม้

## การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเม็ด



## 8. การผลิตปุ๋ยปลาชนิดใช้ทางใบ

วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมปลากระป๋องจะมีปริมาณธาตุอาหารได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และจุลธาตุ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ผลิตเป็นปุ๋ยทางใบ ประกอบกับวัสดุเหลือใช้มีน้ำมันปลา ซึ่งใช้เป็นสารจับใบ และทำให้ธาตุอาหารสามารถซึมเข้าไปในใบพืชได้ดียิ่งขึ้น การผลิตปุ๋ยปลาชนิดทางใบมีดังต่อไปนี้

### อุปกรณ์

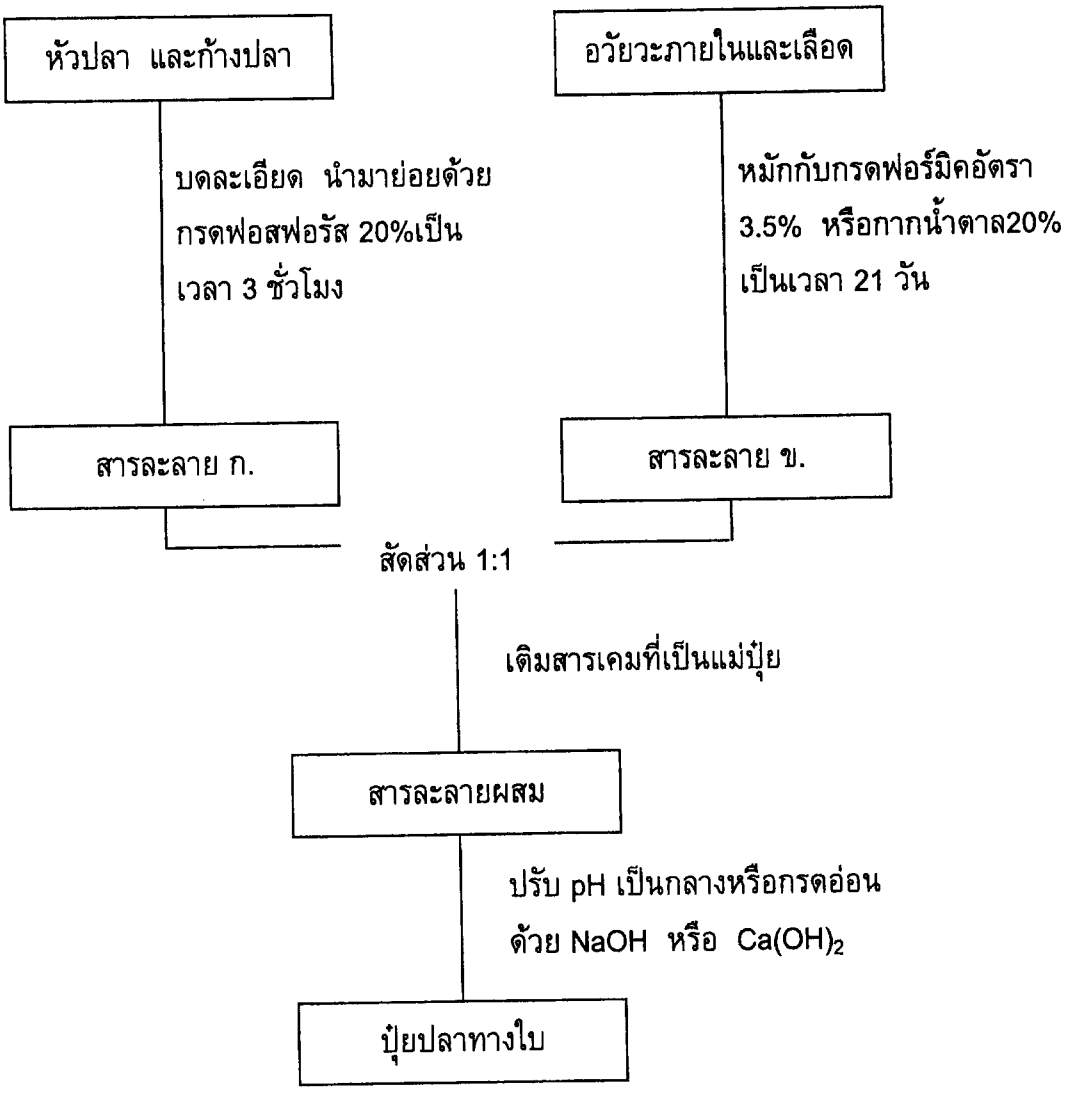
1. วัสดุเหลือใช้จากโรงงานปลากระป๋อง ได้แก่ หัวปลา หางปลา ก้างปลา อวัยวะภายในและเลือด
2. เครื่องบด
3. ถังหมัก
4. เครื่องย่อยสลายเศษปลา
5. กรดฟอสฟอรัสเข้มข้น
6. กรดฟอร์มิคเข้มข้น
7. เครื่องมือวัดความเป็นกรดเป็นด่าง
8. แม่ปุ๋ย
9. เครื่องกวน
10. เครื่องบรรจุปุ๋ย

### วิธีการ

โดยการนำวัสดุเหลือใช้ในส่วนของหัวปลา หางปลา ก้างปลา มาทำการต้มกับกรดฟอสฟอรัสที่มีความเข้มข้น 20% เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปผสมกับอวัยวะภายในของปลาที่ผ่านการหมักด้วยกรดฟอสฟอรัสเข้มข้น 3% เป็นเวลา 21 วัน นำส่วนผสมทั้ง 2 มาผสมกันในอัตราส่วน 1:1 นำสารละลายผสมที่ได้ไปทำการปรับ pH ให้มีค่าเป็นกลางหรือเป็นกรดอ่อน โดยใช้NaOH KOH หรือ $Ca(OH)_2$ อย่างใดอย่างหนึ่ง นำสารละลายที่ได้ไปทำให้ระเหยเข้มข้นจากนั้นจึงนำมาผสมสารเคมีเพื่อให้ได้สูตร 5-10-10 จากนั้นจึงนำไปบรรจุขวดขนาด 1,000 มิลลิลิตร

ปุ๋ยทางใบเหมาะสำหรับใช้เป็นปุ๋ยเสริมในกรณีที่พืชมีอาการขาดจุลธาตุหรือช่วยเร่งการออกดอก โดยการผสมปุ๋ยในอัตราส่วน 0.5-1% โดยปริมาณ

## การผลิตปุ๋ยปลาชนิดใช้ทางใบ



**9. การผลิตหัวอาหารสัตว์**

วัสดุเหลือใช้จากโรงงานปลากระป๋อง ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา และอวัยวะภายใน รวมทั้งเหลือเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรท ไขมัน และแร่ธาตุต่าง ๆ ดังนั้นการนำเอาวัสดุเหลือใช้มาผลิตเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนการใช้ปลาป่น จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่ง ซึ่งวิธีดังกล่าวจะเน้นการปฏิบัติโดยการทำเป็นปลาหมักจากนั้นนำไปผสมกับส่วนผสมของอาหารสัตว์ แล้วจึงทำการอัดเม็ดเป็นอาหารสัตว์

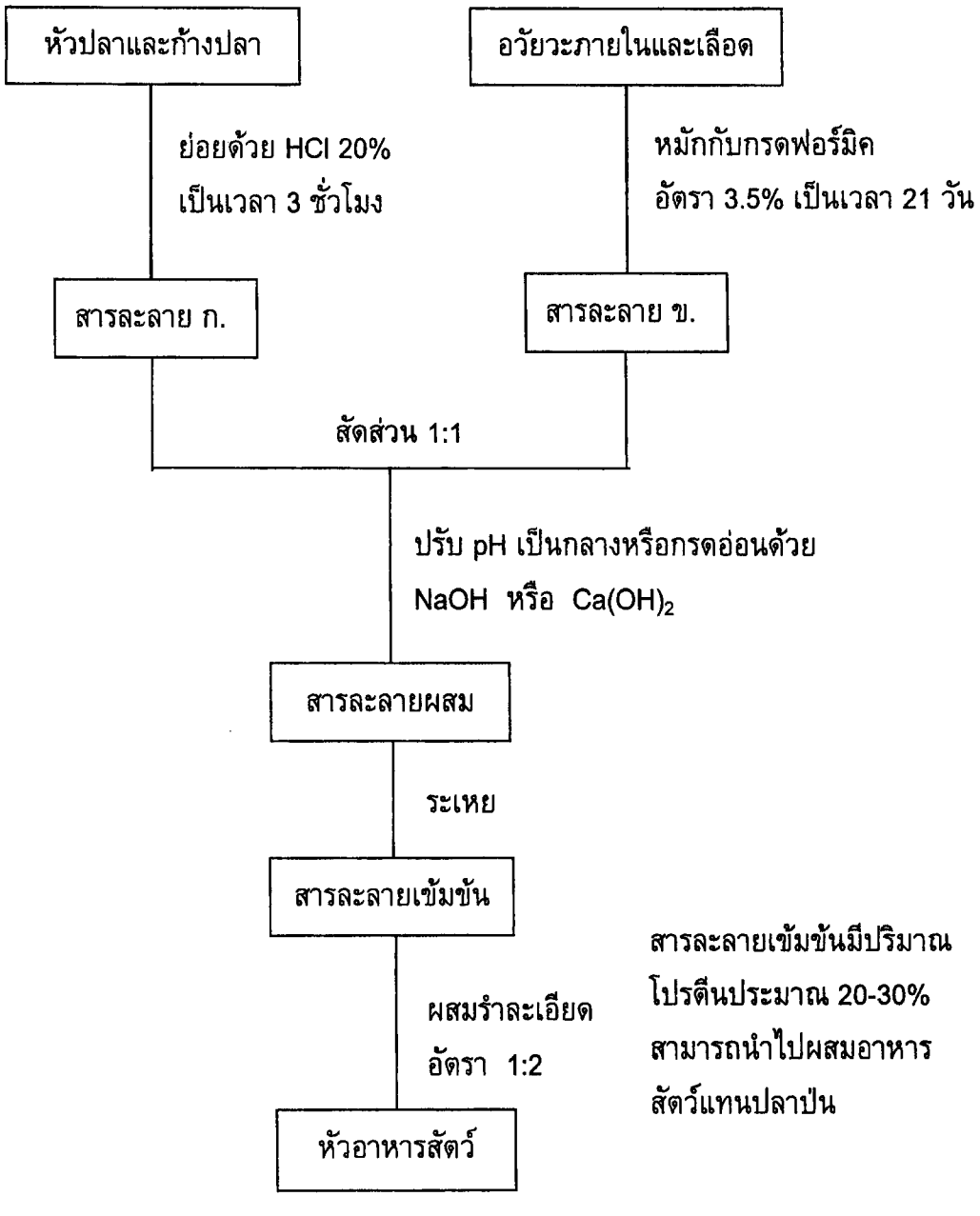
**อุปกรณ์**

1. วัสดุเหลือใช้จากโรงงานปลากระป๋อง ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา อวัยวะภายในและเลือด
2. เครื่องบด
3. ถังหมัก
4. เครื่องย่อยสลายเศษปลา
5. กรดเกลือเข้มข้น
6. กรดฟอร์มิคเข้มข้น
7. เครื่องมือวัดความเป็นกรดเป็นด่าง
8. รำละเอียด
9. เครื่องอัดเม็ดแบบ extrudor

**วิธีการ**

โดยการนำวัสดุเหลือใช้ในส่วนของหัวปลา, หางปลา และก้างปลามาต้นกับกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 20% เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำสารละลายที่ได้ไปผสมกับอวัยวะภายในของปลาที่ผ่านการหมักด้วยกรดฟอร์มิคอัตรา 3.5% เป็นเวลา 21 วัน ในอัตราส่วน 1:1 นำสารละลายที่ได้ไปทำการปรับ pH ให้มีค่าเป็นกลางหรือเป็นกรดอย่างอ่อนโดยใช้ NaOH หรือ $Ca(OH)_2$ นำสารละลายที่ได้ไปทำการระเหยให้มีความเข้มข้นสูง ๆ ด้วยเครื่องระเหย เพื่อให้มีความเข้มข้นสูง ๆ จากนั้นจึงนำไปผสมกับรำละเอียดในสัดส่วน รำละเอียด : สารละลายปลา 2:1 นำไปอัดเม็ดจะได้หัวอาหารสัตว์ที่มีปริมาณโปรตีน 10-15% ใช้เป็นหัวอาหารสำหรับผสมในอาหารสัตว์

## การผลิตอาหารสัตว์



## 10. เอกสารอ้างอิง


เฉลิมราช วันทวิน และคณะ. (2537) **การแยกโปรตีนน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมปลากระป๋อง**.กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมองค์กรความร่วมมือเยอรมัน (GZT) สถาบันพัฒนาและฝึกอบรม โรงงานต้นแบบ ศูนย์การศึกษาต่อเนื่อง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี : 1-31.

บริษัท แปซิฟิกแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด. (2529) **เอกสารระบบบำบัดน้ำเสีย**.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2528) **หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย**. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : 274.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2524) **การใช้ปุ๋ยทางใบ**. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : 75.

สมภพ ฐิตะวสันต์. (2534) **หลักการผลิตผัก**. สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมศักดิ์ วังใน. (2528) **จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน**. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิชย์. กรุงเทพฯ :57-59.

สุชาติ อิงธรรมจิตร์ และคณะ. (2531) **การทดลองเบื้องต้นในการใช้น้ำจากกองปลาสดเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง**. รายงานผลการวิจัยสาขาสัตว์ สัตว์แพทย์และประมง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 26.

สุรเดช จินตกานนท์. (2530) **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุมาลัย ศรีกำไลทอง และคณะ. (2537) **กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 จากน้ำมันปลาของอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง**. รายงานฉบับที่ 1/ภ. 37-10, กรุงเทพฯ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

Bigueras-Beniter, C.M. and H.M.E. Nacorda (1991) Evaluation of Fish Silage as Protein Source for Poultry 8$^{th}$ FAO/IPFC. W.P. on Fish Tech and Marketing : 148-154 P.

Eskin, N.A.M. (1990) **Biochemistry of foods**. The Academic Press Publishing Company, Inc.

Faid, M., H. Karini, A. Elmarrakchi and A. Begdouri (1994). A Biotechnological Process for the Volorization of Fish Waste. Bioresource Technology 49 : 237-241.

Hog, M.E., A.K. Bhuiyan, M. Begum and M. Zaher (1995). Efficency of Fish Silage and Fish Meal on the Growth Per Formance of Nile Tilapia, *Oreochromis Niloticus* Fry Pak. J. Sci. Ind. res. 38 : 211-214.

Irianto, H.E. F. Aryani and S. Putro. 1986. Processing of Fishery Wastes into Meal & Silage. 1st Asean Workshop on Fish & Fish Waste Proc. & Util. 7 p.

Levin, R.E., R. Witkowski and Y. Meirong (1988). Research Note : Preparation of Fish Silage with Phosporic acid and Potassium sorbate. J. of Food Biochem 12 : 253-259.

Lopez, C.S. (1989). Microbial ensilage of Trash Fish for Animal Feed. Presevation and Quality of Fish in S.E. Asia : 189-191 p.

Lustina, P.L. and C.M. Bigueras-Benitez (1991) Feeding studies on Tilapia (*Oreochromis* sp.) Using Fish Silage 8th FAO/IPEC W.P. on Fish Tech and Marbeting : 165-177 p.

Martin, R.E. (1972) Oak Brook Seminar on, **Mechanical Recovery and Utilization of Fish Flesh**. National Fisheries Institute, Washington, DC.

Marthur, S.P., Daigle, J.-Y., Levesque, M. & Dinal, H. (1986) **Biol. Agric**. Hortic., 4, 27.

Rabia Zuberi, R. Fatima, S.I. Shamshad and R.B. Gadri (1991). Preparation of Fish Silage by Microbial Fermentation. 8th FAO/IPEC. W.P. on Fish Tech and Marketing. 155-164 pp.

Santos-Yap, E.M. and A.M. Pascnal (1996). Development of Fish Protein Hydrolysate UPV Journal of Natural Science 1 : 21-29.

Sulis tiyani and E.S. Heruwati (1991) Identification and Purification of Proteolytic Enzymes from Pyloric Caeca. 8th FAO/IPFC. W.P. on Fish Tech. and Marketing : 320-324.

Taguchi, T., Lo., J. R., Tanala, M., Nagashima, Y. and Amano, K., (1989) **Thermal activation of actomyosin Mg-ATPases from ordinary and dark muscles tuna and serdine**. J. Food Sci. 54 (4) : 1521-1529.

Tisdale, S. L. and W. L. Nelson (1963) **Soil Fertility and Fertilizers**. The Macmillan Company, New York, 477 p.

631.589
:628
.477.6
กรส
ฉ.2
ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยฯ
BT10578
เอกสารประกอบการ