



การพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับ  
ชานอ้อย เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช

Development of bio-fertilizers of fermented sludge mixed with  
banana pulp and fermented sludge mixed with bagasse  
as additive nutrients to the plants.

ชาธิณีย์ ฉลาดถ้อย  
จิระศักดิ์ เอี่ยมอ่อง  
ชนิตรนันท์ เพิ่มศิริบุตร

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชา วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. 2556



การพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับ  
ชานอ้อย เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช

Development of bio-fertilizers of fermented sludge mixed with  
banana pulp and fermented sludge mixed with bagasse  
as additive nutrients to the plants.

ชาธิณีย์ ฉลาดถ้อย  
จิระศักดิ์ เอี่ยมอ่อง  
ชนิตรนันท์ เพิ่มศิริบุตร

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชา วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญาโท	การพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช
ชื่อ สกุล	ชาธิณีย์ ฉลาดถ้อย จิระศักดิ์ เอี่ยมอ่อง ชนิทรนันท์ เพิ่มศิริบุตร
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์มาโนช หลักฐานดี

คณะกรรมการสอบปริญญาโทได้ให้ความเห็นชอบปริญญาโทฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ  
(ดร.ดวงฤทัย นิคมรัฐ)

.....กรรมการ  
(ผศ.รัชณี ผิวทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์มาโนช หลักฐานดี)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
อนุมัติให้ปริญญาโทนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
(ผศ.ดร.อมรา อมรแก้ว)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ชื่อปริญญาบัตร	การพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช	
ชื่อ สกุล	ชาธิณีย์	ฉลาดถ้อย
	จิระศักดิ์	เอี่ยมอ่อง
	ชนิทรนันท์	เพิ่มศิริบุตร
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต	
สาขาวิชา และคณะ	วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ	
	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	
ปีการศึกษา	2556	

### บทคัดย่อ

ปุ๋ยหมักธรรมชาติหรือปุ๋ยอินทรีย์เหมาะสมในการใช้ปรับปรุงบำรุงดินเพราะราคาถูก สามารถผลิตได้ง่าย ใช้เวลาน้อย ไม่มีมลพิษตกค้างแต่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงสูตรของวัตถุดิบที่ผสม และระยะเวลาในการหมักเพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีคุณภาพเหมาะกับพืชแต่ละชนิด ในการศึกษาครั้งนี้มีวิจัยได้ทำการหมักปุ๋ยอินทรีย์ผสมกับกากตะกอนด้วยอัตราส่วนของกากกล้วย หรือขานอ้อยต่างๆ มาผสมกับกากตะกอนเพื่อพัฒนาเป็นปุ๋ยหมักอินทรีย์เพื่อเสริมธาตุอาหารให้กับกากตะกอน ที่มาจากบ่อหมักสิ่งปฏิกูลวัดสวนแก้ว จังหวัดนนทบุรี โดยจากเดิมตัวของกากตะกอนนั้นสามารถช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินได้ แต่ยังมีธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการศึกษาเมื่อทำการหมักปุ๋ยหมักอินทรีย์เหล่านี้นาน 49 วันพบว่าปุ๋ยหมักมีสีน้ำตาลปนดำ และมีการเปื่อยยุ่ยของวัสดุพืช โดยที่ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนสิ่งปฏิกูลผสมกับกากกล้วยในอัตราส่วน 0.75 ต่อ 5.0 และ 1.0 ต่อ 5.0 ให้ผลการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งดีที่สุด สามารถช่วยเร่งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนของผักบุ้งจีน ให้ความสูงเฉลี่ยถึง  $15.0 \pm 0.3$  เซนติเมตร เมื่อปลูกเป็นเวลานาน 14 วัน พบว่ามีค่าธาตุอาหารหลักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยหมักที่ใช้ในปัจจุบัน มีพีเอช 7-9 ช่วยลดความเป็นกรดในดิน ในขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมักกากตะกอนสิ่งปฏิกูลผสมกับขานอ้อย ปุ๋ยไม่สามารถช่วยเร่งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักบุ้ง แม้ว่าช่วยเร่งการงอกของต้นอ่อน อีกทั้งยังมีค่าของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงเกินมาตรฐานของปุ๋ยหมัก แต่ค่าไนโตรเจนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำกว่ามาตรฐานดังกล่าว และได้พีเอช 5.0-6.0 ก่อให้ดินเป็นกรดมากขึ้น ดังนั้นจากผลวิจัยที่ได้เหล่านี้แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยหมักอินทรีย์จากการหมักกากกล้วยเหมาะสมในการนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน ใช้ผสมรวมกันกับกากตะกอนแล้วให้ปริมาณธาตุอาหารหลักที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตพืชใบได้ดี ทั้งนี้ต้องมีการปรับปรุงอัตราส่วนสูตรผสมของกากกล้วยที่เหมาะสมด้วย

คำสำคัญ : กากตะกอน ปุ๋ยหมัก กากกล้วย ขานอ้อย การเจริญเติบโต

<b>Independent Study Title</b>	Development of Bio-fertilizers of Fermented Sludge Mixed with Banana Pulp and Fermented Sludge Mixed with Bagasse as Additive Nutrients to the Plants.
<b>Authors</b>	Chatinee Chaladtoi Jirasak Aiamong Chanitnan Peamsiribut
<b>Degree</b>	Bachelor of Science
<b>Major program</b>	Environmental Science and Natural Resources Faculty of Science and Technology
<b>Academic year</b>	2013

### Abstract

Natural compost or organic fertilizers suitably applied to soil since it improves soil quality, is cheap and easy to manage, and has no pollution residues. However, the right ratio of ingredient types as well as enough fermentation period have to be tested in order to obtain suitable fertilizer for each particular plant species. In this study, researchers have conducted experimental fermentation of organic composts composed of various ratios of either residues of bagasse or banana pulp mixed with sludge. This organic compost performs as organic fertilizer adding nutrients to the sludge since the sewage sludge, by itself, can only help improve soil structure, but has insufficient nutrients for the growth of plants. The sludge in the experiment was obtained from sewage sludge at WatSuanKaew, Nonthaburi province. The results of the organic compost after fermented 49 days showed that the compost turned to brown and black and most plant materials were already macerated. The compost of sewage sludge mixed with banana pulp in the ratio of both 0.75 to 5.0 and 1.0 to 5.0 yielded the best growth of the morning glory. Both formulas accelerated the growth of seedlings of the plant to a high average of  $15.0 \pm 0.3$  cm after grown for 14 days. The concentration of main nutrients was also close to the values specified by the standard compost. This banana pulp compost with pH 7-9 helped reduce the acidity in the soil. While organic fertilizer derived from sewage sludge mixed with bagasse could only help accelerate the growth of the seedlings, but did not accelerate the proliferation of immature plants. Additionally, the ratios of carbon to nitrogen in all bagasse composting samples were more inflated, whereas the nitrogen, phosphorus and potassium were under the specified standard. This bagasse caused lower pH to 5.0-6.0, contributing more acidic to soil. From all results of these findings, the organic compost from the fermentation of banana leaves was, therefore, appropriated for improving soil quality, by mixing with sludge. The organic compost provided enough major and minor nutrients that stimulated the plant growth as well. However, the formulated ratio of the banana leaves and sludge mixtures needed to be prior experimentally tested.

**Keywords :** Sludge, Organic fertilizer, Banana Pulp, Bagasse, Growth

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จสมบูรณ์ด้วยความช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัย การให้คำแนะนำปรึกษา การชี้แนะในทางที่ถูกต้อง การตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนเป็นผู้ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ทั้งนี้คณาจารย์ทั้งหมดประกอบด้วยอาจารย์ที่ปรึกษาหลักคือ อาจารย์ มาโนช หลักฐานดี, ดร.ดวงฤทัย นิคมรัฐ ประธานกรรมการสอบโครงการ และผ.ศ.รัชณี ผิวทอง กรรมการสอบโครงการ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ซึ่งมีส่วนช่วยเหลือ ทำให้งานวิจัยฉบับนี้ มีความสมบูรณ์มากขึ้น และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนด้านทุนการวิจัย โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2557 จนทำให้ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณโครงการบ่มักสิ่งปฏิภูม วัฒนแก้ว จ.นนทบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน การให้ความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ในการทำงานวิจัยฉบับนี้ และยังให้กำลังใจ คำแนะนำ และความรู้ต่างๆในระหว่างการทำงานวิจัย เป็นอย่างดีทำให้งานวิจัยฉบับนี้ มีความสมบูรณ์มากขึ้น และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา คณาจารย์ทุกๆท่าน เจ้าหน้าที่ทุกคน ตลอดจนพี่ๆ และเพื่อนๆทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ ให้คำชี้แนะ สนับสนุน ทำให้ งานวิจัยฉบับนี้ มีความสมบูรณ์มากขึ้น และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ชาธิณีย์	ฉลาด้อย
จิระศักดิ์	เอี่ยมอ่อน
ชนิธรนันท์	เพิ่มศิริบุตร

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญภาพ	(ช)
สารบัญตาราง	(ญ)
สารบัญแผนภูมิ	(ฎ)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 สมมติฐาน	5
1.5 กรอบแนวคิด	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	8
1.8 วิธีดำเนินโครงการ	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สิ่งปฏิภูม	10
2.1.1 ปัญหาจากสิ่งปฏิภูม	11
2.1.2 องค์ประกอบของสิ่งปฏิภูม	11
2.1.3 การจัดการสิ่งปฏิภูม	13

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)	
2.2 ปุ๋ยหมัก	14
2.2.1 ประเภทของปุ๋ยหมัก	14
2.2.2 ความสำคัญและประโยชน์ของปุ๋ยหมัก	14
2.2.3 การผลิตปุ๋ยหมัก	16
2.2.4 การผลิตปุ๋ยหมักโดยวิธีการกองปุ๋ย	17
2.3 วัสดุพืชที่ใช้ในการวิจัย	24
2.4 พืชที่ใช้ในการวิจัย	25
2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักบุ้งจีน	25
2.4.2 ลักษณะการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน	26
2.4.3 การเพาะปลูกและปลูกผักบุ้งจีน	26
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	
3.1 รูปแบบการวิจัย	29
3.2 กากตะกอนตัวอย่างและวัสดุพืชที่ใช้ในการวิจัย	30
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	30
3.3.1 วัสดุที่ใช้ในการหมักปุ๋ย	30
3.3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลองปลูกเพื่อดูการเจริญเติบโตของพืช	31
3.3.3 วัสดุและเครื่องมืออื่นๆ	33
3.4 ขั้นตอนการวิจัย	36
3.4.1 ขั้นตอนเตรียมการ	36
3.4.2 ขั้นตอนดำเนินการ	37

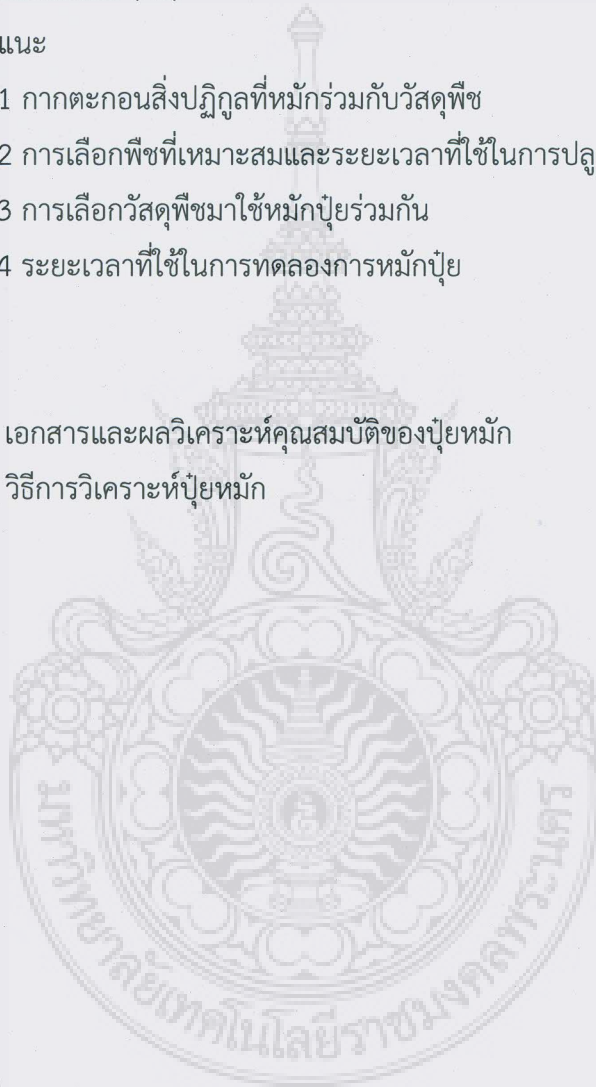


## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ (ต่อ)	
3.4.3 ชั้นเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูล	42
3.4.4 วิเคราะห์และสรุปผล	43
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล	
4.1 ทางกายภาพของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอนและวัสดุพืช	46
4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพระหว่างการหมักปุ๋ยผสมกากตะกอนและวัสดุพืช	46
4.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพหลังจากการหมักปุ๋ยผสมกากตะกอนและวัสดุพืช	49
4.2 คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอน	52
4.2.1 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย	52
4.2.2 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย	54
4.2.3 กราฟแสดงค่าคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอน	56
4.3 ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอนในการเร่งการเจริญเติบโตของพืช	63
4.3.1 การเจริญเติบโตของส่วนใบ	68
4.3.2 การเจริญเติบโตของส่วนลำต้น	68
4.3.3 การเจริญเติบโตของส่วนราก	69
4.3.4 น้ำหนักของพืชในการเจริญเติบโต	69
4.3.5 แผนภูมิแสดงการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน	72
4.4 อภิปรายผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักและการเจริญเติบโตของพืช	75
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปการวิจัย	76
5.1.1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ย	76
5.1.2 ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน	77

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปลผลและข้อเสนอแนะ (ต่อ)	
5.2 ข้อเสนอแนะ	79
5.2.1 กากตะกอนสิ่งปฏิกูลที่หมักร่วมกับวัสดุพืช	79
5.2.2 การเลือกพืชที่เหมาะสมและระยะเวลาที่ใช้ในการปลูกพืช	79
5.2.3 การเลือกวัสดุพืชมาใช้หมักปุ๋ยร่วมกัน	79
5.2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองการหมักปุ๋ย	79
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก เอกสารและผลวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมัก	
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยหมัก	
ประวัติผู้วิจัย	



## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 กรอบแนวความคิดจากโครงการระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลวัดสวนแก้ว จังหวัดนนทบุรี	5
1.2 กรอบแนวคิดที่จะพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนสิ่งปฏิกูลร่วมกับวัสดุพืช	6
1.3 แผนผังแสดงการทดลองปลูกกับผักบุ้งจีน	7
3.1 กากตะกอนสิ่งปฏิกูล	30
3.2 กาบกล้วย	31
3.3 ชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาล จังหวัดราชบุรี	31
3.4 เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน	32
3.5 กระบะสำหรับปลูกพืช	32
3.6 พลั่วและส้อมพรวนดิน	33
3.7 บัวรดน้ำ	33
3.8 เครื่องชั่งแบบหยาบ	34
3.9 เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิในดินหรือปุ๋ย	34
3.10 กระดาษวัดความเป็นกรด – ด่าง (Indicator paper)	35
3.11 เครื่องชั่งแบบละเอียด	35
3.12 กาบกล้วยที่ถูกหั่นเป็นชิ้นเล็กๆและนำมาตากแดด	37
3.13 ชานอ้อยที่ถูกฉีกเป็นชิ้นเล็กๆและนำมาตากแดด	37
3.14 อัตราส่วนกองปุ๋ยชุด ก) กากตะกอนร่วมกับกาบกล้วย	38
3.15 อัตราส่วนกองปุ๋ยชุด ข) กากตะกอนร่วมกับชานอ้อย	39
3.16 ชุดการทดลองปลูก 8 ชุดการทดลอง	40
3.17 กองปุ๋ยขณะทำการวัดอุณหภูมิ	41
3.18 การรดน้ำกองปุ๋ย	42
4.1 ลักษณะกองปุ๋ยหมักลักษณะของเศษวัสดุพืช และสีของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกาบกล้วยในระยะระหว่างการหมักปุ๋ย ในสัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 6	47

## สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.2 ลักษณะของปุ๋ยหมักลักษณะของเศษวัสดุพืช และสีของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยในระยะระหว่างการหมักปุ๋ย ในสัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 6	48
4.3 ลักษณะของปุ๋ยหมักลักษณะของเศษวัสดุพืช และสีของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยในระยะหลังจากการหมักปุ๋ย ผ่านไปจนครบ 7 สัปดาห์	50
4.4 ลักษณะของปุ๋ยหมักลักษณะของเศษวัสดุพืช และสีของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยในระยะหลังจากการหมักปุ๋ย ผ่านไปจนครบ 7 สัปดาห์	51
4.5 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย ชุด ก.1	52
4.6 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย ชุด ก.2	53
4.7 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย ชุด ก.3	53
4.8 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย ชุด อ.1	54
4.9 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย ชุด อ.2	55
4.10 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย ชุด อ.3	55
4.11 เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน	63
4.12 เมล็ดของผักบุ้งจีน	63
4.13 ต้นอ่อนของต้นผักบุ้งจีนงอกประมาณ 2 เซนติเมตร ก่อนเริ่มการทดลองปลูก	64
4.14 ลักษณะของต้นผักบุ้งจีนในการทดลองปลูกในวันแรก	64
4.15 การเจริญเติบโตในดินของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะทดลองปลูก 14 วัน	65
4.16 การเจริญเติบโตในกากตะกอนของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะทดลองปลูก 14 วัน	65
4.17 การเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน ในปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย เมื่อครบกำหนดระยะทดลองปลูก 14 วัน	66
4.18 การเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน ในปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย เมื่อครบกำหนดระยะทดลองปลูก 14 วัน	67
4.19 ลักษณะของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะทดลองปลูก 14 วัน	67

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของสิ่งปฏิภูลที่มนุษย์ปล่อยออกมาจากร่างกาย	12
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย	54
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย	56
4.3 ตารางสรุปผลค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของผักบั้งจีน	71



## สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิ	หน้า
4.1 แสดงค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก	56
4.2 แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก	57
4.3 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก	58
4.4 แสดงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก	59
4.5 แสดงค่าความชื้นทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก	60
4.6 แสดงค่าความเป็น กรด - ด่าง ทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก	61
4.7 แสดงผลอุณหภูมิทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก	62
4.8 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนใบของต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน	72
4.9 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวใบของต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน	72
4.10 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน	73
4.11 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน	73
4.12 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักเปียกของต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน	74
4.13 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน	74

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

สิ่งปฏิกูลเป็นของเสียที่ถูกปล่อยมาจากร่างกาย เนื่องจากปริมาณสิ่งปฏิกูลทั้งหมดที่เกิดขึ้นในประเทศไทย มีประมาณ 23 ล้าน ลบ.ม./ปี ต่อจำนวนประชากร 64 ล้านคน จึงเป็นปัญหาหนึ่งที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ชนิดประเภทของสิ่งปฏิกูลพบว่ามีความแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ระยะเวลาที่สิ่งปฏิกูลถูกเก็บกักไว้ในระบบบำบัด ประเภทของระบบบำบัดฯ รูปแบบการสุขสิ่งปฏิกูล อุณหภูมิ ส่วนผสมของสิ่งปฏิกูล เช่น ไขมัน ทั้งหมดนี้ก่อให้เกิดสิ่งปฏิกูลที่มีความเข้มข้นของมลสารแตกต่างกัน รวมทั้งมักพบว่ามีเชื้อโรคปนเปื้อน จึงทำให้ไม่เหมาะสมในการระบายสิ่งปฏิกูลลงสู่แหล่งน้ำหรือนำไปใช้ในด้านเกษตรทันที เพื่อเป็นการป้องกันการแพร่กระจายของสิ่งปฏิกูลที่มักทำให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหารและระบบทางเดินหายใจ เป็นส่วนใหญ่ และเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางดิน เป็นต้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องบำบัดสิ่งปฏิกูลอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

ส่วนใหญ่ในการกำจัดสิ่งปฏิกูลจะนิยมใช้ "ส้วม" เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำและสามารถก่อสร้างเองได้อย่างง่าย เติมน้ำไม่ยุ่งยาก ส้วมจะเป็นที่เก็บรวบรวมและกำจัดสิ่งปฏิกูลที่ร่างกายขับถ่ายออกมา การบำบัดสิ่งปฏิกูลเป็นระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนเมื่อผ่านกระบวนการบำบัดแล้วนั้น จึงทำให้เกิดเป็นกากตะกอนสิ่งปฏิกูล

กากตะกอนสิ่งปฏิกูลเป็นทรัพยากรที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดสิ่งปฏิกูล และมีปริมาณธาตุอาหารประเภทคาร์บอน ไนโตรเจน อินทรีย์สาร ฟอสฟอรัส ( $P_2O_5$ ) และโพแทสเซียม ( $K_2O$ ) แต่ยังมีไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยสิ่งปฏิกูลส่วนใหญ่มักมีการจัดการแบบที่ไม่เป็นประโยชน์มากนัก อย่างเช่น นำกากตะกอนที่ได้ไปเผาทำลายเพื่อกำจัดหรือลดปริมาณสิ่งปฏิกูล เป็นต้น การนำกากตะกอน ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในรูปของการทำปุ๋ยหมัก ซึ่งเป็นอีกแนวทางในการจัดการกากตะกอนที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากคุณลักษณะของกากตะกอนที่สามารถช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน และยังมีธาตุอาหารที่สามารถนำไปเป็นปุ๋ยได้

พระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในวโรกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม 2545 ความตอนหนึ่งว่า “เมื่อ 20 ปีที่แล้วได้คิดว่าสิ่งโสโครกจากบ้านที่เจ้าหน้าที่สูบล้าง เขาบอกว่าเอาไปทิ้งในที่ที่เหมาะสม ไอ้ที่เหมาะสมนั้นไม่ทราบว่าเป็นที่ไหน ก็ตามรถที่เขาเอaling ไปถึงภูเขานั้นไป แล่นแล่นไป ไปตอนกลางคืนก็มองไม่ค่อยเห็น แต่มันแล่นไปจอดที่กลางคลองหรือแม่น้ำ จอดสักพักก็ปล่อยลงคลอง ปล่อยลงแม่น้ำ เสร็จแล้วรถก็ไม่มีสิ่งโสโครกแล้ว เป็นสำเร็จประโยชน์เรียบร้อยสะดวกดี ไม่ต้องไปไกล ไปดูที่บ้านที่อีกแห่งเกิดเหตุอย่างนี้ ซึ่งเกิดความคิดว่าถ้าหาที่แห่งหนึ่งนอกเมืองแล้ว ไปทำถังหมัก เอาสิ่งโสโครกนี้ไปปล่อยใส่ในถัง แล้วก็หมัก... สิ่งที่เป็นสิ่งโสโครกมีเชื้อโรคอะไรก็ตายหมด... ถ้าให้ดีเอาเป็น 28 วัน ให้มันจริงๆจังๆ สิ่งโสโครกพวกเชื้อโรคที่ร้ายแรงที่เวลานั้นยังมีอยู่ คงไม่ต้องบอกชื่อก็คงรังเกียจชื่อพวกโสโครกเหล่านั้น คือเป็นพวกเชื้อโรคต่างๆชนิด หมดไม่มีแล้วแม้กลิ่นก็หมดไป ไปใส่อย่างนั้นเสร็จแล้วนำเอามาตากแล้วก็ใช้ที่เป็นวัตถุนั้นมาใช้เป็นปุ๋ยได้ เป็นประโยชน์ มีส่วนที่เป็นของแข็งและส่วนที่เป็นน้ำ น้ำก็เป็นปุ๋ยปุ๋ยที่ไม่เหม็น ของแข็งที่เป็นปุ๋ยก็ไม่เหม็น เมื่อเอาไปใช้แล้วเอาถังหลายๆถัง ก็เอาสิ่งโสโครกมาใส่อีกต่อไป ก็จะทำเอาของที่โสโครกและของที่ปฏิภูลมาใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตรใช้ได้...” (กรมอนามัย, 2549) และเมื่อปีพ.ศ. 2545 ได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยการหมักในถังหมักไม่น้อยกว่า 28 วัน พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อร้ายแรงของระบบทางเดินอาหารจะตายหมด (ลินจง, 2545)

โครงการบ่อบำบัดสิ่งปฏิภูลวัดสวนแก้ว จังหวัดนนทบุรี เป็นตัวอย่างของการกำจัดสิ่งปฏิภูลตามโครงการพระราชดำรัสฯ โดยจะทำการหมักสิ่งปฏิภูลไว้ในถังหมักเป็นเวลาอย่างน้อย 28 วัน หลังจากครบกำหนด จะทำการปล่อยสิ่งปฏิภูลลงสู่ลานทรายกรอง รอจนกว่าจะแห้ง และทำการตักออกจากลานทรายกรอง เพื่อนำไปตากแดดให้แห้งสนิทแล้วจึงจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งทางโครงการนั้นมีระบบบำบัดสิ่งปฏิภูลที่ถูกหลักสุขาภิบาลและสามารถนำกากตะกอนของสิ่งปฏิภูลที่ได้ไปใช้เป็นปุ๋ย แต่เนื่องจากปุ๋ยที่ได้จากโครงการยังให้ผลผลิตที่ได้ออกมาไม่ติดตามที่ต้องการ และมีอยู่ในปริมาณมาก จากการสันนิษฐานคาดว่าปริมาณธาตุอาหารน่าจะอยู่ในปริมาณน้อย เนื่องจากยังไม่มี การตรวจวิเคราะห์ที่แสดงผลชัดเจน ทางคณะผู้วิจัยจึงเห็นควรที่จะนำมาทำปุ๋ยหมักโดยทำการหมัก ร่วมกับวัสดุพืช ซึ่งจะนำปุ๋ยที่ได้ไปใส่ให้พืช เพื่อให้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ดีขึ้น

กระบวนการการหมักปุ๋ย (Composting) เป็นกระบวนการแปรสภาพของอินทรีย์วัตถุ โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติช่วยในการย่อยสลายผลสุดท้ายเป็นวัสดุที่มีแร่ธาตุสูง และมีลักษณะคงรูป สีค่อนข้างดำมีความชื้นเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นเหม็นและมีคุณค่าที่สามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของดินเพื่อใช้ประโยชน์ในการปลูกได้ ในการหมักปุ๋ยสามารถใช้วัตถุดิบจากเศษวัสดุเหลือต่างๆที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ เช่น เศษวัสดุธรรมชาติ วัสดุพืชเหลือทิ้งทางการเกษตร เศษวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ขยะมูลฝอยและตะกอนจากกระบวนการบำบัด



น้ำเสีย รวมถึงกากตะกอนในระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลจากอาคารบ้านเรือน เพื่อเป็นการลดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากสารอินทรีย์ อีกทั้งยังเป็นการลดปริมาณมูลฝอย ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายมูลฝอยลดลง นอกจากนี้ยังเป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์ โดยการแปรรูปเป็นปุ๋ยในการปรับปรุงคุณภาพดิน ซึ่งจะใช้กรรมวิธีในการกองเป็นชั้นๆ ซึ่งชั้นแรกจะเป็นชั้นของวัสดุพืช ส่วนชั้นที่สองจะเป็นชั้นของกากตะกอน ย่ำให้พอแน่นและรดน้ำให้ชุ่ม ให้ปฏิบัติเหมือนการกองชั้นแรกทำเช่นนี้อีก 1-2 ชั้น โดยมีระยะเวลาในการหมัก 45-60 วัน

วัสดุอินทรีย์ที่เหลือทิ้งทางการเกษตรที่จะนำมาหมักร่วมกับกากตะกอน พบว่ากล้วยเมื่อทำการเก็บผลผลิตแล้วจะต้องตัดต้นกล้วยทิ้ง เพื่อให้หน่อกล้วยเจริญเติบโตแทนที่ต้นกล้วยเดิมส่วนที่ตัดทิ้งจึงเป็นผลพลอยได้ที่น่าสนใจในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งในแต่ละปีส่วนเหลือทิ้งของต้นกล้วยมีมากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาสมบัติทางเคมีของต้นกล้วยหรือกาบกล้วย พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยดังนี้ แร่ธาตุแคลเซียมประมาณ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนประมาณ 24.0 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมประมาณ 3.0 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมประมาณ 0.42 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุแมงกานีส ทองแดง เหล็ก และสังกะสีประมาณ 2.87, 0.05, 6.37 และ 1.41 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งกาบกล้วยจัดเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย เนื่องจากมีค่า C/N ratio ต่ำ อยู่ที่ 19.0 (กรมปศุสัตว์, 2556)

วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปของวัตถุดิบทางการเกษตรที่จะนำมาหมักร่วมกับกากตะกอนพบว่า ชานอ้อยมีปริมาณมากที่สุด คือ 13.53 ล้านตัน/ปี ดังนั้นชานอ้อยที่เหลือทิ้งจึงมีความน่าสนใจในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ จากการศึกษาสมบัติทางเคมีของชานอ้อยพบว่า ชานอ้อยมีปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยดังนี้ ไนโตรเจนประมาณ 0.32 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมประมาณ 0.46 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสประมาณ 0.09 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชานอ้อยจัดเป็นวัสดุที่ย่อยสลายยาก เนื่องจากมีค่า C/N ratio สูงอยู่ระหว่าง 140.22-209.64 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

จากข้อมูลที่ได้ทำการศึกษามาในข้างต้นนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเศษพืชทั้งสองชนิดคือ กาบกล้วยและชานอ้อยหมักร่วมกับกากตะกอน เหตุผลที่เลือกวัสดุที่ใช้ในการหมักคือ กากตะกอนสิ่งปฏิกูล กาบกล้วยและชานอ้อย เพราะกากตะกอนสิ่งปฏิกูลของทางโครงการมีอยู่ในปริมาณมากเมื่อนำไปใส่ในพืชผลแล้วทำให้ผลผลิตยังออกมาไม่ดีเท่าที่ควร และเพื่อเป็นการนำของเสียมาใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงนำกากตะกอนในส่วนนี้มาพัฒนาโดยการนำมาหมักร่วมกับวัสดุพืช ส่วนกาบกล้วยเป็นวัสดุอินทรีย์ที่เหลือทิ้งทางการเกษตรกรรม ที่ได้มาจากการตัดในส่วนของลำต้นทิ้ง หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่วนชานอ้อยเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูป ซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งที่มีปริมาณมาก และไม่ได้มีการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทั้งสองชนิดนี้ มาทำการหมักร่วมกับกากตะกอนจากบ่อหมักสิ่งปฏิกูล

เพื่อทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหาร และอัตราส่วนของปุ๋ยหมักที่เหมาะสม เพื่อให้พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตทำให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพ อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณของวัสดุพืชที่เหลือใช้ทั้งสองชนิด และลดปริมาณกากตะกอนในระบบบำบัดสิ่งปฏิกูล

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการหมักทำปุ๋ยจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยและกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยและปุ๋ยกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย

1.2.3 เพื่อศึกษาดูจากการเจริญเติบโตของพืชโดยการใช้ปุ๋ยที่ได้จากการหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยและกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 สถานที่ในการหมักปุ๋ยวัดสวนแก้วจ.นนทบุรี

1.3.2 กากตะกอนที่นำมาทำการวิจัย นำมาจากโครงการบ่อหมักสิ่งปฏิกูล วัดสวนแก้วจ.นนทบุรี

1.3.3 กากกล้วยที่นำมาวิจัยนำมาจากสวนบ้านคุณวัฒนา บ้านเลขที่ 56 ซ.บางแวก 146 แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 10160

1.3.4 ขานอ้อยที่นำมาทำการวิจัย นำมาจากบริษัท โรงงานน้ำตาลราชบุรี จำกัด

1.3.5 รูปแบบการหมักปุ๋ย จะเป็นแบบการกองรวมเป็นชั้นๆ ระยะเวลาในการหมักอยู่ที่ 45-60 วัน

1.3.6 สถานที่ทำการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมัก สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

1.3.7 ค่าการตรวจวัดของปุ๋ยหมักที่ใช้เป็นหลักในการหาอัตราส่วนที่เหมาะสม ดังนี้

- 1.3.7.1 ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)
- 1.3.7.2 อุณหภูมิ (Temperature)
- 1.3.7.3 ความเป็นกรดต่าง (Potential of Hydrogen ion)
- 1.3.7.4 ค่าความชื้น (Moisture content)
- 1.3.7.5 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen content)
- 1.3.7.6 ปริมาณโพแทสเซียม (Potassium content)
- 1.3.7.7 ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus content)

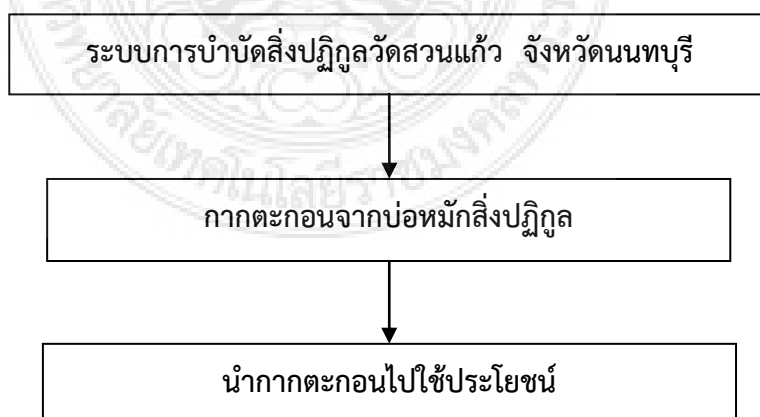
#### 1.4 สมมติฐาน

1.4.1 วัสดุพืชที่นำมาหมักร่วมกับกากตะกอนสามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับกากตะกอนได้ดีทั้งสองชนิด

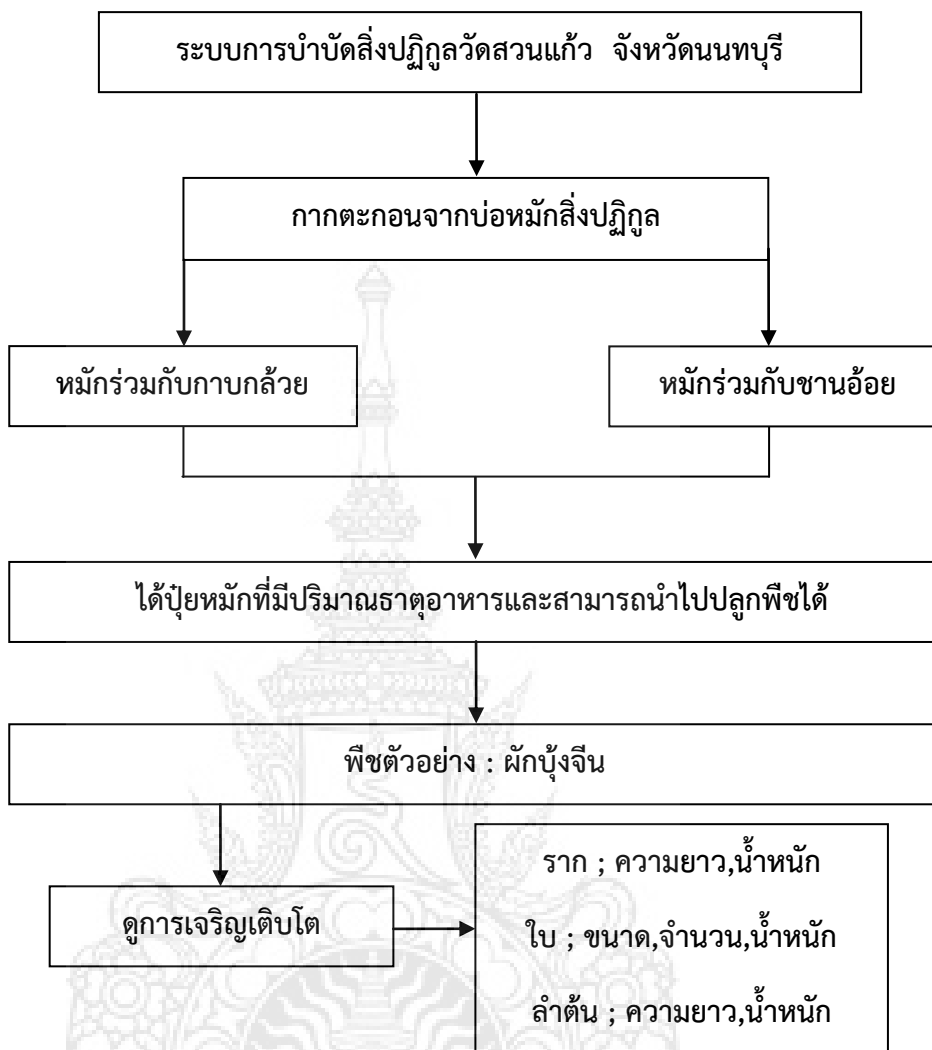
1.4.2 นำปุ๋ยที่ได้จากการหมักร่วมกับวัสดุพืชมาทดลองปลูกพืชและพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี

1.4.3 อัตราส่วนปุ๋ยที่กำหนดขึ้นสามารถปลูกพืชและเจริญเติบโตได้ดีทั้งหมด

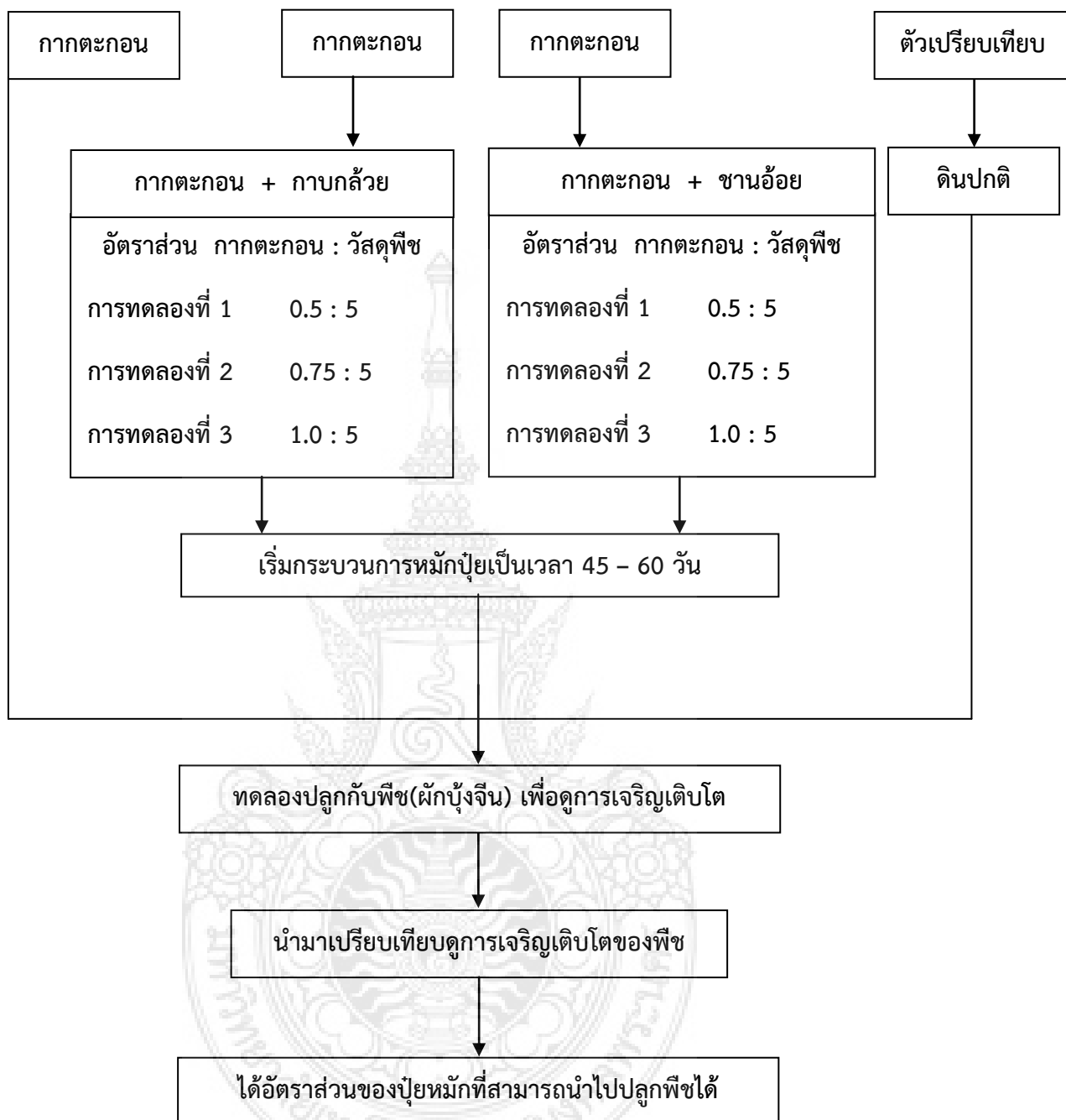
#### 1.5 กรอบแนวความคิด



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวความคิดจากโครงการระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลวัดสวนแก้ว จังหวัดนนทบุรี



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดที่จะพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนสิ่งปฏิภูลร่วมกับวัสดุพืช



ภาพที่ 1.3 แผนผังแสดงการทดลองปลูกกับผักบุ้งจีน

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรคือ กาบกล้วยและชานอ้อย มาผสมกับกากตะกอนที่ได้จากบ่อหมักสิ่งปฏิกูล มาใช้ให้เกิดประโยชน์และมีมูลค่าทดแทนการใช้ปุ๋ย

1.6.2 ได้อัตรารสส่วนปุ๋ยหมักที่เพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืชได้ดี

1.6.3 เป็นตัวอย่างการนำกากตะกอนมาหมักทำปุ๋ยร่วมกับวัสดุพืชชนิดอื่นๆต่อไปได้

## 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เข้าใจความหมายของคำที่ใช้ในการวิจัยตรงกัน คณะผู้วิจัยจึงได้นิยามความหมายของคำต่างๆ ไว้ดังนี้

1.7.1 **สิ่งปฏิกูลหรือปฏิกูล** หมายถึง สิ่งที่ขับถ่ายออกมาจากร่างกาย เช่น อุจจาระ ปัสสาวะ เป็นต้น และรวมถึงสิ่งอื่นใด ซึ่งเป็นสิ่งโสโครกหรือมีกลิ่นเหม็น

1.7.2 **กากตะกอน** หมายถึง วัตถุของแข็งที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดสิ่งปฏิกูลจากโครงการบ่อหมักสิ่งปฏิกูลวัดสวนแก้วจ.นนทบุรี

1.7.3 **วัสดุพืช** หมายถึง วัสดุอินทรีย์ที่เหลือทิ้งทางการเกษตรคือกากกล้วยและวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปของวัตถุดิบทางการเกษตรคือชานอ้อย

1.7.4 **การหมักปุ๋ย** หมายถึง การนำเอาวัสดุพืชต่างๆมาทำการหมักร่วมกับกากตะกอน โดยจะทำการกองเป็นชั้นๆ มีขนาดความสูง 0.5 เมตร ความกว้าง 0.7 เมตร ความยาว 1 เมตร มีระยะเวลาในการหมัก 45-60 วัน

1.7.5 **ปุ๋ยหมัก** หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอก ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำเอาวัสดุพืช เช่น กาบกล้วย ชานอ้อย ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอุตสาหกรรม มาหมักร่วมกับสิ่งปฏิกูล โดยใช้ระยะเวลาหนึ่งแล้ววัสดุพืชจะเปลี่ยนสภาพ ที่มีลักษณะเปียกชุ่ม มีสีน้ำตาลปนดำ

1.7.6 **ธาตุอาหาร** หมายถึง ธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในปุ๋ย คือ ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

1.7.7 การทดลองปลูกพืช หมายถึง งานวิจัยนี้เลือกผักบุงจิ้นในการนำมาทดลอง ปลูกกับปุ๋ยหมักที่ได้โดยมีตัวควบคุม คือ ชุดดินทั่วไปและชุดการทดลองกากตะกอน

## 1.8 วิธีดำเนินโครงการ

1.8.1 นำกากตะกอนที่ได้จากวัดสวนแก้วไปส่งตรวจวิเคราะห์ เพื่อหาค่าตามพารามิเตอร์ที่สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

1.8.2 เตรียมพื้นที่สำหรับการหมักปุ๋ย พร้อมกับกากตะกอนและวัสดุพืชที่จะใช้ในกระบวนการหมัก

1.8.3 กำหนดปริมาณกากตะกอนและเศษพืชตามอัตราส่วน

1.8.4 เริ่มทำการหมักปุ๋ย โดยมีระยะเวลาในการหมักอยู่ที่ 45-60 วัน

1.8.5 ทำการกลับกองปุ๋ยทุกๆ 7-10 วัน เพื่อถ่ายเทอุณหภูมิจนครบกำหนดของระยะเวลาในการหมัก

1.8.6 หลังจากครบกำหนดการหมักปุ๋ยแล้ว นำปุ๋ยที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์เพื่อหาค่าตามพารามิเตอร์ที่สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

1.8.7 นำไปทดลองปลูกกับพืช (ผักบุงจิ้น) เพื่อดูการเจริญเติบโตของพืชโดยการใช้น้ำที่ได้จากการหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยและกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย

1.8.8 ดูการเจริญเติบโตของพืชภายใน 14 วัน เพื่อหาอัตราส่วนปุ๋ยหมักที่สามารถนำไปปลูกพืชได้ดี

1.8.9 สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความรู้อื่นๆ ที่ต้องนำมาใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาอ้างอิงและวิเคราะห์ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจน จึงได้กำหนดหัวข้อความรู้ไว้ดังนี้

- 2.1 สิ่งปฏิกูล
- 2.2 ปุ๋ยหมัก
- 2.3 วัสดุพืชที่ใช้ในการวิจัย
- 2.4 พืชที่ใช้ในการวิจัย
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 สิ่งปฏิกูล

วีระศักดิ์ (2551) กล่าวว่า สิ่งปฏิกูล หมายถึง สิ่งที่ขับถ่ายออกจากร่างกายมนุษย์ นอกจากเกิดกลิ่นเหม็นและเป็นที่น่ารังเกียจยังมีเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรคติดต่อ 4 กลุ่ม คือ ไวรัส แบคทีเรีย โปรโตซัว และพยาธิ ที่สามารถแพร่กระจายจากสิ่งปฏิกูลออกสู่สิ่งแวดล้อมและเข้าสู่คนต่อไป หากไม่มีระบบจัดการสิ่งปฏิกูลที่ดีจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพตามมา

จิตรี (2547) อธิบายว่า สิ่งปฏิกูล หมายถึงของเสียที่ปล่อยออกมาจากร่างกายโดยมีน้ำหนักแห้ง 27 กรัมต่อคนต่อวัน น้ำหนักเปียก 100-200 กรัมต่อคนต่อวัน มีอีโคไลประมาณสี่ร้อยพันล้าน โคโลนี ต่อคนต่อวัน มีพีคัลโคลิฟอร์มสองพันล้านโคโลนี ต่อคนต่อวัน มีพีคัลสเตอร์ปโตคอคคัสประมาณสี่ร้อยห้าสิบล้านโคโลนี ต่อคนต่อวัน

ประดิษฐ์ (2547) อ้างว่า สิ่งปฏิกูล หมายถึง ของเสียที่ไม่ต้องการ หรือสิ่งโสโครกทั้งหลายทั้งปวงอันเป็นที่น่ารังเกียจหรือพึงรังเกียจและเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ทั้งยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรค และจุลินทรีย์แมลงต่างๆ อีกด้วย สิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นรำคาญขึ้นมารบกวนสกปรกไม่น่าดู



ตามพระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ.2535 ได้กล่าวไว้ว่า สิ่งปฏิกูลหมายถึง อุจจาระหรือปัสสาวะ และหมายความรวมถึงสิ่งอื่นใด ซึ่งเป็นสิ่งโสโครกและมีกลิ่นเหม็น (เอมอัชมา, 2547)

### 2.1.1 ปัญหาจากสิ่งปฏิกูล

การกำจัดหรือการจัดการสิ่งปฏิกูลไม่ถูกวิธีก่อให้เกิดผลกระทบต่ออันเป็นปัญหาที่สำคัญหลายประการได้แก่

2.1.1.1 แหล่งเพาะพันธุ์พาหะนำโรค ได้แก่ พยาธิ แมลงวัน เชื้อโรคจากผู้ป่วยโรคระบบทางเดินอาหาร ถ้าไม่กำจัดโดยวิธีการที่ถูกต้องจะทำให้เกิดการแพร่กระจายได้

2.1.1.2 ทำให้เกิดปัญหามลพิษด้านต่างๆ คือ

1) มลพิษทางดิน สิ่งปฏิกูลที่กำจัดไม่หมด หรือกำจัดไม่ถูกวิธีจะทำให้เกิดการหมักหมมสิ่งปฏิกูลต่างๆบนดิน หรืออาจมีการนำสิ่งปฏิกูลไปฝังลงในดินอย่างไม่ถูกวิธี ทำให้ดินบริเวณดังกล่าวเกิดการปนเปื้อนสารต่างๆจากสิ่งปฏิกูล ส่งผลก่อให้เกิดมลพิษทางดิน

2) มลพิษทางน้ำ เกิดขึ้นจากผู้อยู่อาศัยในชนบทและพักอาศัยอยู่ที่ริมแหล่งน้ำ ปล่อยของเสียหรือสิ่งปฏิกูลต่างๆลงในแหล่งน้ำโดยตรง หรืออาจเกิดจากการทิ้งสิ่งปฏิกูลบนดินอย่างไม่ถูกวิธี และมีการชะล้างจากฝนไหลลงสู่แหล่งน้ำ สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ

3) มลพิษทางทัศนียภาพ สิ่งปฏิกูลที่ไม่ได้รับการจัดการที่ดี จะทำให้เกิดการทิ้งทับถมในที่ต่างๆ ก่อให้เกิดมลพิษทางด้านทัศนียภาพ ซึ่งเป็นมลพิษทางสายตา เกิดความไม่น่าดู เป็นที่น่ารังเกียจ

2.1.1.3 เหตุเดือดร้อนน่ารำคาญ เกิดจากกลิ่นเหม็นของสิ่งปฏิกูล หรือสิ่งขับถ่ายจากร่างกาย กลิ่นเหม็นดังกล่าวเกิดจากไฮโดรเจนซัลไฟด์ และกลิ่นของสารประกอบอินทรีย์

2.1.1.4 การสูญเสียทางเศรษฐกิจ พบว่าสิ่งปฏิกูลที่มีการจัดการที่ไม่ดี ส่งผลถึงภาระค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่เกิดจากการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสิ่งปฏิกูล และคุณภาพของสัตว์น้ำที่ส่งออกไม่ได้มาตรฐานความสะอาด ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

### 2.1.2 องค์ประกอบของสิ่งปฏิกูล

องค์ประกอบเกือบทั้งหมดของสิ่งปฏิกูลคือ อุจจาระ และปัสสาวะ อุจจาระที่เกิดจากแต่ละชุมชนจะแตกต่างกันมากทั้งในด้านปริมาณ ส่วนประกอบ และความเหนียวข้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น อาหาร ภูมิอากาศ และสภาวะสุขภาพ (จิตรี, 2547)

ศูนย์อนามัยที่ 4 ราชบุรี (2556) ส่วนประกอบของสิ่งปฏิภูลโดยทั่วไปมี 2 ส่วน คือ อุจจาระและ ปัสสาวะ ซึ่งในอุจจาระมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

2.1.2.1 ส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ สามารถเนาเปื่อยได้ง่ายเช่น เศษอาหาร เศษผัก

2.1.2.2 สิ่งที่เกิดจากระบบย่อยอาหาร เช่น น้ำย่อย น้ำดี และเยื่อบุผนังลำไส้

2.1.2.3 แบคทีเรียในลำไส้ ซึ่งเป็นตัวช่วยย่อยอาหาร

ส่วนประกอบของอุจจาระและปัสสาวะ มีทั้งสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ทั้งที่เป็นของแข็ง สารแขวนลอยและสารละลาย นอกจากนี้ยังมีเชื้อโรคและพยาธิปนอยู่ด้วย ซึ่งได้แสดงส่วนประกอบของอุจจาระและปัสสาวะดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของสิ่งปฏิภูลที่มนุษย์ปล่อยออกมาจากร่างกาย

ส่วนประกอบ	อุจจาระ	ปัสสาวะ
ปริมาณ / คน / วัน		
น้ำหนักเปียก (กรัม)	100 – 400	1,000 – 1,310
น้ำหนักแห้ง (กรัม)	30 – 60	50 – 70
ความชื้น (%)	70 – 85	93 – 96
ส่วนประกอบอื่นๆโดยประมาณ(%โดยน้ำหนักแห้ง)		
สารอินทรีย์	88 – 97	65 – 85
ไนโตรเจน	5.0 – 7.0	15 – 19
ฟอสฟอรัส	3.0 – 5.4	2.5 – 5.0
โปแตสเซียม	1.0 – 2.5	3.0 – 4.5
คาร์บอน	44 – 55	11 – 17
แคลเซียม	4.5	4.5 - 6.0

ที่มา: จิตรี (2547)

ในสิ่งปฏิภูลมีสารประกอบไนโตรเจนอยู่เป็นจำนวนมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัสสาวะ ซึ่งจะถูกละลายเป็นแอมโมเนียและสารประกอบเชิงเดี่ยวอื่นๆ และแอมโมเนียจะถูกไนตริไฟอิง แบคทีเรีย เปลี่ยนสารแอมโมเนียเป็นไนโตรทและไนเตรท ผลผลิตขั้นสุดท้ายของการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสิ่งปฏิภูลคือสารอาหารที่มีคุณค่าแก่พืช นำไปทำปุ๋ยได้ เพราะพืชต้องการไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย และไนเตรทที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ส่วนสิ่งปฏิภูลสดจะมีไนโตรเจนอยู่ในรูปที่ระเหยได้ง่ายซึ่งระเหยเป็นก๊าซปล่อยออกสู่บรรยากาศได้

### 2.1.3 การจัดการสิ่งปฏิกูล

จิตรี (2547) อธิบายว่า การจัดการสิ่งปฏิกูลหมายถึง การนำระบบมาใช้ในการเปลี่ยนสภาพของเสียในสิ่งปฏิกูลให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยจากการเกิดโรค ไม่ก่อให้เกิดอันตรายก่อนนำไปกำจัด หรืออาจนำไปใช้ประโยชน์อื่นได้เช่น นำไปทำปุ๋ย เชื้อเพลิง ฯลฯ เครื่องมือของระบบบำบัดหรือกำจัดสิ่งปฏิกูลเป็นอันดับแรกคือ ส้วม ส้วมที่ใช้ในการบำบัดและกำจัดสิ่งปฏิกูลมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของครอบครัวและท้องถิ่น

ระบบการกำจัดสิ่งปฏิกูลที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ ระบบการกำจัดที่ใช้น้ำขับเคลื่อนสิ่งปฏิกูลลงสู่หลุมกักเก็บเช่น ส้วมราดน้ำ ส้วมถังเกรอะ ส้วมซึม ส้วมเติมอากาศ เป็นต้น

จิตรี (2547) กล่าวว่า ส้วมมีการแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1) ส้วมที่ใช้วิธีการกำจัดอุจจาระโดยใช้น้ำพาไป เป็นระบบที่ใช้น้ำชะล้างหรือผลักดันให้สิ่งปฏิกูลถูกนำไปเก็บกักหรือกำจัดภายในแหล่งกำเนิดหรือนอกแหล่งกำเนิดได้ โดยส้วมจะมีท่อต่อให้อุจจาระไหลจากส้วมไปยังที่รับน้ำโสโครกโดยใช้น้ำพาไปโดยวิธีนี้น้ำจะเป็นตัวชะล้างจึงจำเป็นต้องมีปริมาณน้ำพอเพียงที่จะผลักดันหรือช่วยนำอุจจาระไหลไปในระบบท่อได้ด้วยปริมาณน้ำที่ใช้ขึ้นอยู่กับรูปแบบ หรือระบบกำจัดน้ำโสโครก ซึ่งอาจจะเป็นระบบเฉพาะบ้านหรือระบบรวมที่ใช้หลายบ้าน รวมทั้งชุมชนหรือทั้งเมืองก็ได้

2) การกำจัดอุจจาระโดยไม่ใช้น้ำพาไป การกำจัดอุจจาระโดยไม่ใช้น้ำพาไปเป็นวิธีกำจัดที่ใช้กันทั่วไปในชนบท หรือในเมืองที่ยังไม่มีการกำจัดอุจจาระโดยใช้น้ำพาไป อาจสร้างแบบส้วมหลุมโดยไม่ใช้น้ำเลยหรือส้วมแบบใช้หัวส้วมคอก่าน โดยใช้น้ำราดเพียงเล็กน้อย ระบบนี้ เนื่องจากมิได้ใช้น้ำพาไป ดังนั้นจึงไม่ได้ต่อท่อเพื่อให้น้ำพาไหลไปตามท่อแต่ประการใด อุจจาระจึงจะเก็บหมักไว้ในถังและปล่อยให้ซึมออกโดยใช้ระบบถังซึม หรืออาจจะปล่อยให้ซึมลงดินแล้วอาจจะใช้ถังคอนกรีต หรือภาชนะอื่นเก็บกักอุจจาระไว้แล้วสูบออกเพื่อนำไปกำจัดต่อไป

## 2.2 ปุ๋ยหมัก

นรีลักษณ์ (2548) กล่าวว่า ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ได้ให้คำจำกัดความของปุ๋ยไว้ว่า ปุ๋ย หมายถึงสารอินทรีย์ หรือสารอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือการสังเคราะห์ สำหรับใช้ธาตุอาหารแก่พืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดิน เพื่อบำรุงความเติบโตให้แก่พืช ในหลักวิชาการปุ๋ยโดยทั่วไปสามารถจำแนกปุ๋ยได้ 3 ประเภท คือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ

### 2.2.1 ประเภทของปุ๋ยหมัก

ธงชัย (2550) อธิบายว่า เมื่อพิจารณาถึงชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ภายในปุ๋ยแล้ว อาจแบ่งปุ๋ยออกได้ 4 ประเภท คือ

2.2.1.1 ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบของปุ๋ยเป็นสารอินทรีย์ส่วนใหญ่ เป็นปุ๋ยที่ผลิตโดยผ่านกรรมวิธีทางเคมีสังเคราะห์อาจเป็นปุ๋ยเดี่ยวหรือปุ๋ยผสมที่มีปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยแตกต่างกันออกไป บางชนิดเป็นปุ๋ยที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟตบดโพแทสเซียมคลอไรด์ เป็นต้น

2.2.1.2 ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบของปุ๋ยเป็นสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ธาตุอาหารในปุ๋ยจะเกิดประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่อได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เสียก่อน แล้วปลดปล่อยออกมาในรูปอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด เป็นต้น

2.2.1.3 ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง ปุ๋ยที่มีจุลินทรีย์ชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นส่วนผสมอยู่เป็นปริมาณมาก เมื่อเติมลงดินแล้วสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทันที ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้นหรืออาจทำให้พืชได้รับประโยชน์จากธาตุอาหารในดินมากขึ้นอันเนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์นั้นๆ

2.2.1.4 ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตทางเคมี มีปริมาณธาตุอาหารพืชสูง ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบเป็นสารอนินทรีย์ยกเว้นปุ๋ยยูเรีย ( $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ ) ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์

### 2.2.2 ความสำคัญและประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

ธงชัย (2550) อธิบายว่า ประโยชน์ของปุ๋ยหมักอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

2.2.2.1 การปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆของดิน ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้าเป็นดินเนื้อละเอียด อัดตัวกันแน่น เช่น ดินเหนียว ปุ๋ยหมักก็จะช่วยให้ดินนั้นมีสภาพร่วนซุยมากขึ้น ไม่อัดตัวกันแน่นทึบ ทำให้การระบาย

น้ำและการระบายอากาศดีขึ้นช่วยให้ดินมีความสามารถในการช่วยอุ้มน้ำหรือดูดซับน้ำที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชไว้ได้มากขึ้นทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้สมบูรณ์จึงดูดซับแร่ธาตุต่างๆ และน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายและดินร่วนปนทราย ส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีสารอินทรีย์อยู่น้อย ไม่อุ้มน้ำ การใส่ปุ๋ยหมักก็จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และทำให้ดินเหล่านั้นสามารถดูดซับน้ำไว้ให้พืชได้มากขึ้น ในดินเนื้อหยาบจึงควรต้องใส่ปุ๋ยหมักให้มากกว่าปกติ นอกจากคุณสมบัติต่างๆ ดังกล่าวแล้วปุ๋ยหมักยังสามารถช่วยปรับปรุงดินในแง่ อื่นๆ อีก เช่น ช่วยลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดิน ทำให้การงอกของเมล็ด และการซึมของน้ำลงไปดินสะดวกขึ้น ช่วยลดการไหลบ่าของน้ำขณะฝนตก เป็นการลดการพัดพาหน้าดินที่สมบูรณ์ไป

2.2.2.2 อิทธิพลของปุ๋ยหมักที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ใส่ลงดินจะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่ปลูกในดินนั้น คุณภาพของปุ๋ยหมักดังกล่าว ได้แก่ การเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมัก ปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก รวมทั้งการไม่มีสารที่เป็นอันตรายต่อพืช นอกจากคุณภาพของปุ๋ยหมักจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชแล้ว วิธีการใส่ และระยะเวลาของการใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดของดิน สภาพดินฟ้าอากาศ และความชื้นของดิน เป็นปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่มีส่วนกำหนดผลของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชด้วยเช่นกัน

จากข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตของปุ๋ยหมักต่อผลผลิตของพืชเศรษฐกิจบางชนิดในทวีปเอเชีย ได้แก่ ประเทศอินเดีย เกาหลี และจีน พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสม จะช่วยให้ได้รับผลผลิตมากขึ้น และเมื่อมีการใช้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาพอสมควรแล้ว ยิ่งทำให้เห็นผลของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยหมักชัดเจนขึ้น (ธงชัย, 2550)

จากการพิจารณาปุ๋ยหมักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช พบว่ามีประโยชน์หลายประการ สามารถจำแนกออกได้เช่น

- 1) ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืชโดยตรง และยังค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ในระยะยาวด้วย
- 2) ปุ๋ยหมักช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชบางชนิดไม่ให้สูญเสียไปจากดิน ซึ่งพืชสามารถดูดซับไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้มากขึ้น
- 3) ส่งเสริมการแพร่กระจายของรากพืช ทำให้ความสามารถในการดูดธาตุอาหารจากดินเพิ่มขึ้น
- 4) ปุ๋ยหมักช่วยดูดซับน้ำในดินให้ดินมีความชื้นมากขึ้น และยาวนานกว่าดินที่ปราศจากการใส่ปุ๋ยหมัก ลักษณะดังกล่าวข้างต้นนี้จะช่วยส่งเสริมให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้มากขึ้น

### 2.2.3 การผลิตปุ๋ยหมัก

จงชัย (2550) อธิบายว่า การหมักให้เศษพืชและสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ รวมทั้งซากสัตว์ให้สลายตัวนั้นอาจทำได้หลายวิธี ในทางการเกษตรจะพบอยู่ 3 แบบ คือ

2.2.3.1 การหมักในหลุม วิธีนี้เป็นการหมักเศษอินทรีย์ต่างๆ ในหลุม เช่น หลุมดิน หลุมคอนกรีตหรือในขอบซีเมนต์ เป็นต้น ด้านบนสุดอาจมีการกลบด้วยดิน วิธีนี้ไม่มีการกลับกองเศษสารอินทรีย์ การหมักจึงเกิดในสภาพอับอากาศหรือมีอากาศถ่ายเทได้น้อย การย่อยสลายเกิดขึ้นได้อย่างช้าๆ อุณหภูมิในระหว่างการหมักไม่ค่อยสูงมากนัก เชื้อโรค และไข่ของแมลงอาจไม่ถูกทำลาย โดยความร้อน การสลายตัวของสารอินทรีย์จนกระทั่งได้ปุ๋ยหมักจะใช้เวลานาน อาจมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ สารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวจะมีมากกว่าการย่อยสลายในสภาพที่มีอากาศถ่ายเทดี เช่น กรดอินทรีย์ ฮอร์โมน วิตามิน สารฮิวมิก แอลกอฮอล์ ฟีนอล แร่ธาตุอาหาร เอ็นไซม์ และก๊าซมีเทน เป็นต้น

2.2.3.2 การหมักในกองเหลว เป็นการนำเอาเศษวัสดุอินทรีย์ต่างๆ ใส่ลงในภาชนะที่ปิดมิดชิด บรรจุน้ำในสัดส่วนที่พอเหมาะ และสารเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น กากน้ำตาล กากสำเหล้า และจุลินทรีย์เร่งการย่อยสลาย การหมักในสภาพนี้เป็นการหมักในสภาพอับอากาศ วัสดุอินทรีย์ที่ใช้หมักมักจะเป็นเศษพืชหรือซากสัตว์ที่เปียกแฉะ เช่น ผัก ผลไม้ เศษปลา เป็นต้น การย่อยสลายเกิดอย่างช้าๆ อาจมีกลิ่นเหม็น แต่ถ้าจะลดกลิ่นลง และเกิดการย่อยสลายเร็วขึ้น ซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 30 ถึง 45 วัน ก็ต้องมีการให้อากาศอย่างต่อเนื่อง มีสารอินทรีย์ และสารอินทรีย์เกิดขึ้นระหว่างการย่อยสลายมากมายละลายอยู่ในน้ำคล้ายกับสารที่เกิดขึ้นในการหมักแบบที่ 1

2.2.3.3 การหมักแบบกองบนพื้น การหมักแบบนี้เป็นการหมักแบบให้อากาศ กล่าวคือมีการกลับกองปุ๋ยอยู่ค่อนข้างสม่ำเสมอในระหว่างการกอง ซึ่งเป็นการให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ การกองแบบนี้เกิดความร้อนได้สูง การย่อยสลายและการปลดปล่อยธาตุอาหารเกิดขึ้นได้รวดเร็ว เกิดสารตัวกลางขึ้นระหว่างการย่อยสลายน้อยกว่าแบบอื่น ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

การหมักทั้ง 3 แบบนี้ ข้างต้นมีข้อดีหรือข้อเสียแตกต่างกันออกไป แต่ถ้ามีการให้อากาศโดยวิธีการที่เหมาะสมแล้วจะเป็นปุ๋ยหมักได้เร็ว ไม่มีกลิ่นเหม็น และมีสารอินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืชที่ละลายคล้ายคลึงกัน ในทางตรงกันข้ามถ้าเป็นการหมักในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดีแล้ว การสลายตัวเกิดขึ้นอย่างช้าๆ มักมีกลิ่นเหม็นได้

## 2.2.4 การผลิตปุ๋ยหมักโดยวิธีการกองปุ๋ย

### 2.2.4.1 วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก

ธงชัย (2550) อธิบายว่า วัสดุที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักแบ่งออกได้ 4 ประเภท

- 1) วัสดุอินทรีย์หรือวัสดุพืชเหลือทิ้งทางการเกษตร ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมวัสดุเหลือทิ้งจากไร่นา หรือทางการเกษตรจึงมีอยู่ทั่วไป เช่น ฟางข้าว ใบพืช ลำต้นพืช เปลือก และกาก เป็นต้น
- 2) วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปวัตถุดิบทางการเกษตร ให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การขยายตัวด้านอุตสาหกรรมในประเทศก่อให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล ชี้เลื่อยจากโรงงานแปรรูปไม้ กากตะกอนน้ำเสีย เปลือก และกากผลไม้จากโรงงานบรรจุผลไม้กระป๋อง เป็นต้น วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิดสามารถนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นแนวทางในการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าว
- 3) วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน ในเขตชุมชนที่มีประชากรอยู่รวมกันมาก จะมีปัญหาในด้านการกำจัดขยะที่เกิดขึ้นทุกวัน แนวทางที่สามารถนำขยะเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ได้คือการนำมาทำปุ๋ยหมักซึ่งมักเรียกกันว่าปุ๋ยหมัก ในเขตกรุงเทพมหานครได้นำแนวทางนี้ไปใช้ผลิตปุ๋ยหมักมานานแล้ว แต่มีปัญหาอยู่บ้างในการแยกวัสดุที่ปะปนมา เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ และเศษพลาสติกต่างๆ ปัญหาอีกประการหนึ่งก็คือ ปริมาณการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับคน สำหรับในชนบทนั้นมีเศษขยะจากครัวเรือน เศษใบไม้ ใบหญ้า มูลสัตว์เลี้ยง สิ่งเหล่านี้สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี และยังเป็นการช่วยรักษาบริเวณบ้านเรือนให้สะอาดถูกหลักสุขอนามัยด้วย
- 4) วัสดุอื่นๆ และวัชพืช วัชพืชบกและวัชพืชน้ำหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักตบชวาที่เป็นปัญหาในการกำจัด เป็นวัชพืชที่เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วจนก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมาย การนำผักตบชวามาทำปุ๋ยหมักจึงเป็นแนวทางหนึ่งโดยเปลี่ยนให้เป็นปุ๋ยหมักที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงดิน และยังช่วยทำลายแหล่งของศัตรูพืชได้เป็นอย่างดี เป็นการช่วยรัฐบาลให้ประหยัดงบประมาณที่จะใช้ไปในการกำจัดได้

#### 2.2.4.2 การย่อยสลายและการแปรสภาพของเศษพืชในการทำปุ๋ยหมัก

ธงชัย (2550) เสนอว่า เมื่อนำเศษพืชหรือวัสดุที่จะใช้หมักมากองรวมกัน ผสมคลุกเคล้ากับมูลสัตว์และปุ๋ยเคมี รดน้ำให้กองปุ๋ยมีความชื้นพอเหมาะ เมื่อสภาพภายในกองปุ๋ยเหมาะสม จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่ติดมากับเศษวัสดุที่ใช้หมักก็จะเริ่มเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นมา โดยการย่อยสลายวัสดุที่นำมาหมักเพื่อใช้เป็นอาหาร ในช่วงแรกนี้ภายในกองวัสดุจะมีอาหารชนิดที่จุลินทรีย์ใช้ได้ต่างๆ อยู่เป็นจำนวนมากจุลินทรีย์จึงเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดความร้อนขึ้นในกองปุ๋ยหมัก โดยความร้อนจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ถ้ากองปุ๋ยได้ถูกวิธี ภายในเวลา 3 ถึง 5 วัน กองปุ๋ยอาจจะร้อนถึง 60 ถึง 80 องศาเซลเซียสได้ ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้มีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้เศษพืชย่อยสลายได้รวดเร็วและช่วยกำจัดจุลินทรีย์หลายชนิดที่ไม่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่ทำให้เกิดโรคกับคนหรือกับพืช ช่วยทำลายเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับเศษพืชรวมทั้งไข่ของแมลงที่มีอยู่ในกองปุ๋ยได้

กองปุ๋ยจะร้อนระอุอยู่ช่วงหนึ่ง ประมาณ 15 ถึง 20 วัน หลังจากนั้น ความร้อนจะค่อยๆ ลดลงไปเรื่อยๆ ขณะเดียวกันเนื้อของเศษพืชที่ใช้หมักก็เปื่อยยุ่ยลง และมีสีคล้ำขึ้น จนในที่สุดกองปุ๋ยจะเย็นลง เศษพืชกลายเป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นขุย ร่วนซุย มีสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม ยุบตัวลงเหลือประมาณ 1/3 ถึง 1/4 ส่วนของกองเดิม ก็จัดเป็นปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้ว สามารถนำไปใช้ได้โดยไม่เกิดอันตรายใดๆ ต่อพืช ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มกองจนถึงช่วงนี้ใช้เวลาประมาณ 2 ถึง 3 เดือน อาจจะเร็วหรือช้ากว่านี้ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ วิธีการตั้งกอง การปฏิบัติดูแลรักษา ความชื้น ตลอดจนการกลับกองปุ๋ย เป็นต้น

#### 2.2.4.3 กิจกรรมที่เกิดขึ้นในระหว่างการกองปุ๋ยหมัก

ธงชัย (2550) อธิบายว่า ในระหว่างกระบวนการย่อยสลายเศษพืชโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์นั้น ทำให้สภาพแวดล้อมบางประการในกองปุ๋ยเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะมีผลกระทบต่อจุลินทรีย์เป็นอย่างยิ่ง เช่น อุณหภูมิ pH เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ก่อให้เกิดประโยชน์มากมายและสามารถแยกเป็นประเด็นได้ ดังนี้

- 1) การย่อยสลายเศษพืชโดยจุลินทรีย์ เมื่อมีการกองเศษพืชได้อย่างเหมาะสมจะเป็นการลดระยะเวลาการย่อยสลายเศษพืชให้สั้นลง ทำให้ได้ปุ๋ยหมักเร็วขึ้นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทต่อการย่อยสลายเศษพืชประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 กลุ่มคือ แบคทีเรีย เชื้อรา และแอคติโนมัยซีต ได้แก่ *Bacillus sp.*, *Cellulomonas sp.*, *Aspergillus sp.*, *Nocardia sp.*, และ *Sterptomyces sp.* เป็นต้น จุลินทรีย์เหล่านี้จะขับเอนไซม์เซลลูเลส ออกมาย่อยสลายเศษพืชได้สารต่างๆ มากมาย



2) การทำลายโรคพืชบางชนิด การทดลองกองปุ๋ยหมักจากต้นพืชที่เป็นโรคบางชนิด เช่น เชื้อรา *Helminthosporiummaydis* ซึ่งทำให้เกิดโรคใบไหม้ของข้าวโพด เชื้อ *Curvulrialunata* ทำให้เกิดโรคใบจุดของข้าวโพด และ *Collectotrichumdermatium var. truncatum* ทำให้เกิดโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลือง พบว่าอุณหภูมิในกองปุ๋ยสูงถึง 70 องศาเซลเซียส ทำให้เชื้อโรคไม่สามารถเจริญได้ นอกจากนั้นเชื้อรา *Aspergillus sp.*, *Trichoderma sp.* และเชื้อแอนติไบโอติกพวก *Streptomyces sp.* บางชนิดมีความสามารถในการสร้างสารปฏิชีวนะออกมาทำลายเชื้อโรคพืช หรือเกิดการแข่งขันกันระหว่างจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคพืช หรือการที่เชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักเป็นปรสิตรกับเชื้อโรคพืช ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการทำลายเชื้อโรคพืชทั้งสิ้น

3) การทำลายไข่ของแมลงและเมล็ดวัชพืชบางชนิด ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการกองปุ๋ยหมักบางครั้งอาจสูง 60 ถึง 80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขนาดนี้สามารถทำลายไข่ของแมลงศัตรูพืช ทำให้ไข่ฝ่อไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ และยังมีผลต่อการทำลายเมล็ดวัชพืชบางชนิดโดยตรงด้วย ในขณะที่เมล็ดวัชพืชบางชนิดอาจถูกกระตุ้นให้งอกได้ง่ายขึ้นที่อุณหภูมิสูง และเมื่องอกแล้วก็จะถูกทำลายได้โดยง่ายเมื่อมีการกลับกองปุ๋ยในโอกาสต่อไป

4) การเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมัก จุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักบางชนิด เช่น *Azotobacter sp.* สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ จึงเป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมัก และลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนลงได้ส่วนหนึ่ง นอกจากนั้น ธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของหินฟอสเฟตหรือเศษซากกระดูก จะถูกย่อยสลายออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยเชื้อ *Thiobacillus sp.* เป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักให้ดีขึ้น และเชื้อ *Bacillus sp.* บางชนิดยังมีความสามารถสร้างฮอร์โมนช่วยให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอีกด้วย

5) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำปุ๋ยหมัก การใช้เชื้อเร่งปุ๋ยหมักเป็นการช่วยให้เกษตรกรสามารถทำปุ๋ยหมักได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องซื้อเชื้อเร่งทุกครั้งไป เป็นการลงทุนเพียงครั้งเดียว เพราะเกษตรกรสามารถนำปุ๋ยหมักที่เป็นแล้วมาใช้ในการต่อเชื้อ โดยใช้ปุ๋ยหมักที่เป็นแล้ว 100 ถึง 200 กิโลกรัมต่อเศษพืชที่จะนำมาทำปุ๋ยหมัก 1 ตัน จึงเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและลดต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมักลงได้ส่วนหนึ่ง

#### 2.2.4.4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพของเศษพืช

ธงชัย (2550) อธิบายว่า การแปรสภาพของเศษพืชไปเป็นปุ๋ยหมักจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ภายในกองปุ๋ย การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญต่างๆ ดังนี้

1) ชนิดและขนาดของวัสดุที่ใช้หมัก วัสดุที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักมีหลายประเภท แต่ละปีจะมีปริมาณมากมาย วัสดุเหล่านั้นบางชนิดก็ย่อยสลายได้ง่าย รวดเร็ว บางชนิดก็ย่อยสลายได้ช้าขึ้นอยู่กับเนื้อของวัสดุเหล่านั้นว่ามีส่วนที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหารได้ยากหรือง่าย และมีแร่ธาตุอยู่พอเพียงกับความต้องการของจุลินทรีย์หรือไม่ ดังนั้นจึงอาจแบ่งวัสดุเหล่านี้ออกเป็น 2 พวก คือ

1.1) เศษพืชสลายตัวง่าย เช่น ผักตบชวา ต้นกล้วย ใบตอง เศษผัก เศษหญ้าสด เศษพืชที่อวบน้ำ กากเมล็ดข้าวฟ่าง พืชวงศ์ถั่วต่างๆ เป็นต้น

1.2) เศษพืชสลายตัวยาก เช่น ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย ชี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง เป็นต้น ปกติเศษพืชเหล่านี้จะมี แร่ธาตุอาหารบางชนิดอยู่น้อย ไม่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะไนโตรเจน ดังนั้นถ้าต้องการให้เศษพืชนี้สลายตัวได้รวดเร็วขึ้น ต้องเพิ่มธาตุไนโตรเจนลงไปในรูปแบบของปุ๋ยเคมีหรือมูลสัตว์ต่างๆ แทนหรือกองรวมกับพวกเศษพืชที่สลายตัวได้ง่าย โดยกองสลับชั้นระหว่างวัสดุที่สลายตัวได้ยากให้หนาประมาณ 8 นิ้ว แล้วกองทับด้วยเศษพืชที่สลายตัวได้ง่ายหนาประมาณ 4 ถึง 5 นิ้ว เช่นนี้สลับกันไปเรื่อยๆจนได้ขนาดกองปุ๋ยตามที่ต้องการ

นอกจากชนิดของเศษพืชแล้ว ขนาดของเศษพืชก็เป็นเรื่องที่สำคัญ ถ้าเศษพืชที่นำมาหมักมีขนาดใหญ่เกินไป ภายในกองจะมีช่องว่างอยู่มาก กองปุ๋ยจะแห้งได้ง่าย ความร้อนที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ยจะกระจายหายไปอย่างรวดเร็ว ทำให้กองปุ๋ยไม่ร้อนเท่าที่ควรการย่อยสลายเศษพืชจะช้าศัตรูต่างๆที่ติดมากก็ไม่ถูกทำลายไป ดังนั้นควรสับหรือหั่นให้มีขนาดเล็กประมาณ 2 ถึง 3 นิ้ว จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตในชั้นส่วนของพืชได้ทั่วถึง เมื่อเศษพืชขยู่ใกล้ชิดกันมากขึ้น การแพร่ขยายของเชื้อจุลินทรีย์ก็เป็นไปอย่างรวดเร็ว และกองปุ๋ยจะร้อนระอุดีขึ้นอย่างไรก็ตามในการทำปุ๋ยหมักเป็นปริมาณมาก การหั่นหรือการสับเศษพืชก็เป็นภาระสิ้นเปลืองแรงงานมาก อาจเปลี่ยนไปใช้วิธีการอื่นได้ตามความเหมาะสม เช่น ถ้ามีรถแทรกเตอร์ก็โรยชั้นส่วนของพืชลงบนพื้นแข็งแล้วใช้รถ บดทับ หรือใช้วิธีหาเศษพืชที่มีขนาดเล็ก เช่น เศษหญ้าผสมคลุกเคล้าเข้าไปในกองเพื่อลดช่องว่างที่มีอยู่ แต่ถ้ามีเศษหญ้าไม่พอก็อาจใช้ดินหรือเศษหญ้าคลุมกองหรือเลี้ยงไปใช้วิธีกองปุ๋ยหมักในหลุมหรือบ่อหมักแทน

2) มูลสัตว์ ในการตั้งกองปุ๋ยหมักนั้น ถ้าใส่มูลสัตว์ต่างๆ เช่น มูลวัว มูลสุกร มูลไก่ ผสมคลุกเคล้าลงไปด้วยแล้ว กองปุ๋ยหมักจะร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดการย่อยสลายได้ดีกว่า การใช้เศษพืชอย่างเดียว ทั้งนี้เพราะมูลสัตว์มีสารประกอบและแร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์ อยู่มากมายหลายชนิด จึงเป็นการเร่งให้จุลินทรีย์ย่อยสลายพืชได้อย่างรวดเร็ว และมูลสัตว์มีจุลินทรีย์ ชนิดต่างๆ ที่มีความสามารถย่อยเศษพืชได้ดีมาก จึงเป็นการใส่เชื้อจุลินทรีย์จำนวนมากลงไป ในกองปุ๋ยนั่นเอง จุลินทรีย์เหล่านี้จะไปสมทบกับจุลินทรีย์ที่ติดมากับเศษพืช ช่วยย่อยและแปรสภาพ เศษพืชให้กลายเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น ปริมาณของมูลสัตว์ที่ต้องใช้ในการทำปุ๋ยหมักนั้นไม่คงที่ตายตัว ถ้ามีมากก็ใส่มากได้ตามที่ต้องการ เพราะยิ่งใส่มากก็จะยิ่งทำให้เศษพืชแปรสภาพได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตามไม่ควรใส่น้อยกว่า 1 ส่วนต่อเศษพืช 10 ส่วน ถ้ามีมูลสัตว์น้อยกว่านี้และเศษพืชที่ใช้เป็นพวกที่ สลายตัวยาก ก็ควรหาวัสดุอื่นๆ ที่มีธาตุไนโตรเจนมากๆ เช่น ปุ๋ยเคมีมาเสริมแทนได้

3) ปุ๋ยเคมี เศษพืชประเภทที่สลายตัวได้ยากจะมีแร่ธาตุอาหารอยู่น้อย ไม่เพียงพอับความต้องการของจุลินทรีย์ แร่ธาตุตัวสำคัญที่ปกติมักจะขาดแคลนมากที่สุด ในเศษพืช พวกนี้ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ดังนั้นจึงเน้นเฉพาะการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นหลัก เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต ปุ๋ยยูเรีย สำหรับแร่ธาตุอื่นๆ นอกเหนือไปจากไนโตรเจนนั้น ปกติเศษพืชจะมีอยู่มากพอสมควร แม้ว่า จะไม่ค่อยเพียงพอ แต่การใส่แร่ธาตุเหล่านั้นเพิ่มเติมลงไปก็มักไม่ทำให้เศษพืชสลายตัวได้รวดเร็วขึ้น เท่าใดนัก ปริมาณของปุ๋ยไนโตรเจนที่ต้องใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของเศษพืชที่นำมาหมัก

3.1) ถ้าเป็นพวกที่ย่อยสลายได้ง่ายก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมีลงไปอีก หรืออาจใส่ในปริมาณเล็กน้อยเพียงเสริมหรือกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เท่านั้น

3.2) ถ้าเป็นเศษพืชพวกที่ย่อยสลายได้ยาก ก็ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนด้วย เศษพืชพวกที่มีไนโตรเจนน้อยกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ คือ พวกที่ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติม ส่วน ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนในกรณีที่เป็นเศษพืชพวกที่สลายตัวได้ยากนั้น อาจประมาณได้ว่าถ้าใช้ ปุ๋ยยูเรียควรใส่ในอัตรา 1.5 ถึง 2.0 กิโลกรัมต่อขนาดของกองที่เสร็จแล้ว 2 ลูกบาศก์เมตร หรือถ้าเป็น ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟตก็ใช้ประมาณ 3 ถึง 4 กิโลกรัมต่อกองปุ๋ยขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร

4) การระบายอากาศของกองปุ๋ย ในการตั้งกองปุ๋ยหมักนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพการระบายอากาศภายในกองปุ๋ย เพราะถ้าไม่มีอากาศให้จุลินทรีย์ใช้หายใจแล้ว การย่อยสลายของกองปุ๋ยหมักจะเปลี่ยนไปเป็นการย่อยสลายแบบอับอากาศ ทำให้การสลายตัว เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และมักเกิดกลิ่นเหม็น ความร้อนที่จะช่วยกำจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ในกองปุ๋ยก็ไม่ เกิดขึ้น ลักษณะเช่นนี้ พบได้เสมอกับกองปุ๋ยที่แน่นทึบหรือรดน้ำจนเปียกแฉะ ถ้าหากหมักเศษพืชใน สภาพเช่นนี้ จะใช้เวลานาน ถ้าต้องการให้พืชสลายตัวได้รวดเร็ว ไม่มีกลิ่นเหม็น และเกิดความร้อนใน กองปุ๋ยมากพอที่จะกำจัดเชื้อโรค เมล็ดวัชพืช ตัวอ่อนหรือไข่ของแมลงที่มีอยู่แล้ว จำเป็นต้องปฏิบัติ ดูแลให้กองปุ๋ยมีสภาพการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยที่ดีอยู่เสมอ ดังนี้

4.1) ขนาดของกองปุ๋ย ไม่ควรตั้งกองปุ๋ยให้สูงมากนัก ถ้ากองปุ๋ยสูงมาก ส่วนล่างของกองจะถูกน้ำหนักจากส่วนบนกดทับ ทำให้อัดตัวแน่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเศษพืชสลายตัวไประยะหนึ่งแล้วจะมีเนื้อละเอียดขึ้น กองปุ๋ยจะยุบตัวลงเนื้อปุ๋ยด้านล่างของกองก็จะถูกกดจนแน่นทึบไม่สามารถระบายอากาศได้ ความสูงของกองปุ๋ยที่พอเหมาะอยู่ที่ 1.50 ถึง 1.80 เมตร ความกว้างของกองปุ๋ยก็ไม่ควรมากจนเกินไป เพราะมีผลต่อการระบายของอากาศด้านข้างของกองปุ๋ยเช่นกัน ถ้ากว้างมากเกินไปการกลับกองปุ๋ยอาจทำได้ไม่สะดวก ปกติควรกว้างประมาณ 2.00 ถึง 3.00 เมตร ในทางตรงกันข้ามกองปุ๋ยไม่ควรจะเตี้ยหรือแคบเกินไป เพราะจะทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นกระจายออกไปได้ง่าย กองปุ๋ยจะไม่ร้อนเท่าที่ควรและแห้งได้ง่าย ถ้ากองปุ๋ยแห้งการสลายตัวจะหยุดชะงักลง ขนาดของกองปุ๋ยไม่ควรเล็กกว่า 1 ลูกบาศก์เมตร คือ มีด้านกว้าง ยาว และสูง ด้านละไม่ต่ำกว่า 1 เมตร

4.2) การรดน้ำกองปุ๋ยขณะตั้งกองปุ๋ยหมักจะต้องรดน้ำจนเศษพืชชื้นพอที่จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ และไม่ต้องรดมากจนเกินไปจนกระทั่งการระบายอากาศของกองปุ๋ยไม่ดี ถ้าเศษพืชชิ้นแห้งและมีขนาดใหญ่ เช่น ชังข้าวโพด เศษวัชพืชแห้ง จะไม่ค่อยมีปัญหาเรื่อง การระบายอากาศในกองปุ๋ย แต่อาจมีปัญหาเศษพืชไม่ค่อยเปียกน้ำต้องรดน้ำจำนวนมาก เศษพืชจึงจะขึ้นพอ แต่ถ้าเศษพืชมีขนาดเล็กดูดซับน้ำได้ดี เช่น ชานอ้อย ชีเลี้ยง ขุยมะพร้าว กากตะกอนน้ำเสีย กากส่าเหล้า ต้องรดน้ำเล็กน้อยแค่ทำให้วัสดุเหล่านั้นเปียกชื้นสม่ำเสมอเท่านั้นอย่าให้แฉะ ขณะรดน้ำควรหลีกเลี่ยงการขึ้นเหยียบย่ำบนกองวัสดุ เพราะจะทำให้กองปุ๋ยแน่นทึบเกินไปเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญได้ไม่ดีเท่าที่ควร ในกรณีของเศษพืชที่อวบและฉ่ำน้ำ เช่น ผักตบชวา หลังจากนำขึ้นจากน้ำจะอมน้ำไว้มาก ถ้านำมากองปุ๋ยทันทีจะอัดตัวกันแน่น ควรปล่อยให้แห้งให้เหี่ยวพอสมควรแล้วค่อยนำไปกองจะช่วยให้ปุ๋ยมีการระบายดีขึ้น

4.3) การระบายอากาศ ถ้าวัสดุมีขนาดค่อนข้างเล็กคาดว่าเมื่อกองปุ๋ยไปแล้วระยะหนึ่งกองปุ๋ยจะมีลักษณะค่อนข้างทึบ หรือเมื่อหมักเศษพืชไประยะหนึ่งแล้วเห็นว่าเศษพืชอัดกันแน่นมากขึ้น เกรงว่าการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยไม่เพียงพออาจช่วยระบายอากาศในกองปุ๋ยได้โดยวิธีง่ายๆ คือ เมื่อเริ่มตั้งกองปุ๋ยหรือตั้งกองปุ๋ยใหม่หลังจากการกลับกองก็หาไม้ไผ่ หรือท่อพีวีซีมาหลายๆลำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 ถึง 6 นิ้ว มาปักตั้งไว้บนพื้นดินที่จะตั้งกองปุ๋ย โดยกะว่าเมื่อตั้งกองไปแล้วลำไม้ไผ่จะกระจายอยู่ทั่วๆกองแล้วจึงทำการตั้งกองปุ๋ยเมื่อตั้งกองปุ๋ยเรียบร้อยแล้วก็ถอนลำไม้ไผ่ออก กองปุ๋ยก็จะมีช่องระบายอากาศตามที่ต้องการ ก่อนถอนลำไม้ไผ่ควรโยกไม้ไปมารอบๆจะทำให้ช่องระบายอากาศคงรูปได้ดีขึ้นไม่ยุบตัว ควรทำช่องระบายอากาศเช่นนี้ทุกครั้งที่มีการกลับกองปุ๋ย

4.4) การกลับกองปุ๋ย หลังจากตั้งกองปุ๋ยไประยะหนึ่งแล้ว ควรกลับกองปุ๋ยโดยการค้ำกองลงมาทั้งหมดเกลี่ยผสมคลุกเคล้ากัน แล้วนำวัสดุทั้งหมดกลับตั้งเป็นกองใหม่ในรูปทรงเดิม โดยพยายามกลับเอาเศษพืชที่เคยอยู่ด้านบนนอกของกอง ให้กลับเข้าไปอยู่ด้านในของกอง การกลับกองปุ๋ยจะทำให้สภาพของกองปุ๋ยโปร่งขึ้น การระบายอากาศดีขึ้น รวมทั้งเป็นการหมุนเวียนเอาวัสดุด้านบนนอกของกองที่ยังไม่สลายตัวให้เข้าไปปรับความร้อนภายในกอง และช่วยกำจัดหนอนตัวอ่อนของแมลงวันที่อาจเกิดขึ้นบริเวณขอบนอกของกอง ขณะเดียวกันก็เป็นการผสมคลุกเคล้าวัสดุให้เข้ากัน มีความชื้นสม่ำเสมอทั้งกองการกลับกองมีความสำคัญมากต่อการแปรสภาพของกองปุ๋ย ยิ่งสามารถกลับกองได้บ่อยครั้งจะยิ่งช่วยให้เศษพืชแปรสภาพไปเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น เช่น การกลับกองทุกๆ 3 ถึง 5 วัน หรือทุกสัปดาห์จะทำให้เศษพืชสลายตัวได้รวดเร็ว แต่การกลับกองเป็นขั้นตอนที่สิ้นเปลืองแรงงานอย่างมาก ถ้าไม่มีความจำเป็นต้องรีบใช้ปุ๋ยหมักก็สามารถลดจำนวนครั้งในการกลับกองปุ๋ยลงได้ตามเวลา หรือแรงงานที่มีอยู่แต่อย่างน้อยที่สุดก็ควรจะได้มีการกลับกองประมาณ 3 ถึง 4 ครั้ง คือ กลับกองครั้งแรกประมาณ 10 วันหลังจากเริ่มตั้งกองปุ๋ย ครั้งที่สองประมาณ 15 วัน หลังจากกลับกองครั้งแรกจากนั้นก็อาจกลับกองทุกๆ 20 วัน จนสามารถนำไปใช้ได้

4.5) ความชื้นของกองปุ๋ย จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ให้เป็นปุ๋ยนั้นต้องอาศัยน้ำหรือความชื้นในการดำรงชีพ วัสดุที่นำมากองจึงต้องเปียกชื้น การรดน้ำต้องระมัดระวังพอสมควร คือ รดน้ำพอแค่ให้เศษพืชในกองเปียกชื้นพอสมควรไม่ให้แฉะ ส่วนใหญ่แล้วเศษพืชหมักไม่ค่อยดูดซับน้ำจึงอาจต้องรดน้ำให้มากเป็นพิเศษในวันแรก อีกสองสามวันต่อมาควรดูกองเศษวัสดุพืชว่าด้านในของกองมีความชื้นเพียงพอหรือไม่ หากยังไม่พอต้องรดน้ำเพิ่มเติมจนเปียกชื้นโดยทั่วกัน จากนั้นก็คอยตรวจตราเป็นระยะๆ ดูแลให้กองปุ๋ยชื้นอยู่เสมอ ความชื้นที่พอดีของกองปุ๋ยอยู่ในช่วง 40 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ง่ายๆ ได้โดยวิธีใช้มือหยิบเอาเศษพืชในกองออกมาแล้วกำบีบให้แน่น ถ้ามีน้ำไหลซึมออกมาตามซอกนิ้วไหลเป็นทางแสดงว่ากองปุ๋ยแฉะเกินไป ไม่ควรรดน้ำแต่ควรทำการกลับกองปุ๋ยบ่อยขึ้นหรือใช้วัสดุที่แห้งดูดซับน้ำได้ดี เช่น ขี้เลื่อย เศษพืชแห้งผสมคลุกเคล้าลงไป ถ้าบีบดูแล้วน้ำซึมออกตามซอกนิ้วแต่ไม่ถึงกับไหลออกเป็นทาง แสดงว่าความชื้นพอดีแล้ว แต่เมื่อบีบแล้วไม่มีน้ำซึมออกมาเลยแสดงว่าเศษพืชนั้นแห้งเกินไป ต้องรดน้ำเพิ่มเติมการตั้งกองปุ๋ยในที่โล่งแจ้งในฤดูฝน สิ่งที่ต้องระวังอีกอย่างหนึ่ง คือ สภาพของฝนที่ตกหนักติดต่อกันนานๆ อาจทำให้ภายในกองปุ๋ยเปียกแฉะได้ ดังนั้นถ้าเป็นช่วงที่มีฝนตกชุกอาจป้องกันไม่ให้กองปุ๋ยเปียกแฉะโดยการปรับแต่งด้านบนของกองให้โค้งมนเป็นรูปครึ่งวงกลม การกองลักษณะนี้ฝนที่ตกลงมาบนกองปุ๋ยส่วนใหญ่จะไหลออกไปด้านข้างของกองทำให้ด้านในของกองไม่เปียกแฉะ แต่ถ้าหมักกองปุ๋ยไประยะหนึ่งจนเศษพืชเปียกชุ่มมากแล้ว กองปุ๋ยจะดูดซับน้ำฝนได้ง่ายจึงควรหาวัสดุมาคลุมด้านบนของกองไว้ไม่ให้เปียกฝนจนแฉะ

## 2.3 วัสดุพืชที่ใช้ในการวิจัย

ปรีชา (2556) กล่าวว่า ชานอ้อย หมายถึง เศษเหลือจากการหีบเอาน้ำอ้อยออกจากท่อนอ้อยแล้ว เมื่อท่อนอ้อยผ่านลูกหีบชุดแรกอาจจะมีน้ำอ้อยตกค้างเหลืออยู่ยังหีบออกไม่หมด แต่พอผ่านลูกหีบชุดที่ 3-4 ก็จะมีน้ำอ้อยตกค้างอยู่น้อยมาก หรือแทบจะไม่เหลืออยู่เลย คือ เหลือแต่เส้นใยล้วนๆ ผลพลอยได้อันดับต่อมาได้แก่ ฟิลเตอร์มัด หรือบางแห่งก็เรียกฟิลเตอร์ เพรสเค้ก หรือฟิลเตอร์เค้ก หรือฟิลเตอร์มัด ซึ่งจะถูกแยกหรือกรองหรือ ทำให้น้ำอ้อยบริสุทธิ์โดยวิธีอื่นใดก็ตาม สิ่งสกปรกที่แยกออกมาก็คือฟิลเตอร์เค้ก ผลพลอยได้อันดับสุดท้ายจากโรงงานน้ำตาลก็ได้แก่ กากน้ำตาล หรือโมลาส ซึ่งมีลักษณะข้นเหนียวสีน้ำตาลแก่ที่ไม่สามารถจะสกัดเอาน้ำตาล ออกได้อีกโดยวิธีปกติในกรณีที่ปุ๋ยหมักทำจากวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ กากอ้อย แกลบ ปอ ชี้เลื้อย และขุยมะพร้าว จะมีระดับปริมาณธาตุอาหารพืช คือ ไนโตรเจน 0.7 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.2 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.35 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณธาตุอาหารรอง คือ แคลเซียม 0.7 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.2 เปอร์เซ็นต์ และซัลเฟอร์ 0.05 เปอร์เซ็นต์

กรมปศุสัตว์ (2556) กล่าวว่าต้นกล้วยส่วนที่เราเห็นโผล่พ้นจากดินนั้น อันที่จริงเป็นก้านใบของกล้วย ในทางวิชาการถือว่าเป็นลำต้นเทียมประกอบด้วยก้านใบจำนวนมากอัดกันแน่นเป็นชั้นๆ ชั้นนอกสุดมีความแข็งและเหนียวมากกว่าก้านใบที่อยู่ด้านใน จากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของต้นกล้วย โดยกลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ พบว่า ต้นกล้วยสดมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนคิดจากน้ำหนักแห้งเพียง 2.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับฟางข้าว มีเยื่อใยคิดจากน้ำหนักแห้ง 26.1 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามระดับเยื่อใยในต้นกล้วยค่อนข้างต่ำ จึงสามารถใช้ต้นกล้วยเป็นอาหารเลี้ยงสุกรซึ่งเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยวได้นอกจากนั้นยัง พบว่า ต้นกล้วยมีระดับแร่ธาตุแคลเซียมประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมประมาณ 0.42 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุแมงกานีส ทองแดง เหล็ก และสังกะสีประมาณ 2.87 ,0.05 ,6.37 และ 1.41 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ตามลำดับ

## 2.4 พืชที่ใช้ในการวิจัย

นิตยสารเกษตรชีวภาพ (2549) อ้างว่าผักบุ้งจีนเป็นผักที่ปลูกง่าย ไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องโรคแมลง รวมถึงสภาพอากาศก็ไม่เป็นปัญหา ยิ่งหน้าฝนผักจะยิ่งงาม ผักบุ้งจีนเป็นผักที่มีผู้นิยมรับประทานกันอย่างกว้างขวาง สามารถรับประทานได้ทั้งสดและนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด เจริญเติบโตได้เร็ว อายุสั้น มีคุณค่าทางอาหารสูงรับประทานได้ทั้งต้นและใบ ดังนั้นผักบุ้งจีนเป็นพืชนิยมบริโภคภายในครัวเรือนเป็นประจำและพืชที่ส่งออกในรูปแบบผักสดและเมล็ดพันธุ์ในตลาดสำคัญ

### 2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักบุ้งจีน

ผักบุ้งจีน มีชื่อสามัญในภาษาอังกฤษว่า Water convolvyls หรือ kang-kong เป็นพืชในตระกูล Convolvylaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea aquatic forsk. Var. reptan* มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อน สามารถปลูกได้ตลอดปีและปลูกได้ทั่วประเทศของประเทศไทย (เฉลิมเกียรติ และ ภัสรา, 2539)

กัญญา และคณะ (2542) ระบุว่า ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักบุ้งจีน มีดังนี้

2.4.1.1 ราก ผักบุ้งจีนมีรากเป็นแบบแก้ว มีรากแขนง แตกออกทางด้านข้างของรากแก้ว และยังสามารถแตกรากฝอยออกมาจากข้อของลำต้นด้วย

2.4.1.2 ต้น เป็นไม้ล้มลุกหลายปี ลำต้นเลื้อยทอดไปตามน้ำหรือที่ลุ่มที่มีความชื้น หรือดินแฉะ ลำต้นกลมสีเขียวมีข้อปล้องและมีรากตามข้อได้

2.4.1.3 ใบ ใบเดี่ยวออกแบบสลับ เช่นรูปไข่ แกมขอบขนานรูปหอก รูปหัวใจรูปขอบใบเรียบ หรือมีคลื่นเล็กน้อย ปลายใบแหลม หรือมน ฐานใบเว้าเป็นรูปหัวใจยาว 3-15 ซม. กว้าง 1-9 ซม.

2.4.1.4 ดอก รูประฆัง ออกดอกที่ซอกใบ และข้อมีดอกย่อย 1-5 ดอก กลีบเลี้ยงสีเขียว กลีบดอกมีทั้งสีขาวหรือสีชมพูที่ฐาน เกสรตัวผู้มี 5 อันยาวไม่เท่ากัน

2.4.1.5 ผล เป็นแบบแคปซูลรูปไข่หรือกลมสีน้ำตาล

2.4.1.6 เมล็ด มีเมล็ดกลมสีดำ

#### 2.4.2 ลักษณะการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน

ผักบุ้งจีนใช้เวลาในการงอกเพียง 48 ชั่วโมง ระยะแรกของการเจริญเติบโตจะทำให้ลำต้นตั้งตรงหลังจากการงอกได้ 5-7 วัน จะมีใบเลี้ยงโผล่ออกมา 2 ใบ มีลักษณะปลายใบแฉก ไม่เหมือนกับใบจริงเมื่อต้นโตระยะแรกสองสัปดาห์แรกจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งอายุประมาณ 30-45 วัน การเจริญเติบโตจะเปลี่ยนไปในทางทอดยอดและแตกกอ (เฉลิมเกียรติ และ ภัสรา, 2539)

#### 2.4.3 การเพาะปลูกและปลูกผักบุ้งจีน

2.4.3.1 วิธีปลูก การปลูกโดยการหว่านเมล็ด นำเมล็ดที่คัดเลือกแล้วไปแช่น้ำประมาณ 6-12 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดดูดซึมน้ำเพิ่มความชื้น และหว่านให้กระจายทั้งแปลงอย่างสม่ำเสมอ กลบด้วยดินปลูกหรือขี้เถ้ากลบ คุมด้วยฟางข้าวหรือหญ้าแห้งรดน้ำให้ชุ่ม (วิเชษฐ, 2551)

2.4.3.2 การให้น้ำ ควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอวันละ 2 ครั้ง ถ้าผักบุ้งขาดน้ำจะทำให้ชะงักการเจริญเติบโต คุณภาพลดลง ลำต้นแข็งกระด้าง เหนียวไม่น่ารับประทานและผลผลิตต่ำกว่าปกติ (วิเชษฐ, 2551)

2.4.3.3 การพรวนดินและกำจัดวัชพืช ถ้ามีการเตรียมดินดีมีการใส่ปุ๋ยคอกก่อนปลูก และมีการหว่าน ผักบุ้งขึ้นมาสม่ำเสมอทันที ไม่จำเป็นต้องพรวนดิน แต่ควรมีการถอนวัชพืชออกจากแปลงปลูกอยู่เสมอ 7-10 วันต่อครั้ง (เฉลิมเกียรติ และ ภัสรา, 2539)

2.4.3.4 การเก็บเกี่ยว หลังจากหว่านเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนลงปลูกได้ 20-25 วัน ผักบุ้งจีนจะเจริญเติบโตมีความสูงประมาณ 30-35 เซนติเมตร ให้ถอนผักบุ้งจีนออกจากแปลงปลูกทั้งต้นและราก ควรรดน้ำก่อนถอนผักบุ้งจีนจะได้ถอดได้สะดวก (เฉลิมเกียรติ และ ภัสรา, 2539)



## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กันยมาส (2546) อ้างว่า ศึกษาการนำขานอ้อยและกากตะกอนน้ำทิ้งมาใช้ในการผลิตปุ๋ยหมัก โดยศึกษาภาวะที่เหมาะสมของการผลิตปุ๋ยหมัก คือ อุณหภูมิและการให้อากาศ รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในระหว่างกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพภายในเวลาสั้น โดยวิธีในการศึกษาจะนำกากตะกอนน้ำทิ้งและขานอ้อยมาผึ่งให้แห้ง และนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี โดยจะใช้กากตะกอนผสมขานอ้อยในอัตราส่วน 1.1 : 1.5 ที่อุณหภูมิต่างกันและควบคุมความชื้น และมีการพลิกกลับกองทุก 3, 7, 10 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ตามวิธีมาตรฐานแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูล และจากผลการศึกษาพบว่าสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของกากตะกอนน้ำทิ้ง คือ ค่าความเป็นกรดต่างอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณโลหะหนัก มีความเหมาะสมในการนำมาผลิตปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี

สินัส (2552) อ้างว่า ศึกษาสูตรปุ๋ยหมักจากกากตะกอนระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพที่สามารถเร่งผล เร่งใบ และเร่งดอก โดยเริ่มจากจะทำการทดสอบเพื่อประเมินหาสูตรปุ๋ยหมักจากกากตะกอน ที่มีความเหมาะสมผ่านการทดสอบการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์และการทดสอบการเจริญเติบโตของพืช โดยสูตรปุ๋ยหมักที่ทำการศึกษาในที่นี้มี 3 สูตร ได้แก่ ปุ๋ยหมักกากตะกอนผสมกากปุ๋ยหมักกากตะกอนผสมธูปฤๅษี และปุ๋ยหมักกากตะกอนผสมผักตบชวาซึ่งทุกสูตรมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนก่อนเริ่มต้นหมักที่ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยในส่วนแรกของการศึกษาที่เป็นเรื่องการทดสอบการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยหมักกากตะกอนทั้ง 3 สูตร พบว่าผลการทดสอบให้ค่าดัชนีการงอกงามมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยหมักที่ได้มาจากกากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าว ไม่มีสิ่งที่เป็นพิษเจือปนหากนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงสามารถนำไปทำปุ๋ยหมักใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้ปลูกกับพืชทุกกลุ่มได้เป็นอย่างดี

พรเพ็ญ (2551) อ้างว่า ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงดิน จากการเปรียบเทียบปุ๋ยหมัก 4 ชนิดคือ ปุ๋ยหมักจากเปลือกทุเรียนปัดส ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว และปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษ ในการปรับปรุงสมบัติของดินและความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืช พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ค่าน้ำไฟฟ้า ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคทไอออนเพิ่มขึ้น ส่วนในแง่การย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหาร พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้สูงสุด ส่วนดินที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด ปุ๋ยหมักเปลือกทุเรียนปัดสมีประสิทธิภาพสูงสุดในการดูดซับปริมาณโพแทสเซียมในดินได้ดี ส่วนการย่อยสลายของปุ๋ยหมักแต่ละชนิดจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงการบ่มดิน 0-42 วัน และมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการบ่มดิน มีเพียงปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีค่าเพิ่มขึ้นตาม

ระยะเวลาการบ่มดิน ส่วนการย่อยสลายของปุ๋ยหมักในสภาพที่มีพืชเจริญเติบโตอยู่ด้วย จะมีรูปแบบคล้ายคลึงกับสภาพที่ไม่มีพืช แต่จะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่า

มณฑยา (2546) อ้างว่า ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมัก 3 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยหมักจากการหมักของตะกอนระบบผลิตน้ำประปาพร้อมกับผักตบชวาในอัตราส่วนร้อยละ 10 ปุ๋ยหมักจากการหมักของตะกอนระบบผลิตน้ำประปาพร้อมกับผักตบชวาในอัตราส่วนร้อยละ 20 และปุ๋ยหมักจากการหมักใบไม้สด โดยกองหมักทั้ง 3 กอง ใช้แกลบเป็นวัสดุสร้างความพรุน การศึกษาจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในกระบวนการหมัก และศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักรวมทั้งทดสอบความความเป็นพิษ ผลของการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการหมักตะกอนร้อยละ 10 และ 20 มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าต่ำกว่ากองใบไม้สดโดยมีอุณหภูมิไม่สูงมากนัก (45 องศาเซลเซียส) นอกจากนี้ยังพบว่า กองหมักตะกอนร้อยละ 20 มีอัตราการย่อยสลายต่ำกว่ากองหมักอื่นๆ สำหรับปุ๋ยหมักที่ได้พบว่า ปุ๋ยหมักตะกอนทั้ง 2 ชนิดมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าปุ๋ยใบไม้สด แต่ปุ๋ยของตะกอนหมักเมื่อผ่านกระบวนการหมักก็มีปริมาณแร่ธาตุไมโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่สูงกว่าปริมาณของปุ๋ยหมักใบไม้สด และเมื่อพิจารณาปุ๋ยหมักทั้ง 3 ชนิด ไม่มีโอกาสในการเกิดพิษ และเมื่อตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยหมักทั้งในระหว่างการหมัก และการบ่ม สามารถสรุปได้ว่า ปุ๋ยหมักใบไม้สดมีคุณภาพที่ดีที่สุดในการนำไปปลูกพืช

จุฑามาส (2548) กล่าวว่า ทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างกากตะกอนน้ำทิ้งชุมชน และขานอ้อย ในการผลิตปุ๋ยหมักด้วยวิธีมาตรฐานซึ่งการทดลองจะทำการทดลองในเรือนเพาะชำ โดยการนำกากตะกอนน้ำทิ้งชุมชนและขานอ้อยมาผสมในอัตราส่วนต่างๆกันแล้วนำมาทำปุ๋ยหมัก โดยวางแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์จำนวน 4 ชุด การทดลองตามอัตราส่วน 4 อัตราส่วน ได้แก่ ชุดทดลองที่มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นที่ 6 หรือชุดทดลองที่มีกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอย่างเดียว ชุดทดลองที่มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นที่ 10, 25 และ 35 ตามลำดับ ทดลองอัตราส่วนซ้ำอย่างละ 3 ครั้ง แล้วทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สมบัติของปุ๋ยหมัก คือ ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ค่าไนโตรเจนทั้งหมด ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ค่าโพแทสเซียมทั้งหมด และค่าความเป็นกรดต่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและจากผลการศึกษาพบว่าค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นที่ 25 เป็นค่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำทิ้งชุมชนและขานอ้อย และเมื่อสิ้นสุดการทดลองได้นำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใส่ในดินเพื่อทดลองปลูกต้นกวางตุ้งได้หวั่น พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการ

#### 3.1 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยการพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับชานอ้อย เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช เพื่อศึกษาวิธีการพัฒนากากตะกอนที่ได้จากโครงการบ่อหมักสิ่งปฏิกูลวัดสวนแก้ว จังหวัดนนทบุรี งานวิจัยนี้จึงนำกากตะกอนที่ได้มาพัฒนาโดยนำมาทำปุ๋ยหมักและทำการเพิ่มธาตุอาหารโดยการหมักร่วมกับวัสดุพืช และนำมาทดลองปลูกพืชเพื่อหาอัตราส่วนของปุ๋ยหมักที่พืชเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

วัสดุพืชที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กากกล้วยและชานอ้อย โดยจะนำวัสดุพืชดังกล่าวมาทำการหมักร่วมกับกากตะกอน และแบ่งชนิดละ 3 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนกากตะกอน : วัสดุพืช 0.5 : 5, 0.75 : 5 และ 1.0 : 5 จะทำการหมักเป็นระยะเวลา 45-60 วัน โดยจะทำการสังเกตลักษณะทางกายภาพของกองปุ๋ยหมักว่าสีของกองปุ๋ยหมักนั้นเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำหรือเนื้อของวัสดุพืชมีความเปื่อยยุ่ยมากขึ้นกว่าเดิม เป็นต้น

หลังจากกระบวนการหมักปุ๋ยสิ้นสุดลง นำปุ๋ยที่ได้ไปทำการทดลองปลูกพืช (ผักบุ้งจีน) โดยจะทำการทดลองปลูกเป็นระยะเวลา 14 วัน หลังจากครบกำหนดระยะเวลาการทดลองปลูก จะนำต้นผักบุ้งจีนที่ได้มาทำการนับจำนวนใบ วัดขนาดความยาวใบ วัดขนาดความยาวลำต้น วัดขนาดความยาวราก ชั่งน้ำหนักเปียก และชั่งน้ำหนักแห้ง เพื่อนำผลการเจริญเติบโตที่ได้มาทำการสรุปผลการวิจัยในครั้งนี้

### 3.2 กากตะกอนตัวอย่างและวัสดุพืชที่ใช้ในการวิจัย

กากตะกอนสิ่งปฏิกูลจากโครงการบำบัดสิ่งปฏิกูลวัดสวนแก้ว จังหวัดนนทบุรี สถานที่ตั้ง เลขที่ 55/1 หมู่ 1 ตำบลบางเลน อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี 11110 กาบกล้วยได้มาจากสวน บ้านคุณวัฒนา เลขที่ 56 ซอยบางแวก 146 แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 10160 และ ชานอ้อยได้มาจาก โรงงานน้ำตาลราชบุรี จำกัด เลขที่ 9 หมู่ 6 เขางู-เบิกไพร ตำบลเบิกไพร อำเภอ บ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี 70110

### 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.3.1 วัสดุที่ใช้ในการหมักปุ๋ย

3.3.1.1 กากตะกอนสิ่งปฏิกูล (ภาพที่ 3.1)

3.3.1.2 กาบกล้วย (ภาพที่ 3.2)

3.3.1.3 ชานอ้อย (ภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.1 กากตะกอนสิ่งปฏิกูล



ภาพที่ 3.2 กาบกล้วย



ภาพที่ 3.3 ชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาล จังหวัดราชบุรี

### 3.3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลองปลูกเพื่อดูการเจริญเติบโตของพืช

#### 3.3.2.1 ดินทั่วไป

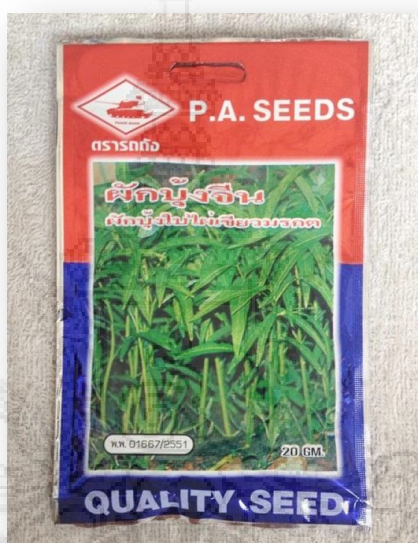
#### 3.3.2.2 กากตะกอน

#### 3.3.2.3 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกาบกล้วยในอัตราส่วนการทดลองที่ 1

#### 3.3.2.4 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกาบกล้วยในอัตราส่วนการทดลองที่ 2

#### 3.3.2.5 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกาบกล้วยในอัตราส่วนการทดลองที่ 3

- 3.3.2.6 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยในอัตราส่วนการทดลองที่ 1
- 3.3.2.7 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยในอัตราส่วนการทดลองที่ 2
- 3.3.2.8 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยในอัตราส่วนการทดลองที่ 3
- 3.3.2.9 เมล็ดพันธุ์ผักบั้งจีน (ภาพที่ 3.4)
- 3.3.2.10 กระบะสำหรับปลูกพืช (ภาพที่ 3.5)



ภาพที่ 3.4 เมล็ดพันธุ์ผักบั้งจีน



ภาพที่ 3.5 กระบะสำหรับปลูกพืช

### 3.3.3 วัสดุและเครื่องมืออื่นๆ

3.3.3.1 พลั่วและส้อมพรวนดิน (ภาพที่ 3.6)

3.3.3.2 บัวรดน้ำ (ภาพที่ 3.7)

3.3.3.3 เครื่องชั่งแบบหยาบสำหรับชั่งวัตถุบในการหมักปุ๋ย (ภาพที่ 3.8)

3.3.3.4 เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิในดินหรือปุ๋ย (ภาพที่ 3.9)

3.3.3.5 กระดาษวัดความเป็นกรด-ด่าง (Indicator paper) (ภาพที่ 3.10)

3.3.3.6 เครื่องชั่งแบบละเอียดสำหรับชั่งน้ำหนักผักบุงจีน (ภาพที่ 3.11)



ภาพที่ 3.6 พลั่วและส้อมพรวนดิน



ภาพที่ 3.7 บัวรดน้ำ



ภาพที่ 3.8 เครื่องชั่งแบบหยาบ



ภาพที่ 3.9 เทอร์มิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิในดินหรือปุ๋ย





ภาพที่ 3.10 กระดาษวัดความเป็นกรด-ด่าง (Indicator paper)



ภาพที่ 3.11 เครื่องชั่งแบบละเอียด

### 3.4 ขั้นตอนการวิจัย

#### 3.4.1 ขั้นเตรียมการ

3.4.1.1 ศึกษาความเป็นไปได้และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยค้นคว้าข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร ตลอดจนปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

3.4.1.2 ตั้งวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อเป็นการกำหนดแนวทางในการทำวิจัยให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

#### 3.4.1.3 กำหนดอัตราส่วนในการหมักปุ๋ย

1) กากตะกอน + กาบกล้วย (อัตราส่วน กากตะกอน: วัสดุพืช)

แบ่งออกเป็น

ก) อัตราส่วนทดลองที่ 1 คือ 0.5 : 5

ข) อัตราส่วนทดลองที่ 2 คือ 0.75 : 5

ค) อัตราส่วนทดลองที่ 3 คือ 1.0 : 5

2) กากตะกอน + ชานอ้อย (อัตราส่วน กากตะกอน: วัสดุพืช)

แบ่งออกเป็น

ก) อัตราส่วนทดลองที่ 1 คือ 0.5 : 5

ข) อัตราส่วนทดลองที่ 2 คือ 0.75 : 5

ค) อัตราส่วนทดลองที่ 3 คือ 1.0 : 5

เหตุผลที่เลือกใช้อัตราส่วนนี้ เพราะอัตราส่วนดังกล่าวถูกกำหนดขึ้นโดยกรมพัฒนาที่ดิน เป็นอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของอัตราส่วนที่ใช้ในการหมักปุ๋ย

### 3.4.2 ขั้นตอนดำเนินการ

#### 3.4.2.1 ขั้นตอนเตรียมการทดลอง

- 1) นำกากกล้วยมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ (ภาพที่ 3.12) และปรับสภาพด้วยการตากแดดเป็นเวลา 7-14 วัน เพื่อให้กากกล้วยแห้ง



ภาพที่ 3.12 กากกล้วยที่ถูกหั่นเป็นชิ้นเล็กๆและนำมาตากแดด

- 2) นำชานอ้อยที่ได้จากโรงงานน้ำตาลราชบุรี จำกัด มาฉีกและตากแดด (ภาพที่ 3.13) เป็นเวลา 7-14 วัน เพื่อเป็นการลดความชื้นในชานอ้อย



ภาพที่ 3.13 ชานอ้อยที่ถูกฉีกเป็นชิ้นเล็กๆและนำมาตากแดด

3) เตรียมวัสดุที่จะใช้หมักปุ๋ยเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 อัตราส่วน คือ

ก) กากตะกอน + กากกล้วย (อัตราส่วน กากตะกอน : วัสดุพืช)

(ภาพที่ 3.14)

อัตราส่วนทดลองที่ 1 คือ 0.5 : 5

อัตราส่วนทดลองที่ 2 คือ 0.75 : 5

อัตราส่วนทดลองที่ 3 คือ 1.0 : 5

ข) กากตะกอน + ชานอ้อย (อัตราส่วน กากตะกอน : วัสดุพืช)

(ภาพที่ 3.15)

อัตราส่วนทดลองที่ 1 คือ 0.5 : 5

อัตราส่วนทดลองที่ 2 คือ 0.75 : 5

อัตราส่วนทดลองที่ 3 คือ 1.0 : 5



0.5 : 5

0.75 : 5

1.0 : 5

ภาพที่ 3.14 อัตราส่วนกองปุ๋ยชุด ก) กากตะกอนร่วมกับกากกล้วย



ภาพที่ 3.15 อัตราส่วนกองปุ๋ยชูด ข) กากตะกอนร่วมกับขานอ้อย

4) จัดเตรียมวัสดุที่จะใช้ทดลองปลูกเป็น 8 ชุดการทดลอง คือ  
(ภาพที่ 3.16)

- ก) ชุดการทดลองดินทั่วไป
- ข) ชุดการทดลองกากตะกอน
- ค) ชุดกากตะกอน + กาบกล้วยในอัตราส่วนทดลองที่ 1
- ง) ชุดกากตะกอน + กาบกล้วยในอัตราส่วนทดลองที่ 2
- จ) ชุดกากตะกอน + กาบกล้วยในอัตราส่วนทดลองที่ 3
- ฉ) ชุดกากตะกอน + ขานอ้อยในอัตราส่วนทดลองที่ 1
- ช) ชุดกากตะกอน + ขานอ้อยในอัตราส่วนทดลองที่ 2
- ซ) ชุดกากตะกอน + ขานอ้อยในอัตราส่วนทดลองที่ 3



ภาพที่ 3.16 ชุดการทดลองปลูก 8 ชุดการทดลอง

#### 3.4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

1) เริ่มทำการหมักปุ๋ยทั้ง 6 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 กากตะกอนหมักร่วมกับกากกล้วย อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.5 : 5 ซึ่งใช้ระยะเวลาในการหมัก 45-60 วัน

ชุดที่ 2 กากตะกอนหมักร่วมกับกากกล้วย อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.75 : 5 ซึ่งใช้ระยะเวลาในการหมัก 45-60 วัน

ชุดที่ 3 กากตะกอนหมักร่วมกับกากกล้วย อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 1.0 : 5 ซึ่งใช้ระยะเวลาในการหมัก 45-60 วัน

ชุดที่ 4 กากตะกอนหมักร่วมกับขานอ้อย อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.5 : 5 ซึ่งใช้ระยะเวลาในการหมัก 45-60 วัน

ชุดที่ 5 กากตะกอนหมักร่วมกับขานอ้อย อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.75 : 5 ซึ่งใช้ระยะเวลาในการหมัก 45-60 วัน

ชุดที่ 6 กากตะกอนหมักร่วมกับขานอ้อย อัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 1.0 : 5 ซึ่งใช้ระยะเวลาในการหมัก 45-60 วัน

ในระหว่างการหมักจะมีการวัดอุณหภูมิของกองปุ๋ยทุกวัน (ภาพที่ 3.17) และกลับพลิกกองปุ๋ยทุกๆ 7 วัน และจะมีการรดน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้กับกองปุ๋ยทุกๆ 7 วัน ใน ปริมาตร 3 ลิตรเท่ากันทุกกอง โดยรดน้ำแบ่งเป็นชั้น เพื่อให้กองปุ๋ยมีความชื้นทั่วทั้งกองปุ๋ย (ภาพที่ 3.18) และจะมีการวัดความเป็นกรด-ด่างทุกๆ 7 วัน เช่นกัน



ภาพที่ 3.17 กองปุ๋ยขณะทำการวัดอุณหภูมิ



ภาพที่ 3.18 การรดน้ำกองปุ๋ย

2) นำขุดปุ๋ยหมักในอัตราส่วนการทดลองที่ 1-6 และนำขุดการทดลองดิน ปกติกับขุดการทดลองกากตะกอนซึ่งเป็นตัวแปรในการเปรียบเทียบมาทดลองปลูกผักบั้งจีน โดยปลูก พร้อมๆกันเพื่อดูการเจริญเติบโตในระยะเวลา 14 วันซึ่งในทดลองปลูกผักบั้งจีนนั้นทั้งขุดทดลอง กากตะกอนและทุกขุดการทดลองปุ๋ยหมักจะทำการผสมดินปกติในอัตราส่วน 1 : 1 (กิโลกรัม) เพื่อให้ เสมือนกับการนำไปใช้จริง

### 3.4.3 ชั้นเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูล

3.4.3.1 นำขุดปุ๋ยหมักทั้งหมดรวมถึงขุดการทดลองดินทั่วไปกับขุดการทดลอง กากตะกอนส่งตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ที่สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดินกรมพัฒนา ที่ดิน โดยวิเคราะห์คุณสมบัติดังนี้

- 1) ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)
- 2) อุณหภูมิ (Temperature)
- 3) ความเป็นกรดต่าง (Potential of Hydrogen ion)
- 4) ค่าความชื้น (Moisture content)
- 5) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen content)
- 6) ปริมาณโพแทสเซียม (Potassium content)
- 7) ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus content)



3.4.3.2 เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการทดลองปลูกผักบุ้งจีน คณะผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลโดยดูจากการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน ดังนี้

- 1) นับจำนวนใบของต้นผักบุ้งจีนจากทุกชุดการทดลอง โดยใช้การสังเกต
- 2) วัดความยาวใบของต้นผักบุ้งจีนจากทุกชุดการทดลอง โดยใช้ตลับเมตร เป็นเครื่องมือช่วยในการวัด (หน่วย : เซนติเมตร)
- 3) วัดความสูงของต้นผักบุ้งจีนจากทุกชุดการทดลอง โดยใช้ตลับเมตรเป็นเครื่องมือช่วยในการวัด (หน่วย : เซนติเมตร)
- 4) วัดความยาวรากของต้นผักบุ้งจีนจากทุกชุดการทดลอง โดยใช้ตลับเมตร เป็นเครื่องมือช่วยในการวัด (หน่วย : เซนติเมตร)
- 5) วัดน้ำหนักใบของต้นผักบุ้งจีนจากทุกชุดการทดลอง โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด เป็นเครื่องมือช่วยในการวัด (หน่วย : กรัม)
- 6) วัดน้ำหนักลำต้นของต้นผักบุ้งจีนจากทุกชุดการทดลอง โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด เป็นเครื่องมือช่วยในการวัด (หน่วย : กรัม)
- 7) วัดน้ำหนักรากของต้นผักบุ้งจีนจากทุกชุดการทดลอง โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด เป็นเครื่องมือช่วยในการวัด (หน่วย : กรัม)

#### 3.4.4 วิเคราะห์และสรุปผล

เปรียบเทียบประสิทธิภาพจากทุกชุดการทดลองที่ทำการปลูกต้นผักบุ้งจีน โดยเปรียบเทียบจากการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีนที่ปลูกในดินปกติและปลูกในกากตะกอนและทำการสรุปผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับชานอ้อย เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช สามารถสรุปได้ ดังนี้

#### 4.1 ลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอนและวัสดุพืช

##### 4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพระหว่างการหมักปุ๋ยผสมกากตะกอนและวัสดุพืช

4.1.1.1 ลักษณะกองปุ๋ยหมัก

4.1.1.2 ลักษณะของเศษวัสดุพืช

4.1.1.3 สีของกองปุ๋ยหมักและวัสดุพืช

4.1.1.4 กลิ่นของกองปุ๋ยหมัก

4.1.1.5 อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมัก

##### 4.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพหลังจากการหมักปุ๋ยผสมกากตะกอนและวัสดุพืช

4.1.2.1 ลักษณะกองปุ๋ยหมัก

4.1.2.2 ลักษณะของเศษวัสดุพืช

4.1.2.3 สีของกองปุ๋ยหมักและวัสดุพืช

4.1.2.4 กลิ่นของกองปุ๋ยหมัก

4.1.2.5 อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมัก

#### 4.2 คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอนและวัสดุพืช

4.2.1 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย

4.2.2 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับชานอ้อย

4.2.3 แผนภูมิแสดงค่าคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอนของกองปุ๋ย

หมักที่ผ่านกระบวนการหมักเป็นเวลา 49 วัน

4.3 ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอนในการเร่งการเจริญเติบโตของพืช (ผักบุงจิ้น)

4.3.1 การเจริญเติบโตของส่วนใบของต้นผักบุงจิ้น

4.3.1.1 จำนวนใบของต้นผักบุงจิ้น

4.3.1.2 ความยาวใบของต้นผักบุงจิ้น

4.3.2 การเจริญเติบโตของส่วนลำต้นของต้นผักบุงจิ้น

4.3.2.1 ความสูงของลำต้นของต้นผักบุงจิ้น

4.3.3 การเจริญเติบโตของส่วนรากของต้นผักบุงจิ้น

4.3.3.1 ความยาวรากของต้นผักบุงจิ้น

4.3.4 น้ำหนักของพืชในการเจริญเติบโตของต้นผักบุงจิ้น

4.3.4.1 น้ำหนักเปียกของต้นผักบุงจิ้น

4.3.4.2 น้ำหนักแห้งของต้นผักบุงจิ้น

4.3.5 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของต้นผักบุงจิ้น

4.3.5.1 ค่าเฉลี่ยจำนวนใบ

4.3.5.2 ค่าเฉลี่ยความยาวใบ

4.3.5.3 ค่าเฉลี่ยความสูงลำต้น

4.3.5.4 ค่าเฉลี่ยความยาวราก

4.3.5.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักเปียก

4.3.5.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักแห้ง

4.4 อภิปรายผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักที่หมักร่วมกับกากตะกอนและการเจริญเติบโตของต้นผักบุงจิ้น

## 4.1 ลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอนและวัสดุพืช

### 4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพระหว่างการผลิตปุ๋ยผสมกากตะกอนและวัสดุพืช

#### 4.1.1.1 ลักษณะของปุ๋ยหมัก

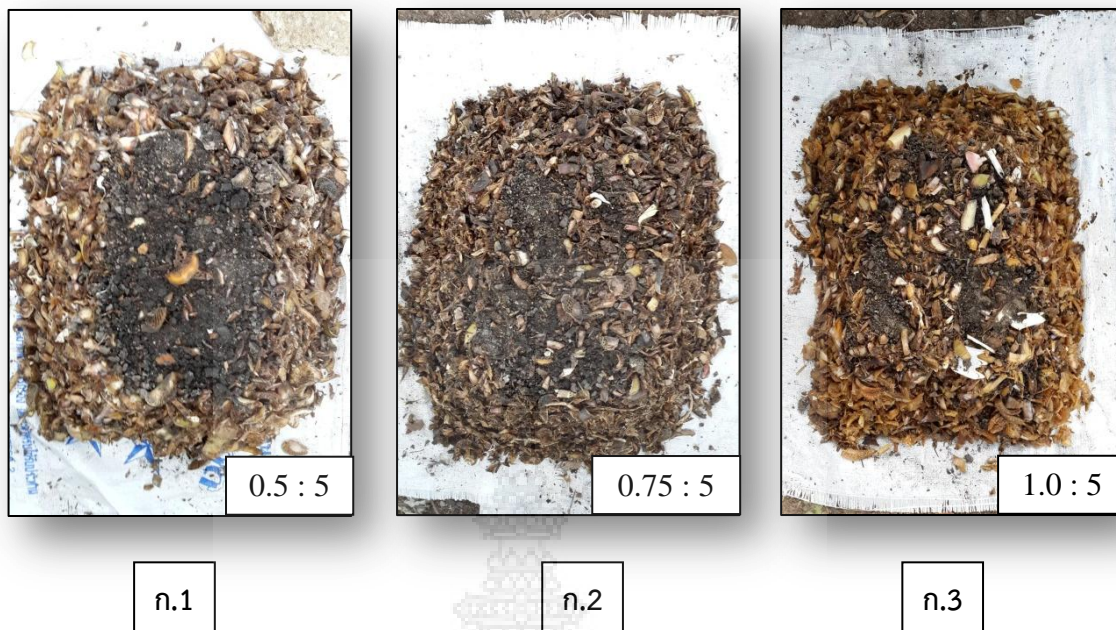
ลักษณะของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนหมักร่วมกับกากกล้วยกองปุ๋ยนั้นจะมีขนาดความกว้าง 1.0 เมตร ขนาดความยาว 1.5 เมตร และขนาดความสูง 1.0 เมตร (ภาพที่ 4.1) และในส่วนของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนหมักร่วมกับขานอ้อย กองปุ๋ยนั้นจะมีขนาดความกว้าง 1.0 เมตร ขนาดความยาว 1.5 เมตร และขนาดความสูง 0.5 เมตร (ภาพที่ 4.2) โดยที่กองปุ๋ยทั้งสองชนิดนั้น แต่ละชนิดจะแบ่งออกเป็นอีก 3 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนกากตะกอนต่อวัสดุพืช 0.5 : 5, 0.75 : 5 และ 1.0 : 5 โดยกองปุ๋ยทุกกองจะมีขนาดเท่าๆกันตามที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น และกองปุ๋ยทั้งหมดจะทำการกอง ในพื้นที่ที่โดนแสงแดดและมีอากาศถ่ายเทดี เนื่องจากกองปุ๋ยที่จะทำการศึกษาเป็นกองปุ๋ยแบบกองบนพื้นราบ โดยการกองปุ๋ยด้วยวิธีนี้จะทำให้ปุ๋ยหมักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เร็วกว่าการกองปุ๋ยหรือการหมักปุ๋ยด้วยวิธีอื่น การกองปุ๋ยวิธีนี้ยังเหมาะสำหรับผู้ที่มีพื้นที่เพียงพอในการกองปุ๋ย และการกองปุ๋ยวิธีนี้จะต้องทำการกลับกองปุ๋ยทุกๆ 7 วัน เพื่อเป็นการถ่ายเทความร้อนภายในกองปุ๋ยและยังช่วยให้วัสดุภายในกองปุ๋ยคลุกเคล้ากันได้อย่างทั่วทั้งกองปุ๋ย

#### 4.1.1.2 ลักษณะของเศษวัสดุพืช

ลักษณะของเศษวัสดุพืชในส่วนของกากกล้วย จะมีลักษณะเป็นชิ้นขนาดความกว้างประมาณ 1-2 เซนติเมตร และขนาดความยาวประมาณ 3-4 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.1) และยังคงมีความชื้นหรือน้ำอยู่ภายในชิ้นของกากกล้วยเล็กน้อย เนื่องจากต้องทำการรดน้ำให้กับกองปุ๋ยทุกๆ 7 วัน เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยให้อยู่ในระดับที่ไม่สูงจนเกินไป ในด้านของขานอ้อยตัวของเศษวัสดุพืชจากการใช้มือสัมผัสยังคงมีความชื้นเล็กน้อย และเกาะกลุ่มกันเป็นก้อน (ภาพที่ 4.2)

#### 4.1.1.3 สีของกองปุ๋ยหมักและวัสดุพืช

สีของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลอมเขียว (ภาพที่ 4.1) ในส่วนของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลอ่อน (ภาพที่ 4.2)

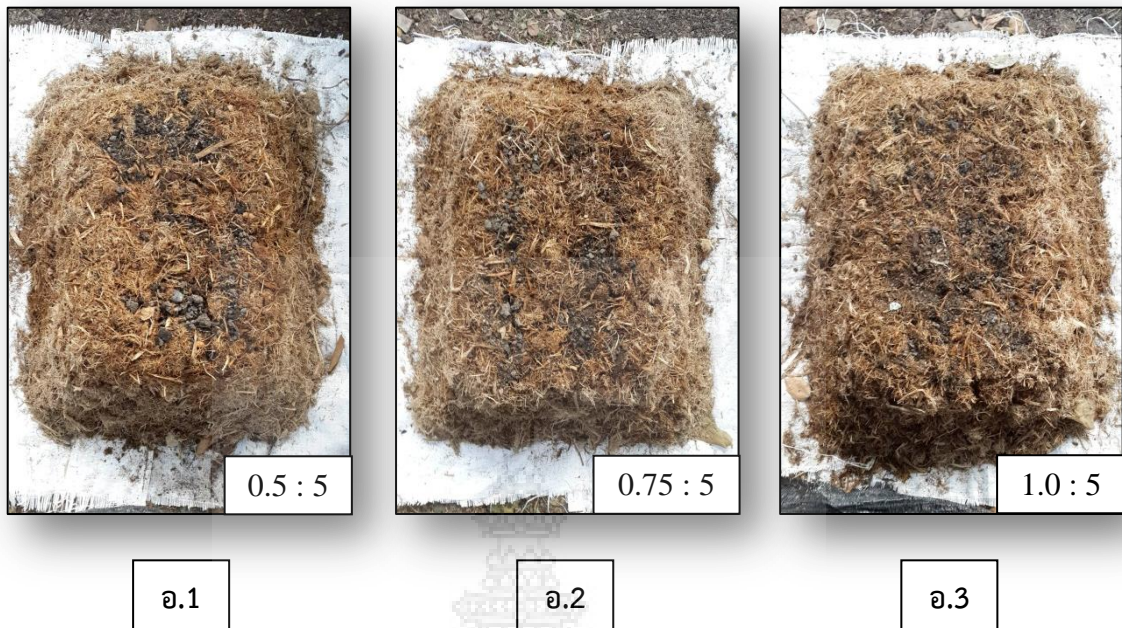


ภาพที่ 4.1 ลักษณะกองปุ๋ยหมักลักษณะของเศษวัสดุพืช และสีของกองปุ๋ยหมักกากตะกอน ร่วมกับกากกล้วยในระยะระหว่างการหมักปุ๋ย ในสัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 6

(ก.1) ชุดกากตะกอน + กากกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.5 : 5

(ก.2) ชุดกากตะกอน + กากกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.75 : 5

(ก.3) ชุดกากตะกอน + กากกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 1.0 : 5



ภาพที่ 4.2 ลักษณะกองปุ๋ยหมักลักษณะของเศษวัสดุพืช และสีของกองปุ๋ยหมักกากตะกอน ร่วมกับขานอ้อยในระยะระหว่างการหมักปุ๋ย ในสัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 6

(อ.1) ชุตกากตะกอน + ขานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.5 : 5

(อ.2) ชุตกากตะกอน + ขานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.75 : 5

(อ.3) ชุตกากตะกอน + ขานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 1.0 : 5

#### 4.1.1.4 กลิ่นของกองปุ๋ยหมัก

กลิ่นของกองปุ๋ยทั้งสองชนิดจะมีกลิ่นของเศษวัสดุพืชและกลิ่นคล้ายๆกับกลิ่นของดินผสมกันอยู่ แต่เมื่อระยะเวลาของการหมักปุ๋ยผ่านไปกลิ่นของกองปุ๋ยทั้งสองชนิดนั้น จะเหลือเพียงแต่กลิ่นคล้ายกับดินแห้งๆ เท่านั้น

#### 4.1.1.5 อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมัก

ในระยะระหว่างการหมักปุ๋ยได้ทำการวัดอุณหภูมิ 2 รูปแบบ คือ แบบภายนอกโดยรอบกองปุ๋ยและแบบภายในกองปุ๋ย โดยจะทำการวัดอุณหภูมิตั้งแต่ระยะเริ่มการหมักกองปุ๋ยจนถึงสัปดาห์ที่ 6 เริ่มจากการวัดอุณหภูมิโดยรอบกองปุ๋ยได้อุณหภูมิโดยรอบเฉลี่ยอยู่ที่ 28.6 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยจะแบ่งเป็น 3 อัตราส่วน คือ ในอัตราส่วนที่ 1 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 25.0 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.5 องศาเซลเซียสและอัตราส่วนที่ 3 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.0 องศาเซลเซียสและกองปุ๋ยหมักกากตะกอน

ร่วมกับชานอ้อยจะแบ่งเป็น 3 อัตราส่วนเช่นกัน คือ ในอัตราส่วนที่ 1 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 28.0 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.5 องศาเซลเซียสและอัตราส่วนที่ 3 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.0 องศาเซลเซียส

#### 4.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพหลังจากการหมักปุ๋ยผสมกากตะกอนและวัสดุพืช

##### 4.1.2.1 ลักษณะของปุ๋ยหมัก

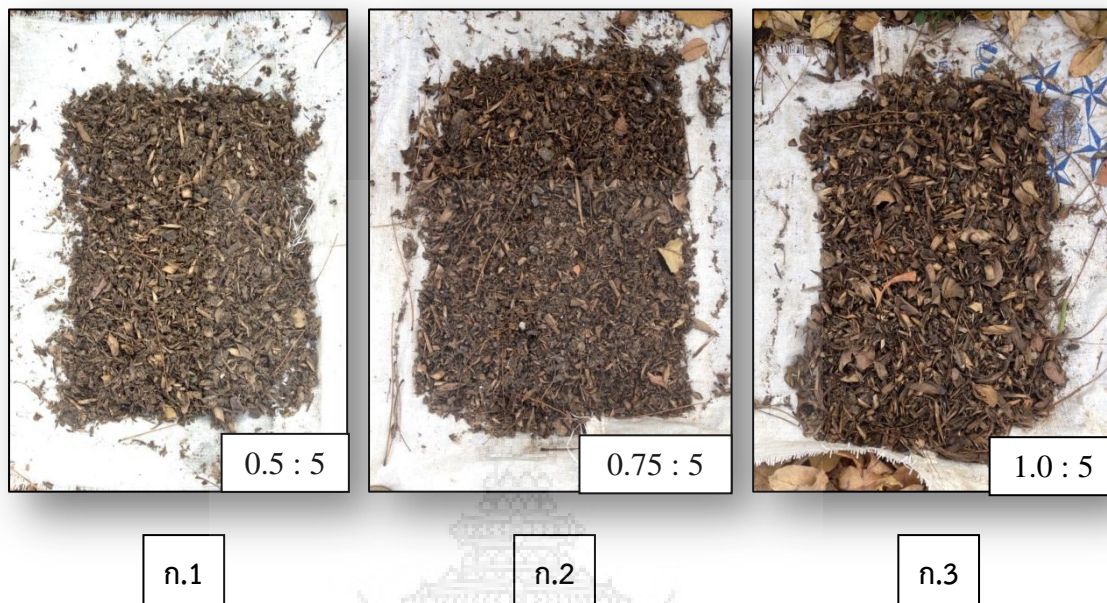
ในขั้นตอนหลังจากผ่านกระบวนการหมักปุ๋ยผ่านไป 7 สัปดาห์ คิดเป็น 49 วัน ลักษณะของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนหมักร่วมกับกากกล้วย กองปุ๋ยนั้นจะมีขนาดความกว้าง 1.0 เมตร ขนาดความยาว 1.5 เมตร และขนาดความสูง 0.8 เมตร (ภาพที่ 4.3) จะเห็นได้ว่าเมื่อเทียบกับระยะระหว่างการหมัก ความสูงของกองปุ๋ยหมักจะลดลงและในส่วนของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนหมักร่วมกับชานอ้อย กองปุ๋ยนั้นจะมีขนาดความกว้าง 1.0 เมตร ขนาดความยาว 1.0 เมตร และขนาดความสูง 0.3 เมตร (ภาพที่ 4.4) จะเห็นได้ว่าลักษณะเมื่อเทียบกับระยะระหว่างการหมักทั้งขนาดความยาว และขนาดความสูงของกองปุ๋ยนั้นลดลง โดยที่กองปุ๋ยทั้งสองชนิดนั้น แต่ละชนิดจะแบ่งออกเป็นอีก 3 อัตราส่วน ก็จะมีค่าความยาวและความสูงลดลงตามที่กล่าวมาข้างต้น

##### 4.1.2.2 ลักษณะของเศษวัสดุพืช

ลักษณะของเศษวัสดุพืชเมื่อผ่านกระบวนการหมักปุ๋ยผ่านไป 7 สัปดาห์ ในส่วนของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนหมักร่วมกับกากกล้วย ตัวของเศษวัสดุพืชจะมีลักษณะเป็นชั้นที่มีขนาดเล็กกล (ภาพที่ 4.3) เมื่อเทียบกับระยะระหว่างการหมัก จะพบว่าชั้นของเศษวัสดุพืช จะมีขนาดเล็กกลอย่างเห็นได้ชัด และเนื้อสัมผัสจะแห้งกรอบ เมื่อบีบจะแตกเป็นผง ความชื้นภายในกองปุ๋ยเมื่อเทียบโดยการสังเกตกับระยะระหว่างการหมัก จะพบว่ามีความชื้นน้อยลง ในส่วนของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนหมักร่วมกับชานอ้อย ลักษณะของเศษวัสดุพืช จะเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย คือ ชานอ้อยจะไม่เกาะกลุ่มกันเป็นก้อนจะมีความร่วนขึ้นเส้นชานอ้อยมีขนาดเล็กและสั้นลง (ภาพที่ 4.4) เมื่อเทียบกับระยะระหว่างการหมัก

##### 4.1.2.3 สีของกองปุ๋ยหมักและวัสดุพืช

สีของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลปนดำ (ภาพที่ 4.3) ในส่วนของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับชานอ้อยจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้มภายนอก และภายในจะเป็นสีน้ำตาลปนดำ (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.3 ลักษณะกองปุ๋ยหมัก ลักษณะของเศษวัสดุพืช และสีของกองปุ๋ยหมักกากตะกอน ร่วมกับกากกล้วยในระยะหลังจากการหมักปุ๋ย ผ่านไปจนครบ 7 สัปดาห์

- (ก.1) ชุดกากตะกอน + กากกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.5 : 5
- (ก.2) ชุดกากตะกอน + กากกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.75 : 5
- (ก.3) ชุดกากตะกอน + กากกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 1.0 : 5





ภาพที่ 4.4 ลักษณะกองปุ๋ยหมัก ลักษณะของเศษวัสดุพืช และสีของกองปุ๋ยหมักกากตะกอน ร่วมกับกากกล้วยในระยะหลังจากการหมักปุ๋ย ผ่านไปจนครบ 7 สัปดาห์

(อ.1) ชุตกากตะกอน + ชานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.5 : 5

(อ.2) ชุตกากตะกอน + ชานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.75 : 5

(อ.3) ชุตกากตะกอน + ชานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 1.0 : 5

#### 4.1.2.4 กลิ่นของกองปุ๋ยหมัก

กลิ่นของกองปุ๋ยทั้งสองชนิดเมื่อถึงระยะหลังจากการหมักปุ๋ย จะมีกลิ่นคล้ายกับดินแห้งๆ และไม่มีกลิ่นเหม็นฉุน มีเพียงกลิ่นที่ได้มาของธรรมชาติเท่านั้น

#### 4.1.2.5 อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมัก

อุณหภูมิในระยะหลังจากการหมักปุ๋ย จะทำการวัดอุณหภูมิทั้งโดยแบบภายนอกกองปุ๋ยและแบบภายในกองปุ๋ย โดยจะทำการวัดอุณหภูมิในสัปดาห์ที่ 7 ของการกองปุ๋ย เริ่มจากการวัดอุณหภูมิโดยรอบกองปุ๋ย อุณหภูมิโดยรอบเฉลี่ยอยู่ที่ 31.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย จะแบ่งเป็น 3 อัตราส่วน ในอัตราส่วนที่ 1 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30.0 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30.0 องศาเซลเซียสและอัตราส่วนที่ 3 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30.5 องศาเซลเซียส และกองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับชานอ้อยจะแบ่งเป็น

3 อัตราส่วน เช่นกัน ในอัตราส่วนที่ 1 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 31.5 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30.0 องศาเซลเซียส และอัตราส่วนที่ 3 จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30.0 องศาเซลเซียส

## 4.2 คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอนและวัสดุพืช

หลังที่ได้ทำการทดลองหมักปุ๋ยในระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า ตัวของกากตะกอนที่นำมาหมักร่วมกับวัสดุพืชมีคุณค่าของปริมาณธาตุอาหารที่มากขึ้น และกองปุ๋ยที่ได้แต่ละกองมีลักษณะที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับระยะในสัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 6

### 4.2.1 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย

แสดงลักษณะของกองปุ๋ยหมักที่ผ่านกระบวนการหมักเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ตามลำดับชุดการทดลองดังนี้

- 1) (ก.1) ชุดกากตะกอน + กากกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.5 : 5

(ภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย ชุด ก.1

2) (ก.2) ชุดกากตะกอน + กาบกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.75 : 5

(ภาพที่ 4.6)



ภาพที่ 4.6 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกาบกล้วย ชุด ก.2

3) (ก.3) ชุดกากตะกอน + กาบกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 1.0 : 5

(ภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.7 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกาบกล้วย ชุด ก.3

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย

ลำดับ	ชุดการทดลอง	OM (% w/w)	C/N ratio	N (%)	P (%)	K (%)	pH	Moisture (% w/w)	Temp (°C)
1	กากตะกอน	11.50	10.09	1.14	1.72	0.09	6.12	7.42	32°
2	ก.1	31.42	20.27	1.55	1.33	2.98	8.52	49.47	30°
3	ก.2	35.67	22.29	1.60	1.17	3.66	9.10	38.47	30°
4	ก.3	32.94	19.84	1.66	1.19	2.77	8.03	50.04	30.5°

#### 4.2.2 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขาน้อย

แสดงลักษณะของกองปุ๋ยหมักที่ผ่านกระบวนการหมักเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ตามลำดับชุดการทดลองดังนี้

- 1) (อ.1) ชุดกากตะกอน + ขาน้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.5 : 5

(ภาพที่ 4.8)



ภาพที่ 4.8 ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขาน้อย ชุด อ.1

2) (อ.2) ชุตกากตะกอน + ชานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.75 : 5

(ภาพที่ 4.9)



ภาพที่ 4.9 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับชานอ้อย ชุด อ.2

3) (อ.3) ชุตกากตะกอน + ชานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 1.0 : 5

(ภาพที่ 4.10)



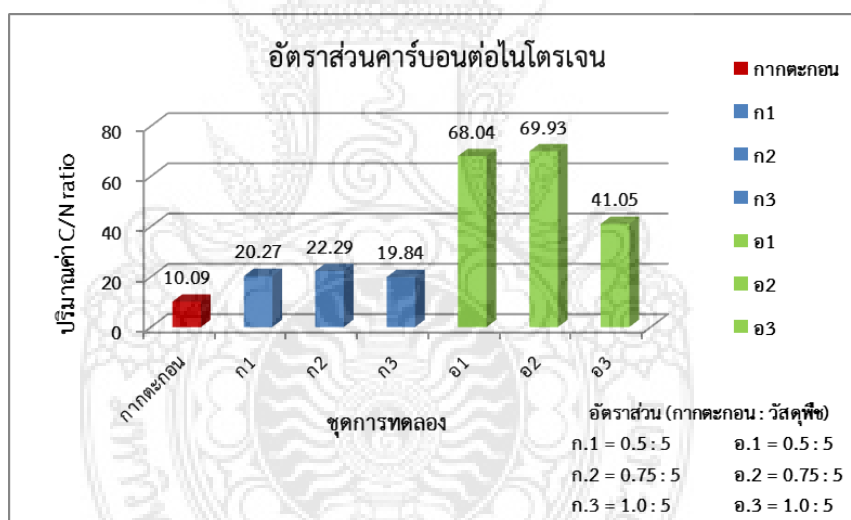
ภาพที่ 4.10 ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับชานอ้อย ชุด อ.3

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย

ลำดับ	ชุดการทดลอง	OM (% w/w)	C/N ratio	N (%)	P (%)	K (%)	pH	Moisture (% w/w)	Temp (°C)
1	กากตะกอน	11.50	10.09	1.14	1.72	0.09	6.12	7.42	32°
2	อ.1	46.95	68.04	0.69	0.49	0.19	5.85	62.34	31.5°
3	อ.2	46.85	69.93	0.67	0.52	0.16	6.07	63.70	30°
4	อ.3	38.59	41.05	0.94	0.81	0.19	5.90	57.88	30°

4.2.3 แผนภูมิแสดงค่าคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอนของกองปุ๋ยหมักที่ผ่านกระบวนการหมักเป็นเวลา 49 วัน

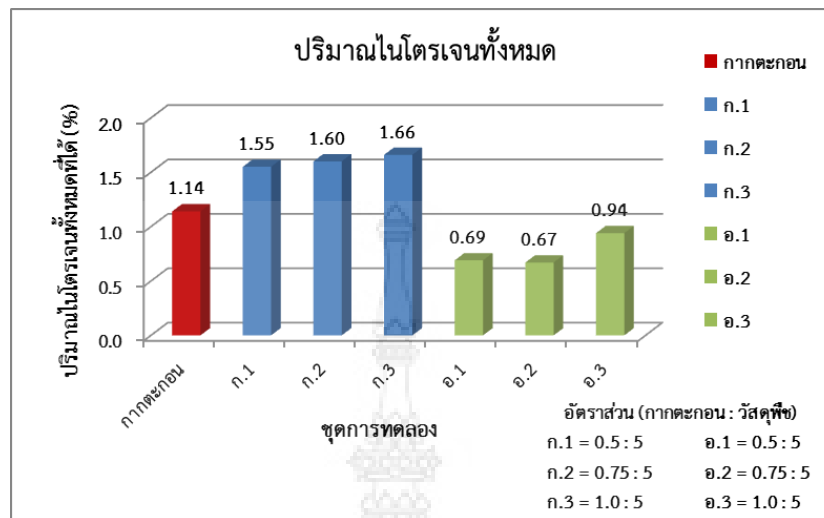
1) ปริมาณค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน



แผนภูมิที่ 4.1 แสดงค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก

จากแผนภูมิเมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน พบว่าชุดการทดลองกากตะกอนมีค่าต่ำสุด คือ 10.09 ส่วนชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.2, ก.1 และ ก.3 โดยมีค่าเท่ากับ 22.29, 20.27 และ 19.84 ตามลำดับ ส่วนชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.2, อ.1 และ อ.3 โดยมีค่าเท่ากับ 69.93, 68.04 และ 41.05 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชุดการทดลองปุ๋ยหมัก พบว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงกว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย

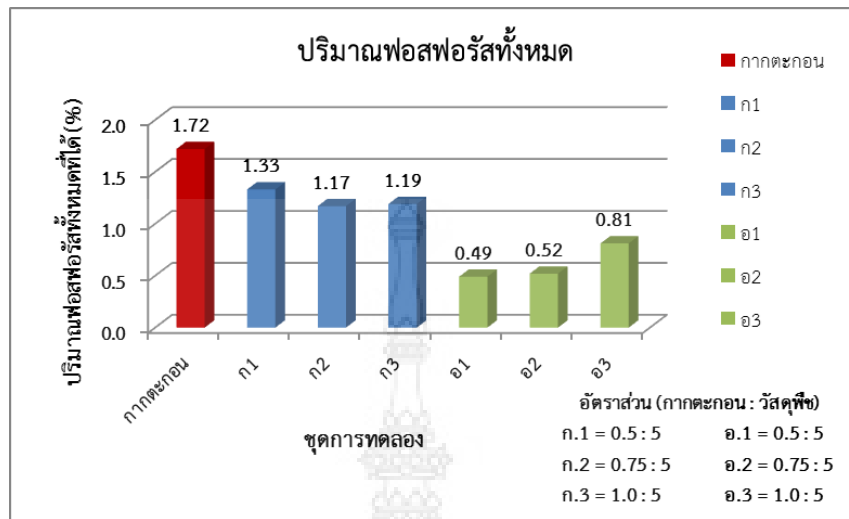
## 2) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด



แผนภูมิที่ 4.2 แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ได้จากทุกชุกการทดลองปุ๋ยหมัก

จากแผนภูมิเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด พบว่าชุกการทดลอง กากตะกอนร่วมกับชานอ้อย มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่าชุกการทดลองกากตะกอนและชุกการทดลองกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย โดยมีค่าดังนี้ ชุกการทดลองกากตะกอนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ที่ 1.14 ส่วนชุกการทดลองกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.3, ก.2 และ ก.1 โดยมีค่าเท่ากับ 1.66, 1.60 และ 1.55 ตามลำดับ ส่วนชุกการทดลอง กากตะกอนร่วมกับชานอ้อย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.3, อ.1 และ อ.2 โดยมีค่าเท่ากับ 0.94, 0.69 และ 0.67 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชุกการทดลองปุ๋ยหมัก พบว่า ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับชานอ้อย

## 3) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

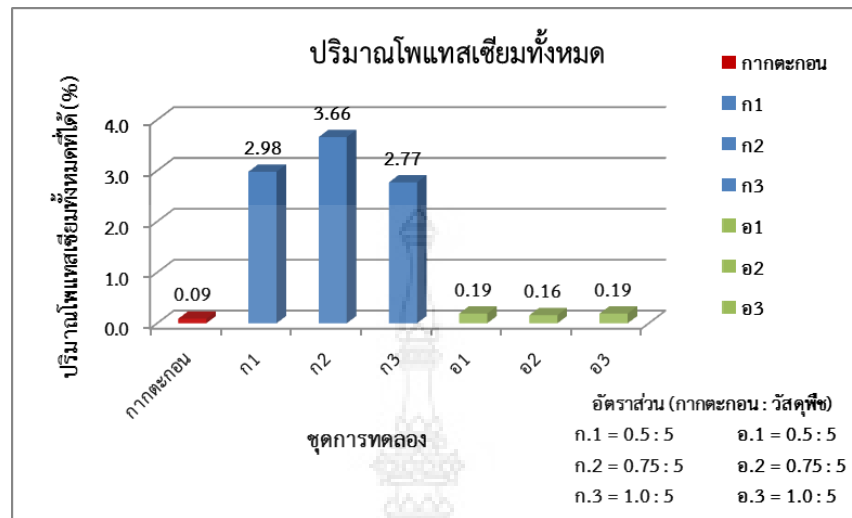


แผนภูมิที่ 4.3 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก

จากแผนภูมิเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด พบว่าชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำกว่าชุดการทดลองกากตะกอน และชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย โดยมีค่าดังนี้ ชุดการทดลองกากตะกอนมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ที่ 1.72 ส่วนชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.1, ก.3 และ ก.2 โดยมีค่าเท่ากับ 1.33, 1.19 และ 1.17 ตามลำดับ ส่วนชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.3, อ.2 และ อ.1 โดยมีค่าเท่ากับ 0.81, 0.52 และ 0.49 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชุดการทดลองปุ๋ยหมัก พบว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย



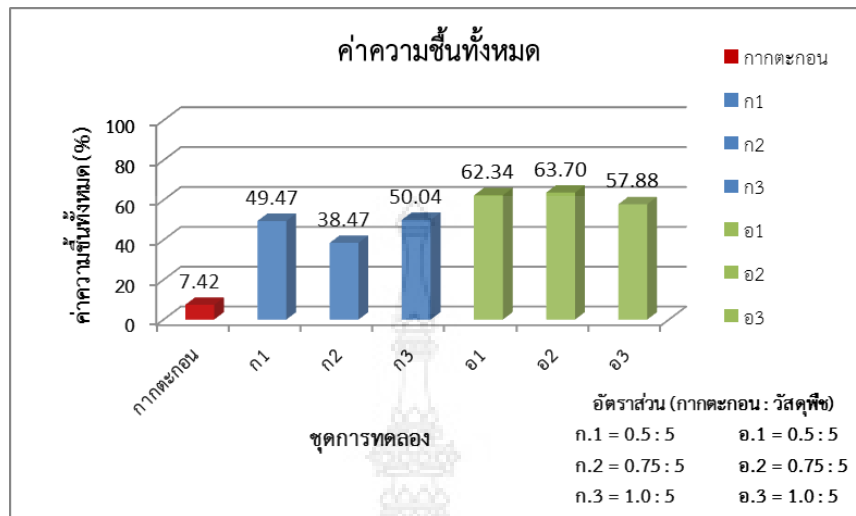
## 4) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด



**แผนภูมิที่ 4.4** แสดงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก

จากแผนภูมิเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด พบว่าชุดการทดลองกากตะกอนมีค่าต่ำสุดคือ 0.09 ส่วนชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.2, ก.1 และ ก.3 โดยมีค่าเท่ากับ 3.66, 2.98 และ 2.77 ตามลำดับ ส่วนชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.1, อ.3 และ อ.2 โดยมีค่าเท่ากับ 0.19, 0.19 และ 0.16 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชุดการทดลองปุ๋ยหมัก พบว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงกว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย

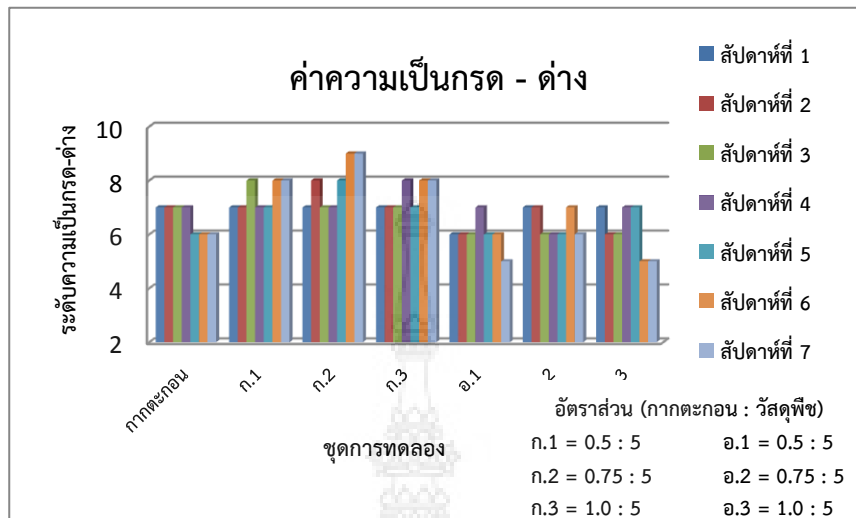
## 5) ปริมาณค่าความชื้นทั้งหมด



แผนภูมิที่ 4.5 แสดงค่าความชื้นทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก

จากแผนภูมิเมื่อเปรียบเทียบค่าความชื้นทั้งหมด พบว่าชุดการทดลอง กากตะกอนมีค่าต่ำสุดคือ 7.42% ส่วนชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.3, ก.1 และ ก.2 โดยมีค่าเท่ากับ 50.04%, 49.47% และ 38.47% ตามลำดับ ส่วนชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.2, อ.1 และ อ.3 โดยมีค่าเท่ากับ 63.70%, 62.34% และ 57.88% ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชุดการทดลองปุ๋ยหมัก พบว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยมีค่าความชื้นสูงกว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย

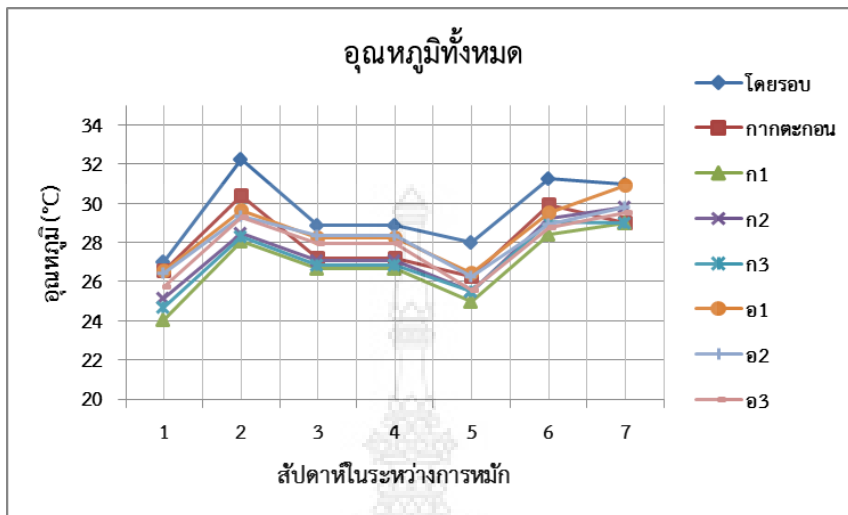
## 6) ปริมาณค่าความเป็น กรด-ต่าง ทั้งหมด



**แผนภูมิที่ 4.6** แสดงค่าความเป็น กรด-ต่าง ทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก

จากแผนภูมิเมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็น กรด-ต่าง ทั้งหมด เนื่องจากการบันทึกผลจะทำการบันทึกทุกๆ 7 วัน จนครบ 49 วัน นับเป็น 7 สัปดาห์ จากแผนภูมิพบว่าในสัปดาห์แรกค่าความเป็นกรด-ต่าง ของทุกชุดการทดลอง ส่วนใหญ่จะมีค่าเป็นกลางอยู่ที่ 6-7 และเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็น กรด-ต่าง ทั้งหมด ได้อย่างชัดเจน ในระยะของการหมักปุ๋ยสัปดาห์ที่ 6 ยกเว้นค่าของชุดการทดลองกากตะกอน หลังจากครบระยะของการหมักปุ๋ยตามที่กำหนดไว้ ในสัปดาห์ที่ 7 จะพบว่า ชุดการทดลองกากตะกอน มีค่าความเป็นกลาง เท่ากับ 6 ส่วนในชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย มีค่าความเป็นต่างอ่อน มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.2, ก.1 และ ก.3 โดยมีค่าเท่ากับ 9, 8 และ 8 ตามลำดับ และชุดการทดลองกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยมีค่าความเป็นกรดอ่อน มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.1, อ.3 และ อ.2 โดยมีค่าเท่ากับ 5, 5 และ 6 ตามลำดับ

## 7) ผลอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของกองปุ๋ยหมักทั้งหมด



แผนภูมิที่ 4.7 แสดงผลอุณหภูมิทั้งหมดที่ได้จากทุกชุดการทดลองปุ๋ยหมัก

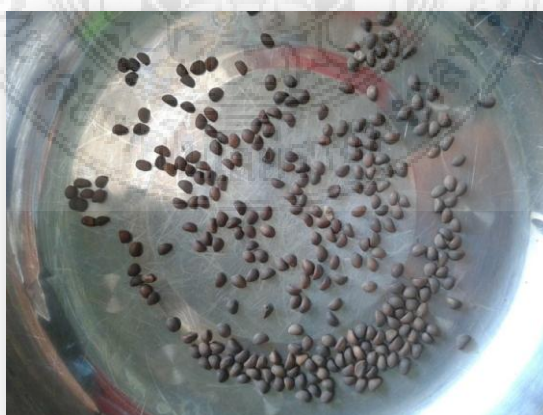
จากแผนภูมิเมื่อเปรียบเทียบผลอุณหภูมิทั้งหมดเนื่องจากการบันทึกผล จะทำการบันทึกทุกวัน จนครบ 49 วัน นับเป็น 7 สัปดาห์ โดยในการบันทึกผลอุณหภูมิ ในขั้นแรกจะทำวัดอุณหภูมิโคยรอบกองปุ๋ยก่อน และค่อยทำการวัดอุณหภูมิของทุกชุดการทดลอง จากแผนภูมิพบว่า ในช่วงสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 2 อุณหภูมิโคยรอบกองปุ๋ย อุณหภูมิชุดการทดลองกากตะกอน และชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย มีค่าอุณหภูมิสูงขึ้น และลดต่ำลงในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 จนอุณหภูมิทุกชนิดมีค่าต่ำที่สุดในสัปดาห์ที่ 5 และในช่วงเริ่มเข้าสัปดาห์ที่ 6 อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้น และเริ่มมีค่าคงที่ในสัปดาห์ที่ 7

### 4.3 ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักผสมกากตะกอนในการเร่งการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน

ในการทดลองปลูกผักบุ้งจีนโดยใช้ปุ๋ยที่ได้ทั้ง 7 ชุดการทดลอง และใช้ดินเป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโต ในขั้นเตรียมปุ๋ยเพื่อปลูกนั้น จะทำการผสมระหว่างดินกับปุ๋ยในอัตราส่วน 1 : 1 (กิโลกรัม) เพื่อให้อิงกับความเป็นจริงในการนำไปใส่ให้กับพืช โดยที่ในดินนั้นไม่มีการผสมสิ่งอื่นใดลงไปและส่วนในขั้นตอนการเตรียมเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน (ภาพที่ 4.11) เพื่อทดลองปลูกนั้น จะต้องนำเมล็ดผักบุ้งจีน ไปแช่น้ำเป็นระยะเวลา 2-3 วัน (ภาพที่ 4.12) เพื่อให้ต้นอ่อนงอกประมาณ 2 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.13) จึงจะนำไปปลูกในปุ๋ยทั้ง 7 ชุดการทดลอง รวมทั้งดินที่ใช้เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตด้วย



ภาพที่ 4.11 เมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน



ภาพที่ 4.12 เมล็ดของผักบุ้งจีน



ภาพที่ 4.13 ตันอ่อนของต้นผักบุ้งจีนงอกประมาณ 2 เซนติเมตร ก่อนเริ่มการทดลองปลูก

ทำการทดลองปลูกผักบุ้งจีนในกระบะปลูกพืช เป็นเวลา 14 วัน โดยรดน้ำทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ซึ่งในแต่ละการทดลองจะใส่เมล็ดพันธุ์ที่มีการงอกแล้วประมาณ 2 เซนติเมตร จำนวน 20 เมล็ด และบันทึกผลเมื่อครบกำหนดระยะเวลาวันในการทดลองปลูก ได้แก่ จำนวนใบ ความยาวใบ ความสูง และความยาวรากของต้นผักบุ้งจีน



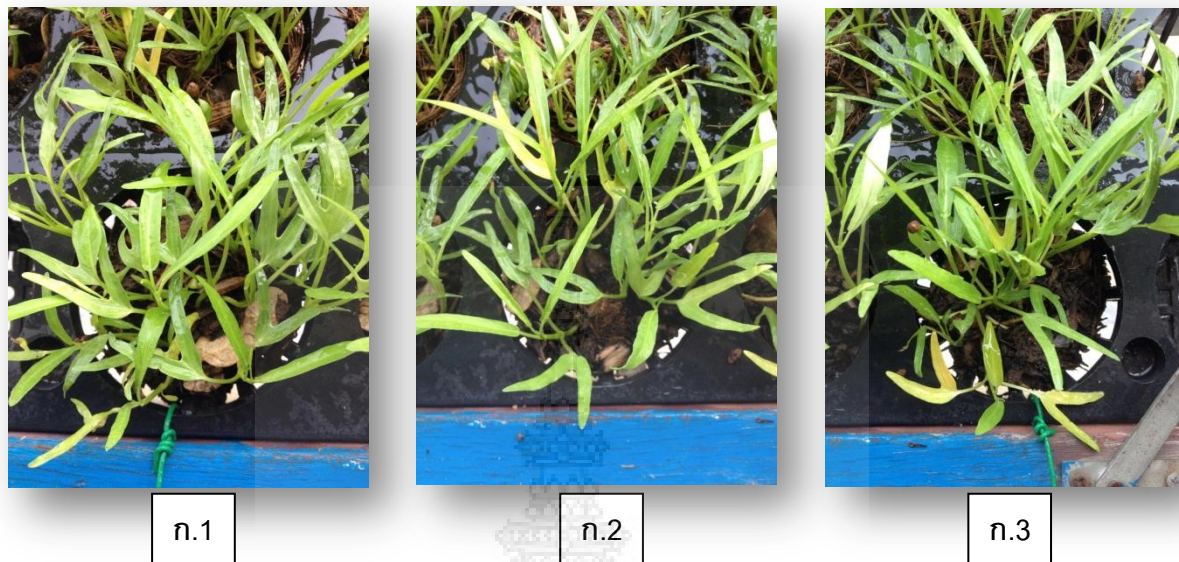
ภาพที่ 4.14 ลักษณะของต้นผักบุ้งจีนในการทดลองปลูกในวันแรก



ภาพที่ 4.15 การเจริญเติบโตในดินของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะทดลองปลูก 14 วัน



ภาพที่ 4.16 การเจริญเติบโตในกากตะกอนของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะทดลองปลูก 14 วัน



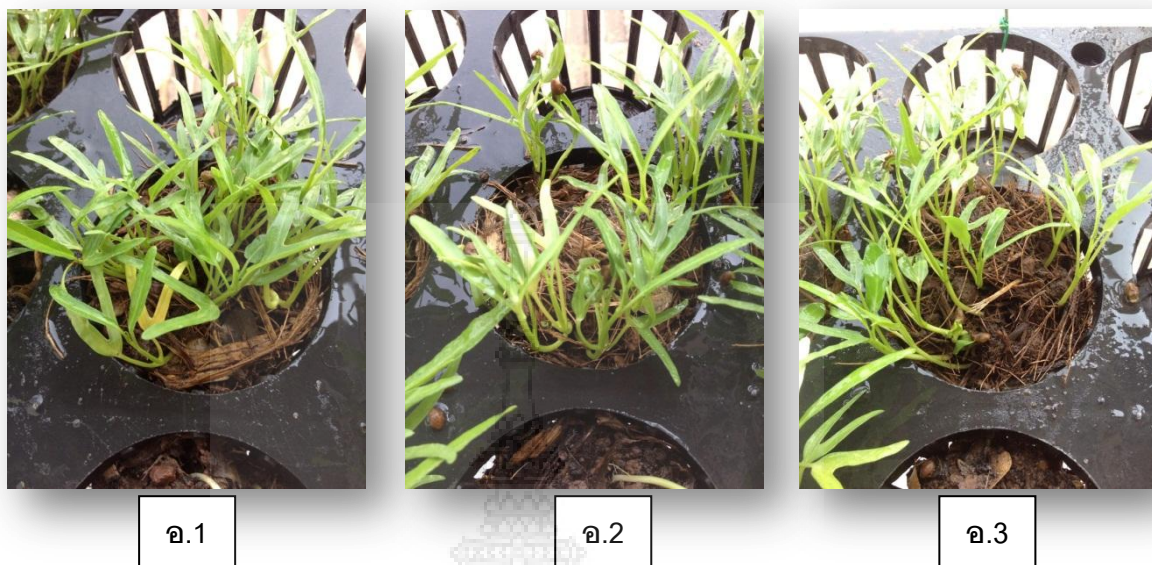
ภาพที่ 4.17 การเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน ในปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย เมื่อครบกำหนดระยะหัตถ์ปลูกลง 14 วัน

(ก.1) ชุตกากตะกอน + กากกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.5 : 5

(ก.2) ชุตกากตะกอน + กากกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.75 : 5

(ก.3) ชุตกากตะกอน + กากกล้วย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 1.0 : 5





อ.1

อ.2

อ.3

ภาพที่ 4.18 การเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน ในปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย เมื่อครบกำหนดระยะเวลาทดลองปลูก 14 วัน

- (อ.1) ชุตกากตะกอน + ขานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.5 : 5  
 (อ.2) ชุตกากตะกอน + ขานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 0.75 : 5  
 (อ.3) ชุตกากตะกอน + ขานอ้อย ในอัตราส่วนโดยน้ำหนัก (กิโลกรัม) 1.0 : 5



ภาพที่ 4.19 ลักษณะของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะเวลาทดลองปลูก 14 วัน

#### 4.3.1 การเจริญเติบโตของส่วนใบของต้นผักบุ้งจีน

##### 4.3.1.1 จำนวนใบของต้นผักบุ้งจีน

จากผลการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการทดลอง จำนวน 14 วัน พบว่าจำนวนใบของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในดินทั่วไปเฉลี่ยอยู่ที่ 4.00 ใบต่อต้น ส่วนจำนวนใบของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.46 ใบต่อต้น ส่วนจำนวนใบของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.2, ก.3 และ ก.1 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.18, 4.65 และ 4.20 ใบต่อต้น ตามลำดับ และจำนวนใบของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมัก กากตะกอนร่วมกับขานอ้อยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.2, อ.3 และ อ.1 โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.10, 3.94 และ 3.50 ใบต่อต้น ตามลำดับ

##### 4.3.1.2 ความยาวใบของต้นผักบุ้งจีน

จากผลการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการทดลอง จำนวน 14 วัน พบว่าความยาวใบของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในดินทั่วไปเฉลี่ยอยู่ที่ 3.14 เซนติเมตร ส่วนความยาวใบของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.25 เซนติเมตร ส่วนความยาวใบของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.2, ก.3 และ ก.1 โดยมีค่าความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.00, 3.21 และ 3.12 เซนติเมตร ตามลำดับ และความยาวใบของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมัก กาก ตะกอนร่วมกับขานอ้อยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.3, อ.1 และ อ.2 โดยมีค่าความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 3.00, 2.45 และ 2.12 เซนติเมตร ตามลำดับ

#### 4.3.2 การเจริญเติบโตของส่วนลำต้นของต้นผักบุ้งจีน

##### 4.3.2.1 ความสูงของลำต้นของต้นผักบุ้งจีน

จากผลการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการทดลอง จำนวน 14 วัน พบว่าความสูงของลำต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในดินทั่วไปเฉลี่ยอยู่ที่ 8.15 เซนติเมตร ส่วนความสูงของลำต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอนเฉลี่ยอยู่ที่ 8.81 เซนติเมตร ส่วนความสูงของลำต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่า เรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.3, ก.2 และ ก.1 โดยมีค่าความสูงลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 15.00, 14.00 และ 10.71 เซนติเมตร ตามลำดับ และความสูงของลำต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลอง

ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.3, อ.2 และ อ.1 โดยมีค่าความสูงลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.40, 7.70 และ 7.55 เซนติเมตร ตามลำดับ

#### 4.3.3 การเจริญเติบโตของส่วนรากของต้นผักบุ้งจีน

##### 4.3.3.1 ความยาวรากของต้นผักบุ้งจีน

จากผลการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการทดลองจำนวน 14 วัน พบว่า ความยาวรากของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในดินทั่วไป เฉลี่ยอยู่ที่ 10.31 เซนติเมตร ส่วนความยาวรากของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอน เฉลี่ยอยู่ที่ 7.00 เซนติเมตร ส่วนความยาวรากของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.3, ก.2 และ ก.1 โดยมีค่าความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 11.75, 11.25 และ 10.00 เซนติเมตร ตามลำดับ และความยาวรากของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.3, อ.1 และ อ.2 โดยมีค่าความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 9.70, 9.01 และ 9.00 เซนติเมตร ตามลำดับ

#### 4.3.4 น้ำหนักของพืชในการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน

##### 4.3.4.1 น้ำหนักเปียกของต้นผักบุ้งจีน

จากผลการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการทดลองจำนวน 14 วัน หลังจากทำการบันทึกผลในช่วงต้นเสร็จจึงนำต้นผักบุ้งจีนทุกต้นมาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักเปียกของต้นผักบุ้งจีน ในการชั่งน้ำหนักดังกล่าวจะทำการชั่งรวมทั้ง ใบ, ราก และลำต้น โดยที่น้ำหนักเปียกของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอนมีค่าเท่ากับ 1.70 กรัม ส่วนน้ำหนักเปียกของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.2, ก.3 และ ก.1 โดยมีค่าเท่ากับ 2.54, 2.28 และ 2.06 กรัม ตามลำดับ และส่วนน้ำหนักเปียกของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.2, อ.3 และ อ.1 โดยมีค่าเท่ากับ 2.01, 1.93 และ 1.72 กรัม ตามลำดับ จากการนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักเปียกของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอน และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์พบว่า น้ำหนักเปียกของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.2, ก.3 และ ก.1 โดยค่าของน้ำหนักเปียกที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักเปียกของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอนมีค่าเท่ากับ 49.14%, 34.12% และ 21.18% ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักเปียกของต้นผักบุ้งจีนที่ทดลองปลูกในชุดการทดลอง

ปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.2, อ.3 และ อ.1 โดยค่าน้ำหนักเปียกที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักเปียกของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอนมีค่าเท่ากับ 18.24%, 13.53% และ 1.18% ตามลำดับ

#### 4.3.4.2 น้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงิน

หลังจากการชั่งน้ำหนักเปียกเสร็จสิ้น ให้นำต้นผักบุงเงินทุกต้นจากทุกชุดการทดลองปลูก นำไปอบที่อุณหภูมิ 80°C นาน 48 ชั่วโมง แล้วจึงนำต้นผักบุงเงินทุกต้นมาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงิน ในการชั่งน้ำหนักดังกล่าว จะทำการชั่งรวมทั้ง ใบ, ราก และลำต้น โดยที่น้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอนมีค่าเท่ากับ 0.21 กรัม ส่วนน้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.2, ก.3 และ ก.1 โดยมีค่าเท่ากับ 0.31, 0.28 และ 0.25 กรัม ตามลำดับ และส่วนน้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูก ในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย มีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.2, อ.3 และ อ.1 โดยมีค่าเท่ากับ 0.25, 0.24 และ 0.21 กรัม ตามลำดับ จากการนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอน และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ พบว่าน้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ก.2, ก.3 และ ก.1 โดยค่าของน้ำหนักแห้งที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอน มีค่าเท่ากับ 47.62%, 33.33% และ 19.05% ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ อ.2, อ.3 และ อ.1 โดยค่าน้ำหนักแห้งที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอน มีค่าเท่ากับ 19.05%, 14.29% และ 0% ตามลำดับ

สรุปจากผลการชั่งน้ำหนักทั้ง 2 แบบ คือ น้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้ง สรุปได้ว่าทั้งน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองกากตะกอน เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักเปียก และน้ำหนักแห้งที่ชั่งได้จากต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย พบว่าทั้งน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งของต้นผักบุงเงินที่ได้ มีค่าน้ำหนักทั้ง 2 แบบ เพิ่มขึ้นส่วนผลที่ดีที่สุดของน้ำหนักต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย คือ น้ำหนักของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุด ก.2 ในอัตราส่วนกากตะกอน : วัสดุพืช เท่ากับ 0.75 : 5 และผล

ที่ดีที่สุดของน้ำหนักต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย คือ น้ำหนักของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุด อ.2 ในอัตราส่วน กากตะกอน : วัสดุพืช เท่ากับ 0.75 : 5

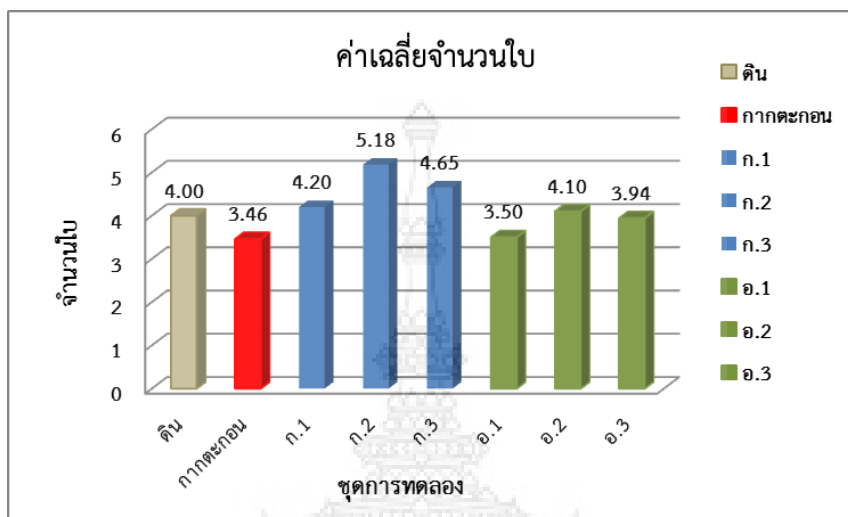
ตารางที่ 4.3 ตารางสรุปผลค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของผักบุงเงิน

ลำดับ	ชุดการทดลอง	จำนวน ใบ	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความสูงลำต้น (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	*น้ำหนักเปียก (กรัม)	*น้ำหนักแห้ง (กรัม)
1	ดิน	4.00	3.14	8.15	10.31	1.96	0.24
2	กากตะกอน	3.46	3.25	8.81	7.00	1.70	0.21
3	ก.1	4.20	3.12	10.71	10.00	2.06	0.25
4	ก.2	5.18	4.00	14.00	11.25	2.54	0.31
5	ก.3	4.65	3.21	15.00	11.75	2.28	0.28
6	อ.1	3.50	2.45	7.55	9.01	1.72	0.21
7	อ.2	4.10	2.12	7.70	9.00	2.01	0.25
8	อ.3	3.94	3.00	8.40	9.70	1.93	0.24

\*หมายเหตุ ค่าน้ำหนักดังกล่าวต้องนำไปคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ยกเว้นค่าน้ำหนักที่ได้จากชุดการทดลอง ดินทั่วไป และชุดการทดลองกากตะกอน เพราะเป็นตัวแปรควบคุมหรือตัวทดลองเปรียบเทียบ

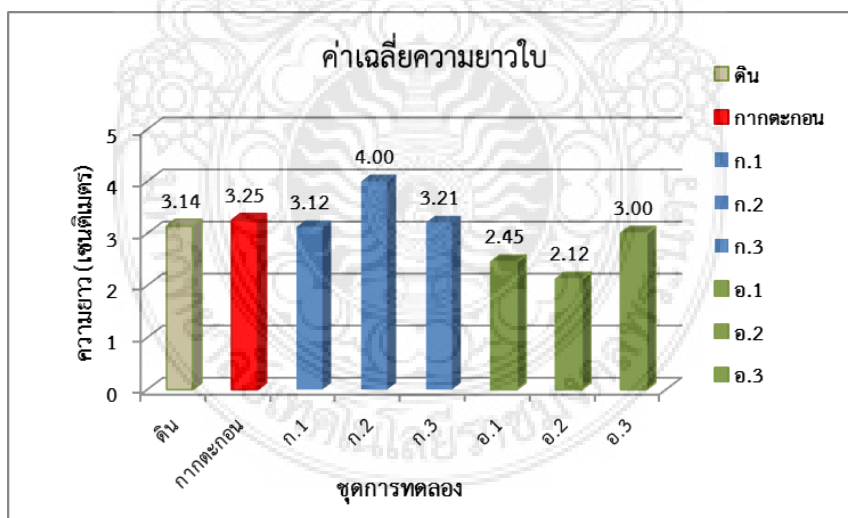
#### 4.3.5 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน

##### 4.3.5.1 ค่าเฉลี่ยจำนวนใบ



แผนภูมิที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนใบของต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน

##### 4.3.5.2 ค่าเฉลี่ยความยาวใบ



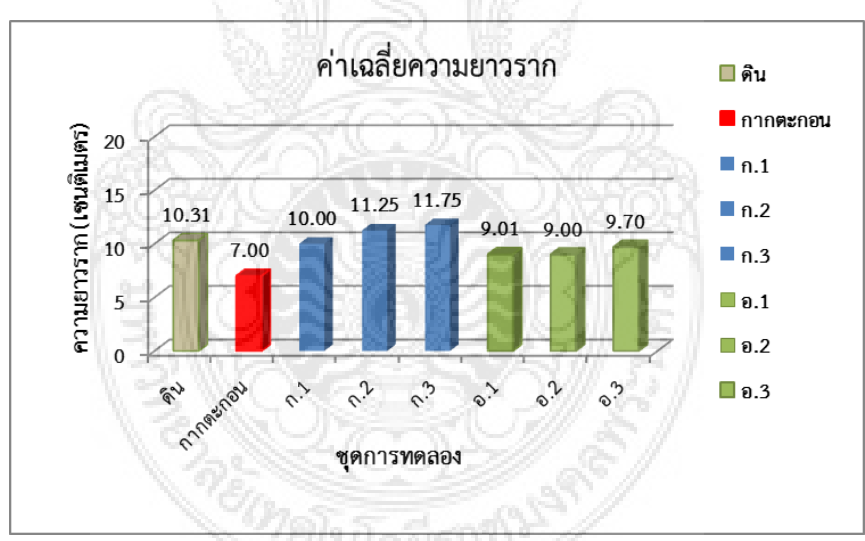
แผนภูมิที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวใบของต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน

4.3.5.3 ค่าเฉลี่ยความสูงลำต้น



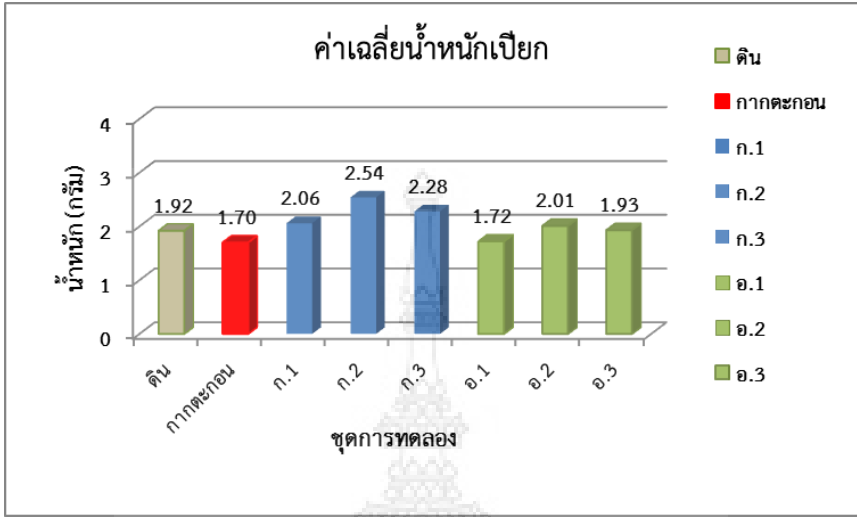
แผนภูมิที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน

4.3.5.4 ค่าเฉลี่ยความยาวราก



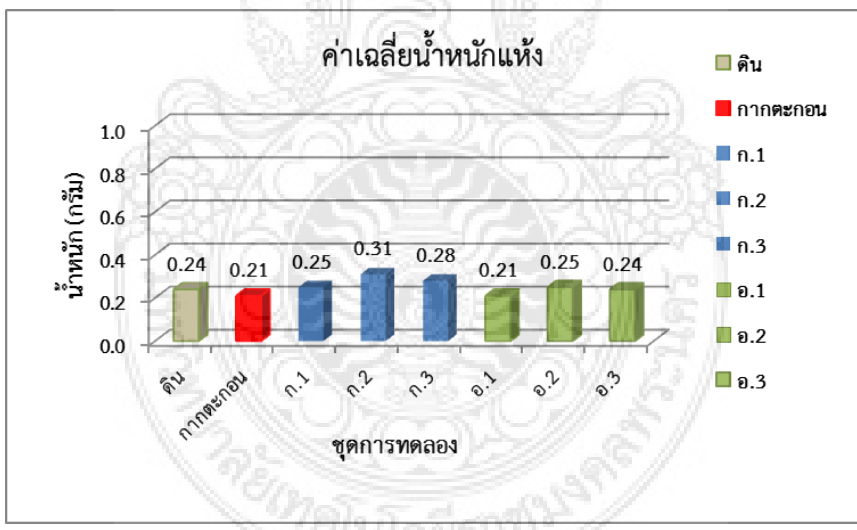
แผนภูมิที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน

4.3.5.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักรูปเปียก



แผนภูมิที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักรูปเปียกของต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน

4.3.5.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำหนักแห้ง



แผนภูมิที่ 4.13 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักรูปแห้งของต้นผักบุ้งจีน ที่เจริญเติบโตได้ 14 วัน



#### 4.4 อภิปรายผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักที่หมักร่วมกับกากตะกอนและผลการเจริญเติบโตของต้นผักบั้งจีน

จากผลการวิเคราะห์ชุดการทดลองปุ๋ยหมัก ที่ผ่านกระบวนการหมักเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ หรือ 49 วัน พบว่า ในอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย จะมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองกากตะกอน และมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย ในค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยจะมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองกากตะกอน และมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยในค่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของชุดการทดลองกากตะกอนจะมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย ในค่าปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดของชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย จะมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองกากตะกอน และมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย ในค่าความเป็นกรด-ด่าง ทั้งหมดของชุดการทดลองกากตะกอนกับชุดปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยจะมีค่าความเป็นกรดอ่อนที่ 5-6 ในส่วนของชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยจะมีค่าความเป็นเบสอ่อนที่ 8-9 ในค่าความชื้นทั้งหมดของชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยจะมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองกากตะกอน และมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย

การทดลองเมื่อครบกำหนดระยะเวลาการทดลองปลูก 14 วัน จากการสังเกตจะพบว่าการทดลองปลูกต้นผักบั้งจีนในกากตะกอน และทั้ง 6 ชุดการทดลองปุ๋ยหมัก ต้นผักบั้งจีนมีการเจริญเติบโตดีกว่าการทดลองปลูกในดิน และเมื่อเทียบระหว่างการทดลองปลูกในกากตะกอน กับทั้ง 6 ชุดการทดลองปุ๋ยหมัก จะพบว่าการทดลองปลูกทั้ง 6 ชุดการทดลองปุ๋ยหมักมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับการทดลองปลูกในกากตะกอน และเมื่อเทียบกันระหว่างการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยกับการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย พบว่าการทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการทดลองปลูกในชุดการทดลองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะพบว่าการทดลองปลูกในปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย ชุด ก.2 ในอัตราส่วน 0.75 : 5 มีการเจริญเติบโตและน้ำหนักในส่วนของ ใบ และลำต้น ดีที่สุดเมื่อเทียบกับทั้ง 3 อัตราส่วนทดลอง ในส่วนของการเปรียบเทียบการทดลองปลูกในปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย ชุด อ.3 ในอัตราส่วน 1.0 : 5 มีการเจริญเติบโตในส่วนของ ใบ และลำต้น ดีที่สุดเมื่อเทียบกับทั้ง 3 อัตราส่วนทดลอง

## บทที่ 5

### สรุปวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาพัฒนาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปุ๋ยหมัก ที่ได้มาจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย 2) ศึกษาให้ทราบว่าธาตุอาหารของสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเร่งการเจริญเติบโตของพืช และจากผลการทดลองทั้งหมดที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จึงสามารถนำมาสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ย การวัดการทดสอบประสิทธิภาพหลังกระบวนการหมักของกองปุ๋ยหมักในระยะเวลา 49 วัน มีกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังนี้

5.1.1.1 ลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยหมัก ลักษณะสีของกองปุ๋ยหมักจะมีสีน้ำตาลเข้มปนดำ ส่วนลักษณะของเศษวัสดุพืชจากกองปุ๋ยหมักมีลักษณะที่อ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ชาติออกจากกันได้ง่าย ไม่มีความแข็งกระด้างเหมือนในตอนแรกที่เริ่มนำไปหมักในครั้งแรก และในลักษณะของกลิ่นจะพบว่ากลิ่นของกองปุ๋ยหมักในแต่ละกองนั้นไม่มีกลิ่นเหม็นฉุน จะมีกลิ่นก็คือจะเป็นกลิ่นที่ได้มาของธรรมชาติ ดังนั้นจึงถือได้ว่ากองปุ๋ยนั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ และมีลักษณะของการเป็นปุ๋ยหมักที่ดี

5.1.1.2 ลักษณะของอุณหภูมิและความชื้นของปุ๋ยหมัก หลังจากการกองปุ๋ยหมักผ่านไปในวันแรกจะพบว่าอุณหภูมิภายในกองจะสูงขึ้นในระยะหนึ่ง และหลังจากนั้น อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักจะค่อยๆ ลดลงค่อนข้างต่ำเนื่องจากปัจจัยจากสภาพแวดล้อมมีอากาศที่เย็นจึงทำให้อุณหภูมิของกองปุ๋ยลดต่ำลง และหลังจากนั้นอุณหภูมิของกองปุ๋ยได้มีอุณหภูมิที่สูงขึ้นจนกระทั่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก จึงถือได้ว่ากองปุ๋ยกองนั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้และเป็นปุ๋ยหมักที่ดี แต่ทั้งนี้ในแต่ละสัปดาห์อุณหภูมิที่ได้ของแต่ละวันนั้นจะมีอุณหภูมิของกองปุ๋ยที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากตัวของค่าความชื้นภายในปุ๋ยหมักมีค่าที่มากหรือน้อยต่างกันไป จึงอาจทำให้ระดับของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักนั้นมีมากหรือน้อยต่างกันไป

5.1.1.3 ลักษณะของความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยหมัก พบว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยจะมีค่าความเป็นด่าง มากกว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยซึ่งจะมีค่าความเป็นกรดอยู่มากกว่า ซึ่งลักษณะปุ๋ยหมักที่ดีจะต้องมีค่าออกมาเป็นในภาวะที่มีความเป็นด่าง เพราะในปุ๋ยที่ความเป็นด่างจะทำให้ดินมีความเหมาะสมต่อการละลายธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีกว่าในภาวะความเป็นกรด

5.1.1.4 ลักษณะของธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นของปุ๋ยหมัก ค่าของปริมาณธาตุอาหารหลักของพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม พบว่ากองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานได้ดีกว่าตัวของกองปุ๋ยหมักที่ได้จากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยที่มีปริมาณธาตุอาหารที่น้อยกว่ามาก และค่าที่แสดงถึงอัตราการย่อยสลายของพืชนั้นๆ คือ ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนนั้น ในกองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าที่เหมาะสมเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักที่ดี แต่ในกองปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยนั้นมีค่าที่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งไม่เหมาะแก่การนำมาทำเป็นปุ๋ยหมักที่ดี

5.1.2 ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน การวัดการทดสอบการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีนนี้จะเป็นพืชที่เน้นใบ ราก และลำต้น ในการเจริญเติบโตเป็นหลัก ดังนั้นจึงมีการวัดการเจริญเติบโตและผลทดสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้งจีน ดังนี้ หลังจากปลูกในระยะต้นอ่อนในเวลา 14 วัน พบว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีจำนวนใบ ความยาวใบ ความยาวราก และความสูงของลำต้นดีที่สุด ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย ตะกอน และดิน แล้วก็ยังมีผลของการเจริญเติบโตที่ดีกว่า และปริมาณของน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้ง พบว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีน้ำหนักรากที่มากกว่า ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยทั้งที่เป็นน้ำหนักรากเปียกและน้ำหนักรากแห้ง แต่ในน้ำหนักรากเปียกจะมีค่าที่ไม่แน่นอนเนื่องจากอาจมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการดูน้ำหนักหายไปหรือจะเป็นการที่พืชมีการอิมตัวของน้ำ ฉะนั้นจะใช้ค่าของน้ำหนักรากแห้งเพราะจะสามารถเห็นค่าได้ชัดเจนที่สุด

จากผลของการวิจัยสามารถนำมาสรุปได้ดังนี้ กองปุ๋ยหมักที่มีคุณสมบัติที่ดี และมีธาตุอาหารพืชที่เพิ่มขึ้นอย่างเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย ในอัตราส่วนที่ 0.75 และ 1.0 ตามลำดับ แต่ปุ๋ยจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยไม่มีคุณสมบัติเหมาะแก่การนำมาใช้เป็นปุ๋ยหมักที่ดี เพราะมีค่าของปริมาณธาตุอาหารที่ค่อนข้างต่ำ และมีค่าของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ที่ค่อนข้างสูงจึงไม่เหมาะแก่การนำมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ทั้งนี้ปุ๋ยหมักที่ได้ขึ้นนอกจากจะนำไปใช้ ในการเพิ่มธาตุอาหารแก่พืช ยังสามารถช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้ดี อีกทั้งยังสามารถ

นำไปใช้เพื่อปรับสภาพของหน้าดินเพื่อทำให้ดินมีธาตุอาหารพืชที่เพียงพอต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้

ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักของกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย มีราคาต้นทุนในการทำที่ต่ำและคุ้มค่าน่ากว่าที่จะใช้ปุ๋ยหมักอินทรีย์ที่หาซื้อได้จากท้องตลาดทั่วไป เนื่องจากว่า ปุ๋ยหมักที่ได้เป็นการนำตะกอนมาทำให้เกิดมูลค่าที่เพิ่มขึ้นและตัวของวัสดุพืชที่นำมาใช้ในการหมักก็สามารถหาได้ง่ายและมีคุณสมบัติของธาตุอาหารที่ดี ปุ๋ยหมักที่ได้จึงมีราคาที่ถูกมีค่าต้นทุนที่ค่อนข้างต่ำสามารถผลิตได้ง่าย และใช้ระยะเวลาในการหมักที่ค่อนข้างเร็วกว่าและได้ผลิตภัณฑ์ที่ดี และคุณสมบัติที่เหมาะสม

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 กากตะกอนสิ่งปฏิกูลที่หมักร่วมกับวัสดุพืช ตะกอนที่หมักร่วมกับขานอ้อยสามารถนำมาใช้ในระยะเวลาแรกๆได้เพราะอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่สูง จะช่วยในเรื่องของการงอกของลำต้นให้พืชทรงตัวได้ดีในระยะแรก และการเจริญทางรากการแทงของราก เนื่องจากคาร์บอนจะถูกดึงไปใช้เป็นพลังงานในการตั้งปุ๋ยเข้าสู่รากพืชมีผลให้ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนแคบอย่างรวดเร็ว และหลังจากนั้นใช้ตะกอนที่หมักร่วมกับกากกล้วยเสริมเข้าไปในภายหลัง เพื่อทำให้ได้พืชที่มีการเจริญเติบโตที่ดี และแข็งแรง ซึ่งการนำปุ๋ยมาใช้ในการปลูกพืชสามารถใช้ได้ทั้งพืชใบ และพืชดอกได้ดี

5.2.2 การเลือกพืชที่เหมาะสมและระยะเวลาที่ใช้ในการปลูกพืช เนื่องจากพืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการธาตุอาหารพืชที่ต่างกัน ดังนั้นการจะนำปุ๋ยหมักมาใช้ในการปลูกพืชควรคำนึงถึงความต้องการของธาตุอาหารที่พืชต้องการด้วย และควรเพิ่มระยะเวลาในการปลูกพืชจนถึงระยะเก็บเกี่ยวเพื่อที่จะได้ศึกษาการเจริญเติบโตได้ทุกช่วงของการเจริญเติบโต

5.2.3 การเลือกวัสดุพืชมาใช้หมักปุ๋ยร่วมกัน ควรมีการทดลองนำวัสดุพืชที่ได้นำมาหมักร่วมกัน เพื่อให้มีผลของธาตุอาหารที่ดีและมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสม หรือควรมีการทดลองใช้วัสดุอื่นๆมาใช้ในการทำปุ๋ยหมัก เช่น กระจิน ผักตบชวา ซังข้าวโพด มันสำปะหลัง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง เปลือกกล้วย สามารถนำมาแทนกากกล้วยและขานอ้อยได้ดีเพราะมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในปริมาณที่ต่ำ และยังมีปริมาณธาตุอาหารคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปริมาณที่เหมาะสมอีกด้วย

5.2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองการหมักปุ๋ย ในระยะของการหมักปุ๋ยควรลองเพิ่มระยะเวลาในการหมัก เพื่อจะได้ศึกษาว่าช่วงเวลาไหนจะเกิดการย่อยสลายที่ดีที่สุด และมีปริมาณธาตุอาหารดีที่สุดในที่สุด และขนาดของการหมักกองปุ๋ย ควรตั้งกองปุ๋ยให้มีขนาดที่พอเหมาะมีความกว้างและความสูงที่เพิ่มขึ้น เพราะการมีขนาดของกองปุ๋ยที่แคบ จะทำให้ความร้อนที่จะเกิดขึ้นกระจายออกไปได้ง่ายไม่มีความร้อนที่เพียงพอ เป็นผลทำให้เกิดอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยไม่สูงและไม่คงที่ อีกทั้งยังทำให้กองปุ๋ยแห้งได้ง่าย ทำให้การสลายตัวก็จะหยุดชะงักลงได้



## เอกสารอ้างอิง

- กันยมาส คงรอด. 2546. ภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักจากกากตะกอนน้ำทิ้งชุมชนและขานอ้อย. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กัญญา ตีวิเศษ และคณะ. 2542. ผักพื้นบ้านภาคกลาง. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพมหานคร
- กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2556. การนำผลผลิตจากต้นกล้วยมาใช้เลี้ยงสัตว์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : [http://www.dld.go.th/nutrition\\_knowledge](http://www.dld.go.th/nutrition_knowledge) , 19 ธันวาคม 2556
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2540. วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : [http://www.rc.nida.ac.th/th/attchments/article/191/summary\\_biomass](http://www.rc.nida.ac.th/th/attchments/article/191/summary_biomass), 10 ธันวาคม 2556
- กรมอนามัย. 2549. ระบบบำบัดสิ่งปฏิกูล. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [http://www.env.anamai.moph.go.th/ewt\\_news.php](http://www.env.anamai.moph.go.th/ewt_news.php), 10 ธันวาคม 2556
- จิตรี โพธิามกะ. 2547. การกำจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- จุฑามาส รัตนศรีบัวทอง. 2548. อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างกากตะกอนน้ำทิ้งชุมชนและขานอ้อยในการผลิตปุ๋ยหมัก. ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม). สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- เฉลิมเกียรติ โภคาวัฒนา และ ภัสรา ชวประดิษฐ์. 2539. ผักบุงจิ้น. กองส่งเสริมพืชสวน. กรมส่งเสริมการเกษตร
- ธงชัย มาลา. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ เทคนิคการผลิต การใช้ประโยชน์. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร
- นริลักษณ์ ชูรวช. 2548. ปุ๋ยอินทรีย์ การผลิต การใช้ มาตรฐานและคุณภาพ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

นิตยสารเกษตรชีวภาพ. 2549. “ผักบุงจีนพีช สร้างรายได้งาม.” **หมอดินเกษตรกรไทย**. 6, 20 (พฤศจิกายน) : 1-2

ประดิษฐ์ กาญจนอักษรเดช. 2547. **การศึกษาและพัฒนาสัวมฉุกเฉินเคลื่อนที่**. ปรินญาครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปรีชา สุริยพันธ์. 2556. **อ้อย**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : [http://www.biogang.net/blog/blog\\_detail.php](http://www.biogang.net/blog/blog_detail.php), 19 ธันวาคม 2556

พรเพ็ญ โพธิ์ทอง. 2551. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงสมบัติ และการดูดซับธาตุอาหารพืชของชุดดินกำแพงแสน**. ปรินญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เกษตรศาสตร์). สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มณฑยา ช่งศรี. 2556. **ผลของการใช้ปุ๋ยหมักจากตะกอนของระบบผลิตน้ำประปาต่อการเจริญเติบโตของพืช**. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลินจง บ่อหิรัญรัตน์. 2545. **โครงการจัดการสิ่งปฏิกูลตามแนวพระราชดำริ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : [http://www.lib.dss.go.th/elib/cgi\\_bin](http://www.lib.dss.go.th/elib/cgi_bin), 10 ธันวาคม 2556

วิเชษฐ คำสุวรรณ. 2551. **การปลูกพืชทั่วไป**. สำนักพิมพ์คลื่นอักษร, กรุงเทพมหานคร

วีระศักดิ์ สืบเสาะ. 2551. **สถานการณ์การจัดการสิ่งปฏิกูล**. คณะสาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศูนย์อนามัยที่ 4 ราชบุรี. 2556. **การบำบัดสิ่งปฏิกูล**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://203.157.71.131/Artles/articlle/trash.pdf>, 19 ธันวาคม 2556

สินัส ตรีเดช. 2552. **การพัฒนาสูตรปุ๋ยสำหรับเร่งผลเร่งใบ และเร่งดอก และทดสอบการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ของกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

เอ็มอัชมา (รัตนริมจง) วัฒนบูรานนท์. 2547. **วิทยาศาสตร์สุขภาพสิ่งแวดล้อม**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เอกสารและผลวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยหมัก

ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยหมัก



ภาคผนวก ก



ที่ ศธ ๐๕๘๑.๐๖/๒๓๗



คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
๑๓๘๑ ถนนประชาราษฎร์ สาย๑  
แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๑๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ลดหย่อนค่าวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ย

เรียน ผู้อำนวยการสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

ด้วยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้จัดการเรียนการสอนรายวิชาโครงการพิเศษทางสิ่งแวดล้อม ให้แก่นักศึกษาชั้นปีที่ ๔ ของสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ในภาคการศึกษาที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๕๖ นี้ ซึ่งนักศึกษาที่เรียนในรายวิชาดังกล่าว คือ นางสาวชาธิณี ฉลาดถ้อย นายจีระศักดิ์ เอี่ยมอ่อง และนางสาวชนิทรนันท์ เพิ่มศิริบุตร มีความประสงค์จะทำโครงการพิเศษ เรื่อง “การพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับขาน้อยเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช” โดยมีอาจารย์มาโนช หลักฐานดี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และการทำโครงการพิเศษดังกล่าว นักศึกษามีความประสงค์ที่จะส่งตัวอย่างปุ๋ย จำนวน ๗ ตัวอย่าง เพื่อการวิเคราะห์ตัวอย่างเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความชื้น, ค่าพีเอช, ค่าอัตราส่วนสารอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio), ปริมาณฟอสฟอรัส, ปริมาณโพแทสเซียม และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

การนี้ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จึงมีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการลดหย่อนค่าวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรา อมรแก้ว)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
โทร. ๐ ๒๘๑๓ ๒๔๒๔ ต่อ ๑๘๙  
โทรสาร ๐ ๒๘๑๓ ๒๔๒๔ ต่อ ๑๙๔



# สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

2003/61 ถ. พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2561-3086 โทรสาร 0-2561-3521

ดำเนินการโดย ส่วนวิเคราะห์พืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน

ชนิดจำนวนตัวอย่าง

ปุ๋ยอินทรีย์ 7 ตัวอย่าง

เลขรับ

57-1116

เจ้าของตัวอย่าง

นายจรัสศักดิ์ เอี่ยมอ่อน

ผู้ส่งตัวอย่าง

นายจรัสศักดิ์ เอี่ยมอ่อน

แหล่งที่มาของตัวอย่าง

ต.บางศรีเมือง อ.เมือง จ.นนทบุรี

๒๕  
นางนงนุช จันทวีชรากร

ผู้อำนวยการส่วนวิเคราะห์พืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน

18 มีนาคม 2557

## รายการวิเคราะห์

ลำดับ	เลขที่ ปฏิบัติการ	Code NO.	OM (% w/w)	OC (% w/w)	C/N ratio	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	pH	EC (dS/m)	moisture (% w/w)	particle size	gravel > 5 mm	วัสดุ แหลมคม	Na (%)	CaO (%)	MgO (%)	S (%)	GI (%)
1	57017012		11.50	31.42	1.14	1.72	0.09	6.12	7.42										
2	57017013		35.67	31.42	1.55	1.33	2.98	8.52	49.47										
3	57017014		32.94	35.67	1.60	1.17	3.66	9.10	38.47										
4	57017015		46.95	32.94	1.66	1.19	2.77	8.03	50.04										
5	57017016		46.85	46.95	0.69	0.49	0.19	5.85	63.70										
6	57017017		38.59	46.85	0.67	0.52	0.16	6.07	57.88										
7	57017018			38.59	0.94	0.81	0.19	5.90											

ส่วนวิเคราะห์พืช ปุ๋ย  
ผลการวิเคราะห์พืช ปุ๋ยและสิ่งปรับปรุงดิน  
ที่เมื่อใช้เพื่อวิเคราะห์พืช ปุ๋ย

งานวิจัย / โครงการ การพัฒนาปุ๋ยหมักภาคเกษตรกรรมร่วมกับภาคกล้วย และภาคเกษตรกรรมร่วมกับข้าวอ่อน เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช

## ภาคผนวก ข

### ตารางที่ ข.1 วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยหมัก

ลำดับ	รายการวิเคราะห์	วิธีการ/หลักการ	เครื่องมือที่ใช้
1	OM (Organic Matter)	Titration method Walkley and Black	อุปกรณ์ไทเทรต
2	N	Kjeldahl method	ชุดเตาย่อย ชุดเตากลั่น และอุปกรณ์ไทเทรต
3	P	Colorimetric method	UV – Spectrophotometer
4	K	Extraction method	Flame spectrophotometer
5	pH	Electrometric method	pH meter
6	Moisture	Gravimetric method	เครื่องชั่ง กระจกใส่ตัวอย่างดิน และอ่างแก้วดูดความชื้น

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

หมายเหตุ :- OM (Organic Matter) คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

- N คือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด
- P คือ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด
- K คือ ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด
- pH คือ ค่าความเป็นกรด – ด่าง
- Moisture คือ ค่าความชื้น

## อินทรีย์คาร์บอนหรืออินทรีย์วัตถุ (OC หรือOM)

(สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้อบ (oven)
2. ตู้ดูดควัน (Hood)
3. แมกเนติกบาร์ (Magnetic bar) และแมกเนติกสเตอร์เรอร์ (Magnetic stirrer)
4. เครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นในห้องปฏิบัติการ

### สารเคมีและวิธีเตรียม

1. สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท 1 นอร์มอล (1N  $K_2Cr_2O_7$ ) เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมไดโครเมท (อบที่  $105^\circ C$ ) 49.0400 กรัม ในน้ำกลั่นทำให้มีปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร
2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc  $H_2SO_4$ ) 98%
3. สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 นอร์มอล [ $0.5N Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$ ] ซึ่ง 196.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มล. ทำให้เย็นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ปริมาณของเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมไดโครเมทในสารละลาย Blank จะนำมาคำนวณนอร์มอลที่แท้จริงของเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต
4. ออร์โทโรฟีแอนนโทโรลีน (O-phenanthroline ferrous sulfate indicator 0.025 M) เตรียมโดยละลายออร์โทโรฟีแอนนโทโรลีน 14.85 กรัม และเฟอร์รัสซัลเฟต ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 6.95 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

### วิธีวิเคราะห์

1. การย่อยสลาย (Digestion) ซึ่งตัวอย่างที่บดละเอียด 100 มิลลิกรัม ลงในเออร์เลนเมเยอร์ฟลาสขนาด 250 มล. เติม 1 นอร์มอลโพแทสเซียมไดโครเมท 10 มล. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มล. ภายในตู้ดูดควันแล้วเขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ค้างคืน
2. การไทเทรต (Titration) เติมน้ำกลั่น 100 มล. ลงในข้อ 1. ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมอินดิเคเตอร์ 0.5 มล. ไทเทรตกับเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล จนจุดยุติเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีน้ำตาลแดง แล้วอ่านปริมาตรของไทแทรนต์ (titrant) ที่ได้เพื่อนำไปคำนวณ

### 3. การคำนวณใช้วิธีของ Walkley –Black

$$\begin{aligned} \% \text{ OC} &= \frac{[\text{meq K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{meq Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] \times 0.003 \times 100 \times f}{\text{gm dry sample}} \\ &= \frac{[\text{N}_1\text{V}_1\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 - \text{N}_2\text{V}_2\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] \times 0.003 \times 100 \times f}{\text{gm dry sample}} \end{aligned}$$

N1 = นอร์มอลของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต

V1 = มล. ของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต

N2 = นอร์มอลของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

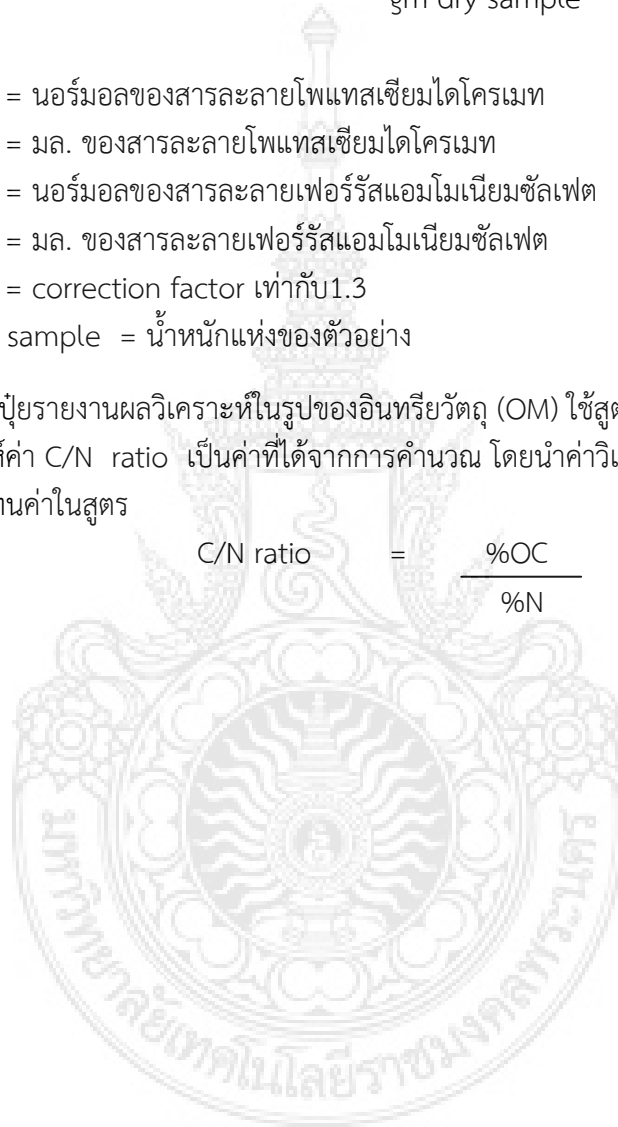
V2 = มล. ของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

f = correction factor เท่ากับ 1.3

gm dry sample = น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง

ตัวอย่างปุ๋ยรายงานผลวิเคราะห์ในรูปของอินทรีย์วัตถุ (OM) ใช้สูตร  $\text{OM} = \text{OC} \times 1.724$   
ส่วนการวิเคราะห์ค่า C/N ratio เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยนำค่าวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน  
และไนโตรเจนแทนค่าในสูตร

$$\text{C/N ratio} = \frac{\% \text{OC}}{\% \text{N}}$$



## ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)

(สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. ตู้ดูดควัน (Hood)
3. เครื่องย่อยของเคลดาล (Kjeldahl digestion apparatus) หรือเตาย่อยชนิดพิเศษที่มีลักษณะเป็นแท่งโลหะสี่เหลี่ยมมีช่องบรรจุหลอด (Digestion block หรือ heat block)
4. เครื่องกลั่นของเคลดาล (Kjeldahl distillation apparatus) หรือเครื่องกลั่นของหลอดแก้ว (Distilling unit)
5. หลอดแก้ว Kjeldahl flask ขนาด 800 มล. หรือหลอดแก้ว Digestion tube ขนาด 250 มล.
6. ขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 มล. หรือ 250 มล.
7. บิวเรต (Burette) ขนาด 50 มล.
8. ปิเปต (Pipette) หรือกระบอกตวง (Cylinder)

### สารเคมีและวิธีเตรียม

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc  $H_2SO_4$ )
2. เกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Commercial grade NaOH) อัตราส่วน 1 : 1 เตรียมจากเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กก. ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตรหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ A.R. grade 40% เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
3. กรดบอริก (Boric acid) 3% เตรียมจากกรดบอริก 300 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 10 ลิตร
4. สารสำเร็จรูปอัดเม็ด (Kjeltabs) ประกอบด้วย 3.5 กรัม ของ  $K_2SO_4$  และ 3.5 มก. ของ Se หรือ Mixed catalyst ที่ประกอบด้วย  $K_2SO_4, Cu SO_4 \cdot 10H_2O$  และ Se ในอัตราส่วน 100 : 10 : 1 ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน
5. อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator) เตรียมได้จากการละลาย 0.22 กรัม bromocresol green และ 0.075 กรัม methyl red ละลายใน 95% ethyl alcohol จำนวน 96 มล. เติมน้ำ NaOH 0.1 M ปริมาตร 3.5 มล. ผสมเข้าด้วยกัน
6. สารละลายกรดเกลือมาตรฐาน 0.1 M เตรียมโดยไทเทรตกับสารละลายต่างที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนโดยสารละลายต่างได้ถูก standardize ด้วย potassium acid phthalate สูตรโมเลกุล  $KHC_8H_4O_4$  มีความบริสุทธิ์สูงมากเกือบไม่ดูดความชื้นเลยเป็น primary standard ควรอบให้แห้งด้วยการอบที่  $120^\circ C$  เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใช้ phenol phthalein เป็น indicator หรืออาจเตรียมโดยไทเทรตกับ  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน โดยใช้ methyl red เป็น indicator

## วิธีวิเคราะห์

### 1. การย่อยสลาย (digestion)

- ชั่งตัวอย่างที่อบและบดละเอียดแล้ว 0.5–1.00 กรัม (ผ่านการอบที่ 65–70°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) บนกระดาษกรองและห่อใส่ใน Kjeldahl flask ขนาด 800 มล. หรือหลอดย่อย digestion tube ขนาด 250 มล. เติมสารสำเร็จรูปอัดเม็ดจำนวน 2 เม็ด

- เติม conc  $H_2SO_4$  20 มล. ลงใน Kjeldahl flask หรือ 15 มล. ลงในหลอดแก้ว  
- ทำ blank และตัวอย่างอ้างอิง (reference sample) โดยวิธีเดียวกัน  
- นำไปย่อยใน Kjeldahl digestion apparatus ใช้อุณหภูมิประมาณ 100°C–250°C–400°C หรือ digestion block ใช้อุณหภูมิประมาณ 400°C จนได้สารละลายใสใช้เวลาประมาณ 2 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่น 400 มล. หรือถ้าอุปกรณ์ในการย่อยเป็นหลอดแก้วเติมน้ำกลั่น 75 มล. จนได้สารละลายใส

### 2. การกลั่น (distillation)

- เครื่อง Kjeldahl : ใส่สารละลายกรดบอริก 50 มล. ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 500 มล. หยด Mixed indicator 4-5 หยด นำไปวางรองรับ distillate จากเครื่องกลั่นโดยให้ปลายหลอดแก้วจุ่มอยู่ในสารละลายบอริก แล้วเติมสารละลายเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (1: 1)





## ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P)

(สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. UV-Spectrophotometer
2. เตาให้ความร้อน (Hot plate)
3. เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

### สารเคมีและวิธีเตรียม

1. น้ำยาที่ทำให้เกิดสี ammonium vanadomolybdate หรือ Barton's reagent ประกอบด้วย

น้ำยา A- เตรียมจากการละลายแอมโมเนียมโพลิบเดท (ammonium molybdate -  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) 25 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มล.

น้ำยา B- เตรียมจากแอมโมเนียมเมตาวานาเดท (ammonium meta vanadate -  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ ) 1.25 กรัม ในน้ำกลั่นที่อุ่นให้ร้อน 300 มล. ทิ้งให้เย็นแล้วเติมกรด  $\text{HNO}_3$  เข้มข้น ลงไป 250 มล.

นำ A และ B มาผสมกัน ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2. สารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน (Standard Phosphorus หรือ Stock Standard Solution) 50 mg/L เตรียมโดยชั่ง potassium dihydrogen phosphate -  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ  $105^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยชั่ง 0.2195 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายซึ่งมีฟอสฟอรัสอยู่ 50 มก./ลิตร หรือจะเตรียมเป็นสารละลายฟอสฟอรัส 1,000 มก./ลิตร ก็ได้โดยชั่ง  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  4.393 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ  $4^\circ\text{C}$  เมื่อจะใช้เป็น working standard ก็เตรียมสารละลายฟอสฟอรัส 50 หรือ 100 มก./ลิตร โดยวิธีเจือจางได้ตามต้องการ

### วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียม working standard - โดยปิเปต 0, 1, 2, 3 และ 4 มล. จากสารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 มก./ลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 มล. เติมน้ำยา Barton 5 มล. ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มล. ด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากันเพื่อเตรียมความเข้มข้นของ P เป็น 0, 2, 4, 6, 8 มก./ลิตร

2. การเตรียมสารละลายตัวอย่างโดยดูดสารละลายตัวอย่าง 5 มล. ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย (digestion) ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มล. เติมน้ำยา Barton 5 มล. ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มล. ด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีสมบูรณ์อย่างน้อย 30 นาที

3. ก่อนการวัดอุณหภูมิเครื่อง UV-Spectrophotometer ไว้ประมาณ 30 นาที ตั้งความยาวคลื่น (wavelength) ของเครื่องที่ 420 nm. ทำ standard curve จาก working standard 0, 2, 4, 6, 8 มก./ลิตร ก่อนแล้วจึงวัด blank พร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

4. วัดความเข้มข้นของสีในสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer ความเข้มของสีจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่าง(ตัวอย่าง blank และตัวอย่างอ้างอิงก็ทำในทำนองเดียวกัน)

5. การคำนวณ

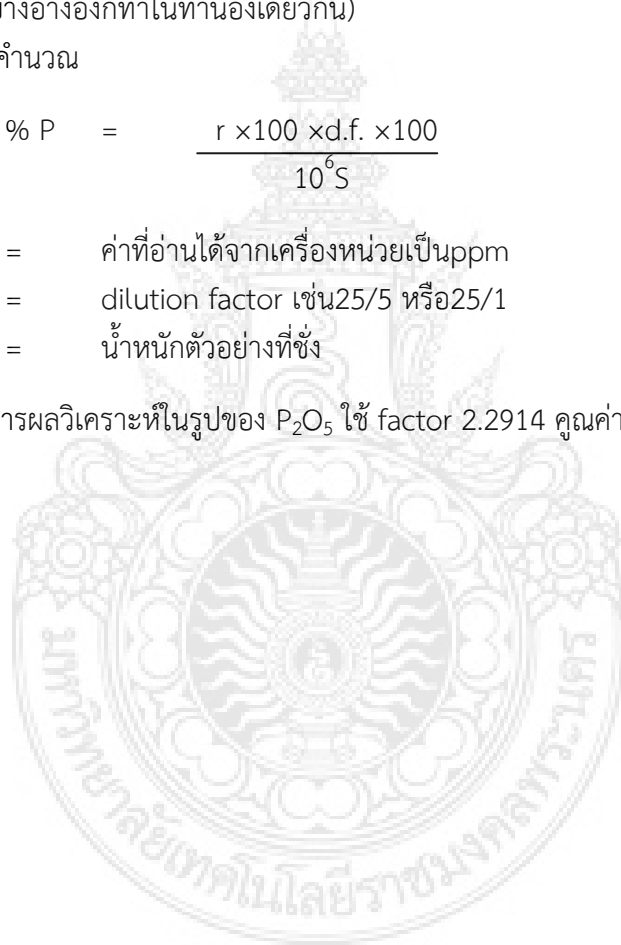
$$\% P = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 S}$$

r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องหน่วยเป็น ppm

d.f. = dilution factor เช่น 25/5 หรือ 25/1

S = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง

ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ในรูปของ  $P_2O_5$  ใช้ factor 2.2914 คูณค่า P ที่ได้



## ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K)

(สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน)

### เครื่องมือ/สารเคมีที่ใช้

1. Flame photometer
2. เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. KCl AR. grade
4. conc. HNO<sub>3</sub>

### วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียม Stock standard solution (1000 ppm K) – ชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ผ่านการอบแห้งที่ 110°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 1.9067 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 มล. เติมกรดไนตริกเข้มข้น (Concentrated nitric acid) ลงไป 12 มล. แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อไว้เตรียม standard solution ที่มีความเข้มข้น 100 ppm K (intermediate solution) โดยการปิเปต 10 มล. จาก stock solution 1000 ppm K ลงใน volumetric flask 100 มล. ปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น
2. การเตรียม Working standard solution – ประกอบด้วยโพแทสเซียมที่มีความเข้มข้น เป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 ppm ซึ่งเตรียมโดยความเข้มข้นของ K เป็น ppm จำนวน มล. ที่ pipette จาก standard K 100 ppm 0 0 2 2 4 4 6 6 8 8 ปรับปริมาตรของสารละลายในขวดวัดปริมาตร เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากันเพื่อเตรียมเป็น standard K ที่ความเข้มข้นต่างๆ
3. การวัดค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่างเปิดเครื่อง Flame photometer ก่อนปฏิบัติงานประมาณ 30 นาที เจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 10 วัดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ K ในสารละลายตัวอย่าง ถ้าค่าที่อ่านได้จากสารละลายตัวอย่างมีค่าเกิน standard ต้องเจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น เป็น 1 : 20 หรือมากกว่านั้นตามความเหมาะสม

#### 4. การคำนวณ

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในตัวอย่าง(หน่วยppm)

$$\% K = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 S}$$

r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง หน่วยเป็นppm

S = น้ำหนักของตัวอย่างที่ชั่ง

d.f. = dilution factor ควรจะเป็น 10/1 หรือ 20/1 หรือมากกว่า

ถ้าไม่ได้เจือจางสารละลายตัดค่า d.f. ออกไป

ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ในรูปของ  $K_2O$  ใช้ factor 1.205 คูณค่า K ที่ได้



## ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

(สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน)

### เครื่องมือ/สารเคมีที่ใช้

1. pH meter
2. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. สารละลาย Buffer มาตรฐาน pH 4, 7 และ 10
4. Saturated 3M KCl electrolyte

### วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างปุ๋ย 5 กรัม เติมน้ำกลั่น 10 มล. ในกรณีที่ตัวอย่างปุ๋ยดูดซับน้ำกลั่นมาก ให้เติมน้ำกลั่นเพิ่มอีก 10 มล. ถ้าเป็นตัวอย่างปุ๋ยนึ่ง 35 กรัม เติมน้ำกลั่น 35 มล. เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที จนสารละลายแยกชั้น
2. เปิดเครื่อง pH meter ทำการ warm เครื่องประมาณ 15 นาที
3. ตัวอย่างปุ๋ยใช้สารละลาย Buffer มาตรฐาน pH 4 และ 7 ในการ calibrate เครื่อง
4. นำตัวอย่างปุ๋ยไปวัดค่า pH จนครบ
5. ล้างขั้ว glass electrode ให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น แล้วนำไปแช่ในสารละลาย 3M KCl ปิดเครื่อง

## ความชื้น (Moisture)

(สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน)

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้อบ
2. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. ภาชนะชั่ง
4. โถอบ (dessorator)

### วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนทำการอบ บันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่ง
2. นำไปอบที่อุณหภูมิ 65-70°C ปุ๋ยอินทรีย์ใช้เวลาอบ 10-12 ชั่วโมง
3. ทิ้งให้เย็นในโถอบเพื่อป้องกันความชื้น
4. นำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งเพื่อหาน้ำหนักที่สูญหายไป
5. การคำนวณ

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นดังต่อไปนี้

น้ำหนักปุ๋ยอินทรีย์ ก่อนอบ = y

น้ำหนักปุ๋ยอินทรีย์ หลังอบ = z

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(y - z) \times 100}{(y)}$$

## สูตรในการคำนวณหาค่าน้ำหนักของต้นผักบุงเงินเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{น้ำหนักเป็นเปอร์เซ็นต์} = \frac{(\text{น้ำหนัก B} - \text{น้ำหนัก A}) \times 100}{\text{น้ำหนัก A}}$$

น้ำหนัก A = น้ำหนักของต้นผักบุงเงินที่ทดลองปลูกในชุดการทดลองภาคก่อน

น้ำหนัก B = น้ำหนักของต้นผักบุงเงินที่ต้องการคำนวณ



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อนามสกุล	นางสาวชาธิณี ฉลาดถ้อย
วัน เดือน ปีเกิด	26 กรกฎาคม 2534
ภูมิลำเนา	35/51 หมู่ 4 ถนนสนามบินน้ำ ตำบลท่าทราย อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
ประวัติการศึกษา	
2546	ประถมศึกษา โรงเรียนทานสัมฤทธิ์วิทยา จังหวัดนนทบุรี
2549	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนนนทบุรีพิทยาคม จังหวัดนนทบุรี
2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนนทบุรีพิทยาคม จังหวัดนนทบุรี
2556	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายจิระศักดิ์ เอี่ยมอ่อง
วัน เดือน ปีเกิด	4 สิงหาคม 2535
ภูมิลำเนา	120/33 หมู่ 1 ตำบลบางศรีเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี
ประวัติการศึกษา	
2546	ประถมศึกษา โรงเรียนการัญศึกษา จังหวัดนนทบุรี
2549	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนนนทบุรีพิทยาคม จังหวัดนนทบุรี
2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนนทบุรีพิทยาคม จังหวัดนนทบุรี
2556	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นางสาวชนิทรนันท์ เพิ่มศิริบุตร
วัน เดือน ปีเกิด	3 มีนาคม 2535
ภูมิลำเนา	56 ซอยบางแวก 146 แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร 10160
ประวัติการศึกษา	
2546	ประถมศึกษา โรงเรียนวัดปากน้ำฝั่งเหนือ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
2549	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนไชยฉิมพลีวิทยาคม จังหวัดกรุงเทพมหานคร
2552	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนไชยฉิมพลีวิทยาคม จังหวัดกรุงเทพมหานคร
2556	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

# การพัฒนาปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วย และกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย

## เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืช

Development of bio-fertilizers of fermented sludge mixed with banana pulp and fermented sludge mixed with bagasse as additive nutrients to the plants.

จิระศักดิ์ เอี่ยมอ่อง, ชาธิณีย์ ฉลาดถ้อย, ชนิตรนันท์ เพิ่มศิริบุตร, ดวงฤทัย นิคมรัฐ, มาโนช หลักฐานดี และรัชนี ผิวทอง

Jirasak Aiamaong, Chatinee Chaladtoi, Chanitnan Peamsiribut, Duongruitai Nicomrat, Manoch Lakthandee, and Radchane Piwthong

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ



### บทคัดย่อ

ในการศึกษาคุณสมบัติผู้วิจัยมีความต้องการทดลองทำปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับกากตะกอน เนื่องจากปุ๋ยหมักสามารถผลิตได้ง่าย ใช้เวลาน้อย ไม่มีมลพิษตกค้าง ได้ปุ๋ยที่มีคุณภาพเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด การศึกษาการทดลองนี้ได้นำส่วนผสมกากตะกอนกับกากกล้วย หรือขานอ้อย มาหมักเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้กับกากตะกอน พบว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักของกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีค่าของธาตุอาหารหลักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีค่าพีเอช 7-9 และช่วยเร่งการเติบโตของต้นอ่อนผักบุ้งจีนที่ปลูกนาน 14 วันได้ดี ให้ความสูงเฉลี่ย 15.0±0.3 เซนติเมตร แต่ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยให้ค่าของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงเกินมาตรฐาน มีค่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่ำกว่ามาตรฐาน มีค่าพีเอช 5-6 และไม่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักบุ้งจีนได้ดี เมื่อเทียบกับการปลูกด้วยกากตะกอนอย่างเดียว จากผลวิจัยที่ได้แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยหมักจากกากตะกอนที่หมัก ร่วมกับกากกล้วยมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน และปลูกพืชได้ดี

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการหมักทำปุ๋ยจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยและกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยและเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหาร
2. เพื่อศึกษาจากการเจริญเติบโตของพืชโดยใช้ปุ๋ยที่ได้จากการหมักกากตะกอน ร่วมกับกากกล้วยและกากตะกอนร่วมกับขานอ้อย

### ขั้นตอนการดำเนินการ



วัสดุพืช

กากกล้วย

ขานอ้อย

ก) กากตะกอน + กากกล้วย (อัตราส่วน กากตะกอน : วัสดุพืช) กิโลกรัม



ชุดที่ 1 ก1

ชุดที่ 2 ก2

ชุดที่ 3 ก3

0.5 : 5

0.75 : 5

1.0 : 5

ข) กากตะกอน + ขานอ้อย (อัตราส่วน กากตะกอน : วัสดุพืช) กิโลกรัม



ชุดที่ 1 อ1

ชุดที่ 2 อ2

ชุดที่ 3 อ3

0.5 : 5

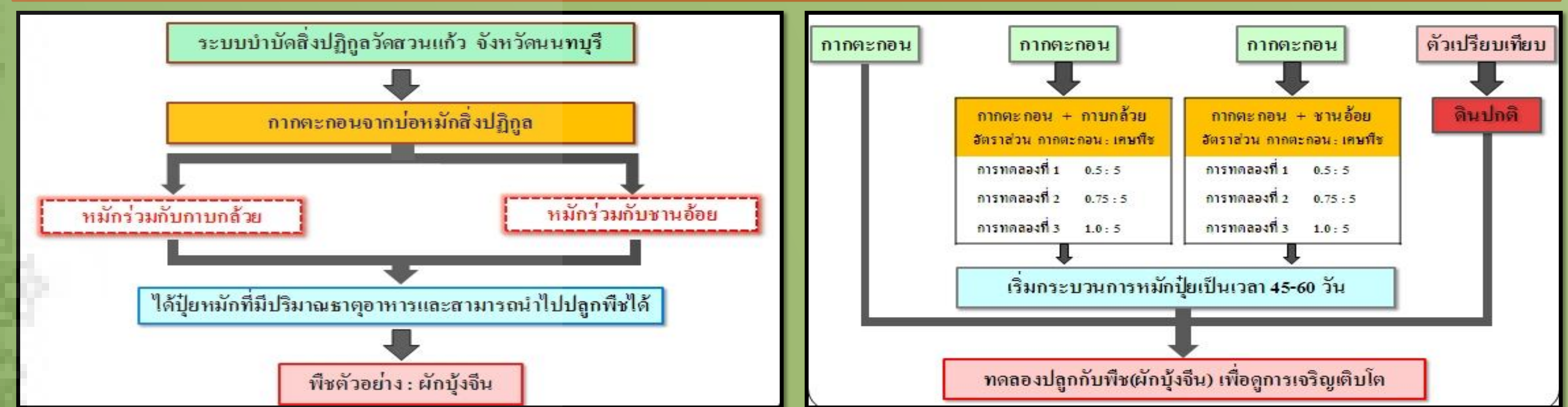
0.75 : 5

1.0 : 5

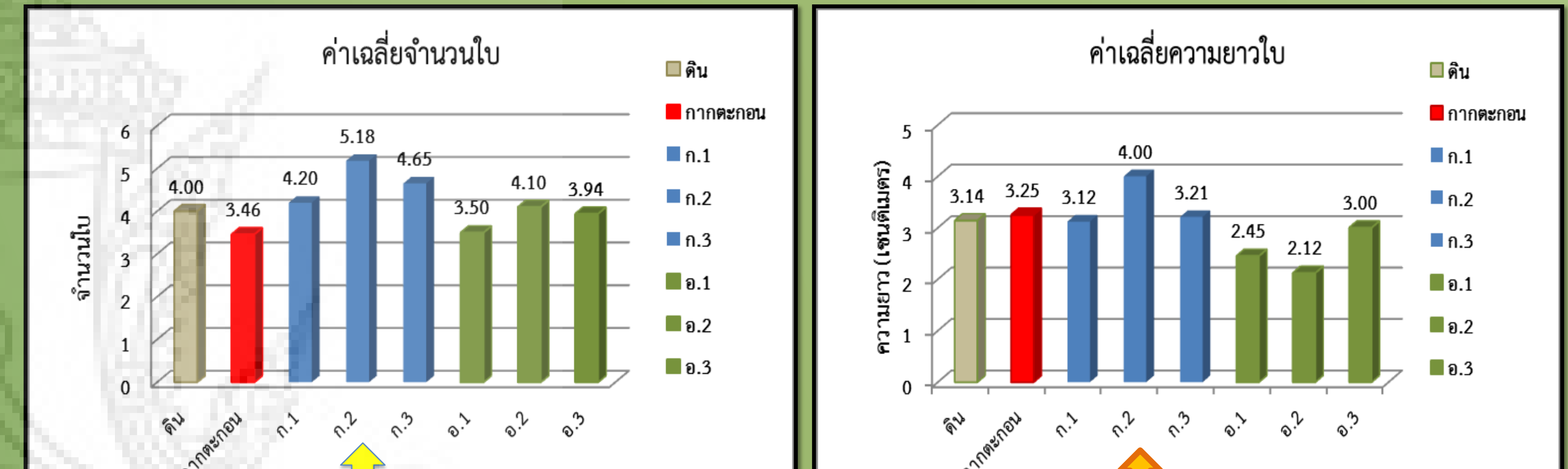
### ผลการวิจัยการเปลี่ยนแปลงหลังการหมักปุ๋ย

ชุดการทดลอง	OM (% w/w)	C/N ratio	N (%)	P (%)	K (%)	pH	Moisture (% w/w)
กากตะกอน	11.50	10.09	1.14	1.72	0.09	6.12	7.42
ก.1	31.42	20.27	1.55	1.33	2.98	8.52	49.47
ก.2	35.67	22.29	1.60	1.17	3.66	9.10	38.47
ก.3	32.94	19.84	1.66	1.19	2.77	8.03	50.04
อ.1	46.95	68.04	0.69	0.49	0.19	5.85	62.34
อ.2	46.85	69.93	0.67	0.52	0.16	6.07	63.70
อ.3	38.59	41.05	0.94	0.81	0.19	5.90	57.88

### กรอบแนวคิด

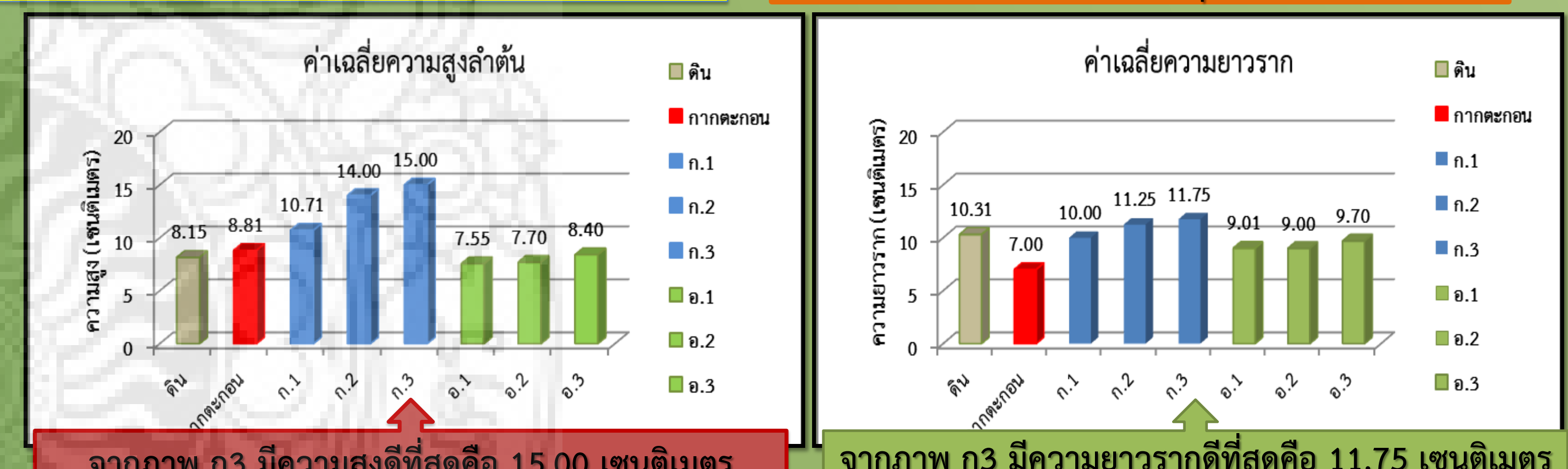


### ผลการวิจัยทดลองปลูกผักบุ้งจีนหลังการหมักปุ๋ย



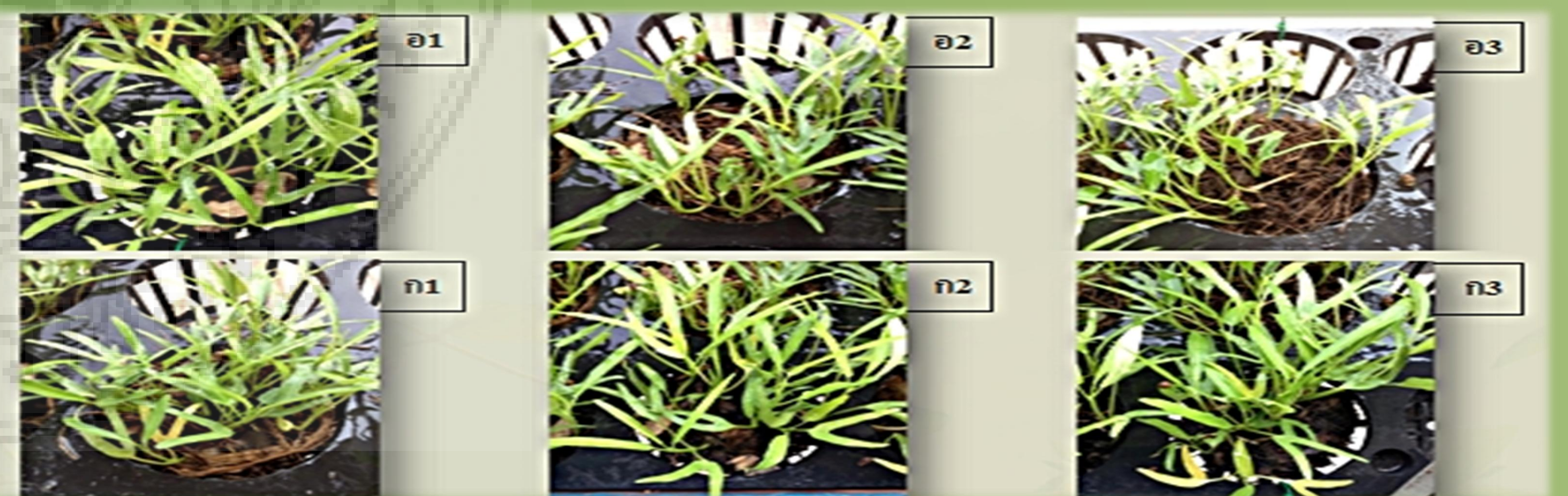
จากภาพ ก2 มีจำนวนใบมากที่สุด คือ 5.18 ใบ

จากภาพ ก2 มีความยาวใบใบที่มากที่สุดคือ 4.00 เซนติเมตร



จากภาพ ก3 มีความสูงที่สุดคือ 15.00 เซนติเมตร

จากภาพ ก3 มีความยาวรากที่มากที่สุดคือ 11.75 เซนติเมตร



### สรุปวิจัย

ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนร่วมกับกากกล้วยมีคุณสมบัติที่ดีและมีธาตุอาหารพืชเพิ่มขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปุ๋ยจากกากตะกอนร่วมกับขานอ้อยไม่มีคุณสมบัติเหมาะสมแก่การนำมาใช้เป็นปุ๋ยหมักที่ดี เพราะมีค่าของปริมาณธาตุอาหารที่ค่อนข้างต่ำ และมีค่าของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ที่ค่อนข้างสูง

ปุ๋ยหมักที่ได้นำไปใช้ เพิ่มปริมาณธาตุอาหารแก่พืช เร่งการเจริญเติบโตและไปใช้เพื่อปรับสภาพของหน้าดิน เพื่อให้ดินมีปริมาณธาตุอาหารที่พืชเพียงพอต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้

### อ้างอิง

จุฑามาส รัตนศรีบัวทอง. 2548. อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างกากตะกอนน้ำทิ้งชุมชนและขานอ้อยในการผลิตปุ๋ยหมัก. ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม). สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.  
 นริลักษณ์ ชูรวา. 2548. ปุ๋ยอินทรีย์ การผลิต การใช้ มาตรฐานและคุณภาพ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพมหานคร.