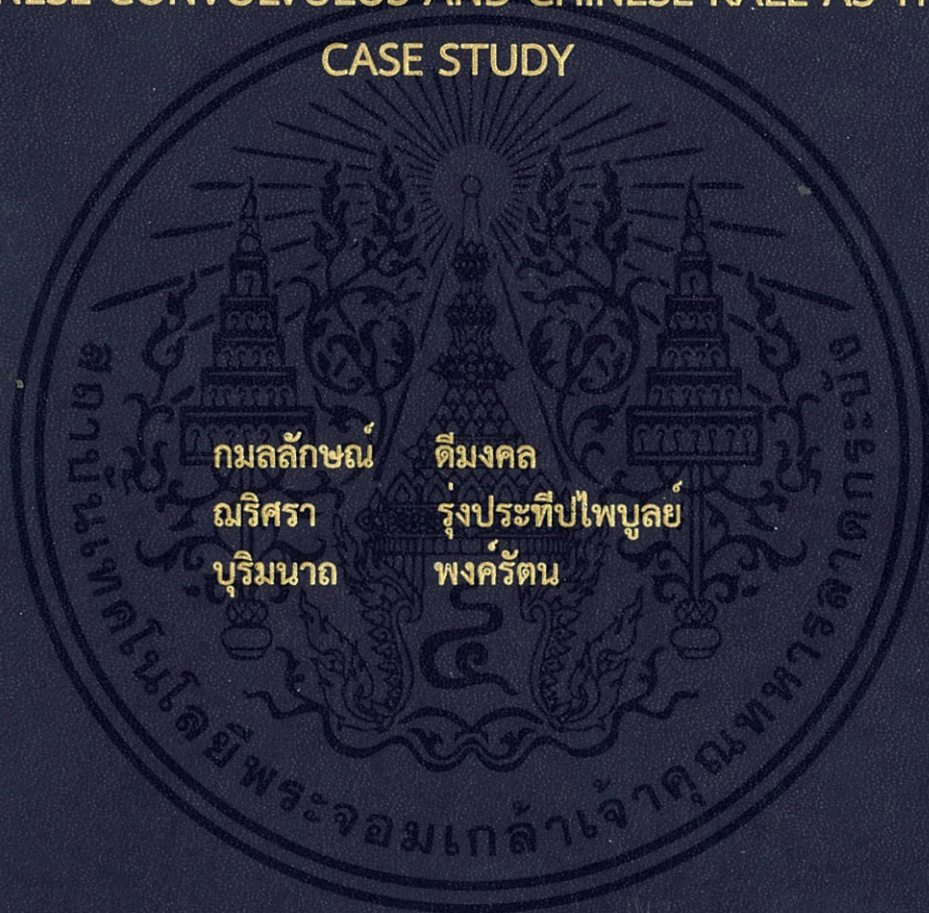


การปรับปรุงคุณภาพดินเค็มจากดินเลนนาุ้งเพื่อประโยชน์ใน  
การปลูกพืช โดยใช้ผักบุ้งจีนและคะน้าใบเป็นกรณีศึกษา

THE DEVELOPMENT ON THE QUALITY OF SALINE SOIL  
FROM CLAY IN SHRIMP AQUACULTURE TO PROVIDE  
THE BENEFITS OF CROP PLANTING WITH THE USE OF  
CHINESE CONVULVULUS AND CHINESE KALE AS THE  
CASE STUDY



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)  
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2558

การปรับปรุงคุณภาพดินเค็มจากดินเลนนาุ้งเพื่อประโยชน์ใน  
การปลูกพืช โดยใช้ผักบุงจีนและคะน้ำใบเป็นกรณีศึกษา

THE DEVELOPMENT ON THE QUALITY OF SALINE SOIL  
FROM CLAY IN SHRIMP AQUACULTURE TO PROVIDE  
THE BENEFITS OF CROP PLANTING WITH THE USE OF  
CHINESE CONVULVULUS AND CHINESE KALE AS THE  
CASE STUDY



กมลลักษณ์

ดีมงคล

ฉริศรา

รุ่งประทีปไพบุลย์

บุริมนาถ

พงค์รัตน์

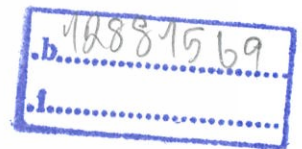
ร.พ.

๗/๓๖ ๗

๒๕๕๘

สาขา.....  
เลขทะเบียน..... 149196

วันเดือนปี..... 29 ส.ค. 2561



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE DEVELOPMENT ON THE QUALITY OF SALINE SOIL  
FROM CLAY IN SHRIMP AQUACULTURE TO PROVIDE  
THE BENEFITS OF CROP PLANTING WITH THE USE OF  
CHINESE CONVULVULUS AND CHINESE KALE AS THE  
CASE STUDY



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENT FOR  
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (ENVIRONMENTAL CHEMISTRY)  
DEPARTMENT OF CHEMISTRY, FACULTY OF SCIENCE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หัวข้อโครงการพิเศษ**

การปรับปรุงคุณภาพดินเค็มจากดินเลนนาุ้งเพื่อประโยชน์ในการปลูกพืช โดยใช้ผักบุงจีนและคะน้าใบเป็นกรณีศึกษา

The Development on the Quality of Saline Soil from Clay in Shrimp Aquaculture to Provide the Benefits of Crop Planting with the Use of Chinese Convolvulus and Chinese Kale as the Case Study

**ชื่อนักศึกษา**

นางสาวกมลลักษณ์ ตีมงคล รหัสนักศึกษา 55050883  
นางสาวณริศรา รุ่งประทีปไพบูลย์ รหัสนักศึกษา 55050910  
นางสาวบุริมณาด พงศ์รัตน์ รหัสนักศึกษา 55050946

**ปริญญา**

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

**ภาควิชา**

เคมี

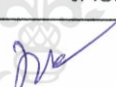
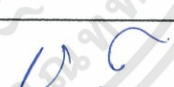
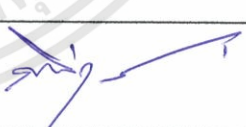
**ปีการศึกษา**

2558

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

ดร.กลีนสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย ประธานกรรมการ	
อาจารย์ปัทมา สีนหวางค์ กรรมการ	
ดร.กลีนสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การปรับปรุงคุณภาพดินเค็มจากดินเลนนาุ้งเพื่อประโยชน์ในการปลูกพืช โดยใช้ผักบุงจิ้นและคะน้ำใบเป็นกรณีศึกษา	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกมลลักษณ์	ติ่มงคล รหัส 55050883
	นางสาวณริศรา	รุ่งประทีปไพบุลย์ รหัส 55050910
	นางสาวบุรินาถ	พงค์รัตน์ รหัส 55050946
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)	
ภาควิชา	เคมี	
คณะ	วิทยาศาสตร์	
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)	
ปีการศึกษา	2558	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กลีนสุคนธ์ สุวรรณรัตน์	

#### บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้เป็นการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินเค็มจากดินเลนนาุ้งเพื่อประโยชน์ในการปลูกพืช โดยใช้ผักบุงจิ้นและคะน้ำใบเป็นกรณีศึกษา โดยใช้ ฟางข้าว กากกาแฟ ปุ๋ยยูเรีย และปูนโดโลไมต์เป็นวัสดุในการปรับปรุงคุณภาพดิน ซึ่งทำการศึกษาคูณสมบัติดินเลนนาุ้ง ได้แก่ ความเป็นกรดต่าง ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเค็มในดิน ค่าความต้องการปูน ความชื้นในดิน อินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัส ปริมาณโพแทสเซียม และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน จากการศึกษาพบว่า ความเป็นกรดต่าง เท่ากับ 5.03 ค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 11.66 dS/cm ค่าความเค็มในดิน เท่ากับ 6.26 % ค่าความต้องการปูน (โดโลไมต์) เท่ากับ 7.41 กรัมต่อกิโลกรัม ความชื้นในดิน เท่ากับ 4.05 % อินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 1.72 % ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 0.13 % ปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 3.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียม เท่ากับ 58.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เท่ากับ 7.53 และทำการปรับปรุงคุณภาพดินเลนนาุ้งโดยใช้วัสดุผสมในอัตราส่วนต่างๆทั้งหมด 5 สูตร นำดินทั้ง 5 สูตร มาใช้ในการปลูกผักบุงจิ้น และผักคะน้ำ จากการศึกษาพบว่า ในผักบุงจิ้น ดินสูตรที่ 1 และ 5 มีเปอร์เซ็นต์การออกที่มากที่สุดคือ 24 % และเมื่อวัดค่าความสูงของผักบุงจิ้นพบว่า ดินสูตรที่ 3 มีความสูงเฉลี่ยของผักบุงจิ้นมากที่สุด ในผักคะน้ำ ดินสูตรที่ 3 และเมื่อวัดค่าเฉลี่ยใบของคะน้ำใบพบว่า ดินสูตรที่ 4 มีขนาดใบเฉลี่ยใหญ่ที่สุด

คำสำคัญ : กากกาแฟ คะน้ำใบ ดินเลนนาุ้ง ปุ๋ยยูเรีย ปูนโดโลไมต์ ผักบุงจิ้น ฟางข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Title</b>	The Development on the Quality of Saline Soil from Clay in Shrimp Aquaculture to Provide the Benefits of Crop Planting with the Use of Chinese Convolvulus and Chinese Kale as the Case Study		
<b>Students</b>	Miss Kamollak Deemongkhol	Student ID 55050883	
	Miss Charisara Rungprateepaibun	Student ID 55050910	
	Miss Burimnat Pongrat	Student ID 55050946	
<b>Degree</b>	Bachelor of Science (Environmental Chemistry)		
<b>Department</b>	Chemistry		
<b>Faculty</b>	Science		
<b>University</b>	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
<b>Academic Year</b>	2558		
<b>Advisor</b>	Dr. Glinsukol Suwannarat		

### Abstract

This special project is the study to improve the quality of saline soil from clay in shrimp aquaculture for the benefit of crop planting, both Chinese Convolvulus and Chinese Kale were utilized in the case study with the following materials for saline soil development: Rice Straw, Coffee Grounds, Urea Fertilizer and Dolomite Lime. The study was implemented on the characteristics of clay in shrimp aquaculture such as pH, Electrical Conductivity, Soil Salinity, Lime Requirement, Soil Moisture, Soil Organic Matter, Total Nitrogen in Soil, Soil Phosphorus Quantity, Potassium Level and the Ratio of available Carbon to available Nitrogen. The result of study was found as follows: 5.03 for pH, 11.66 dS/cm for Electrical Conductivity, 6.26 % for Soil Salinity, 7.41 grams per kilogram for Lime Requirement (Dolomite), 4.05 % for Soil Moisture, 1.72 % for Soil Organic Matter. 0.13 % for Total Nitrogen in Soil, 3.09 milligram per kilogram for Soil Phosphorus Quantity, 58.21 milligram per kilogram for Potassium Level and 7.53 for the Ratio of available Carbon to available Nitrogen. After that, the quality of clay in shrimp aquaculture was developed by totally 5 formulas of material mixtures, all 5-formula soils were utilized in planting Chinese Convolvulus and Chinese Kale. The study was analyzed and found that Water Convolvulus planted by soils of formula 1 and 5 hold the top percentage of germination at 24% and Water Convolvulus planted by the soil of formula 3 holds the top average height while Chinese Kale planted by the soil of formula 3 also holds the top average height and Chinese Kale planted by the soil of formula 4 holds the biggest leaf size.

**Keywords :** Coffee Grounds, Chinese Kale, Clay of Shrimp Aquaculture, Urea Fertilizer, Dolomite Lime, Chinese Convolvulus, Rice Straw

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.กลีนสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และช่วยแก้ปัญหา ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ จนสำเร็จจุลวงได้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย และอาจารย์ปัทมา สีพหาวงศ์ คณะกรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษ ที่กรุณาให้คำแนะนำต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ ช่วยตรวจทาน และแก้ไขโครงการพิเศษฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณสาคร สอนพงษ์ คุณชัชชัย ลักธิลักขณา คุณณัฐพล ไกรธรรม คุณปราณี บุญวัฒน์ และคุณสุรินทร์ เหล่าพระจันทร์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ที่คอยอำนวยความสะดวก ให้ความช่วยเหลือ และอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ รวมถึงคำแนะนำในการใช้เครื่องมือตลอดการดำเนินงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ คุณชัยสิทธิ์ รอเซ็น ผู้นำตัวอย่างดินมาให้ทำการทดลองตลอดโครงการพิเศษนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และบุคคลในครอบครัว รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ภาควิชาสาขาเคมีเป็นอย่างยิ่งที่คอยให้ความช่วยเหลือ คอยไต่ถาม และให้กำลังใจตลอดมา

กมลลักษณ์

ติมงคล

ณริศรา

รุ่งประทีปไพบุลย์

บุรินนาถ

พงค์รัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ .....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย .....	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย .....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	3
2.1 การทำนากุ้งทะเล .....	3
2.1.1 การเลี้ยงกุ้งแบบดั้งเดิมหรือแบบธรรมชาติ.....	3
2.1.2 การเลี้ยงแบบผสมผสาน .....	3
2.1.2 การเลี้ยงแบบพัฒนา.....	3
2.2 ผลกระทบจากการทำนากุ้ง.....	3
2.2.1 ผลกระทบต่อคุณภาพดิน.....	3
2.2.2 ผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ .....	4
2.2.3 ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช .....	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

2.3 ความเหมาะสมของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช .....	4
2.3.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH).....	4
2.3.2 ความต้องการปุ๋ย.....	5
2.3.3 การนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity).....	7
2.3.4 อินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Matter) .....	7
2.3.5 ไนโตรเจนในดิน (Soil Nitrogen).....	8
2.3.6 ฟอสฟอรัสในดิน (Soil Phosphorus) .....	9
2.3.7 โพแทสเซียมในดิน (Soil Potassium) .....	10
2.4 การปรับปรุงคุณภาพดินเค็ม .....	11
2.4.1 วัสดุปรับปรุงคุณภาพดิน .....	12
2.5 พืชที่ใช้ในการทดลอง.....	15
2.5.1 คะน้าใบ.....	15
2.5.2 ผักบุ้งจีน.....	15
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	18
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี.....	18
3.1.1 อุปกรณ์.....	18
3.1.2 สารเคมี .....	18
3.2 การดำเนินการทดลอง .....	19
3.2.1 ศึกษาคุณสมบัติสมบัติและองค์ประกอบของดินเลนนาุ้ง.....	19
3.2.2 การปรับปรุงคุณภาพดินเลนนาุ้ง.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

3.2.3 การทดลองปลูกพืช.....	21
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล .....</b>	<b>22</b>
4.1 ผลการทดลองในการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ.....	22
4.1.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH).....	22
4.1.2 การนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity).....	24
4.1.3 ความเค็มในดิน (Soil Salinity).....	25
4.1.4 ความชื้นของดิน.....	26
4.1.5 อินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Matter) .....	27
4.1.6 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon).....	28
4.1.7 ไนโตรเจน (Total Nitrogen).....	29
4.1.8 อัตราส่วน C/N.....	30
4.1.9 ปริมาณโพแทสเซียม (Exchangeable Potassium).....	31
4.1.10 ปริมาณฟอสฟอรัส (Total Phosphorus).....	32
4.2. ผลการทดลองในการนำดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ไปปลูกผักบุงจิ้นและคะน้า ใบ.....	33
4.2.1 ผักบุงจิ้น.....	33
4.2.2 คะน้าใบ.....	35
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>37</b>
เอกสารอ้างอิง .....	39
ภาคผนวก.....	42
ภาคผนวก ก.....	43
ภาคผนวก ข.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ค.....	56
ภาคผนวก ง .....	75



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การประเมินระดับ pH ที่มีผลกระทบต่อดินและพืช.....	4
2.2 วัสดุปุ๋ยมมาตรฐานและค่า Calcium Carbonate Equivalent (CCE) ของวัสดุปุ๋ยนชนิดต่างๆ .....	6
2.3 อิทธิพลของความเค็มที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช .....	7
2.4 การประเมินปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและผลกระทบที่มีต่อพืช .....	8
2.5 การประเมินฟอสฟอรัสในดินจากวิธีการวิเคราะห์ต่างๆ.....	10
2.6 การประเมินโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ที่วิเคราะห์ได้ที่มีผลต่อผลผลิตและผลกระทบที่มี ต่อการเจริญเติบโตของพืช.....	11
3.1 วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติและองค์ประกอบของดินตะกอน.....	19
3.2 วิธีวิเคราะห์คุณลักษณะของดินหลังปรับปรุงคุณภาพ.....	20
4.1 การเจริญเติบโตของผักบุงจิ้น.....	33
4.2 การเจริญเติบโตของคะน้าใบ.....	35
ข-1 การหาขนาดอนุภาคดิน.....	49
ข-2 การวัดค่าความเป็นกรดต่างของดิน.....	49
ข-3 การวัดค่าการนำไฟฟ้า.....	50
ข-4 การวัดค่าความเค็ม.....	50
ข-5 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น .....	50
ข-6 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน.....	51
ข-7 ค่า C/N ratio ของดิน.....	52
ข-8 การหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด.....	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ข-9 การหาปริมาณฟอสฟอรัสในดิน.....	53
ข-10 ปริมาณโพแทสเซียมในดิน .....	54
ค 1-1 ความสูงของผักบุงเงินที่ระยะเวลา 32 วัน.....	56
ค 1-2 จำนวนใบและจำนวนเมล็ดที่งอกของผักบุงเงินที่ระยะเวลา 32 วัน .....	62
ค 2-1 ความสูงของคะน้าใบที่ระยะเวลา 39 วัน.....	67
ค 2-2 จำนวนใบและขนาดใบเฉลี่ยของคะน้าใบ.....	73
ง-1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรดต่างของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร .....	75
ง-2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณความชื้นของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร.....	76
ง-3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร.....	77
ง-4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเค็มของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร .....	78
ง-5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร.....	79
ง-6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร .....	80
ง-7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร .....	81
ง-8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร .....	82
ง-9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร .....	83
ง-10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่า C/N ratio ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร.....	84
ง-11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความสูงของผักบุงเงินของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร	85
ง-12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความสูงของคะน้าใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ...	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ง-13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะแนนใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรใบที่ 1 .....	87
ง-14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะแนนใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรใบที่ 2 .....	88
ง-15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะแนนใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรใบที่ 3 .....	89
ง-16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะแนนใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรใบที่ 4 .....	89
ง-17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะแนนใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรใบที่ 5 .....	90
ง-18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะแนนใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรใบที่ 6 .....	91
ง-19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะแนนใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรใบที่ 7 .....	92
ง-20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะแนนใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรใบที่ 8 .....	93
ง-21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะแนนใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรใบที่ 9 .....	94
ง-22 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะแนนใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรใบที่ 10 .....	95
ง-23 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทุกพารามิเตอร์ทั้ง 5 สูตร.....	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 ดินที่ปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร.....	20
4.1 ค่า pH ของดินแต่ละสูตร.....	23
4.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดินแต่ละสูตร.....	24
4.3 ปริมาณความเค็มของดินแต่ละสูตร.....	25
4.4 ค่าความชื้นในดินแต่ละสูตร.....	26
4.5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแต่ละสูตร.....	27
4.6 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินแต่ละสูตร.....	28
4.7 ปริมาณไนโตรเจนในดินแต่ละสูตร.....	29
4.8 อัตราส่วน C/N.....	30
4.9 ปริมาณโพแทสเซียมในดินแต่ละสูตร.....	31
4.10 ปริมาณฟอสฟอรัสในดินแต่ละสูตร.....	32
ก-1 สามเหลี่ยมการจำแนกเนื้อสัมผัสดิน.....	44
ก-2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และมิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน.....	45

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศแห่งการเกษตรกรรม ชาวไทยทั่วทุกภูมิภาคทำการเกษตรกรรมอย่างง่ายจากพื้นที่ที่อยู่อาศัยของตน จนนำไปสู่พื้นที่ทำมาหากินที่มากขึ้น เพื่อการใช้สอยในครัวเรือน หรือนำไปขายเพื่อให้มีรายได้เพิ่ม จากอดีตจนถึงปัจจุบันยังคงพบว่า ชาวไทยยังประกอบอาชีพเกษตรกรรมอยู่ การเพาะเลี้ยงกุ้งเป็นอีกหนึ่งอาชีพที่ชาวบ้านที่มีพื้นที่เหมาะสมแก่การเพาะเลี้ยงจะทำอาชีพนี้ แต่การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากการเกษตรกรรมที่เคยใช้น้ำจืดมาเป็นน้ำกร่อย ทำให้เกิดปัญหาดินเค็มได้ เพราะความเค็มจะแพร่กระจายลงสู่ผิวดิน น้ำในพื้นที่การเพาะเลี้ยงทั้งหมดส่วนใหญ่จะมีความเค็มเกินค่ามาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยง ด้านเศรษฐกิจและสังคม การเพิ่มขึ้นของประชากรในอัตราค่อนข้างสูง รวมทั้งความยากจนและขาดความรับผิดชอบ ทำให้มีการบุกรุกทำลายป่าขยายพื้นที่การเพาะปลูก

ดินเลนนาุ้งนั้นมีความเค็มสูง เนื่องจากเกษตรกรที่ทำการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลต้องสูบน้ำทะเลเข้ามา เพื่อเป็นอาหารธรรมชาติของลูกกุ้ง อีกทั้งยังต้องเติมอาหารเพื่อเพิ่มขนาดของกุ้งสำหรับนำไปขาย เวลาในการเพาะเลี้ยงกุ้งจะขึ้นอยู่กับประเภทการเลี้ยง ซึ่งบางชนิดต้องเพาะเลี้ยงเป็นเวลานาน ทำให้ดินในบ่อกุ้งซึ่งเป็นสารอินทรีย์จากกันบ่อที่เหลือหลังจากจับกุ้งแล้วมีความเค็มค่อนข้างสูง ส่งผลให้เป็นดินไม่ดี มีธาตุอาหารไม่เพียงพอ หากจะนำไปทำการปลูกพืช จึงปลูกได้บางประเภทที่สามารถทนเค็มได้ ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงคุณภาพของดินให้เหมาะสม ก่อนการนำไปปลูกพืช เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

โครงการพิเศษนี้ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินเค็มจากดินเลนนาุ้งเพื่อประโยชน์ในการปลูกพืช โดยใช้ผักบุงจิ้นและคะน้าใบเป็นกรณีศึกษา และใช้วัสดุในการปรับปรุง ได้แก่ ฟางข้าว กากกาแฟ ปุ๋ยยูเรีย และสารเร่ง พด.1 เพื่อเพิ่มธาตุอาหารสำหรับการปลูกพืช และปูนโดโลไมต์ เพื่อลดความเค็มของดิน

### 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) ปรับปรุงคุณภาพดินเค็มจากดินเลนนาุ้งเพื่อการทำเกษตร
- 2) ศึกษาสัดส่วนของวัสดุปรับปรุงคุณภาพดินเค็มจากดินเลนนาุ้งที่เหมาะสมในการปลูกพืช

### 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) พารามิเตอร์ที่ใช้ตรวจวัด ได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ปริมาณความเค็ม (Soil Salinity) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Exchangeable Potassium) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) และความชื้นในดิน

2) วัสดุที่ใช้ในการปรับปรุง ประกอบด้วย ดินเลนนาุ้ง ฟางข้าว กากกาแฟ ปูนโดโลไมต์ ปุ๋ยยูเรีย และสารเร่ง พด.1

3) ทำการหมักดินเป็นเวลา 30 วัน

4) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของดินที่ปรับปรุงคุณภาพที่ได้ โดยการนำมาปลูกผักบุงจีนและคะน้าใบ ศึกษาการเจริญเติบโตของผักบุงจีนจากจำนวนต้นที่เจริญเติบโตและความสูงลำต้น ศึกษาการเจริญเติบโตของคะน้าใบ จากจำนวนต้นที่เจริญเติบโต ความสูงลำต้นและขนาดใบ

5) เมล็ดผักบุงจีนและเมล็ดคะน้าใบที่ใช้ในการทดลองเป็นของบริษัท เจียไต๋ จำกัด มีเปอร์เซ็นต์การงอก 80 %

6) ระยะเวลาในการปลูกผักบุงจีน 32 วัน และปลูกคะน้าใบ 39 วัน

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถปรับปรุงคุณภาพดินเค็มจากดินเลนนาุ้งให้มีคุณสมบัติเหมาะสมในการปลูกพืช
- 2) ทราบถึงสัดส่วนของดินเค็มจากดินเลนนาุ้งต่อวัสดุปรับปรุงคุณภาพดินที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงคุณภาพดินเค็มจากดินเลนนาุ้ง

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การทำนากุ้งทะเล (ไชยา, 2531)

ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งทะเลตามชายฝั่งของประเทศไทย มีวิธีการเลี้ยงอยู่ 3 วิธีด้วยกันคือ

2.1.1 การเลี้ยงกุ้งแบบดั้งเดิมหรือแบบธรรมชาติ โดยชาวนาจะขุดร่องน้ำให้ลึก ทำคันดินให้สูง ทำประตูรับน้ำเข้า-ออกอย่างละ 1 ประตู เมื่อเวลาน้ำขึ้นก็ชักน้ำเข้าในนาที่เตรียมไว้ หรืออาจใช้เครื่องวิดหรือเครื่องสูบน้ำดันน้ำเข้านา ลูกกุ้งและอาหารธรรมชาติจะเข้ามาตามน้ำ ผลผลิตที่ได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณพันธุ์ลูกกุ้งและอาหารธรรมชาติที่ไหลเข้ามา การเลี้ยงเป็นแบบปล่อยให้เจริญเติบโตตามธรรมชาติ ไม่ต้องมีการให้อาหารสมทบและทำลายศัตรูกุ้ง เลี้ยงได้ประมาณ 45 วัน ถึง 2 เดือน ก็เริ่มทยอยจับขายไปเรื่อยๆ เมื่อครบกำหนดประมาณ 9 เดือนก็ทำการจับแบบล้างบ่อ ทำการลอกเลนตากนาเสียที่หนึ่ง แล้วจึงทำการเลี้ยงใหม่อีกครั้ง ในวิธีการเลี้ยงแบบนี้ จึงหาความแน่นอนไม่ได้

2.1.2 การเลี้ยงแบบผสมผสาน มีวิธีการเลี้ยงแบบดั้งเดิมหรือแบบธรรมชาติแต่มีการปรับปรุงนำเอาหลักวิชาการเข้ามาช่วย นำเอาพันธุ์กุ้งที่ได้จากการเพาะฟักมาปล่อยเลี้ยงร่วมกับพันธุ์กุ้งธรรมชาติ ทั้งมีการให้อาหารสมทบ และใส่ปุ๋ยเพิ่มปริมาณอาหารธรรมชาติให้พอเพียงกับความต้องการของกุ้งที่เลี้ยง มีการขุดล่องให้ลึกกว่าเดิม และกว้างกว่าแบบธรรมชาติ ทั้งการเอาใจใส่ดูแลรักษาเพิ่มขึ้น โดยถ่ายน้ำเข้าออกเวลาน้ำขึ้น-ลงไม่ต่ำกว่า 20 วันต่อเดือน เมื่อเลี้ยงได้ประมาณ 2 ถึง 6 เดือน ก็ทำการจับขายแบบล้างนา คือ ระบายน้ำจนแห้งหมด จากนั้นก็ทำการขุดลอกเลน ตากหน้าดินเพื่อทำการเลี้ยงครั้งต่อไป การเลี้ยงโดยวิธีนี้ให้ผลผลิตสูงกว่าแบบดั้งเดิมหรือแบบธรรมชาติ

2.1.3 การเลี้ยงแบบพัฒนา เป็นการเลี้ยงกุ้งทะเลโดยนำเอาลูกกุ้งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาปล่อยเลี้ยงแทนการใช้ลูกกุ้งจากแหล่งน้ำธรรมชาติ นำเอาหลักวิชาการใหม่ๆ เข้ามาใช้เป็นส่วนใหญ่ มีการให้อาหารกุ้งทั้งในรูปของอาหารสดและอาหารสำเร็จ และยังมีการให้อาหารเสริมเร่งการเจริญเติบโตเพิ่มผลผลิต การดูแลรักษาเอาใจใส่เสมอ ก่อนทำการเลี้ยงก็มีการทำลายศัตรูกุ้งเสียก่อน อัตราการปล่อย 20-25 ตัวต่อตารางเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของกุ้งที่เลี้ยง ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 4-5 เดือน ก็สามารถจับจำหน่ายได้ ในปีหนึ่งๆ สามารถทำการเลี้ยงได้ 2-3 ครั้ง การเลี้ยงวิธีนี้ให้ผลผลิตต่อไร่สูงมาก

### 2.2 ผลกระทบจากการทำนากุ้ง (ไชยา, 2531)

จากการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลทำให้เกิดผลกระทบ ดังนี้

2.2.1 ผลกระทบต่อคุณภาพดิน ดินในบ่อที่ผ่านการเพาะเลี้ยง ซึ่งเป็นสารอินทรีย์จากกันบ่อที่เหลือหลังจากการจับกุ้งและมีความเค็มค่อนข้างสูง จะเป็นดินเสียทั้งทางเคมี (ได้แก่ ความเค็ม ความอุดมสมบูรณ์ของดินเสื่อมลง เพราะสูญเสียธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ซึ่งสูญเสียสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หายไปกับอินทรีย์วัตถุที่สูญเสียเร็วขึ้นเนื่องจากความเค็ม) และทางชีวภาพ (ได้แก่ ปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ลดลง ซึ่งจุลินทรีย์บางชนิดเป็นประโยชน์ต่อพืช)

**2.2.2 ผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ** จากการตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำในพื้นที่การเพาะเลี้ยงทั้งหมด ตั้งแต่บ่อเลี้ยง บ่อพักน้ำ และคูน้ำรอบบ่อเลี้ยง ส่วนใหญ่จะมีความเค็มเกินมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยง ซึ่งระดับของความเค็มที่เกินกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำมีผลต่อการเพาะปลูก

**2.2.3 ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช** ในพื้นที่บ่อเลี้ยงที่มีการจัดการไม่ดีหรือมีการระบายน้ำทิ้งสู่พื้นที่ข้างเคียงโดยเฉพาะพื้นที่นาข้าว จะได้รับผลกระทบชัดเจน อาทิเช่น ข้าวมีการแตกกอน้อยกว่าปกติ เมล็ดลีบ การเจริญเติบโต ไม่ดีหรือไม่สม่ำเสมอ ซึ่งพบในพื้นที่ปลูกข้าวทุกพื้นที่ที่มีการเลี้ยงใกล้เคียงกับบ่อเลี้ยงกุ้ง ส่วนพื้นที่เพาะปลูกอื่น เช่น สวนส้ม แม้ว่าจะยังไม่เห็นผลกระทบชัดเจนแต่กล่าวได้ว่า มีความเสี่ยงสูงหากมีการเลี้ยงกุ้งอยู่โดยรอบพื้นที่ นอกจากนี้ พืชที่ปลูกบริเวณขอบบ่อเลี้ยงจะเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ เช่น มะม่วง ฝรั่ง และพริก เป็นต้น

## 2.3 ความเหมาะสมของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช

ดินนอกจากทำหน้าที่เป็นเป็นวัสดุค้ำจุนหรือยึดต้นไม้อแล้ว ดินยังเป็นแหล่งของน้ำ อากาศ และสารอาหารที่จำเป็นแก่ต้นไม้อีกด้วย อย่างไรก็ตามดินจะเอื้อประโยชน์อย่างเหมาะสมให้แก่พืชที่ปลูกได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นกับคุณสมบัติและสภาพดินว่าเป็นอย่างไร (อนนท์, 2547) โดยสามารถพิจารณาจากตัวแปร ดังต่อไปนี้

**2.3.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH)** pH ของดินจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชมาก เนื่องจากเป็นตัวควบคุมระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน รวมไปถึงการดูดใช้ธาตุอาหารในดินของพืชด้วย pH เป็นค่าแสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) ในสารละลาย โดยแสดงเป็นค่าลบ Logarithm ของ  $[H^+]$  (อนนท์, 2547)

### ตารางที่ 2.1 การประเมินระดับ pH ที่มีผลกระทบต่อดินและพืช

pH	การประเมิน	ผลกระทบต่อพืช
มากกว่า 7.0	ด่าง	พืชดูดธาตุอาหารบางธาตุได้น้อย โดยเฉพาะจุลธาตุต้องได้รับการปรับปรุง
6.0-7.0	กรดอ่อน	พืชเจริญเติบโตได้ดี
5.5-6.0	กรดปานกลาง	ผลกระทบต่อพืชบางชนิด ดินต้องได้รับการปรับปรุง
4.5-5.5	กรดจัด	ผลกระทบต่อพืชบางชนิด ธาตุบางชนิดละลายได้ จนเป็นพืชต่อพืช ดินต้องได้รับการปรับปรุง
น้อยกว่า 4.5	กรดรุนแรง	ธาตุหลายชนิดละลายได้จนเป็นพืชต่อพืช ดินต้องได้รับการปรับปรุง

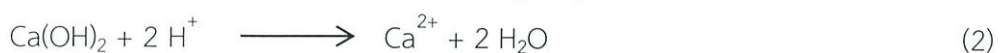
ที่มา : อนนท์ (2547) อ้างอิงจาก อภิรดี (2534 ; 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

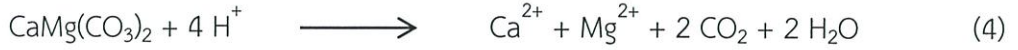
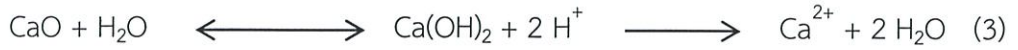
2.3.2 ความต้องการปูน (พัชรี, 2550) การหาความต้องการปูนของดินกรดที่ใช้กันมีหลายวิธี ซึ่งล้วนแล้วแต่มีหลักเกณฑ์อยู่บนรากฐานอย่างเดียวกันคือจะต้องทราบปริมาณสภาพกรดแฝง (potential acidity) และสภาพกรดจริง (active acidity) ซึ่งทั้งสองส่วนนี้เรียกรวม (total acidity) ว่ามีเท่าใด แล้วจึงคำนวณหาปริมาณปูนที่จะต้องใช้ในการทำปฏิกิริยาเป็นกลางได้พอดี (พัชรี, 2550 อ้างอิงจาก คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541) ดินกรดที่มี pH เท่ากันอาจมีความต้องการปูนแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของสภาพกรดรวม (total acidity) หรือความจุบัฟเฟอร์ (buffer capacity) ของดิน ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (CEC) ดินที่มี CEC ยิ่งสูงความจุบัฟเฟอร์ก็จะยิ่งสูงตามไปด้วย (พัชรี, 2550 อ้างอิงจาก ไพบูลย์, 2546) ทั้งนี้ความต้องการปูนของดินกรดมักถูกควบคุมโดย pH buffer capacity ของดิน ซึ่งหมายถึงปริมาณปูนที่ต้องการใช้เพื่อยกระดับ pH 1 หน่วย ค่า pH buffer capacity จะมี ส่วนสัมพันธ์กับคุณสมบัติต่างๆ ของดิน เช่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุชนิดและปริมาณ clay ค่า CEC รวมทั้งค่า pH ดั้งเดิมของดิน (พัชรี, 2550 อ้างอิงจาก Slattery et al., 1999) วิธีที่ใช้ในการหาความต้องการปูนของดินกรดที่ง่ายสะดวกรวดเร็วและใช้กันแพร่หลายได้แก่การนำตัวอย่างดินกรดมาทำปฏิกิริยากับสารละลาย buffer (พัชรี, 2550 อ้างอิงจาก ไพบูลย์, 2546) เป็นการวิเคราะห์ exchangeable  $H^+$  ในดินทางอ้อม มีหลักการว่า สารละลาย buffer ที่ใช้เป็น buffer อย่างอ่อนๆ เมื่อมีปริมาณ  $H^+$  เพิ่มขึ้น ระดับ pH ของสารละลาย buffer จะค่อยๆ ลดลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณ  $H^+$  เมื่อผสมสารละลาย buffer กับดินกรด  $H^+$  ในดินซึ่งส่วนใหญ่เป็น exchangeable  $H^+$  จะถูกไล่ที่ออกมาโดย  $Ca^{2+}$  ที่มาจาก calcium acetate  $[Ca(OAc)_2]$  ใน buffer ทำให้ pH ของสารละลาย buffer ลดลงต่ำกว่า 7.0 และจะต่ำลงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณ  $H^+$  ( $Al^{3+}$ ) ที่ถูกไล่ที่ออกมา (พัชรี, 2550 อ้างอิงจาก ทศนิยมและจรงค์, 2542) ประเทศในแถบเอเชียรวมทั้งประเทศไทยนิยมใช้สารละลาย buffer ดั้งเดิมของ Woodruff ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญของ p-nitrophenol และ calcium acetate มีการปรับค่า pH ของสารละลายให้เป็น 7.0 ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจสำหรับดินทั่วไปที่มี CEC ต่ำ-ค่อนข้างต่ำ

ประสิทธิภาพของวัสดุปูนในการสะเทินฤทธิ์กรดในดินขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุปูนชนิดนั้นๆ โดยที่ปริมาณของวัสดุปูนต่างชนิดกันที่ใช้สะเทินฤทธิ์กรดปริมาณที่เท่ากันจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุลของวัสดุปูนชนิดนั้นๆ เช่น  $CaCO_3$  100 กรัม สามารถสะเทินฤทธิ์กรดปริมาณเท่ากันได้เท่ากับ  $MgCO_3$  84.3 กรัม หรือ  $CaO$  56 กรัม เป็นต้น

ในปฏิกิริยาการสะเทินฤทธิ์กรดในดินของปูนนั้นส่วนใหญ่พบว่า 1 โมลของวัสดุปูนชนิดต่างๆ (ยกเว้น dolomite) มีความสามารถสะเทินฤทธิ์ กรดได้ 2 โมล  $H^+$  (ปฏิกิริยา (1-3)) แต่สำหรับ dolomite สามารถสะเทินได้ 4 โมล  $H^+$  (ปฏิกิริยา (4)) (พัชรี, 2550 อ้างอิงจาก Hasset and Banwart, 1992) :



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เนื่องจากปูนที่ใช้ในทางการเกษตรส่วนใหญ่เป็นพวก  $\text{CaCO}_3$  ดังนั้นอำนาจในการทำให้เป็นกลางของปูนจึงใช้  $\text{CaCO}_3$  เป็นมาตรฐาน โดยกำหนดให้  $\text{CaCO}_3$  บริสุทธิ์มีอำนาจในการทำให้เป็นกลางเท่ากับ 100 อำนาจในการทำให้เป็นกลางของวัสดุปูนใดๆ หมายความว่าวัสดุปูนชนิดนั้นๆ 100 หน่วยน้ำหนัก มีความสามารถในการสะเทินฤทธิ์กรดได้เทียบเท่า  $\text{CaCO}_3$  บริสุทธิ์ที่หน่วยน้ำหนักซึ่งวิธีการคำนวณหาอำนาจในการทำให้เป็นกลางของวัสดุปูนใดๆ ทำได้โดยการนำค่าน้ำหนักสมมูล ของวัสดุปูนชนิดนั้นๆ ไปหารค่าน้ำหนักสมมูล (equivalent weight) ของ  $\text{CaCO}_3$  บริสุทธิ์แล้ว คูณด้วย 100 ทั้งนี้ น้ำหนักสมมูลของวัสดุปูนจะเท่ากับปริมาณปูนที่ต้องใช้ในการสะเทินฤทธิ์กรด เท่ากับ 1 โมล (1 กรัม) ของ  $\text{H}^+$  โดยที่น้ำหนักสมมูลของวัสดุปูนหาได้โดยการนำค่าน้ำหนักโมเลกุล ของวัสดุปูนหารด้วยจำนวนโมลของ  $\text{H}^+$  ที่ถูกสะเทินโดยวัสดุปูนแต่ละชนิดในปฏิกิริยาการสะเทินฤทธิ์กรดของวัสดุปูนชนิดนั้นๆ และเนื่องจากการคำนวณค่าอำนาจในการทำให้เป็นกลางของปูนเป็น การเปรียบเทียบโดยใช้น้ำหนักสมมูลของ  $\text{CaCO}_3$  เป็นมาตรฐาน ดังนั้นอำนาจในการทำให้ เป็นกลางของปูน (Neutralizing Value : NV) จึงมีความหมายเดียวกันกับ Calcium Carbonate Equivalent (CCE) วัสดุปูนมาตรฐานและค่า Calcium Carbonate Equivalent (CCE) ของวัสดุปูนชนิดต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 วัสดุปูนมาตรฐานและค่า Calcium Carbonate Equivalent (CCE) ของวัสดุปูนชนิด ต่างๆ

วัสดุปูน	ชื่อสามัญ	น้ำหนักโมเลกุล	น้ำหนักสมมูล	Calcium Carbonate Equivalent (CCE)
$\text{CaCO}_3$	Calcite	100	50.0	100
$\text{MgCO}_3$	Magnesite	84.3	42.1	119
$\text{CaMg(CO}_3)_2$	Dolomite	184.3	46.1	108
$\text{Ca(OH)}_2$	Slaked lime	74	37.0	135
$\text{Mg(OH)}_2$	Slaked lime	58.3	29.2	171
$\text{CaO}$	Burned lime	56.0	28.0	179
$\text{MgO}$	Burned lime	40.3	20.2	248

ที่มา : พัทรี (2550) อ้างอิงจาก Hasset and Banwart (1992)

ในกรณีที่ปูนที่จะใช้ในการปรับปรุงสภาพดินกรดหรือปูนที่มีอยู่ไม่ใช่  $\text{CaCO}_3$  สามารถใช้ประโยชน์จากค่า CCE ในตารางที่ 2.2 เพื่อคำนวณหาปริมาณปูนนั้นๆ ที่ต้องใช้ให้ถูกต้องตามปริมาณความต้องการปูนของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง ค่าความต้องการปูนของดินกรดแปลงหนึ่งเท่ากับ 520 กก.(CaCO<sub>3</sub>)/ไร่ ถ้าต้องการใช้โดโลไมต์แทนจะต้องใช้ในอัตราเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{จากตารางที่ 2.2 ค่า CCE ของโดโลไมต์ (CaMg(CO}_3)_2) &= 108 \\ \text{หมายความว่า} & \\ \text{CaCO}_3 \text{ 108 กก. มีอำนาจในการทำให้เป็นกลางเท่ากับ CaMg(CO}_3)_2 &= 100 \text{ กก.} \\ \text{CaCO}_3 \text{ 520 กก.} &= \frac{100 \times 520}{108} \text{ กก.} \\ &= 481.5 \text{ กก.} \end{aligned}$$

จะได้ว่าถ้าต้องการใช้โดโลไมต์แทนจะต้องใช้ในอัตรา 481.5 กก./ไร่

**2.3.3 การนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity)** เป็นค่าที่ใช้ประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ในดิน เกลือที่ละลายได้มีหลายชนิด บางชนิดละลายได้ดี เช่น NaCl, CaCl<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, NaSO<sub>4</sub> เป็นต้น บางชนิดละลายได้เพียงบางส่วน เช่น CaSO<sub>4</sub> และใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินอีกด้วย มีหน่วยเป็นเดซิซีเมนส์/เมตร (dS/m) หรือ mmho/cm ค่า EC ของสารละลายเกลือจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น โดยจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2 % เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 °C ดังนั้น อุณหภูมิมาตรฐานเมื่อรายงานค่า EC คือ 25 °C (อนนท์, 2547)

### ตารางที่ 2.3 อิทธิพลของความเค็มที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ค่า EC (dS/m)	เกลือในดิน (%)	ระดับความเค็มของดิน	อิทธิพลต่อพืช
2	<0.1	ไม่เค็ม	ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช
2-4	0.1-0.15	เค็มเล็กน้อย	มีผลต่อพืชไม่ทนเค็ม
4-8	0.15-0.35	เค็มปานกลาง	มีผลต่อพืชหลายชนิด
8-16	0.35-0.70	เค็มมาก	พืชทนเค็มเท่านั้นที่ยังเจริญเติบโตได้ดี
>16	>0.70	เค็มมากที่สุด	พืชทนเค็มน้อยชนิดหรือพืชชอบเค็มที่เจริญเติบโตได้ดี

ที่มา : อนนท์ (2547) อ้างอิงจาก U.S.Soil Salinity Laboratory Staff (1954)

**2.3.4 อินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Matter)** อินทรีย์วัตถุในดินมีความสำคัญมากในแง่สมบัติของดินและเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินที่สำคัญอันดับหนึ่ง เนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินมีผลกระทบต่อสมบัติของดิน (อนนท์, 2547) ดังต่อไปนี้

1. มีผลกระทบต่อสีของดิน ซึ่งจะส่งต่อปัจจัยอื่นๆ เช่น อุณหภูมิของดิน เป็นต้น
2. มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น การถ่ายเทอากาศ ความร่วนเหนียวของดินและการอุ้มน้ำของดิน เป็นต้น
3. มีผลต่อ Cation Exchange Capacity (CEC) ของดิน ถ้าดินมีอินทรีย์วัตถุสูงความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร (CEC) ของดินจะมีมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH ของดิน เนื่องจากอินทรีย์วัตถุที่มีสมบัติเป็น Buffer
5. เป็นแหล่งสำรองธาตุอาหารในดิน โดยเฉพาะไนโตรเจน (N) โดยผ่านกระบวนการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา (Nitrification) ดูดึงธาตุอาหารเข้าไปเก็บไว้ (Immobilization)
6. มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์

อินทรีย์วัตถุในดินโดยทั่วไป จะมี Organic carbon ปริมาณ 58 เปอร์เซ็นต์ และมีไนโตรเจน 5 เปอร์เซ็นต์ ในอินทรีย์วัตถุนี้ ไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูป  $\text{NH}_4^+$  และ  $\text{NO}_3^-$  อย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์เมื่ออุณหภูมิ ความชื้นและสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในดินอยู่ในสภาพเหมาะสม การปลดปล่อยจะแตกต่างกันบ้างขึ้นอยู่กับเนื้อดิน (Soil texture) เช่น เนื้อดินพวก Silt loam จะปลดปล่อยไนโตรเจน 1.25-2.5 % และเนื้อดิน Sandy loam จะปลดปล่อยไนโตรเจน 4-6 % ของ Total N ของอินทรีย์วัตถุในดิน

ดังนั้นการประเมินระดับไนโตรเจนที่จะเป็นประโยชน์แก่พืชที่ปลูกในฤดูหนึ่ง จึงสามารถนำเอาปริมาณอินทรีย์วัตถุมาประกอบการพิจารณาปริมาณปุ๋ยที่ควรใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมให้กับพืช

การประเมินระดับความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินจากค่าอินทรีย์วัตถุที่วิเคราะห์ได้นี้ เมื่อได้ใช้หลักการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นประกอบร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในด้านการได้มาและเสียไปของธาตุไนโตรเจนในดิน ตลอดจนระดับความต้องการของพืชด้วยก็สามารถประเมินปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ควรใส่ลงในดิน (อนนท์, 2547)

#### ตารางที่ 2.4 การประเมินปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและผลกระทบต่อพืช

อินทรีย์วัตถุ %	การประเมิน	ผลกระทบต่อพืช
น้อยกว่า 0.5	ต่ำมาก	ธาตุอาหารไม่เพิ่มขึ้น
0.5-1.5	ต่ำ	ธาตุอาหารเพิ่มน้อยมาก
1.5-2.5	ปานกลาง	ดินจับตัวและจับธาตุอาหารได้บ้าง พืชดูดธาตุอาหารได้ง่าย แต่ธาตุอาหารเพิ่มน้อย
2.5-4.5	สูง	เพิ่มธาตุอาหาร พืชดูดธาตุอาหารดี ดินจับตัวและจับธาตุอาหาร ยับยั้งสมบัติทางเคมี
มากกว่า 4.5	สูงมาก	ระวังการมีไนโตรเจน สารพิษเพิ่มขึ้นและอาจสูงมากจนเป็นพิษต่อพืชได้

ที่มา : อนนท์ (2547) อ้างอิงจาก อภิรดี (2534 ; 2542)

**2.3.5 ไนโตรเจนในดิน (Soil Nitrogen)** การวิเคราะห์เพื่อประเมินระดับไนโตรเจนในดิน จะวิเคราะห์ระดับอินทรีย์วัตถุในดินเพื่อการประเมินไนโตรเจนด้วยเช่นกัน เพราะไนโตรเจนในดิน ประกอบด้วยรูปที่เป็นประโยชน์ (available nitrogen) ได้แก่ รูปของแอมโมเนียมและไนเตรตไอออน แต่ปริมาณที่พบในดินจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ดี ในดินจึงมีการเคลื่อนที่ สูญเสีย เปลี่ยนรูป แปรสภาพได้ง่ายและเร็วกว่าสภาพแวดล้อมอื่นๆ ค่าที่วิเคราะห์ได้ จึงเป็นการบอกปริมาณไนโตรเจนในดินในขณะที่วิเคราะห์มากกว่าไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์นี้จึงเป็นค่าที่ไม่น่าเชื่อถือในการบอกสถานะของไนโตรเจนในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) วิเคราะห์โดยวิธีของ Kjeldahl นี้ทำโดยการย่อยไนโตรเจนในดิน (รวมทั้งอินทรีย์ไนโตรเจนในดินด้วย) ให้เป็นแอมโมเนีย ต่อมาจึงกลั่นให้เป็นแอมโมเนียแล้วจึงไทเทรตหาปริมาณของแอมโมเนียที่กลั่นได้ ก็จะทราบค่าไนโตรเจนทั้งหมดของดิน ซึ่งค่าที่วิเคราะห์นี้เป็นการบอกปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินทั้งหมด ที่นับรวมส่วนของไนโตรเจนในอินทรีย์วัตถุที่ยังไม่สลายตัวเข้าไปด้วย ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินบนที่ใช้เพาะปลูกทั่วไป มีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.5 %

อินทรีย์วัตถุในดินจะสัมพันธ์กับไนโตรเจนทั้งหมด (total N) โดยในอินทรีย์วัตถุจะประกอบด้วยธาตุองค์ประกอบที่สำคัญโดยประมาณ คือ C = 58 % O = 20 % N = 5 % P = 1 % S = 1 % และอื่นๆ อีกมาก โดยจะเห็นได้ว่าประกอบด้วยไนโตรเจนประมาณร้อยละ 5 นั่นคือ

$$\% \text{ ไนโตรเจนในดิน} = \% \text{ อินทรีย์วัตถุ} \times 0.05$$

หรือ มีไนโตรเจน 1 ส่วน ในอินทรีย์วัตถุ 20 ส่วน

ในการใช้ค่าของอินทรีย์วัตถุในดินประเมินไนโตรเจนในดิน ก็จะได้ค่าโดยประมาณของไนโตรเจนที่มีตลอดฤดูปลูก ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินโดยทั่วไปถ้ามี 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักจัดอยู่ในระดับปานกลาง หากต่ำกว่านี้แสดงว่าน้อยเกินไป ดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำมักมีปัญหาด้านกายภาพของดิน และอาการขาดไนโตรเจนและกำมะถัน ในประเทศไทยอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับเกณฑ์ประเมินค่อนข้างต่ำจนถึงต่ำ ดังนั้นจึงพบปัญหาด้านกายภาพของดินและการขาดไนโตรเจนได้เสมอ การให้อินทรีย์วัตถุแก่ดินรวมทั้งปุ๋ยไนโตรเจนจึงยังเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับดินในประเทศไทยเสมอ (มุกดา, 2546)

**2.3.6 ฟอสฟอรัสในดิน (Soil Phosphorus)** ธาตุฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นธาตุที่จัดอยู่ในกลุ่มที่พืชต้องการในปริมาณมาก (Macronutrient element) สารประกอบของฟอสฟอรัสในดินโดยทั่วไปเป็นสารที่ไม่ค่อยสูญเสียไปจากดินมากนัก (นอกจากที่พืชดูดไปใช้แล้วเอาส่วนของพืชนั้นออกไปจากพื้นที่นั้นๆ) เนื่องจากองค์ประกอบของฟอสฟอรัสในดินเป็นสารที่คงสภาพและละลายน้ำและเคลื่อนที่ได้้น้อยมาก จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ฟอสฟอรัสไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช (อนนท์, 2547)

ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินนั้นยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในดิน และสมบัติของดินเป็นอย่างมาก ปัจจัยที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน ได้แก่ ชนิดของสารละลายฟอสเฟต (พวกที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ช้ำมาก พวกที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ช้ำและพวกที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้เป็นสารที่ละลายได้ในน้ำ หรือในสภาพที่เป็นกรดอ่อนๆ) ปฏิกริยาความเป็นกรดเป็นด่างของดินและปริมาณของอนุมูลที่มีประจุบวก (อนนท์, 2547)

จะเห็นได้ว่า ฟอสเฟตในดินนั้นมีอยู่หลายรูปแบบและมีศักยภาพในการละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากน้อยต่างกัน ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์หรือสกัดฟอสฟอรัสในดินจึงมีหลายวิธีแต่ละวิธีก็เหมาะกับดินแต่ละชนิด วิธีการที่จะพิจารณาว่าวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินวิธีใดที่เหมาะสมต่อดิน

ชนิดไหน มีหลักการของวิธีที่เหมาะสมว่าค่าฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินแต่ละชนิดกับปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชดูดขึ้นไปใช้มีความสัมพันธ์กัน (อนนท์, 2547)

#### ตารางที่ 2.5 การประเมินฟอสฟอรัสในดินจากวิธีการวิเคราะห์ต่างๆ

		วิธีการวิเคราะห์			การประเมิน
New Mehlich (ppm)	Bray II (ppm)	P in 0.001 N. Acid (ppm)	Olsen and DA	Bray I (ppm)	ผลการประเมิน
น้อยกว่า 20	น้อยกว่า 15	น้อยกว่า 15	น้อยกว่า 15	น้อยกว่า 27	ขาดแคลน
20 - 30	15 - 25	15 - 20	12 - 18	27 - 40	เพียงพอสำหรับพืช
31 - 50	26 - 45	21 - 30	19 - 30	41 - 60	เพียงพอบางพืช
มากกว่า 50	มากกว่า 45	มากกว่า 30	มากกว่า 30	มากกว่า 60	สูงไปสำหรับพืช

ที่มา : อนนท์ (2547) อ้างอิงจาก อภิรดี (2534)

2.3.7 โปแทสเซียมในดิน (Soil Potassium) โปแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อพืชและพืชดูดไปใช้ในปริมาณที่สูงใกล้เคียงกับไนโตรเจนและสูงกว่าฟอสฟอรัส 3 - 4 เท่า โปแทสเซียมมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช หน้าที่ที่สำคัญ ได้แก่ การเคลื่อนย้ายของแป้งและน้ำตาลในพืช กระบวนการสังเคราะห์แสงและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ เป็นต้น โปแทสเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่ในแร่ Feldspars และ Mica ซึ่งเป็นวัตถุดิบกำเนิดดินที่สำคัญ โดยเฉพาะดินเหนียว ซึ่งแร่ดินเหนียวบางชนิดสามารถตรึงโปแทสเซียมไว้แล้วปลดปล่อยโปแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ออกมาอย่างช้าๆ ซึ่งการปลดปล่อยจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับ Soil Colloid การสมดุลของ Exchangeable และ Soluble K ใน Soil solution รวมทั้งสภาพความแห้งและเปียกของดินที่เกิดขึ้นสลับกัน (Alternate wetting and drying) ซึ่งถ้าเกิดขึ้นบ่อยครั้งโปแทสเซียมที่ถูกตรึงก็จะถูกปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์ได้มาก (อนนท์, 2547)

การประเมินระดับโปแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยอาศัย  $\text{NH}_4^+$  จาก  $\text{NH}_4\text{OAc}$  เข้าไปแทนที่ Cation แล้วนำสารสกัดที่ได้มาวิเคราะห์หาโปแทสเซียม อภิรดี (2542) ได้ประเมินค่าโปแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้และผลกระทบต่อพืชไว้ดังนี้

#### ตารางที่ 2.6 การประเมินโปแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ที่วิเคราะห์ได้ที่มีผลต่อผลผลิตและผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

โปแทสเซียม (ppm)	การประเมิน	ผลผลิต สูงสุด	ผลกระทบต่อพืช
น้อยกว่า - 30	ต่ำมาก	ต่ำกว่า 50	ต้องการธาตุอาหารสูงมาก
30 - 60	ต่ำ	50 - 75	ต้องการธาตุอาหารสูง
60 - 90	ปานกลาง	75 - 100	ต้องการธาตุอาหาร
90 - 120	สูง	100	อาจจะต้องการธาตุอาหารเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่า 120

สูงมาก

100

ไม่ต้องการธาตุอาหารและอาจกระทบต่อ  
การเจริญเติบโต

ที่มา : อนนท์ (2547) อ้างอิงจาก อภริตี (2542)

## 2.4 การปรับปรุงคุณภาพดินเค็ม

ดินเค็มเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่แห้งแล้งหรือพื้นที่ชุ่มชื้น ทั้งในเขตชลประทานและเขตอาศัยน้ำฝน ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมพื้นที่ดินเค็มในประเทศไทยพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และพื้นที่ชายทะเล ปัญหาดินเค็มน้ำเค็มมีผลกระทบต่อเกษตรกร ทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต คุณภาพของพืช และรายได้ของเกษตรกรลดลง ส่งผลกระทบต่อถึงเศรษฐกิจและสังคมในชุมชน เมื่อความรุนแรงของปัญหามากขึ้นสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมเกษตรกรทำมาหากินไม่ได้ ต้องย้ายพื้นที่ทำกินหรืออพยพไปหางานในเมือง ปล่อยพื้นที่ให้รกร้างว่างเปล่า ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติพื้นฐานของการเกษตรที่มีอยู่จำกัดและเสื่อมโทรมได้ ในขณะที่ประชากรเพิ่มมากขึ้นทุกวัน จะต้องหาวิธีการควบคุมป้องกัน และแก้ไขดินที่มีปัญหาให้กลับมาเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ปัจจุบันมนุษย์เป็นตัวละครสำคัญในการทำให้พื้นที่ดินเค็มเพิ่มขึ้น และทำให้เกิดความเสียหายรุนแรงขึ้น ดังนั้นมนุษย์จึงจะต้องจัดการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้สมดุลของธรรมชาติกลับคืนมา

การแก้ไขปัญหาดินเค็ม จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับดินเค็ม ลักษณะการเกิดดินเค็ม และการแพร่กระจายของเกลือในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน โดยมีปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น สภาพภูมิอากาศ ธรณีสัณฐาน ภูมิประเทศ อุทกวิทยา สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน น้ำชลประทาน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบการจัดการดินและน้ำ

ในการแก้ปัญหาดินเค็มในโครงการพิเศษนี้ นำเอาวิธีการผลิตปุ๋ยหมักด้วยดินเลนนาุ้งมาปรับปรุงคุณภาพดินโดยมีวัสดุปรับปรุงคุณภาพดิน ดังนี้ ฟางข้าว กากกาแฟ ปูนโดโลไมต์ ปุ๋ยยูเรีย และสารเร่ง พด.1 มาผสมกันตามสูตรต่างๆในบทที่ 3

### 2.4.1 วัสดุปรับปรุงคุณภาพดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

วัสดุปรับปรุงคุณภาพดิน หมายถึง วัสดุใดๆที่ใส่ลงไปในดิน เพื่อปรับปรุงสมบัติของดินให้มีความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืช แต่มิได้ใช้เพื่อแทนปุ๋ยหรือเป็นปุ๋ย การจำแนกวัสดุปรับปรุงดินเป็น 2 ประเภท

1. วัสดุปรับปรุงดินทางกายภาพ จะช่วยทำให้ดินเนื้อหยาบ เก็บกักน้ำได้มากขึ้น ช่วยให้ดินเนื้อละเอียดระบายน้ำและอากาศดีขึ้น ทำให้ดินมีโครงสร้างของดินดีร่วนซุยขึ้น ตัวอย่างของวัสดุปรับปรุงดินทางกายภาพ ได้แก่ แกลบ ชี้เลื่อย ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก เศษซากพืช วัสดุสังเคราะห์ปรับปรุงสภาพดิน หรือสารโพลีเมอร์ต่างๆ

2. วัสดุปรับปรุงทางเคมี จะช่วยปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เหมาะสม ทำให้ดินมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืชได้ดีขึ้น ลดความเป็นพิษของธาตุพิษในดิน ตัวอย่างสารเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับปรุงดินทางเคมี ได้แก่ วัสดุปูนทางการเกษตรชนิดต่างๆ ยิปซัม เศษซากวัสดุอินทรีย์ ซีโอไลต์ เบนโทไนต์ ภูไมต์ กำมะถันผง เป็นต้น

โดยในการศึกษานี้ วัสดุปรับปรุงคุณภาพดินที่ใช้ ได้แก่ ฟางข้าว กากกาแฟ ปูนโดโลไมต์ ปุ๋ยยูเรียและสารเร่ง พด.1 มีรายละเอียด ดังนี้

**2.4.1.1 ฟางข้าว** คือ ส่วนใหญ่ของลำต้นแห้งของข้าว ซึ่งเป็นผลพลอยได้อย่างหนึ่งที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวข้าว ฟางข้าวเป็นวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ แต่ค่อนข้างช้า เนื่องจากมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ย 99 : 1 (ยงยุทธ, อรรถศิษฐ์และชวลิต, 2551 อ้างอิงจาก บรูตและเพง, 2548)

ประโยชน์ของฟางข้าว มีดังนี้ 1. การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ฟางข้าวทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย เพราะอินทรีย์วัตถุที่ได้จากการย่อยสลายของฟางข้าวจะเข้าไปแทรกอยู่ตามช่องว่างของดินไว้ ทำให้เกิดโครงสร้างของดินที่สามารถดูดซับน้ำได้ ซึ่งง่ายต่อการเตรียมดิน การปักดำ และทำให้รากพืชเจริญเติบโต แพร่กระจายในดินได้มากขึ้น ดินมีการระบายอากาศมากขึ้น การซึมผ่านของน้ำ และการอุ้มน้ำของดินดีขึ้น (ยงยุทธ, อรรถศิษฐ์และชวลิต, 2551 อ้างอิงจาก คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548), 2. การปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน เมื่อฟางข้าวย่อยสลาย จะปลดปล่อยให้ธาตุอาหารพืช แก่ดินโดยตรง ถึงแม้จะมีปริมาณธาตุอาหารน้อยกว่าปุ๋ยเคมีแต่จะมีทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ซึ่งจะค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว ช่วยดูดยึดธาตุอาหารจากการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ให้สูญเสียไปจากดินโดยง่าย ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและ ลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี (ยงยุทธ, อรรถศิษฐ์และชวลิต, 2551 อ้างอิงจาก นิรนาม, 2554), 3. การปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน ฟางข้าวช่วยทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น อินทรีย์วัตถุที่เพิ่มขึ้นเป็นแหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น (ยงยุทธ, อรรถศิษฐ์และชวลิต, 2551)

**2.4.1.2 กากกาแฟ** จะมีค่า OM (Organic material 70% และ Total Nitrogen 1.96) ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบสำคัญของดีเอ็นเอ, อาร์เอ็นเอ และโปรตีน ซึ่งพืชจะต้องใช้ในการเจริญเติบโต กากกาแฟยังมีโพแทสเซียม, ฟอสฟอรัส และสารอย่างอื่นอีกเล็กน้อยที่ช่วยเพิ่มพัฒนาการของพืช มีรายงานจากชาวสวนจำนวนมากว่าดอกกุหลาบเจริญเติบโตได้ดี มีดอกใหญ่ และให้สีสวยงาม เมื่อใช้กากกาแฟเป็นปุ๋ย (บ้านสวนพอเพียง, 2554)

**2.4.1.3 ปูนโดโลไมต์** ช่วยทำให้ดินและพืชได้รับประโยชน์ไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม ทางตรงก็คือสามารถแก้ไขบำบัดดินที่มีสภาพเป็นกรดหรือกรดจัดให้กลับกลายเป็นดินที่เป็นกรดอ่อนๆ มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชและมีความเหมาะสมต่อการละลายแร่ธาตุสารอาหารที่มีอยู่ในดินออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชให้สามารถดูดกินเข้าไปได้มากที่สุด อีกทั้งปูนโดโลไมต์สามารถที่จะสร้างคลอโรฟิลล์ทำให้ใบพืชมีสีเขียวเข้มสังเคราะห์แสงปรุงอาหารได้มากขึ้น จึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตส่งผลไปเลี้ยงกิ่งก้านใบดอกผลอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ผลพลอยได้คือทำให้ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตที่ลงมือลงแรงเพาะปลูกไปได้อย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วยไม่สูญเสียเวลาและแรงงานไปโดยเปล่า นอกจากจะมีการใช้โดโลไมต์ ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) ในทางการเพาะปลูกแล้ว ยังสามารถใช้ประโยชน์จากโดโลไมต์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างกุ้งและปลาได้อีกด้วย โดยการนำไปปรับสภาพความเป็นกรดและต่างให้ได้ตามชนิดของกุ้งและปลาต้องการ กุ้งกุลาดำก็มักนิยมให้มีค่าพีเอชสูงขึ้นมาจากน้ำจืดปรกติอีกประมาณถึง 8.5 แต่ถ้าเป็นกุ้งก้ามกราม (น้ำจืด) และกุ้งขาวแวนาไมต์ (กุ้งน้ำเค็มที่สามารถเลี้ยงในน้ำกร่อยจนถึงจืดสนิทได้) ก็สามารถที่จะช่วยเหลือแก้ไขในกรณีที่น้ำในบ่อมีสภาพเป็นกรดลดลงมาต่ำกว่า 7.0 ก็สามารถที่จะใช้ปูนโดโลไมต์ค่อยๆ ทอยใส่ปรับน้ำขึ้นมาให้อยู่ในจุดที่เหมาะสมได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ปูนโดโลไมต์จะเป็นปูนที่มีความปลอดภัยสูงเมื่อใช้กับสัตว์น้ำแล้ว เพราะมีความเป็นด่างที่ไม่รุนแรงเกินไปนัก อีกทั้งยังมีแร่ธาตุแมกนีเซียมที่เป็นตัวช่วยทำให้เกิดสาหร่ายแพลงค์ตอนเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว (Bloom) มีประโยชน์ในแง่การสร้างอาหารธรรมชาติให้แก่ปลาและกุ้ง ได้ทั้งในแง่อาหารและการพรางแสงมิให้มีความเข้มหรือจัดจ้ามเกินไป ทำให้สัตว์น้ำไม่เครียด กินอาหารได้ตามปรกติหรือมากขึ้นในกรณีที่อากาศร้อน แสงแดดจ้า หรือเวลาฝนตก ฟ้าหลัว เพราะทำให้หน้าที่คล้ายผ้าห่มหรือหลังคาให้แก่สิ่งมีชีวิตใต้น้ำ เมื่อมีปริมาณแพลงค์ตอนในจุดที่พอดีเหมาะสม อย่างไรก็ตามการใช้กลุ่มวัสดุปูนหรือโดโลไมต์นั้น ใน “ได้” ย่อมมี “เสีย” หรือ ใน “ดี” ก็ย่อมมี “เลว” ปนกันไป สิ่งที่ยังระแวงก็คือ กลุ่มวัสดุปูนจะไม่มีประโยชน์เลยเมื่อสภาพดินและน้ำของเรามีความเหมาะสมดีอยู่แล้ว เช่น ค่าพีเอช (pH) เป็นกรดอ่อนๆ (5.8-6.3) หรือเป็นกลาง (pH = 7) หรือแม้กระทั่งน้ำก็ต้องปรับแต่งให้เหมาะสมกับชนิดของกุ้งปลาที่เราจะปล่อยลงไป (มนตรี, 2555)

**2.4.1.4 ปุ๋ยยูเรีย ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  หรือ Carbamide** เป็นสารอินทรีย์สังเคราะห์ ที่มีไนโตรเจน (N) เป็นส่วนประกอบในอัตราส่วนที่สูงมากถึงร้อยละ 46 โดยน้ำหนัก ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยเคมีมาตรฐานที่สำคัญที่สุด สูตรปุ๋ยของปุ๋ยยูเรีย คือ 46-0-0 เนื่องจากมีสัดส่วนไนโตรเจนสูงที่สุด จึงใช้เป็นแม่ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 ใช้ประโยชน์เพื่อเป็นธาตุอาหารหลักของพืช โดยเฉพาะในช่วงแรกของการเพาะปลูกที่ต้องเร่งการเจริญเติบโตของพืชอย่างรวดเร็ว ทำให้พืชมีลำต้นยาว มีใบดก ใบใหญ่ ใบสีเขียวเข้ม น้ำหนักดี

ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 เป็นแม่ปุ๋ยที่ให้แร่ธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ซึ่งพืชทุกชนิดมีความต้องการในปริมาณที่สูงมาก โดยทั่วไปไนโตรเจนเป็นแร่ธาตุอาหารในดินที่มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช จึงมีความจำเป็นต้องใส่เพิ่มในทุกกรณี เพื่อให้พืชเจริญเติบโตงอกงาม ได้ผลผลิตที่ดี โดยปุ๋ยยูเรียช่วยทำให้พืชมีใบสีเขียว มีส่วนในการสังเคราะห์แสง ทำให้พืชเจริญเติบโตมีความสูง ใบเจริญงอกงาม มีขนาดใหญ่ ใบดกหนา ใบสีเขียวเข้ม และช่วยเพิ่มโปรตีนในผลผลิต

ไนโตรเจน ( $\text{N}_2$ ) เป็นแก๊สที่มีปริมาณมากที่สุดในอากาศ โดยมีมากถึง 78% (มากกว่าแก๊สออกซิเจนที่เราใช้หายใจ) แต่เนื่องจากไนโตรเจนเป็นแก๊สเฉื่อย มีโครงสร้างโมเลกุลยึดเกาะกันอย่างแข็งแรง พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง อีกทั้งไนโตรเจนไม่สามารถทำปฏิกิริยาเคมีได้โดยง่าย ทำให้ในธรรมชาติและในดินมีไนโตรเจนซึ่งอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก ดินทั่วไปโดยเฉพาะดินสำหรับการเพาะปลูกถูกพืชดูดซึมนไนโตรเจนไปใช้จนหมด ทำให้คลาดแคลนไม่เพียงพอต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตของพืชอีกต่อไป มีความจำเป็นต้องเติมไนโตรเจนกลับลงสู่ดินในรูปที่พืชดูดซึมไปใช้ได้ ในรูปของปุ๋ย และปุ๋ยที่ให้อาตุไนโตรเจนสูงที่สุดคือปุ๋ยยูเรีย (ชนรรค์, 2555)

2.4.1.5 สารเร่ง พด.1 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถสูงในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เพื่อผลิตปุ๋ยหมักในช่วงระยะเวลาอันสั้น ประกอบด้วยเชื้อแบคทีเรีย แอคติโนมัยซีต และรา ซึ่งมีความสามารถในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้สูงประกอบด้วยจุลินทรีย์ 8 สายพันธุ์ ดังนี้

- แบคทีเรีย 2 สายพันธุ์ อยู่ในสกุล *Bacillus* sp.
- แอคติโนมัยซีต 2 สายพันธุ์ อยู่ในสกุล *Streptomyces* sp.
- รา 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Scopulariopsis* sp., *Helicomyces* sp., *Chaetomium* sp. และ *Trichoderma* sp. (A)

แหล่งที่มาของเชื้อจุลินทรีย์ในสารเร่ง พด.1 อินทรีย์วัตถุเป็นองค์ประกอบสำคัญในการควบคุมความสมดุลและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทั้งในด้านสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน ในสภาพป่าธรรมชาติจะเป็นแหล่งของอินทรีย์วัตถุที่สำคัญ โดยจะได้จากการร่วงหล่นของใบไม้ทับถมกัน และเกิดการย่อยสลายโดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสซึ่งจะผลิตเอนไซม์เซลลูเลสย่อยสลายวัสดุอินทรีย์และแปรสภาพให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินได้ต่อไป

คุณสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์ในสารเร่ง พด.1

1. เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสเพื่อย่อยสลายเซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบหลักในเศษพืชได้ดี สามารถเจริญได้ดีในสภาพดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง มีความสามารถในการใช้อาหารจากอินทรีย์วัตถุ และเจริญเพิ่มจำนวนเซลล์ในดินได้ดีกว่า ทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นโทษต่อพืชซึ่งมีอยู่ในดิน ไม่สามารถเจริญแข่งขันได้
2. เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการแสง อากาศ และเจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง 45 องศาเซลเซียส
3. เป็นจุลินทรีย์ที่มีความต้องการความชื้นสูง 50 เปอร์เซ็นต์

## 2.5 พืชที่ใช้ในการทดลอง (จิรวัดน์, 2552)

### 2.5.1 คะน้าใบ

กะน้าเป็นผักที่อยู่ในตระกูล Cruciferae หรือตระกูลกะหล่ำ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica Alboglabra* เป็นผักที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียและมีปลูกกันมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศจีน ฮองกง ไต้หวัน มาเลเซีย สิงคโปร์และประเทศไทย

กะน้าเป็นผักที่คนไทยรู้จักกันดี เพราะนิยมปลูกและบริโภคกันมากทั่วทุกภาคของประเทศ เป็นผักที่หากินได้ง่าย ราคาไม่แพงและหาซื้อมาบริโภคได้ตลอดปี สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง มีรสชาติอร่อย กรอบ กะน้าเป็นผักที่ปลูกเพื่อใช้บริโภคส่วนของใบและลำต้น เป็นผักที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว อายุ 2 ปี แต่ปลูกเป็นผักอายุปีเดียว ลำต้นมีสีเขียวอ่อนออกเหลือง ใบมีสีเอกร้านเป็นเอกร้านที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียวหมื่น ลำต้นสูงประมาณ 20-25 เซนติเมตร อายุตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยว ประมาณ 45-55 วัน ค่ะน้ำสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ช่วงเวลาปลูกได้ผลดีที่สุดจะอยู่ในช่วง เดือนตุลาคมถึงเมษายน

สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม ค่ะน้ำเป็นผักที่สามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ดินที่ ค่ะน้ำเจริญเติบโตได้ดีที่สุดคือ ดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ การระบายน้ำและการถ่ายเท อากาศ มีค่า pH ของดินอยู่ระหว่าง 6.0-6.5 มีความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับ ใช้ตลอดฤดูปลูก และต้องการแสงแดดเต็มที่

ค่ะน้ำสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส แต่ค่ะน้ำก็สามารถ ทนทานต่อสภาพอุณหภูมิสูงได้ดี และให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจในสภาพอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศา เซลเซียส ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากค่ะน้ำได้เปรียบกว่าผักตระกูลกะหล่ำอย่างอื่นที่ไม่จำเป็นต้องผ่านการ ห่อหุ้มหรือออกดอกก่อนการเก็บเกี่ยวก็เป็นได้

### 2.5.2 ผักบุงจิ้น

ผักบุงจิ้นเป็นพืชผักเมืองร้อนชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในตระกูล Convolvulaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ ว่า *Ipomoea aquatic Forsk. Var. reptan* ผักบุงจิ้นเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปเอเชียเขตร้อน แอฟริกา และออสเตรเลีย แล้วแพร่กระจายไปยังเขตร้อนต่างๆของโลก

ผักบุงจิ้นเป็นพืชผักที่คนไทยนิยมบริโภคกันมาก เนื่องจากผักบุงจิ้นมีคุณค่าทางอาหารสูง ประกอบไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยเฉพาะวิตามินเอซึ่งช่วยบำรุงสายตาได้เป็น อย่างดีมีปริมาณสูงมาก นอกจากนี้ยังมีแคลเซียม ฟอสฟอรัสและวิตามินซี เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ อีกด้วย ผักบุงจิ้นเป็นผักที่ใช้บริโภคส่วนของใบและลำต้น โดยสามารถนำมาใช้ประกอบอาหารได้ อย่างกว้างขวาง เช่น รับประทานสด ผัดผักบุงจิ้นไฟแดง แกงต่างๆ ก๋วยเตี๋ยว หรือลวกใช้เป็นผักจิ้ม น้ำพริกก็ได้

ผักบุงจิ้นเป็นผักที่ปลูกง่าย สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีและปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย การดูแลรักษาง่ายไม่ยุ่งยาก เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น คือประมาณ 20-25 วัน ประกอบกับคนไทยนิยมรับประทานผักบุงจิ้นกันมาก จึงนิยมปลูกผักบุงจิ้นเป็นการค้ากันอย่าง แพร่หลาย ทั้งการปลูกเพื่อบริโภคและการผลิตเมล็ดพันธุ์ ซึ่งปัจจุบันผักบุงจิ้นได้พัฒนาเป็นพืชผัก ส่งออกที่มีความสำคัญ โดยการส่งออกทั้งในรูปของผักสดและเมล็ดพันธุ์ ตลาดที่สำคัญ ได้แก่ ฮองกง มาเลเซียและสิงคโปร์

สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม ผักบุงจิ้นสามารถปลูกได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย สามารถปลูกได้ดีทั้งบนดินและในน้ำ เจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด แต่ดินที่เหมาะสมต่อการปลูก ผักบุงจิ้นเพื่อการบริโภคสด คือ ดินร่วน และดินร่วนปนทราย ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ ในช่วงที่เป็นกรดเล็กน้อยจนถึงปานกลาง ผักบุงจิ้นไม่ชอบดินเค็ม ถ้าดินมีเกลือมากจะเจริญเติบโตได้ ไม่ดี ชอบชื้นในดินที่ชื้นแฉะและต้องการความชื้นในดินสูงมาก โดยเฉพาะเมื่อน้ำมากผักบุงจิ้น จะเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้าปริมาณน้ำไม่เพียงพอก็จะชะงักการเจริญเติบโตและลำต้นจะแข็ง กระด้าง ไม่น่ารับประทาน สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตจะอยู่ในช่วงที่สูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ต้องการแสงแดดเต็มที่ ซึ่งในประเทศไทยสามารถปลูกผักบุงจิ้นได้ดีและปลูกได้ตลอด ทั้งปี

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพดินเค็มด้วยวัสดุปรับปรุงคุณภาพดินพงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

**ปวีณาและคณะ (2544)** ได้ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพตะกอนเลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เพื่อประโยชน์ในการปลูกโดยใช้ต้นดาวเรืองเป็นกรณีศึกษา โดยการนำตะกอนเลนมาผสมกับวัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่ ทรายและแกลบ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ ดินสีดา เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารหลักและอินทรีย์สาร และมีการเติมยิปซัมเพื่อลดความเค็มของดินมาผสมกันในอัตราส่วนต่างๆ ได้ 17 สูตรแล้วนำมาปลูกต้นดาวเรือง ผลการศึกษาการเจริญเติบโตต้นดาวเรือง พบว่า ดาวเรืองสามารถเจริญเติบโตได้ในดินทุกสูตร แต่สูตรที่ 7 (ดินตะกอน + ดินสีดา + ยิปซัม) ให้ขนาดดอกใหญ่สุด

**เสรีและคณะ (2549)** ได้ศึกษาการใช้อินทรีย์วัตถุ (แกลบ) ปรับปรุงโครงสร้างของดินเค็มภาคอีสาน พบว่าการใส่แกลบในอัตราส่วนเฉลี่ยให้สูงจากพื้นประมาณ 5 cm หรือประมาณความหนาของ 3 นิ้วมือ และใส่แกลบก่อนการไถพรวนเพื่อคลุกดิน และใส่ก่อนการไถพรวนอย่างน้อย 10 วัน ให้แกลบชุ่มน้ำจมน้ำตัวลง การวัดค่าความเค็มภายหลังการใส่แกลบ พบว่าความเค็มลดลงเกินกว่าครึ่งหนึ่งของความเค็มเดิมภายในระยะเวลาเพียงหนึ่งเดือน ซึ่งตรงกับการใส่แกลบแก้ดินต่างของ Dhawan และ Mahajan (1968) ว่าการใช้แกลบคลุกเคล้าลงไปดินจะช่วยในการปรับปรุง saline alkali soils ได้เทียบเท่าการใส่ยิปซัมเพื่อช่วยเพิ่มอัตราการระบายน้ำและลดค่าการนำไฟฟ้า (EC) และปริมาณโซเดียม (ESP)

**รังสรรค์และคณะ (2549)** ได้ศึกษาการปรับปรุงดินเค็มชายทะเลโดยการใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว จากรายงานการสำรวจความเหมาะสมของดินของกรมพัฒนาที่ดิน (2511) การทำนาข้าวบริเวณดินเค็มเขตผลผลิตอำเภอเขตบางปะกง และพานทองใช้น้ำจืดในฤดูฝน ซึ่งผลผลิตอยู่ในระดับที่กำหนด การปรับปรุงดินโดยการใช้ปุ๋ยหมัก นอกจากจะเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ข้าวแล้ว ยังมีความสามารถในการปรับปรุงโครงสร้างของดินและลดความเค็มของดินลงด้วย จากการศึกษาโดยใช้แผนการทดลองแบบ Spilt plot design ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ 0, 20, 30 และ 40 กก./ไร่ เป็น main plots ใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 0, 3, 5 ตัน/ไร่ เป็น sub plots ทดลอง 3 ซ้ำ เก็บตัวอย่างดินลึก 0-30 ซม. ขนาดของแปลงทดลอง 4x5 เมตร ใส่ปุ๋ยหมักในอัตราส่วนต่างๆ ก่อนปักดำ 1 อาทิตย์ ระยะแตกกอสูงสุด และระยะเกิดช่อดอก ระยะปลูก 25x25 ซม. การเก็บสถิติ หาอัตราการอยู่รอดโดยนับจำนวนกอข้าวที่เหลืออยู่ที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักในอัตราส่วน 0, 3 และ 5 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 0, 20, 30 และ 40 กก./ไร่ ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 3-5 ตัน/ไร่ มีแนวโน้มที่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

**พรรณีและคณะ (2549)** ได้ศึกษาอิทธิพลของความเค็มของดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชทนเค็มบางชนิด พบว่าจากการทดลองได้ทำการทดลองกับผักกาดหัว กระเจี๊ยบแดง ข้าวฟ่าง ข้าวโพด มะเขือเทศและโสนอินเดียพบว่ามะเขือเทศและโสนอินเดีย ไม่สามารถเจริญเติบโตในดินเค็มที่มีความเค็มเกิน 16 mS/cm ผักกาดหัวขึ้นได้ในดินเค็มไม่เกิน 6 mS/cm ข้าวโพด ข้าวฟ่างขึ้นได้ในความเค็มไม่เกิน 7 mS/cm กระเจี๊ยบแดงขึ้นได้ในความเค็มไม่เกิน 10 mS/cm

**วรรณลดาและคณะ (2549)** ได้ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยคอก แกลบและการแบ่งใส่ปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตข้าวในดินเค็ม จากการศึกษาพบว่า แบ่งการใส่ปุ๋ยเป็นใส่ปุ๋ยหมักครั้งเดียวก่อนปักดำและเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งใส่ 3 ครั้ง จากผลการทดลองพบว่า พิจารณาจากการใส่ครั้งเดียวพบว่า การใส่กลับไม่ทำให้ผลผลิตลักษณะอื่นๆของข้าว และค่า EC ของดินแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยสูงชันจะทำให้ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนปุ๋ยคอกไม่ทำให้ผลผลิตลักษณะอื่นๆของข้าว และค่า EC ของดินแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นจำนวนแขนงต่อกอ เมื่อพิจารณาจากการใส่ปุ๋ย 3 ครั้งและครั้งเดียว ไม่ทำให้ผลผลิตลักษณะอื่นๆของข้าวและค่า EC ของดินแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง ทำให้ผลผลิตและลักษณะอื่นๆของข้าวสูงกว่า และมีค่า EC ของดินต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยครั้งเดียว

G.N.Gupta and Ranjana Arya (1993) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของไม้พุ่มชนิดหนึ่งบนดินเค็มในพื้นที่แห้งแล้งของอินเดีย จากการศึกษาดินเค็มในพื้นที่แห้งแล้งในอินเดียมี pH 8.9-9.3 ค่าการนำไฟฟ้า 12-17 dSm<sup>-1</sup> และ CaCO<sub>3</sub> หนา 40 cm ในการทดลองกำหนด 5 ตัวอย่าง คือ T<sub>1</sub> = ควบคุม ; T<sub>2</sub> = ยิปซั่ม (10 t ha<sup>-1</sup>) ; T<sub>3</sub> = ยิปซั่ม + การระบายน้ำ ; T<sub>4</sub> = ดินดี + FYM (5 kg plant<sup>-1</sup>) ; T<sub>5</sub> = ยิปซั่ม + การระบายน้ำ + FYM + ไนโตรเจน (15 g urea plant<sup>-1</sup>) + Zn (7 g ZnSO<sub>4</sub> plant<sup>-1</sup>) ทำการปลูกพุ่มไม้เป็นระยะเวลา 1 ปี พุ่มไม้มีความสูงเฉลี่ย 98 ซม. และเส้นผ่าศูนย์กลาง 114 ซม. ตัวอย่าง T<sub>5</sub> เป็นตัวอย่างที่ดีที่สุดที่ความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเป็น 123 และ 161 ซม. ตามลำดับ โดยที่ความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุด คือ 180 และ 250 ซม. ตามลำดับ ชีวมวลรวมใน T<sub>5</sub> เป็น 2690 kg ha<sup>-1</sup> เมื่อเทียบกับชุดควบคุม 419 kg ha<sup>-1</sup> น้ำหนักสดของใบใน T<sub>5</sub> เป็น 1,568 kg ha<sup>-1</sup> ในชุดควบคุมเป็น 212 kg ha<sup>-1</sup> ปริมาณเกลือรวม (Na, K, Ca และ Mg) ของใบไม้แตกต่างกัน 10.23-14.08 % โซเดียมเป็นหลัก (6.82-10.2 %) ช่องระบายน้ำที่ได้รับการปรับปรุงทำให้การเจริญเติบโตยิ่งดี พุ่มไม้ดอกออกในช่วง 6-7 เดือนหลังจากการปลูกและผลิตเมล็ด รดน้ำเพิ่มเติมช่วงฤดูร้อนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิตดีขึ้น

## บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

#### 3.1.1 อุปกรณ์

1. เครื่องวัดพีเอช (pH meter) รุ่น C860 ยี่ห้อ Consort ประเทศเบลเยียม
2. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง รุ่น AUX220 ยี่ห้อ Shimadzu ประเทศญี่ปุ่น
3. เครื่องเขย่า (Shaker) รุ่น Orbital Shaker ยี่ห้อ Gallenkamp ประเทศอังกฤษ
4. เครื่องกลั่น รุ่น Distillation Unit B 323 ยี่ห้อ Buchi ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
5. เครื่องให้ความร้อน (Hot Plate) ยี่ห้อ Fisher Scientific ประเทศอังกฤษ
6. ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)
7. เครื่องยูวี-สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer UV/VIS) รุ่น Genesys 10 UV-Vis ยี่ห้อ Thermo Scientific ประเทศสหรัฐอเมริกา
8. เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer) รุ่น AAS-200 บริษัท Perkin Elmer ประเทศสหรัฐอเมริกา
9. ตู้อบ รุ่น Isotemp oven บริษัท Fisher Scientific ประเทศอังกฤษ
11. ตะแกรงร่อนขนาด 10 เมช
12. เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ
13. กระดาษกรองเบอร์ 42

#### 3.1.2 สารเคมี

1. โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
2. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
3. กรดบอริก ( $H_3BO_3$ ) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
4. โพแทสเซียมไดโครเมต ( $K_2Cr_2O_7$ ) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
5. เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต [ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ] เกรดวิเคราะห์ บริษัท Fluka
6. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc.  $H_2SO_4$ ) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
7. กรดไนตริกเข้มข้น (conc.  $HNO_3$ ) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
8. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
9. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
10. แอมโมเนียมโมลิบเดต [ $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ ] เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
11. แอมโมเนียมเมตาวานาเดต ( $NH_4VO_3$ ) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
12. แอนไฮดรัส โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (anhydrous  $KH_2PO_4$ ) เกรดวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. สารละลายคัลคอน
14. กรดอะซิติก (acetic acid) เกรตวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
15. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH<sub>4</sub>OH) เกรตวิเคราะห์ บริษัท Carlo Erba
16. ดินเลนนากุ้ง จาก ต.คลองด่าน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ
17. ปูนโดโลไมต์ ผลิตโดย บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด
18. กากกาแฟ จาก ร้านกาแฟหมู่บ้านร่มทิพย์
19. ฟางข้าว จาก ตลาดจตุจักร
20. ปุ๋ยยูเรีย ผลิตโดย บริษัท โรจน์พนกิจ จำกัด
21. เมล็ดผักบุ้งจีน ผลิตโดย บริษัท เจียไต่ จำกัด เปอร์เซ็นต์การงอก 80 เปอร์เซ็นต์
22. เมล็ดคะน้าใบ ผลิตโดย บริษัท เจียไต่ จำกัด เปอร์เซ็นต์การงอก 80 เปอร์เซ็นต์
23. สารเร่ง พด. 1 ผลิตโดย กรมพัฒนาที่ดิน

### 3.2 การดำเนินการทดลอง

#### 3.2.1. ศึกษาคุณสมบัติสมบัติและองค์ประกอบของดินเลนนากุ้ง

1. นำดินเลนนากุ้งจาก ต.คลองด่าน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ นำมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อที่จะตรวจสอบคุณสมบัติและองค์ประกอบของดินเลนนากุ้งก่อนที่จะทำการปรับปรุงคุณภาพดิน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

#### ตารางที่ 3.1 วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติและองค์ประกอบของดินเลนนากุ้ง

พารามิเตอร์	วิธีการ / เครื่องมือวิเคราะห์
1.ลักษณะดิน	Hydrometer
2.ความชื้น	Dried at 103 – 105 °C
3.ความเป็นกรด-ด่าง (1ดิน:1น้ำ)	pH meter
4.ค่าการนำไฟฟ้า	Conductivity meter
5.ค่าความเค็ม	Conductivity meter
6.ความต้องการปูน	Woodruff Buffer
7.อินทรีย์วัตถุ	Walkley and Black method
8.ไนโตรเจนทั้งหมด	Kjeldahl distillation method
9.ฟอสฟอรัสทั้งหมด	Spectrophotometer UV/Vis
10.โพแทสเซียม	Atomic Absorption Spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 การปรับปรุงคุณภาพดินเลนนาุ้ง

1. นำ ดินเลนนาุ้ง ฟางข้าว กากกาแฟ ปูนโดโลไมต์ และปุ๋ยยูเรีย เป็นส่วนผสม โดยจะผสมทั้งหมด 5 สูตร ดังนี้

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1.1 ดินเลน : ปูนโดโลไมต์                                  | 1 + ปูนโดโลไมต์                |
| 1.2 ดินเลน : กากกาแฟ : ปูนโดโลไมต์                        | 1 : 1 + ปูนโดโลไมต์            |
| 1.3 ดินเลน : ฟางข้าว : ปูนโดโลไมต์                        | 1 : 1 + ปูนโดโลไมต์            |
| 1.4 ดินเลน : ฟางข้าว : กากกาแฟ : ปูนโดโลไมต์              | 1 : 1 : 1 + ปูนโดโลไมต์        |
| 1.5 ดินเลน : ฟางข้าว : กากกาแฟ : ปุ๋ยยูเรีย : ปูนโดโลไมต์ | 1 : 1 : 1 : 0.25 : ปูนโดโลไมต์ |



รูปที่ 3.1 ดินที่ปรับปรุงทั้ง5สูตร

- นำส่วนผสมที่เตรียมไว้ใส่ในกะละมังและนำสารละลายเร่งการย่อยสลาย พด.1 รถทับกองวัสดุให้ทั่ว จากนั้นนำหนังสือพิมพ์มาคลุมกะละมังที่หมักดินไว้เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ
- รดน้ำลงบนกองดินอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง ปริมาณเท่ากันทุกครั้ง แต่อย่าให้มากเกินไป
- ทำการพลิกกลับกองดินทุกๆ 7 วัน โดยหมักดินไว้ประมาณ 30 วัน
- นำดินที่หมักแล้วมาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 วิธีวิเคราะห์คุณลักษณะของดินหลังปรับปรุงคุณภาพ

พารามิเตอร์	วิธีการ / เครื่องมือวิเคราะห์
1.ความเป็นกรด-ด่าง (1ดิน:1น้ำ)	pH meter
2.ความชื้น	Dried at 103 – 105 °C
3.ค่าการนำไฟฟ้า	Conductivity meter
4.ค่าความเค็ม	Conductivity meter
5.อินทรีย์วัตถุ	Walkley and Black method
6.ไนโตรเจนทั้งหมด	Kjeldahl distillation method
7.ฟอสฟอรัสทั้งหมด	Spectrophotometer UV/Vis
8.โพแทสเซียม	Atomic Absorption Spectrophotometer

6. นำผลจากการวิเคราะห์มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.3 การทดลองปลูกพืช

1. ทดลองปลูกผักบุงจิ้นและผักคะน้าใบ โดยผักบุงจิ้นปลูกสูตรละ 5 กระถาง กระถางละ 5 ต้น ผักคะน้าใบปลูกโดย นำต้นกล้าอายุประมาณ 16 วัน ปลูกสูตรละ 5 กระถาง กระถางละ 2 ต้น
2. รดน้ำเป็นประจำทุกวัน เช้า-เย็น ในปริมาณที่เท่ากันทุกครั้ง
3. บันทึกผลการเจริญเติบโตของผักบุงจิ้นและคะน้าใบจากความสูงของลำต้น ซึ่งจะบันทึกผลทุกวัน
4. นำผลการเจริญเติบโตของผักบุงจิ้นและคะน้าใบ ในแต่ละสูตรมาเปรียบเทียบกัน โดยนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 23



## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและอภิปราย

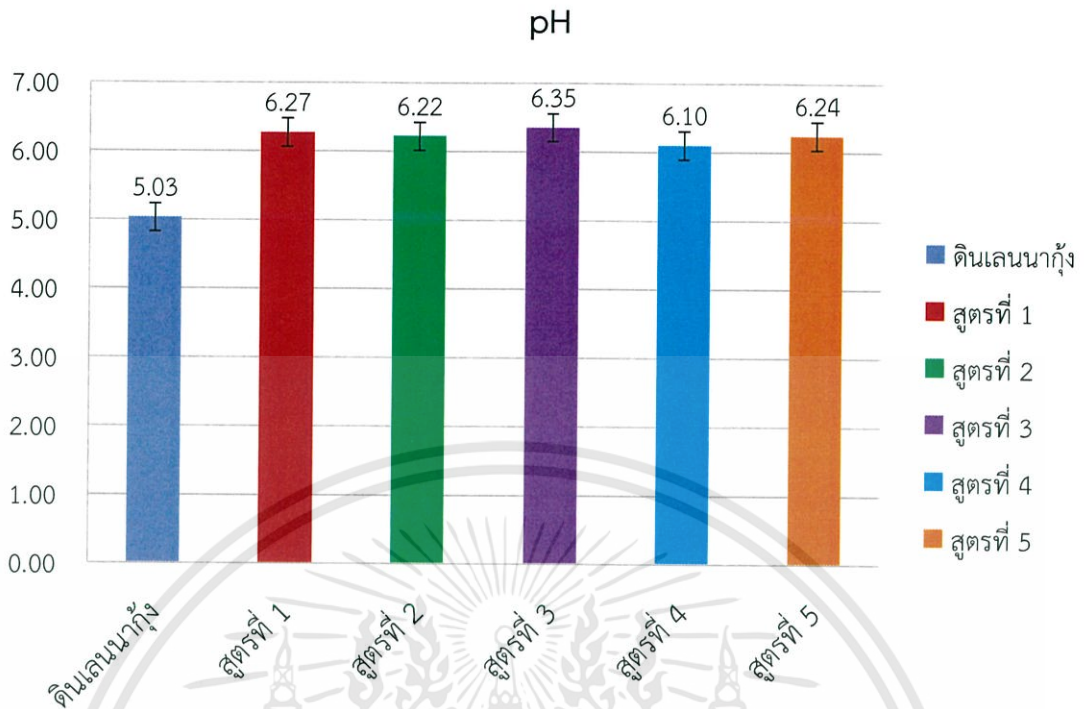
โครงการนี้ ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินเลนนาุ้งเพื่อประโยชน์ในการปลูกพืชโดยใช้ ผักบุงจิ้นและคะน้ำใบเป็นกรณีศึกษา ทำการศึกษาโดยการนำดินเลนนาุ้งมาผสมกับวัสดุปลูก 2 ชนิด ได้แก่ ฟางข้าวและกากกาแพ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพเนื่องจากดินเลนนาุ้งที่นำมานี้มี ลักษณะเป็นดินร่วนปนดินเหนียว และเพิ่มธาตุอาหารหลักและอินทรีย์สาร ปุ๋ยยูเรียเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช และสารเร่ง พด.1 เพื่อเร่งการย่อยสลายวัสดุปลูกในช่วงระยะเวลาอันสั้น และมีการ เติมนูนโดโลไมต์เพื่อลดความเป็นกรดในดินเลนนาุ้ง โดยนำมาผสมตามสูตรต่างๆ ได้แก่ สูตรที่ 1 (ดินเลนนาุ้ง + ปูนโดโลไมต์) สูตรที่ 2 (ดินเลนนาุ้ง + กากกาแพ + ปูนโดโลไมต์) สูตรที่ 3 (ดินเลน นาุ้ง + ฟางข้าว + ปูนโดโลไมต์) สูตรที่ 4 (ดินเลนนาุ้ง + กากกาแพ + ฟางข้าว + ปูนโดโลไมต์) และสูตรที่ 5 (ดินเลนนาุ้ง + กากกาแพ + ฟางข้าว + ปุ๋ยยูเรีย + ปูนโดโลไมต์) ทำการหมักให้มีการ ย่อยสลายของอินทรีย์สารเป็นระยะเวลา 30 วัน จากนั้นนำดินเค็มจากดินเลนนาุ้งและดินแต่ละสูตร มาวิเคราะห์หาความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยพารามิเตอร์ที่ทำกรวิเคราะห์ต่างๆ จากนั้นนำดินแต่ละ สูตรมาทำการปลูกผักบุงจิ้นจากเมล็ดเป็นระยะเวลา 32 วัน ทำการวัดความสูงของต้นผักบุงจิ้น และ คะน้ำใบจากต้นอ่อน เป็นระยะเวลา 39 วัน ทำการวัดความสูงของต้นคะน้ำใบและความกว้างความสูง ของใบคะน้ำแต่ละใบเพื่อสังเกตการเจริญเติบโต และ เปอร์เซ็นต์การงอก ผลการทดลองมีดังนี้

#### 4.1 ผลการทดลองในการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

ในการเพาะปลูกพืช เพื่อให้มีประสิทธิภาพตอบสนองต่อการจัดการดินที่ดี ควรพิจารณาถึง ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity), ปริมาณความ เค็ม (Soil Salinity), ความชื้นในดิน, ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter), ปริมาณอินทรีย์ คาร์บอน (Organic Carbon), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen), อัตราส่วน C/N (C/N ratio), ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Exchangeable Potassium) และปริมาณ ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) ผลการทดลองมีดังนี้

##### 4.1.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH)

ความเป็นกรดของดินที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากความไม่สมดุลของ ธาตุอาหารพืช และเกิดกระบวนการทางชีวเคมีเปลี่ยนแปลงไปในสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการ เจริญเติบโตของพืช เช่น รูปและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารเหล่านี้เปลี่ยนแปลงและลดความ เป็นประโยชน์ลง กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ระดับ pH ของดินมีผลกระทบต่อกิจกรรมและปริมาณ ของจุลินทรีย์ในดิน เช่น แบคทีเรียทำงานได้ดีเมื่อดินมีระดับ pH ใกล้เคียงเป็นกรดอ่อนหรือเป็นกลาง (6.5-7.0 หรือ 5.5-6.4) และเมื่อดินเป็นกรดมากขึ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์จะน้อยลงตามลำดับ (มุกดา, 2544) ในการทดลองให้ผลแสดงดังรูป 4.1



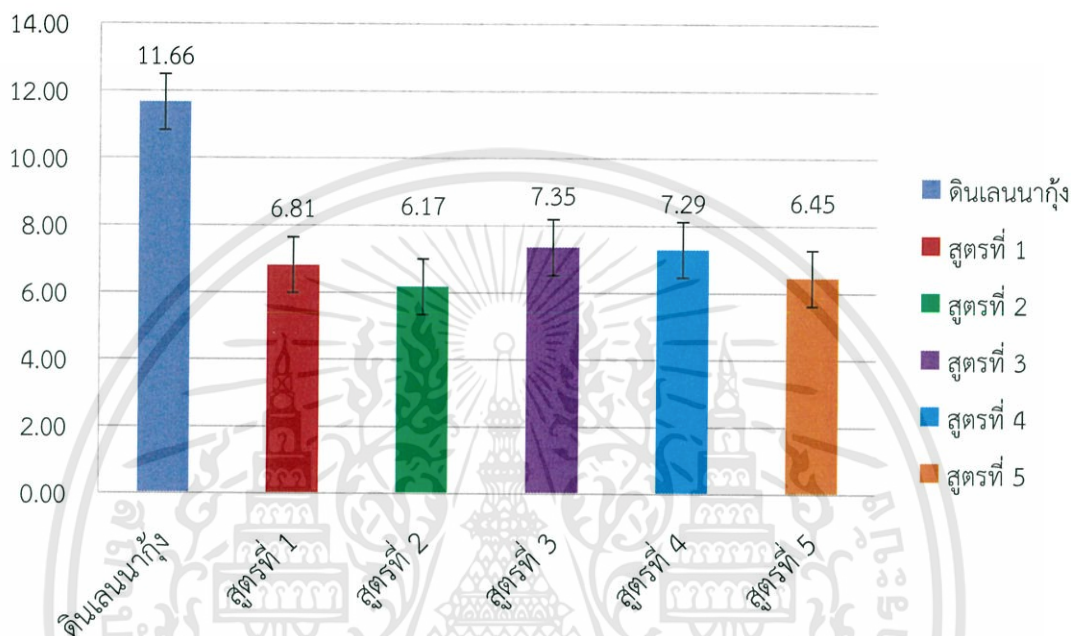
รูปที่ 4.1 ค่า pH ของดินแต่ละสูตร

จากการทดลองศึกษาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินเลนนาุ้ง พบว่า มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.5-5.5 หลังจากทำการหมักดิน พบว่าทั้ง 5 สูตร มีค่า pH เพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 6.0-7.0 จากการศึกษาของ อรรวรรณ, 2552 โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์สามารถทำให้ความเป็นกรดของดินเป็นกลางได้ เมื่อนำดินแต่ละสูตรทำการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ ง-1, ภาคผนวก ง) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Turkey HSD พบว่า สูตรที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 5 ในขณะที่สูตรที่ 2 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1 และ 3 ส่วนสูตรที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 2, 4 และ 5 และดินสูตรที่ 3 มีค่า pH สูงที่สุด เนื่องจากฟางข้าวและปุ๋ยอินทรีย์นั้นสามารถช่วยปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เกิดความสมดุลได้และในสูตรที่ 3 ยังมีปริมาณโพแทสเซียมค่อนข้างมากจึงทำให้ดินมีความเป็นด่างมากขึ้น มาตรฐานความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช กำหนดว่าค่า pH ควรอยู่ในช่วง 6.0-7.0 โดยดินที่จะให้ผลดีกับพืชควรมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.1-7.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าดินที่ทำการปรับปรุงทั้ง 5 สูตรที่ได้จากการทดลองเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

#### 4.1.2 การนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity)

การนำไฟฟ้าของดินสามารถใช้ประมาณหรือคาดคะเนปริมาณเกลือทั้งหมด (Soluble Salt Concentration) ในสารละลายดินได้ ซึ่งเกลือในดินมีคุณสมบัติเป็นสื่อไฟฟ้าได้นิ่งเอง ทำการวัดค่า EC (อรวรรณ, 2551) ในดินเลนนาุ้งและดินแต่ละสูตร ให้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.2

#### การนำไฟฟ้า (dS/cm)



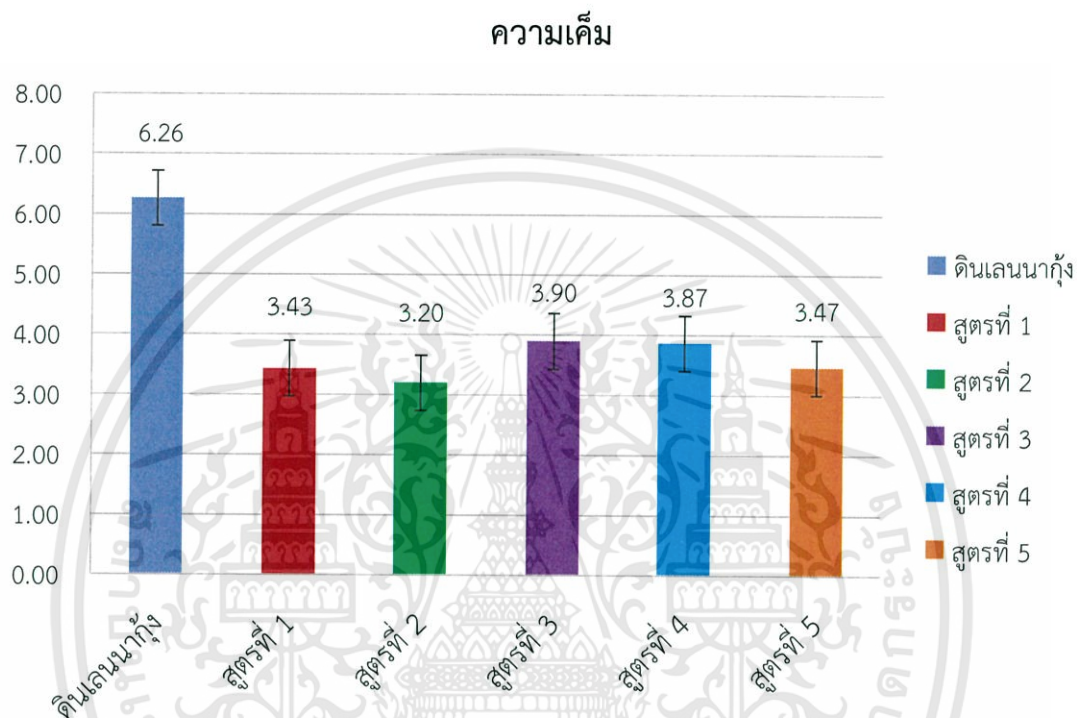
รูปที่ 4.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดินแต่ละสูตร

จากการทดลองศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของดินเลนนาุ้ง พบว่า ดินเลนนาุ้งมีความเค็มมาก มีค่าการนำไฟฟ้า 8.0-16.0 dS/cm หลังจากนำดินมาหมักด้วยปุ๋ยโดโลไมต์ สามารถไล่เกลือออกจากดินทั้ง 5 สูตร พบว่าค่าความเค็มปานกลาง ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 4.0-8.0 dS/cm เมื่อเอาดินแต่ละสูตรมาทำการเปรียบเทียบกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 (ดูรายละเอียดจากตารางที่ ง-3, ภาคผนวก ง) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 3, 4 และ 5 ในขณะที่สูตรที่ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 เช่นเดียวกับสูตรที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 ส่วนสูตรที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2 และ 5 และสูตรที่ 2 มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุด เนื่องจากมีการเติมปุ๋ยทำให้มีส่วนช่วยในการไล่เกลือออกจากดินได้มากทำให้สารละลายเกลือที่อยู่ในดินแตกตัวละลายอยู่ในดินลดน้อยลง มาตรฐานความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช กำหนดว่าการนำไฟฟ้า ควรอยู่ในช่วง น้อยกว่า 2.0 dS/cm โดยดินที่จะให้ผลดีกับพืชควรมีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 2.0-4.0 dS/cm ซึ่งจะเห็นได้ว่าดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรที่ได้จากการทดลองไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.3 ความเค็มในดิน (Soil Salinity)

นักวิชาการด้านดินพบว่า ดินที่มีเกลือแคง คือ เกลือโซเดียมคลอไรด์สูงจะมีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินสูงมากเด่นชัด จึงใช้ค่านำไฟฟ้าเป็นข้อพิจารณาขั้นแรก ที่ระบุว่าดินอาจมีปัญหา และเรียกดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสูงเกินระดับหนึ่งว่า ดินเค็ม (สุนทรี, 2553) ในดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ให้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.3

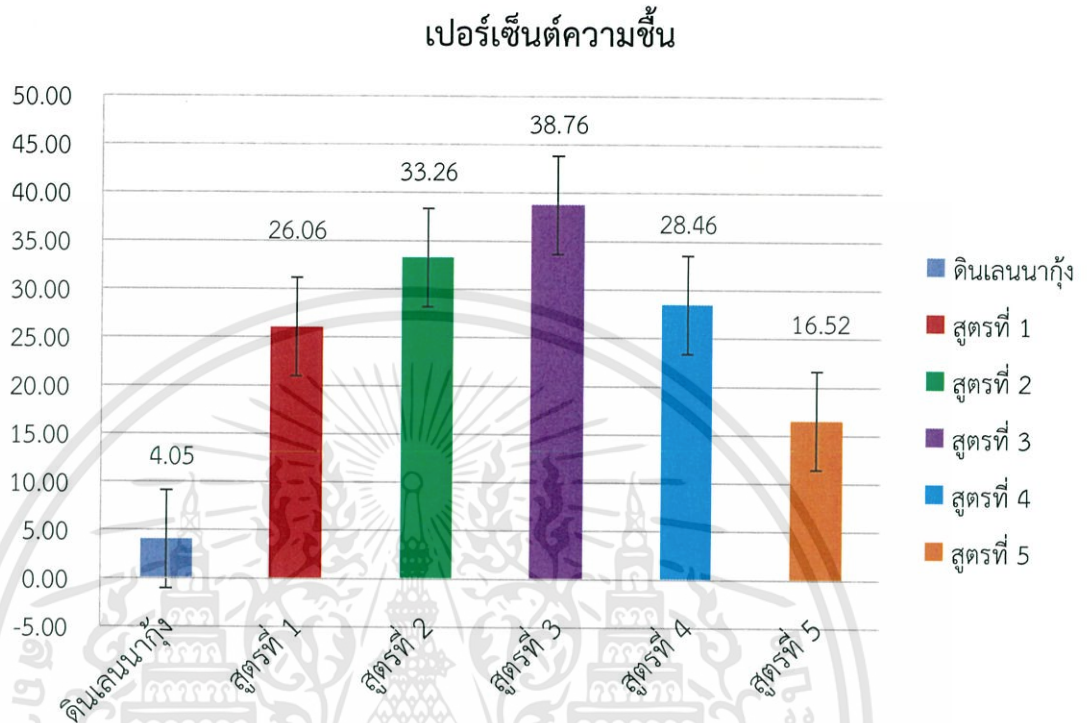


รูปที่ 4.3 ปริมาณความเค็มของดินแต่ละสูตร

จากการทดลองศึกษาความเค็มในดินเลนนาุ้ง หลังจากปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร พบว่า มีความเค็มลดลง เมื่อเอามาเปรียบเทียบกับของแต่ละสูตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ ง-4, ภาคผนวก ง) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1, 2 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 3 และ 4 เช่นเดียวกันคือสูตรที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2 และ 5 และสูตรที่ 2 มีความเค็มน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้าที่ดินสูตรที่ 2 มีการนำไฟฟ้าน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้าที่สูตรที่ 2 มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4.2

#### 4.1.4 ความชื้นของดิน

โดยปกติปริมาณน้ำในดินควรอยู่ในช่วง 50-100 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) ในดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ให้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.4



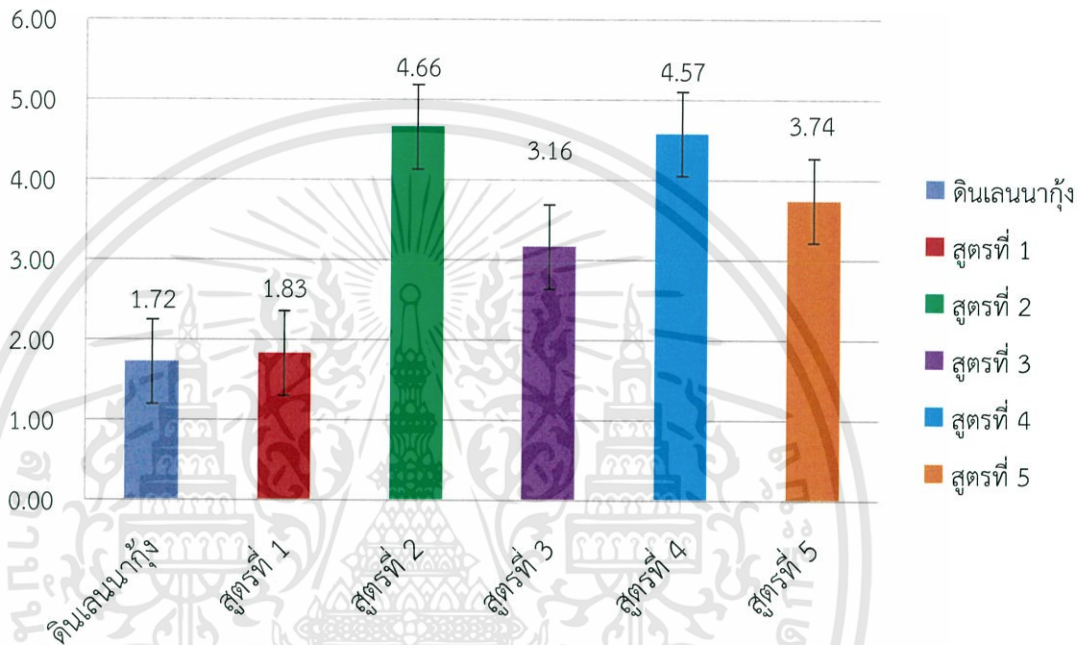
รูปที่ 4.4 ค่าความชื้นในดินแต่ละสูตร

จากการทดลองศึกษา ดินเลนนาุ้งมีความชื้น 4.047 % หลังการหมักดิน ค่าความชื้น มีความชื้นอยู่ในช่วง 1.0-50.0 % วัสดุปรับปรุง ได้แก่ ฟางข้าว และกากกาแพ เพื่อดูดซับความชื้นเอาไว้ เมื่อทำการเปรียบเทียบความชื้นแต่ละสูตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ ง-2, ภาคผนวก ง) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD สูตรที่ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 ในขณะที่สูตรที่ 1 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันกับสูตรที่ 2, 3 และ 5 ในส่วนสูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 3, 4 และ 5 เช่นเดียวกับสูตรที่ 3 ที่แตกต่างกับสูตรที่ 1, 2, 4 และ 5 และดินสูตรที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นมากที่สุด มาตรฐานความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช กำหนดว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ควรอยู่ในช่วง 50.0-100.0 % ซึ่งดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรที่ได้จากการทดลองไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

#### 4.1.5 อินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Matter)

อินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งสำรองของธาตุอาหารพืช เช่น ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, กำมะถัน และธาตุอาหารอื่นๆ เช่น เหล็ก, แมงกานีส, ทองแดง และสังกะสี ธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกเมื่ออินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลายด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ในการทดลองวัดอินทรีย์วัตถุของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ให้ผลดังนี้

อินทรีย์วัตถุในดิน (%)

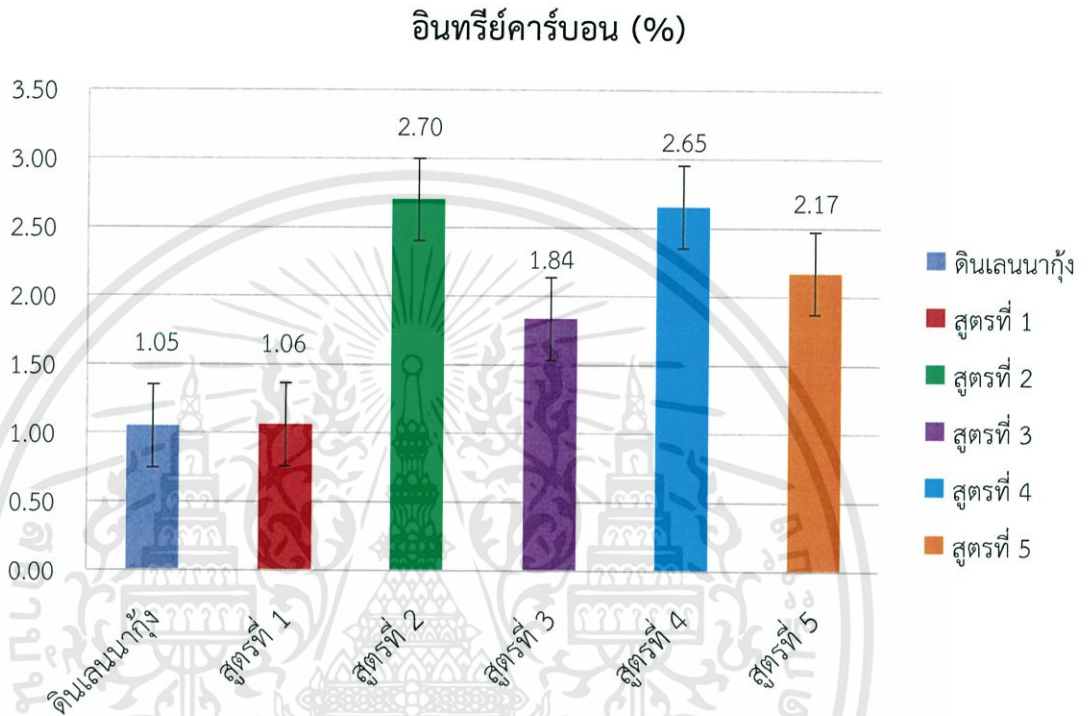


รูปที่ 4.5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแต่ละสูตร

จากการทดลองศึกษา ดินเลนนาุ้งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง โดยอยู่ในช่วง 1.5-2.5 % หลังจากการหมัก ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใส่ฟางข้าวและกากกาแฟเป็นการอินทรีย์วัตถุในดิน โดยอยู่ในช่วง 2.5-4.5 % เมื่อเอาดินแต่ละสูตรมาทำการเปรียบเทียบกัน พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ ๓-5, ภาคผนวก ง) และดินสูตรที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากที่สุดคือ ดินสูตรที่ 2 มาตรฐานความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช กำหนดว่าดินที่จะให้ผลดีกับพืชควรมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน อยู่ในช่วง 2.5-4.5 % ซึ่งจะเห็นได้ว่าดินทั้ง 5 สูตรที่ได้จากการทดลองเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

#### 4.1.6 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon)

อินทรีย์คาร์บอนมีต้นกำเนิดมาจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นการย่อยสลายของพืชและสัตว์ด้วยจุลินทรีย์ อินทรีย์คาร์บอนจะส่งผลต่อโครงสร้างของดิน โดยเริ่มจากมวลชีวภาพถูกเปลี่ยนแปลงในกระบวนการย่อยสลายพร้อมทั้งมีจุลินทรีย์ในดินมาย่อยสลายมวลชีวภาพ (สถาพร, 2550) ให้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.6

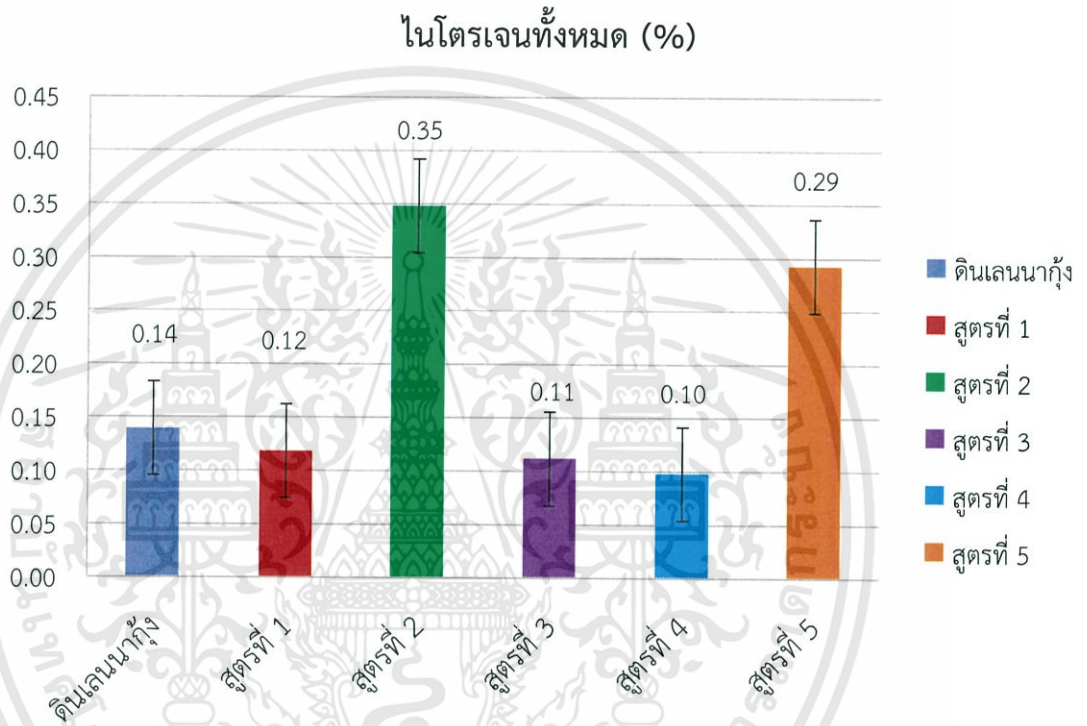


รูปที่ 4.6 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินแต่ละสูตร

จากการทดลองศึกษา ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินทั้ง 5 สูตรเพิ่มขึ้นจากดินเค็มจากดินเลนนาุ้ง เนื่องจากการใช้ฟางข้าวและกากกาแฟเป็นการเติมแหล่งอินทรีย์วัตถุให้ดินที่ทำการปรับปรุง เมื่อเอามาเปรียบเทียบกับของแต่ละสูตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ ง-6, ภาคผนวก ง) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 ส่วนสูตรที่ 3 และ 5 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่แตกต่างกับสูตรที่ 1, 2 และ 4 เช่นเดียวกับสูตรที่ 2 และ 4 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่แตกต่างกับสูตรที่ 1, 3 และ 5 และดินสูตรที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการหาปริมาณอินทรีย์วัตถุ

#### 4.1.7 ไนโตรเจน (Total Nitrogen)

ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญและมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก ธาตุไนโตรเจนจัดเป็นธาตุปุ๋ยธาตุหนึ่งที่ต้องใส่ลงไปในดินในรูปปุ๋ยชนิดต่างๆ นอกจากนี้ พืชจะได้รับธาตุไนโตรเจนจากแหล่งอื่นๆ เช่น จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ, จากการแปรสภาพของสารประกอบอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในดิน และจากการตรึงไนโตรเจนจากอากาศของจุลินทรีย์บางชนิด (มุกดา, 2544) ในการทดลองหาปริมาณไนโตรเจนของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ให้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.7

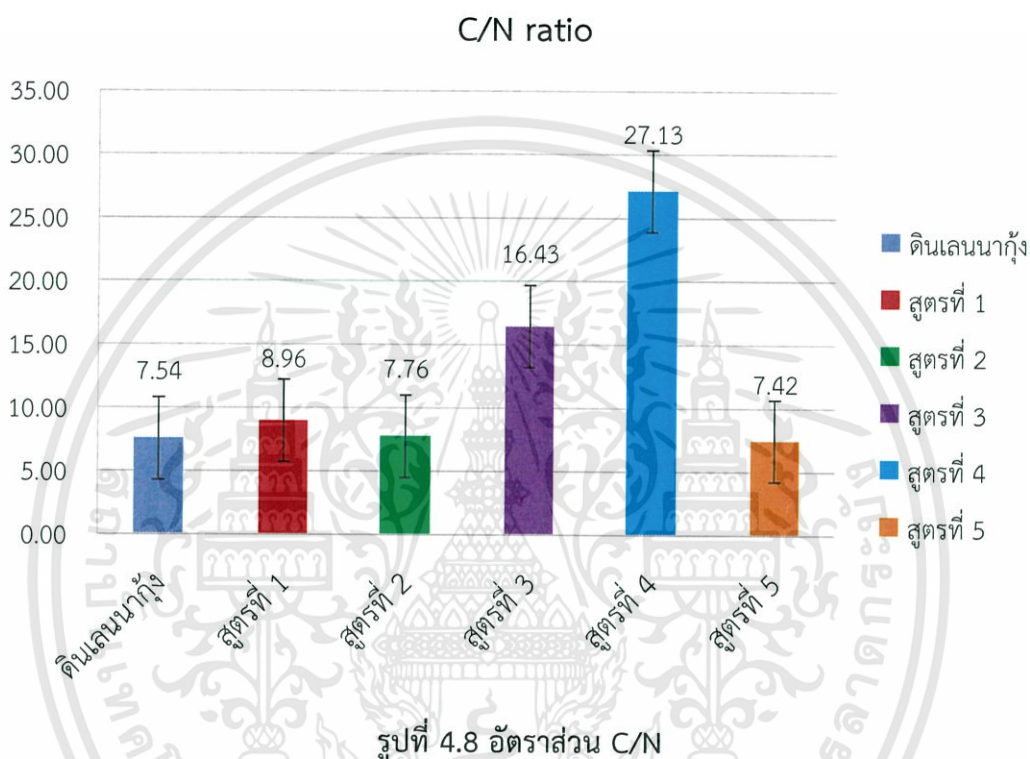


รูปที่ 4.7 ปริมาณไนโตรเจนในดินแต่ละสูตร

จากการทดลองศึกษา ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดดินเลนนาุ้งมีปริมาณไนโตรเจนในดินต่ำ อยู่ในช่วง 0.1-0.2 % ภายหลังจากหมัก ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินทั้ง 5 สูตร มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินปานกลาง อยู่ในช่วง 0.2-0.5 % ได้แก่ ดินสูตรที่ 2 และ 5 เนื่องจากมีการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเร็ว ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนมาก เมื่อเอามาเปรียบเทียบกับกันของดินทั้ง 5 สูตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ ง-7, ภาคผนวก ง) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกสูตร และดินสูตรที่ 2 มีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมาก การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินกำหนดให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินบนที่ใช้เพาะปลูกทั่วไปควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.5 % (มุกดา, 2544) จะเห็นได้ว่าดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ที่ได้จากการทดลองเป็นไปตามการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินที่กำหนด

#### 4.1.8 อัตราส่วน C/N

สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญในประเด็นที่ว่า เมื่อไนโตรเจนมีปริมาณต่ำซึ่งทำให้ค่า C/N ratio มีระดับสูง จุลินทรีย์จะแก่งแย่งไนโตรเจนกัน และไนโตรเจนกลายเป็นปัจจัยจำกัดอัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ดังนั้น ค่า C/N ratio จึงเป็นดัชนีชี้บ่งอัตราเร็วของการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ และอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (สุนทร, 2554) ให้ผลดังรูปที่ 4.8



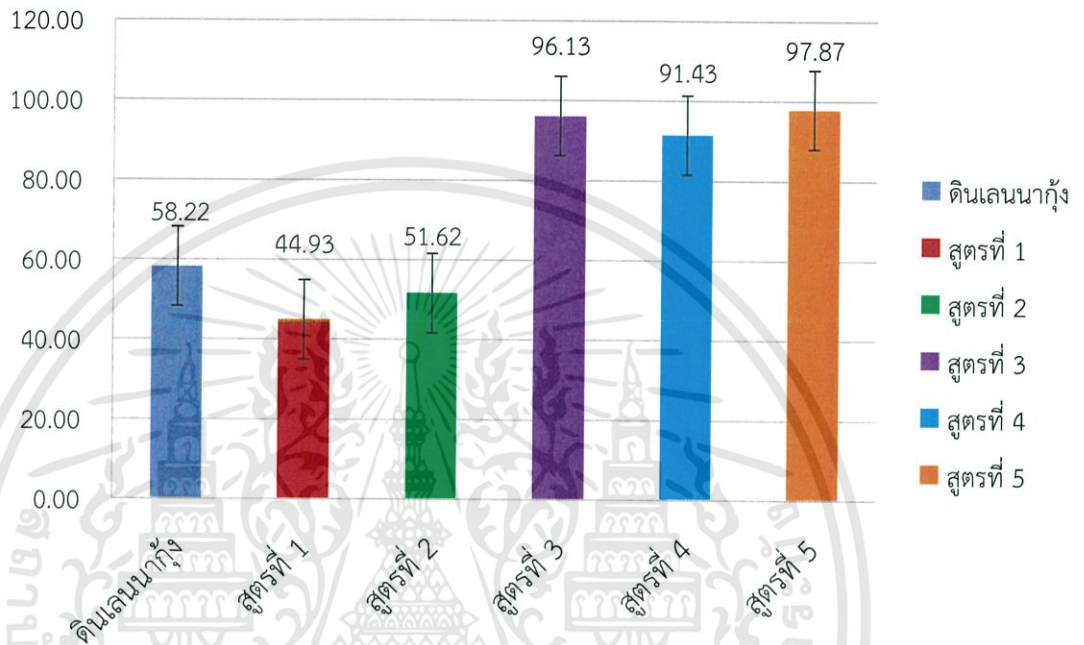
จากการทดลองศึกษา อัตราส่วน C/N ในดินเลนนาุ้ง พบว่า ดินเลนนาุ้งมีอัตราส่วน C/N ต่ำ มีค่าคือ 7.5377 ภายหลังจากหมักอัตราส่วน C/N ในดินทั้ง 5 สูตรเพิ่มขึ้นและลดลง เนื่องจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินแต่ละสูตรให้ อินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนที่ไม่เท่ากัน เมื่อเอามาเปรียบเทียบกันของแต่ละสูตร พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ ง-10, ภาคผนวก ง) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1, 2 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 3 และ 4 ขณะที่สูตรที่ 3 นั้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 4 และ 5 เช่นเดียวกับสูตรที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 5 และดินสูตรที่ 5 มีอัตราส่วน C/N น้อยที่สุด เนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ไม่แตกต่างกันมากที่สุดเทียบจากในแต่ละสูตรของดิน การประเมินค่า C/N ratio ที่ถือว่าเพียงพอที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตและมีกิจกรรมได้ดีโดยไม่ต้องแย่งไนโตรเจนจากดินไปคือ น้อยกว่า 20 (มุกดา, 2544) ซึ่งดินทั้ง 5 สูตรเป็นไปตามการประเมิน แต่ดินสูตรที่ 3 มีอัตราส่วน C/N มากกว่า 20 เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนน้อยมากเมื่อเทียบปริมาณคาร์บอนต่อปริมาณไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.9 ปริมาณโพแทสเซียม (Exchangeable Potassium)

ธาตุโพแทสเซียมเป็นธาตุในกลุ่ม Mineral Element ที่พืชดูดใช้มากที่สุดรองจากธาตุไนโตรเจน ในดินทั่วไปจะมีโพแทสเซียมมากกว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (อรรวรรณ, 2551) ในการหาโพแทสเซียมที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ให้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.9

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (mg/kg soil)

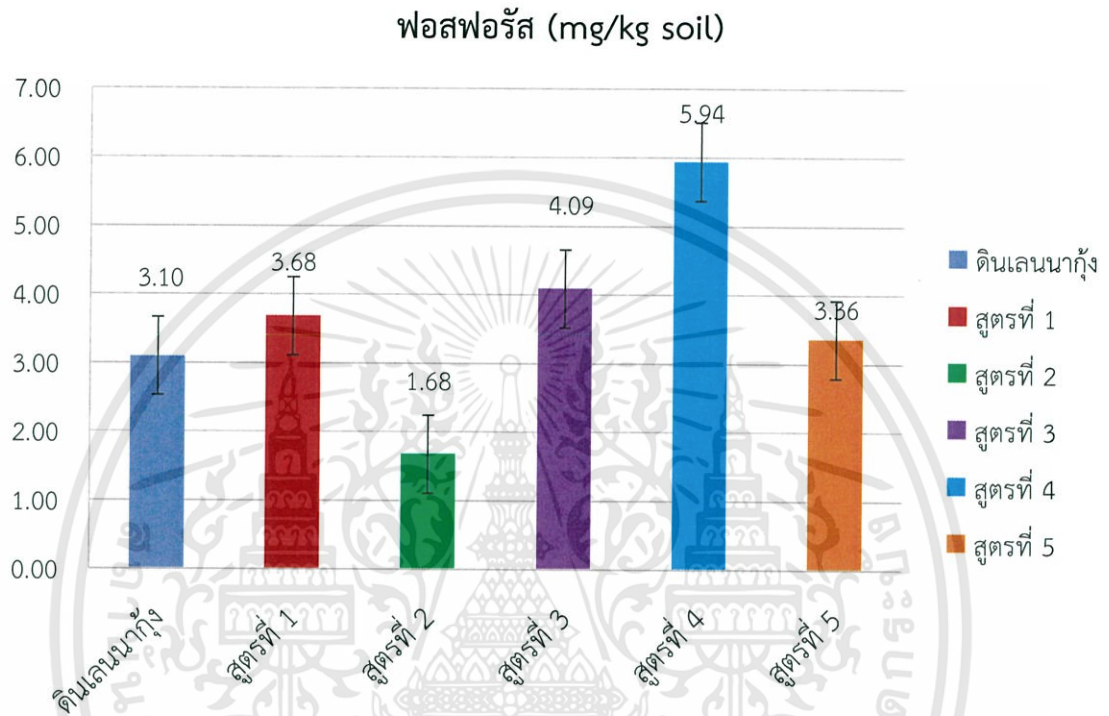


รูปที่ 4.9 ปริมาณโพแทสเซียมในดินแต่ละสูตร

จากการทดลองศึกษา ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินเลนนาุ้ง พบว่า มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ อยู่ในช่วง 30.0-60.0 mg/kg soil ภายหลังจากหมัก ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินทั้ง 5 สูตร เพิ่มขึ้นสูง อยู่ในช่วง 90.0-120.0 mg/kg soil ได้แก่ ดินสูตรที่ 3, 4 และ 5 เนื่องจากแคลเซียมจากปูนโดโลไมต์ที่ใส่เข้าไปนั้นไปแทนที่โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ผิวของคอลลอยด์ดิน ทำให้โพแทสเซียมออกมาอยู่ในสารละลายดินมากขึ้น เมื่อเอามาเปรียบเทียบกับของแต่ละสูตร พบว่า แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ ง-9, ภาคผนวก ง) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 3, 4 และ 5 เช่นเดียวกับสูตรที่ 3, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2 และ 4 และสูตรที่ 5 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด เนื่องจาก มีอัตราการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุที่รวดเร็ว การประเมินโพแทสเซียมในรูปที่เป็นประโยชน์ กำหนดปริมาณโพแทสเซียมควรอยู่ในช่วง 90.0-120.0 mg/kg soil โดยดินสูตรที่ 3, 4 และ 5 เป็นไปตามการประเมิน

#### 4.1.10 ปริมาณฟอสฟอรัส (Total Phosphorus)

ธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ในดินมีธาตุฟอสฟอรัสไม่เพียงพอ กับความต้องการของพืช ธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นธาตุหนึ่ง โดยทำหน้าที่ ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของพืช (มุกดา, 2544) ในการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินเลนนาุ้งและดิน ทั้ง 5 สูตรให้ผลดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ปริมาณฟอสฟอรัสในดินแต่ละสูตร

จากการทดลองศึกษา ปริมาณฟอสฟอรัสในดินเลนนาุ้ง พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสขาดแคลน โดยอยู่ในช่วงน้อยกว่า 15 mg/kg soil ภายหลังจากหมักดินทั้ง 5 สูตร ปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น เนื่องจากเนื้อดินเป็นเนื้อละเอียดจากการใส่กากกาแฟและฟางข้าว ทำให้สามารถตรึงไอออนฟอสเฟตได้มากกว่าดินเนื้อหยาบที่มีอนุภาคดินเหนียวน้อยกว่า (มุกดา, 2544) เมื่อเอามาเปรียบเทียบกับกันของแต่ละสูตร พบว่า แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูรายละเอียดจากตารางที่ ง-8, ภาคผนวก ง) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 3, 4 และ 5 ในขณะที่สูตรที่ 1, 3 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 2 และ 4 และในสูตรที่ 4 นั้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 5 และดินสูตรที่ 4 มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด เนื่องจาก มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมาก ทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสมาก และ pH ที่เป็นกรดอ่อนทำให้เกิดการตรึงฟอสฟอรัสได้ง่าย




















## 4.2 ผลการทดลองในการนำดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไปปลูกผักบุงจิ้นและคะน้ำใบ

หลังจากทำการหมักดินทั้ง 5 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (ดินเลนนาุ้ง + ปูนโดโลไมต์) สูตรที่ 2 (ดินเลนนาุ้ง + กากกาแฟ + ปูนโดโลไมต์) สูตรที่ 3 (ดินเลนนาุ้ง + ฟางข้าว + ปูนโดโลไมต์) สูตรที่ 4 (ดินเลนนาุ้ง + กากกาแฟ + ฟางข้าว + ปูนโดโลไมต์) และสูตรที่ 5 (ดินเลนนาุ้ง + กากกาแฟ + ฟางข้าว + ปุ๋ยยูเรีย + ปูนโดโลไมต์) เป็นระยะเวลา 30 วันแล้วนำมาปลูกผักบุงจิ้นและคะน้ำใบ ได้ผลดังนี้

### 4.2.1 ผักบุงจิ้น




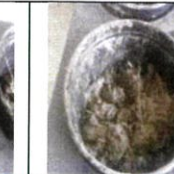
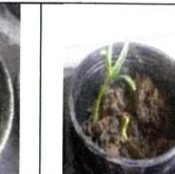





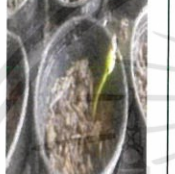

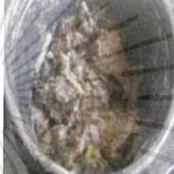
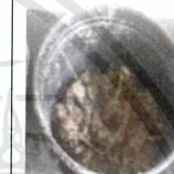
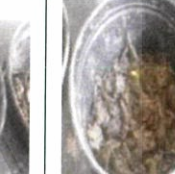















ในการปลูกผักบุงจิ้นใช้เมล็ดในการปลูก เป็นระยะเวลา 32 วัน โดยการเพาะจำนวน 5 เมล็ด ต่อ 1 กระถาง จำนวน 5 กระถาง ต่อ 1 สูตร ทำการวัดความสูงของผักบุงจิ้นด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper) และหาเปอร์เซ็นต์การงอก ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเจริญเติบโตของผักบุงจิ้น

4 วัน					
32 วัน					
รายละเอียด	สูตรที่ 1 (ดินเค็มจากดินเลนนาุ้ง + ปูนโดโลไมต์ + สารเร่ง พด.1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็น 24%				
4 วัน					
32 วัน					
รายละเอียด	สูตรที่ 2 (ดินเค็มจากดินเลนนาุ้ง + กากกาแฟ + ปูนโดโลไมต์ + สารเร่ง พด.1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็น 8 %				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) การเจริญเติบโตของผักบุงจีน

4 วัน					
32 วัน					
รายละเอียด	สูตรที่ 3 (ดินเค็มจากดินเลนนากุ้ง + ฟางข้าว + ปูนโดโลไมต์ + สารเร่ง พด.1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็น 8 %				
4 วัน					
32 วัน					
รายละเอียด	สูตรที่ 4 (ดินเค็มจากดินเลนนากุ้ง + กากกาแฟ + ฟางข้าว + ปูนโดโลไมต์ + สารเร่ง พด.1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็น 16 %				
4 วัน					
32 วัน					
รายละเอียด	สูตรที่ 5 (ดินเค็มจากดินเลนนากุ้ง + กากกาแฟ + ฟางข้าว + ปุ๋ยยูเรีย + ปูนโดโลไมต์ + สารเร่ง พด.1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็น 24 %				

ในวันสุดท้ายของการวัดความสูงของผักบุงจีนวัดได้ดังนี้ สูตรที่ 1 เท่ากับ 91.90 mm สูตรที่ 2 เท่ากับ 144.00 mm สูตรที่ 3 เท่ากับ 254.00 mm สูตรที่ 4 เท่ากับ 206.12 mm และสูตรที่ 5 เท่ากับ 130.00 mm ในการเจริญเติบโตของผักบุงจีนวัดความสูงของต้นผักบุงจีน เปรียบเทียบความสูง เรียงตามลำดับความสูงที่สุดไปเดี่ยที่สุด ได้ดังนี้ สูตรที่ 3 > สูตรที่ 4 > สูตรที่ 2 > สูตรที่ 5 >

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





สูตรที่ 1 การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนในดินสูตรที่ 3 มีความสูงมากที่สุดเมื่อเทียบกับดินสูตรอื่นๆ เมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Turkey HSD ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า สูตรที่ 1, 2 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 4 และ 3 ในขณะที่สูตรที่ 4 และ 3 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2 และ 5 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ ง-11, ภาคผนวก ง) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสูตรที่ 3 มีความสูงของผักบุ้งสูงที่สุด เนื่องจากมี pH เป็นกลางมากที่สุด, ค่าการนำไฟฟ้าเป็นดินเค็มปานกลาง, มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นมากที่สุด, ปริมาณธาตุอาหารหลักอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

ลักษณะของต้นผักบุ้ง เจริญเติบโตช้า ความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยว อยู่ในช่วง 30-35 cm แต่ดินสูตรที่มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด สูง 254.00 mm







#### 4.2.2 ค่น้ำใบ

ในการปลูกค่น้ำใบใช้ต้นอ่อนในการปลูก โดยใช้ต้นอ่อนที่มีขนาดเท่ากันมาปลูก เป็นระยะเวลา 39 วัน โดยการเพาะจำนวน 2 ต้น ต่อ 1 กระถาง จำนวน 5 กระถาง ต่อ 1 สูตร ทำการวัดความสูงของค่น้ำใบด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Caliper) โดยทำการวัดความสูงของต้น และขนาดของใบค่น้ำใบ จำนวนใบ และเปอร์เซ็นต์การงอก ให้ผลดังตารางที่ 4.2

#### ตารางที่ 4.2 การเจริญเติบโตของค่น้ำใบ

เริ่มปลูก	39 วัน	รายละเอียด
		สูตรที่ 1 (ดินเค็มจากดินเลนนาุ้ง + ปูนโดโลไมต์ + สารเร่ง พด.1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็น 40 %
		สูตรที่ 2 (ดินเค็มจากดินเลนนาุ้ง + กากกาแฟ + ปูนโดโลไมต์ + สารเร่ง พด.1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็น 80 %

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) การเจริญเติบโตของคะน้าใบ

เริ่มปลูก	39 วัน	รายละเอียด
		สูตรที่ 3 (ดินเค็มจากดินเลนนาุ้ง + ฟางข้าว + ปุ๋นโดโลไมต์ + สารเร่ง พด.1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็น 100 %
		สูตรที่ 4 (ดินเค็มจากดินเลนนาุ้ง + กากกาแฟ + ฟางข้าว + ปุ๋นโดโลไมต์ + สารเร่ง พด.1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็น 90 %
		สูตรที่ 5 (ดินเค็มจากดินเลนนาุ้ง + กากกาแฟ + ฟางข้าว + ปุ๋นยูเรีย + ปุ๋นโดโลไมต์ + สารเร่ง พด.1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเป็น 80 %

จากการทดลอง เมื่อทำการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของของต้นคะน้าใบ ในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ พบว่า ความสูงเฉลี่ยของคะน้าใบในดินทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูรายละเอียด จากตารางที่ 5-12, ภาคผนวก ง) และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Turkey HSD พบว่า สูตรที่ 1, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน สูตรที่ 3, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน และสูตรที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกัน แต่สูตรที่ 1 แตกต่างจากดินสูตรที่ 2 และ 3 ดินสูตรที่ 2 แตกต่างจากดินสูตรที่ 1, 4 และ 5 และดินสูตรที่ 2 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินมากที่สุด และมีจำนวนใบมากที่สุด

ลักษณะของคะน้าใบ เจริญเติบโตช้า ลำต้นเล็ก ต้นสูงน้อยกว่าความสูงที่กำหนดเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว คือ 20-25 cm. มีจำนวนใบ ระยะเวลา 39 วัน ประมาณ 8-10 ใบ ใบมีขนาดเล็ก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินเลนนาุ้ง โดยเปรียบเทียบระหว่างดินเลนนาุ้ง และดินเลนนาุ้งที่หมักกับวัสดุปรับปรุงแล้วแต่ละสูตร โดยใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะเห็นได้จากพารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจวัด ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินก่อนทำการหมักดินมีสถานะเป็นกรดจัดที่ pH 5.03 ภายหลังจากการใส่วัสดุปุ๋ยทำให้ทั้ง 5 สูตรมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง pH 6.1-7.5 ซึ่งมีความเหมาะสมในการปลูก การนำไฟฟ้าของดิน ก่อนทำการปรับปรุงดินมีค่าเป็นเค็มมาก และหลังการปรับปรุงดินมีค่าลดลงเป็นความเค็มปานกลาง แต่ยังคงมีค่าสูงเกินการเจริญเติบโตของพืช ค่าความเค็มในดินก่อนทำการปรับปรุงดินมีค่าสูงเนื่องจากเป็นดินเค็ม และหลังจากทำการปรับปรุงดินทุกสูตรมีค่าลดลง ในสูตรที่ 2 มีความเค็มน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้าน้อยที่สุดด้วย ความชื้นของดิน ก่อนทำการปรับปรุงดินมีความชื้นในดิน 4.047 % ภายหลังจากปรับปรุงดินเปอร์เซ็นต์ความชื้นเพิ่มขึ้น สูงสุดในสูตรที่ 3 มีค่าเพียง 38.3359 % ซึ่งยังคงน้อยกว่าค่าที่มาตรฐานกำหนด ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ก่อนทำการปรับปรุงดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 1.7241 % หลังจากการใส่ฟางข้าวและกากกาแฟเป็นอินทรีย์วัตถุ และใส่สารเร่งการย่อยสลาย พด.1 เพื่อเร่งการสลาย ในดินหมักสูตรที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากที่สุดคือ 4.6576 % ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ทำการปรับปรุงดินมีค่าเพิ่มขึ้นจากดินเลนนาุ้ง และดินสูตรที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดคือ 2.7016 % ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ก่อนทำการปรับปรุงดินมีปริมาณไนโตรเจนต่ำ ภายหลังจากหมักดิน ดินสูตรที่ 2 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากที่สุดคือ 0.3482 % เกณฑ์ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้เพาะปลูกควรมีปริมาณไนโตรเจน 0.06-0.5 % โดยดินทั้ง 5 สูตรอยู่ในช่วง อัตราส่วนปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจน ก่อนทำการปรับปรุงดินมีค่า C/N ratio 7.53 ภายหลังจากการปรับปรุงดินมีสูตรที่ 5 ที่มีอัตราส่วน C/N ที่น้อยที่สุด และมีการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเร็วที่สุด ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ก่อนทำการปรับปรุงดินประเมินว่ามีปริมาณต่ำ ภายหลังจากการปรับปรุงดิน สูตรที่ 3, 4 และ 5 มีค่ามากขึ้นและอยู่ในช่วงมาตรฐาน ปริมาณฟอสฟอรัส ก่อนการปรับปรุงดินมีปริมาณฟอสฟอรัสขาดแคลน มีฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง น้อยกว่า 15 mg/kg ภายหลังจากการปรับปรุงดินปริมาณฟอสฟอรัสทั้ง 5 สูตรยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช อาจมาจากจุลินทรีย์แย่งกันใช้ เพราะธาตุอาหารมีจำกัด

ลักษณะของต้นผักบุ้ง เจริญเติบโตช้า ความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยว อยู่ในช่วง 30-35 cm แต่ความสูงของผักบุ้งเงินในวันสุดท้ายของการวัด ดินสูตรที่ 3 ซึ่งเป็นความสูงเฉลี่ยมากที่สุด สูง 254.00 mm และลักษณะของต้นคะน้าใบ เจริญเติบโตช้า ลำต้นเล็ก ต้นสูงน้อยกว่าความสูงที่กำหนดเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว คือ 20-25 cm. มีจำนวนใบประมาณ 8-10 ใบ ซึ่งใบมีขนาดเล็ก ความสูงของใบคะน้าใบในวันสุดท้ายของการวัด สูตรที่ 4 มีความสูงเป็นรองของสูตรที่ 2 แต่มีขนาดใบใหญ่ที่สุด

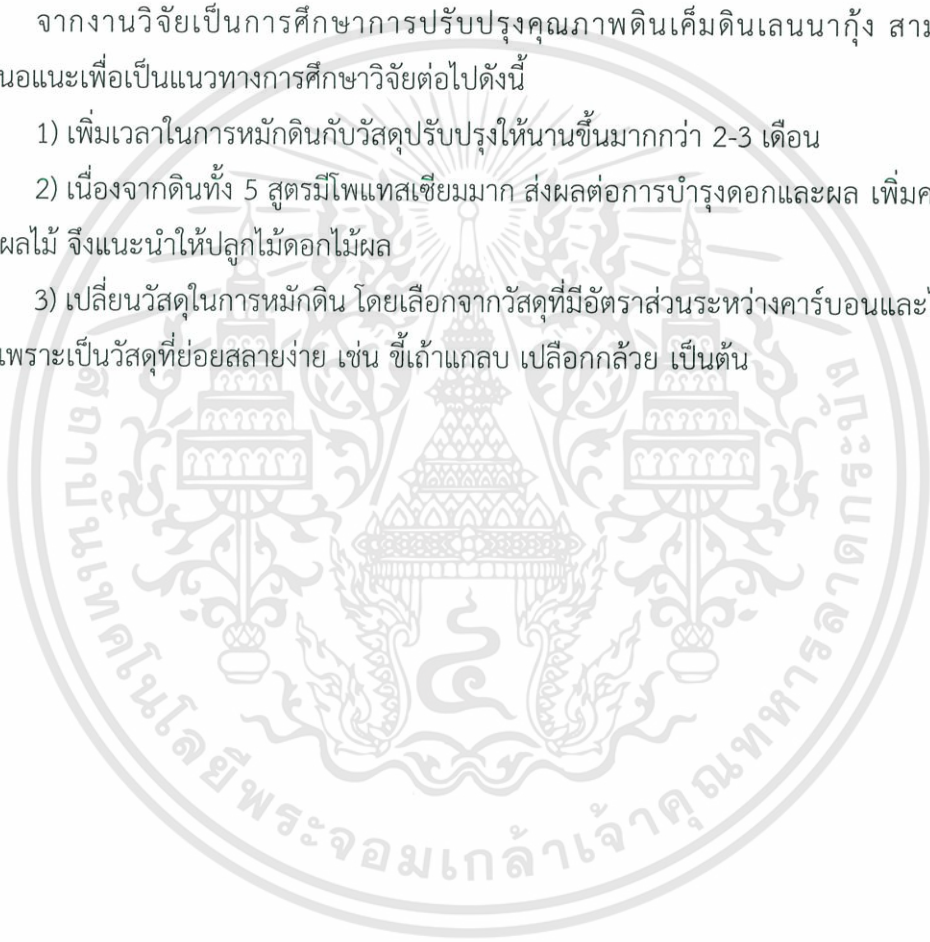
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาในครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า ผักบุงจิ้นและคะน้ำใบไม้เติบโตในดินเลนนาุ้ง แต่เติบโตได้ในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร โดยดินสูตรที่ 3 ซึ่งเป็นส่วนผสมของดินเลนนาุ้ง ฟางข้าว และปุ๋นโดโลไมต์ มีความเหมาะสมในการปลูกผักบุงจิ้นมากที่สุด เพราะความชื้นสูงมีการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ และสูตรที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนผสมของดินเลนนาุ้ง ฟางข้าว กากกาแพ และปุ๋นโดโลไมต์ มีความเหมาะสมในการปลูกคะน้ำใบไม้มากที่สุด เพราะมีปริมาณโพแทสเซียมมากทำให้ได้ใบมีสีเขียวเข้ม

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยเป็นการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินเค็มดินเลนนาุ้ง สามารถสรุปข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางการศึกษาวิจัยต่อไปดังนี้

- 1) เพิ่มเวลาในการหมักดินกับวัสดุปรับปรุงให้นานขึ้นมากกว่า 2-3 เดือน
- 2) เนื่องจากดินทั้ง 5 สูตรมีโพแทสเซียมมาก ส่งผลต่อการบำรุงดอกและผล เพิ่มความหวานให้แก่ผลไม้ จึงแนะนำให้ปลูกไม้ดอกไม้ผล
- 3) เปลี่ยนวัสดุในการหมักดิน โดยเลือกจากวัสดุที่มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนน้อย เพราะเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย เช่น ขี้เถ้าแกลบ เปลือกกล้วย เป็นต้น



## เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. (2546). สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ พด.1 พด.2 พด.3 สำหรับเพิ่มความอุดม

สมบูรณ์ของดินและผลผลิตการเกษตร. [Online].Available : <http://e-library.ldd.go.th/library/Ebook/bib32.pdf>

เรียกใช้เมื่อ 5 พฤษภาคม 2559

กรมพัฒนาที่ดิน. (2547). คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, หน้า 45-125.

กรมพัฒนาที่ดิน. (2550). การใช้สารปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่เกษตรกรรม. [Online].Available :

[http://www.ldd.go.th/WEB\\_ofi/document/LDDSNTDoc/070013-2550.pdf](http://www.ldd.go.th/WEB_ofi/document/LDDSNTDoc/070013-2550.pdf)

เรียกใช้เมื่อ 5 พฤษภาคม 2559

จิรวัดน์ ภูเสริมภูมิ. (2552). ผักกินใบ. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ธนรัชการพิมพ์ จำกัด, หน้า 24-33 ; 78-87.

ฉัตรศิริ ปิยะวิมลสิทธิ์. (พฤศจิกายน 2548). การใช้ SPSS เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล.

[Online].Available : <http://www.watpon.com/spss/>

เรียกใช้เมื่อ 5 พฤษภาคม 2559

ชนรรค์ แจ่มจำรัส. (2555). ปุ๋ยยูเรีย.

[Online].Available : <http://www.thaifertilizer.com/urea-fertilizer>

เรียกใช้เมื่อ 24 พฤษภาคม 2559

ไชยา อัยสูงเนิน. (2531). กุ้งทะเล (เล่มที่ 1). กรุงเทพมหานคร: โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, หน้า 5-6.

บ้านสวนพอเพียง. (2553). กากกาแฟของดีมีประโยชน์. [Online].Available :

<http://www.bansuanporpeang.com/node/4516>

เรียกใช้เมื่อ 6 มีนาคม 2559

ประพจน์ ดำรงสุทธิพงศ์. (ม.ป.ป.). วิธีการเปรียบเทียบเชิงซ้อนในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS.

[Online].Available :

[http://www.neutron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1314](http://www.neutron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=1314)

เรียกใช้เมื่อ 5 พฤษภาคม 2559

ปวีณา บุญยรัตผลิน และคณะ. (2544). การปรับปรุงคุณภาพตะกอนเลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพื่อประโยชน์ในการปลูกโดยใช้ต้นดาวเรืองเป็นกรณีศึกษา. โครงการพิเศษ สาขาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พรรณี รุ่งแสงจันทร์ และคณะ. (2549). การศึกษาอิทธิพลของความเค็มของดินต่อการเจริญเติบโต และผลของพืชทนเค็มบางชนิด. [Online].Available :  
[http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Research/Full\\_Research\\_pdf/Full\\_Research\\_gr03/R2403F005.pdf](http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Research/Full_Research_pdf/Full_Research_gr03/R2403F005.pdf)  
 เรียกใช้เมื่อ 9 เมษายน 2559
- พัชรี ธีรจินดาขจร. (2550). pH ของดินกับความต้องการปุ๋ยของดินกรด. [Online].Available :  
[http://www.eto.ku.ac.th/magazine/y52vol\\_3/p73\\_84.pdf](http://www.eto.ku.ac.th/magazine/y52vol_3/p73_84.pdf)  
 เรียกใช้เมื่อ 8 พฤษภาคม 2559
- มนตรี บุญจรัส. (2555). ปุ๋ยโดโลไมต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง. [Online].Available :  
<http://www.thaigreenagro.com/aticle.aspx?id=11332>  
 เรียกใช้เมื่อ 18 มีนาคม 2559
- มุกดา สุขสวัสดิ์. (2549). ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพมหานคร: โอ เอส พรีนติ้ง เฮ้าส์, หน้า 52 ; 118-119 ; 186 ; 310-311.
- ยงยุทธ โอสภสกา และคณะ. (2551). ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 55-72.
- รังสรรค์ อิมเอิบ และคณะ. (2549). การปรับปรุงดินเค็มชายทะเลโดยการใช้ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. [Online].Available :  
[http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Research/Full\\_Research\\_pdf/Full\\_Research\\_gr03/R2403F002.pdf](http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Research/Full_Research_pdf/Full_Research_gr03/R2403F002.pdf)  
 เรียกใช้เมื่อ 9 พฤษภาคม 2559
- วรรณลดา สุนันท์พงศ์ศักดิ์ และคณะ. (2549). อิทธิพลของปุ๋ยคอก แกลบ และแบ่งใส่ปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของข้าวในดินเค็ม. [Online].Available :  
[http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Research/Full\\_Research\\_pdf/Full\\_Research\\_gr03/R2403F011.pdf](http://www.ddd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Research/Full_Research_pdf/Full_Research_gr03/R2403F011.pdf)  
 เรียกใช้เมื่อ 9 เมษายน 2559
- สถาพร ใจอารีย์. (2550). ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีต่ออินทรีย์คาร์บอนในดินในประเทศไทย. [Online].Available :  
[http://www.ddd.go.th/web\\_psd/Employee%20Assessment/wean/pch/pch15/2.pdf](http://www.ddd.go.th/web_psd/Employee%20Assessment/wean/pch/pch15/2.pdf)  
 เรียกใช้เมื่อ 11 พฤษภาคม 2559
- สุนทรีย์ ชัยชวัลย์. (2553). มาทำความเข้าใจให้ถูกกับคำว่า "ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) ของสารละลาย". [Online].Available :  
<http://www.cab.ku.ac.th/suntaree/pdf/pr/53ECEexplain.pdf>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกใช้เมื่อ 18 พฤษภาคม 2559

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. (2554). ใช้อินทรีย์วัตถุให้ถูกประเภท. [Online].Available :

<http://www.cab.ku.ac.th/suntaree/pdf/54OrganiMatterExplain.pdf>

เรียกใช้เมื่อ 18 พฤษภาคม 2559

เสรี จาตุรงค์กุล และคณะ. (2549). การศึกษาการใช้อินทรีย์วัตถุ (แกลบ) ปรับปรุงโครงสร้างดิน

เค็มภาคอีสาน. [Online].Available :

[http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Research/Full\\_Research\\_pdf/Full\\_Research\\_gr03/R2303F002.pdf](http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Research/Full_Research_pdf/Full_Research_gr03/R2303F002.pdf)

เรียกใช้เมื่อ 9 พฤษภาคม 2559

อรุณี ยูวะนิยม. (ม.ป.ป.). การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม. [Online].Available :

[http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Technical/pdf/P\\_Technical03001\\_1.pdf](http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Technical/pdf/P_Technical03001_1.pdf)

เรียกใช้เมื่อ 5 มีนาคม 2559

อนนท์ สุขสวัสดิ์. (2547). การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินนา. กรุงเทพมหานคร: โอ เอส

พรินติ้ง เฮาส์, หน้า 4-5 ; 49-51 ; 52-52.

อรรวรรณ ฉัตรสิริรุ่ง. (2551). ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. เชียงใหม่: หน่วยพิมพ์ และผลิต

เอกสาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อินแปง ดวงวงสา. (2553). การจัดการฟางข้าวเพื่ออนุรักษ์ธาตุ N P และ K ในดินนาของประเทศ

ลาว. โครงการพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

G.N. Gupta & Ranjana Arya. (1993). Performance of *Atriplex Lentiformis* on a salty

soil in an arid region of India. [Online].Available :

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196395800395> .

เรียกใช้เมื่อ 10 พฤษภาคม 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### วิธีวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์

#### ก-1 การวิเคราะห์หาอนุภาคดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์

วิธีนี้ใช้กับตะกอนดินที่มีขนาดเล็กกว่า 0.075 มิลลิเมตร ลงไป เช่น ตะกอนทราย ดินเหนียว เป็นต้น การหาขนาดอนุภาคตะกอนดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ อาศัยหลักการตกตะกอนของอนุภาคของสารแขวนลอยที่มีน้ำเป็นตัวกลางของการแขวนลอย อนุภาคเดี่ยวแต่ละขนาดจะต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอในทุกๆ ส่วนของสารแขวนลอย ในขณะที่เริ่มทำการวิเคราะห์ ปล่อยให้อนุภาคเหล่านี้ตกตะกอน ตามแรงโน้มถ่วงของโลก ถ้ากำหนดความลึกและระยะเวลาในการตกตะกอนก็สามารถหาการกระจายของ อนุภาคต่างๆ ในสารแขวนลอยนั้นได้

#### ขั้นตอนวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างตะกอนดินแห้งที่ร่อนผ่านตะแกรง 10 เมช 50 กรัม เติมสารละลายคัลคอน 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาทีเป็นอย่างต่ำ คนให้ทั่วด้วยแท่งแก้ว แล้วถ่ายลงในกระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมน้ำให้ถึงขีด 1,130 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายคัลคอน 5% จำนวน 100 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตรอีกใบ ค่อยๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไป เติมน้ำจนถึงขีด 1,130 มิลลิลิตร
3. กวนสารแขวนลอยประมาณ 20-25 ครั้ง เมื่อถึงเวลา 40 วินาที ให้บันทึกค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์ ที่หย่อนลงไป วัดอุณหภูมิของสารแขวนลอยดิน บันทึกผล
4. กวนสารละลายคัลคอน เมื่อถึงเวลา 20 วินาที หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงในสารละลาย และอ่านค่าสารละลายคัลคอน และเมื่อถึง 40 วินาที บันทึกค่าที่อ่านได้อีกครั้ง และบันทึกอุณหภูมิ
5. ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาให้วัดค่าสารแขวนลอยดิน อุณหภูมิ และวัดค่าสารละลายคัลคอน อุณหภูมิ จดบันทึกไว้
6. หาเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินขนาดต่างๆ โดยใช้สูตร ดังนี้

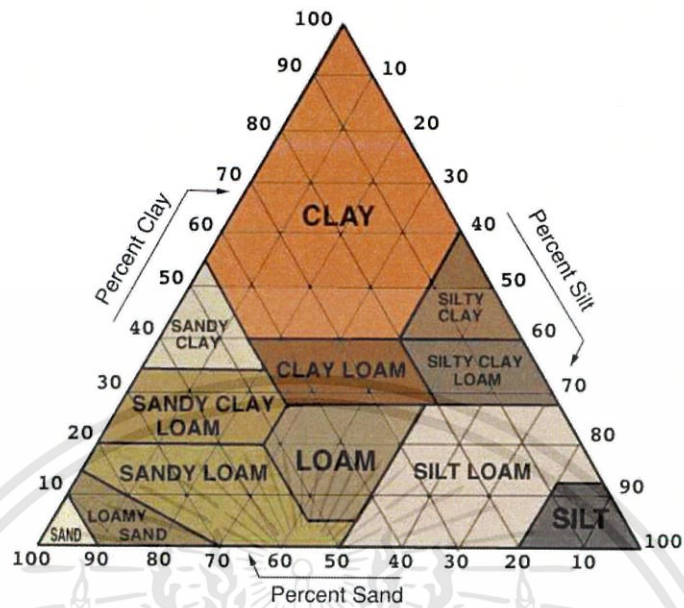
$$\% \text{ (Silt+Clay)} = \frac{RS \text{ ที่ } 40 \text{ วินาที} \times 100}{\text{น้ำหนักดิน}}$$

$$\% \text{ Clay} = \frac{RS \text{ ที่ } 2 \text{ ชั่วโมง} \times 100}{\text{น้ำหนักดิน}}$$

$$\% \text{ Sand} = 100 - \% \text{ ( Silt + Clay )}$$

$$\% \text{ Silt} = \% \text{ (Silt + Clay) } - \% \text{ Clay}$$

จากนั้นใช้โต๊ะแกรมสามเหลี่ยมในการหาอนุภาคของดินจากเปอร์เซ็นต์ดินเหนียว ดินทราย ดินแป้ง



รูปที่ ก-1 สามเหลี่ยมการจำแนกเนื้อสัมผัสดิน ที่มา : Modern Gardens (2558)

ก-2 การหาความชื้นในดิน

1. ชั่งดินประมาณ 5 กรัม นำไปอบที่ 103 – 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง
2. ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
3. ชั่งน้ำหนักดินแห้ง แล้วหาน้ำหนักดินที่หายไป เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}} \times 100$$

ก-3 วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่างในดิน

การวัด pH ในน้ำ อัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1:1 (w/w) ชั่งดิน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์พลาสติก. เติมน้ำกลั่น 20 มล. คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะ ๆ ให้บ่อยครั้งในระยะเวลา 30 นาทีแรก หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จึงวัดพีเอชของดินในส่วนที่เป็นน้ำใสด้วยพีเอชมิเตอร์

ก-4 วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าในดิน

การสกัดในอัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1 : 5 ชั่งดิน 4 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มล. ใส่ น้ำ 20 มล. คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะๆ นาน 30 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้วจึงนำไปอ่านค่าการนำไฟฟ้า โดยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

ก-5 วิเคราะห์ค่าความเค็มในดิน

การสกัดในอัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1 : 5 ซั่งดิน 4 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มล. ใส่น้ำ 20 มล. คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วเป็นระยะๆ นาน 30 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้วจึงนำไปอ่านค่าความเค็ม โดยใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

ก-6 ค่าความต้องการปูนโดยวิธี Woodruff Buffer

1. การทำกราฟมาตรฐานของน้ำยา Woodruff: โทเทรทสารละลาย Woodruff 20 มล. ด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.1 N HCl ครั้งละ 0.5 มล. คนให้เข้ากันแล้ววัดค่า pH ของสารละลาย buffer นี้ทุกครั้งทีเติมกรดลงไป จนกระทั่งใช้กรดไปประมาณ 13 - 15 มล. จึงนำค่า pH กับ ปริมาณกรดที่เติมลงไป ( $\text{meH}^+$ ) มาเขียนกราฟ คำนวน pH ต่อ  $\text{meH}^+$  ของ buffer จากส่วนที่เป็นเส้นตรงของกราฟนี้

2. ซั่งดินที่ต้องการหาปริมาณปูน 10 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำและสารละลาย Woodruff อย่างละ 10 มล. คนให้เข้ากัน 30 นาทีแล้วตั้งทิ้งไว้อีก 30 นาทีจึงวัด pH ค่า pH ที่วัดได้นี้จะต้องไม่ต่ำกว่าจุดที่ต่ำสุดที่เป็นเส้นตรงของกราฟที่ทำไว้ ถ้าต่ำกว่าต้องลดน้ำหนักของดินลง เป็น 10 กรัม นำค่า pH ที่วัดได้คำนวณหาปริมาณความต้องการปูน

การคำนวณ ค่าความต้องการปูนคาร์บอนเนตริสูทธ์(LR)โดยการแทนค่าได้ดังนี้

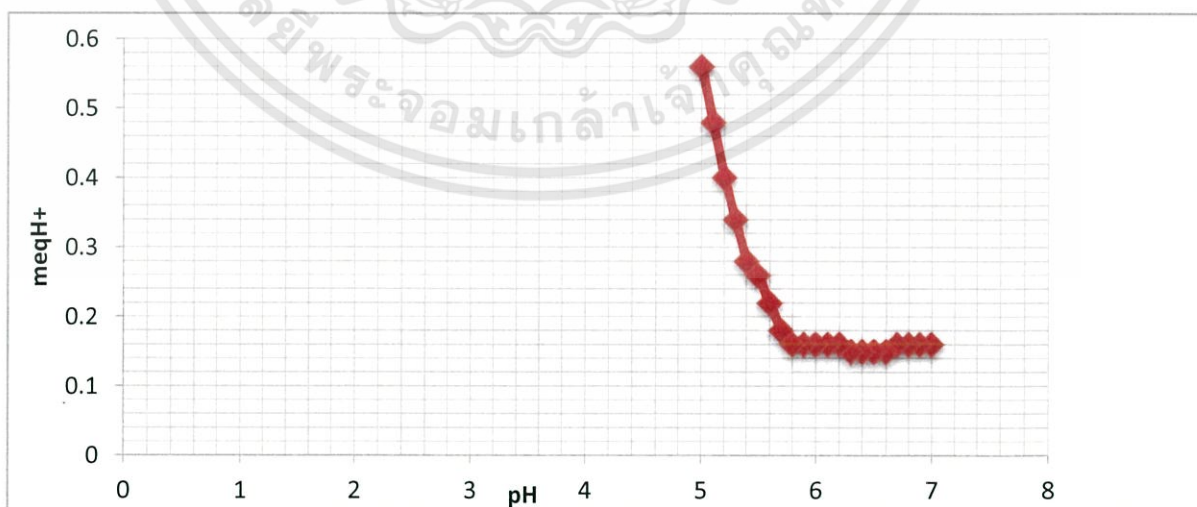
$$LR = BX\Delta pH \times 50 \times A \text{ กรัม CaCO}_3 \text{ ต่อดิน 1 กิโลกรัม}$$

เมื่อ LR คือ ค่าความต้องการปูนแคลเซียมคาร์บอนเนต 1 กิโลกรัม

B คือ = มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน (จำนวนมิลลิลิตรของกรด คูณ Normality ของกรด) จากกราฟ

A คือ น้ำหนักของดิน หน่วยเป็นกรัม

$\Delta pH$  คือ pH ของสารละลายบัฟเฟอร์เริ่มต้น (7.00)–pH ที่วัดได้หลังใส่สารละลายบัฟเฟอร์ในดิน



รูปที่ ก-2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และมิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ก-7 การหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

1. ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ขวดชมพู ขนาด 250 มล.
2. เติม สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ( $K_2Cr_2O_7$ ) 1.0 N 10 มล.
3. เติมกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 20 มล. เขย่าเบาๆ เป็นเวลาประมาณ 1 นาที
4. ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง
5. เติมน้ำกลั่น 50 มล. แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
6. หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทไฟแนนโทรลีน 5 หยด
7. ไทเทรทด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) 0.5 N ที่จุดยุติสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง
8. ทำ Blank โดยเริ่มทำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึง ขั้นตอนี่ 6

การคำนวณ

$$\% \text{ อินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon, O.C.)} = \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 1000 \times W}$$

$$\% \text{ อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter, O.M.)} = \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 58 \times 1000 \times W}$$

$$\text{หรือ } \% \text{ OM} = \% \text{ O.C.} \times 1.724$$

B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไทเทรท Blank (มล.)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไทเทรทตัวอย่าง (มล.)

W = น้ำหนักดินที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ  $K_2Cr_2O_7$  (ในกรณีที่มีความเข้มข้นไม่ใช่ 1.0 N) (หน่วย normality)

### ก-8 วิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

#### 1. การย่อยสลาย (digestion)

1.1 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

1.2 เติม conc  $H_2SO_4$  20 มล. ลงใน Kjeldahl flask หรือ 15 มล. ลงในหลอดแก้ว

1.3 ทำ blank และตัวอย่างอ้างอิง (reference sample) โดยวิธีเดียวกัน

1.4 นำไปย่อยใน Kjeldahl digestion apparatus ใช้อุณหภูมิประมาณ 100 °C–250 °C–400 °C หรือ digestion block ใช้อุณหภูมิประมาณ 400°C จนได้สารละลายใสใช้เวลาประมาณ 2 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 400 มล. หรือถ้าอุปกรณ์ในการย่อยเป็นหลอดแก้วเติมน้ำกลั่น 75 มล. จนได้สารละลายใส

2. การกลั่น (distillation) ใส่สารละลายกรดบอริก 25 มล. ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. หยด Mixed indicator 4-5 หยด ในทำนองเดียวกันเติมสารละลายต่าง (NaOH 40%) ลง

ในหลอดแก้ว ที่มีสารละลายตัวอย่างปริมาตร 50 มล. จากเครื่องทำการกลั่นจนได้ปริมาตร 150 มล. ใช้เวลาประมาณ 7-10 นาที แล้วนำไปไทเทรต

3. การไทเทรต ไทเทรทของเหลวที่กลั่นได้ด้วย HCl มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 M จนกระทั่งสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากเขียวเป็นสีม่วง (purple) คือจุดยุติ (end point) ไทเทรต blank ในทำนองเดียวกัน

การคำนวณ

$$\% N = \frac{(a-b)c \times 1.401}{g}$$

a = มล. ของกรดที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

b = มล. ของกรดที่ใช้ในการไทเทรต blank

c = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ (molar)

g = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

ก-9 วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยปิเปต 0, 2, 4, 6 และ 8 ml จากสารละลาย ฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 มก./ลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มล. เติมน้ำยา Bray II 10 มล. ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน เพื่อเตรียมความเข้มข้นของ P เป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 มก./ลิตร ตามลำดับ

2. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง โดยดูดสารละลายตัวอย่าง 5 มล. ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย (digestion) ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มล. เติมน้ำยา Bray II 10 มล. ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีสมบูรณ์อย่างน้อย 10 นาที

3. ก่อนการวัด อุ่นเครื่องยูวี-สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ไว้ประมาณ 30 นาที ตั้งความยาวคลื่น (wavelength) ของเครื่องที่ 420 นาโนเมตร ทำกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐาน 0, 2, 4, 6 และ 8 มิลลิกรัม/ลิตร ก่อนแล้วจึงวัด blank พร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

4. วัดความเข้มข้นของสีในสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่องยูวี-สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ความเข้มของสีจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่าง (ตัวอย่าง blank และตัวอย่างอ้างอิงก็ทำในทำนองเดียวกัน )

การคำนวณ

ปริมาณฟอสเฟตในดิน = P/X

เมื่อ P = ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในรูปของฟอสเฟตที่อ่านได้จากกราฟ ( $\mu\text{g PO}_4^{3-}$  - P)

X = น้ำหนักแห้งของดินตัวอย่าง (g)

ก-10 วิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียม

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 มก./ลิตร

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 1000 มก./ลิตร 10 มล. ใส่ในขวดปริมาตรและทำให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 100 มก./ลิตร หลังจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นํ้าปิเปตสารละลายนี้ 0, 2, 4, 6, และ 8 มล. ใส่ในขวดปริมาตรและทำให้เป็น 100 มล. ด้วยนํ้ากลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 มก./ลิตร ตามลำดับ

2. ชั่งดิน 2.5 กรัม ใส่ในขวดชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มล.
3. เติม 1 M  $\text{NH}_4\text{OAc}$  pH 7.0 25 มล. เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 30 นาที
4. กรองดิน และเก็บสารละลายที่กรองได้
5. วิเคราะห์ปริมาณ K ด้วยเครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ โดย

เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

การคำนวณ

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน,  $\text{mg kg}^{-1} = 10 K \times \text{df}$

K = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ, ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

df = dilution factor

ก-10 การคำนวณค่า C/N ratio

$$\text{ค่า C/N ratio} = \frac{C}{N}$$

โดยที่ C = อินทรีย์คาร์บอน

N = ไนโตรเจนในดิน

Ratio = สัดส่วน โดยรวมแล้วจึงหมายถึง อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน

## ภาคผนวก ข

## ผลการศึกษาสมบัติและองค์ประกอบของดินเลนนาุ้งและดิน

## หลังการปรับปรุงคุณภาพ

ข-1 ผลการหาขนาดอนุภาคดินเลนนาุ้ง

ตารางที่ ข-1 การหาขนาดอนุภาคดินเลนนาุ้ง

ดิน	HY	Temp	HY	Temp	R's		Rs		%Silt-	%	%	%	Texture
	40 sec		2 hr		40 sec	2 hr	40 sec	2 hr	Clay	Clay	Sand	Silt	
คัล กอน	1.0	29.0	1.0	30.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1+cal	22.0	29.0	12.0	29.7	21.0	10.9	24.2	14.3	60.5	35.8	39.5	24.7	Clay loam
2+cal	21.0	29.0	12.0	29.7	20.0	10.9	23.2	14.3	58.0	35.8	42.0	22.2	Clay loam
3+cal	21.0	29.0	11.0	30.0	20.0	10.0	23.2	13.6	58.0	34.0	42.0	24.1	Clay loam

ข-2 ผลการวัดค่าความเป็นกรดต่างของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ข -2 การวัดค่าความเป็นกรดต่างของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5

สูตร

ดิน	ค่า pH				เฉลี่ย	S.D.
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
ดินเลนนาุ้ง	5.03	5.03	5.04		5.03	0.01
สูตรที่ 1	6.23	6.28	6.31		6.27	0.04
สูตรที่ 2	6.22	6.22	6.22		6.22	0.00
สูตรที่ 3	6.40	6.35	6.31		6.35	0.05
สูตรที่ 4	6.20	6.00	6.09		6.10	0.10
สูตรที่ 5	6.26	6.16	6.29		6.24	0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-3 ผลการวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร  
 ตารางที่ ข-3 การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ดิน	ค่าการนำไฟฟ้า (dS/cm)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	S.D.
ดินเลนนาุ้ง	11.66	11.67	11.66	11.66	0.01
สูตรที่ 1	6.59	7.07	6.77	6.81	0.24
สูตรที่ 2	6.22	6.19	6.10	6.17	0.06
สูตรที่ 3	7.29	7.25	7.50	7.35	0.13
สูตรที่ 4	7.28	7.25	7.34	7.29	0.05
สูตรที่ 5	6.22	6.49	6.63	6.45	0.21

ข-4 ผลการวัดค่าความเค็มของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร  
 ตารางที่ ข-4 การวัดค่าความเค็มของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ดิน	ปริมาณความเค็ม (SAL)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	S.D.
ดินเลนนาุ้ง	6.26	6.26	6.26	6.26	0.00
สูตรที่ 1	3.20	3.70	3.40	3.43	0.25
สูตรที่ 2	3.20	3.20	3.20	3.20	0.00
สูตรที่ 3	3.80	4.00	3.90	3.90	0.10
สูตรที่ 4	3.90	3.80	3.90	3.87	0.06
สูตรที่ 5	3.50	3.50	3.40	3.47	0.06

ข-5 ผลการหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร  
 ตารางที่ ข-5 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ดิน	น้ำหนักดินเปียก (g)	น้ำหนักดินแห้ง (g)	% ความชื้น	เฉลี่ย	S.D.
ดินเลนนาุ้ง	5.0208	4.8255	4.0472	4.64	0.83
	5.0137	4.7648	5.2237		
สูตรที่ 1	5.0023	3.9697	26.0120	26.04	0.04
	5.0047	3.9700	26.0629		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ดิน	น้ำหนักดินเปียก (g)	น้ำหนักดินแห้ง (g)	% ความชื้น	เฉลี่ย	S.D.
สูตรที่ 2	5.0191	3.7820	32.7102	32.98	0.39
	5.0174	3.7652	33.2571		
สูตรที่ 3	5.0310	3.6368	38.3359	38.55	0.30
	5.0250	3.6213	38.7623		
สูตรที่ 4	5.0283	3.9591	27.0061	27.73	1.03
	5.0259	3.9124	28.4607		
สูตรที่ 5	5.0342	4.3481	15.7793	16.15	0.52
	5.0487	4.3329	16.5201		

ข-6 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ข-6 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตัวอย่าง		น้ำหนักดิน (g)	ปริมาตรของแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรต (มล.)	% Organic carbon	% Organic Matter	เฉลี่ย % Organic Carbon	เฉลี่ย % Organic Matter
ดินเลนนาุ้ง	ครั้งที่ 1	1.0126	11.90	1.1383	1.9624	1.0500	1.7241
	ครั้งที่ 2	1.0031	12.40	1.1383	1.7829		
สูตรที่ 1	ครั้งที่ 1	1.0081	8.70	1.1088	1.9115	1.0616	1.8302
	ครั้งที่ 2	1.0074	9.00	1.0144	1.7489		
สูตรที่ 2	ครั้งที่ 1	1.0198	3.90	2.5992	4.4810	2.7016	4.6576
	ครั้งที่ 2	1.0022	3.40	2.8041	4.8343		
สูตรที่ 3	ครั้งที่ 1	1.0071	5.90	1.9977	3.4441	1.8350	3.1636
	ครั้งที่ 2	1.0121	6.90	1.6723	2.8831		
สูตรที่ 4	ครั้งที่ 1	1.0031	3.60	2.7379	4.7202	2.6531	4.5740
	ครั้งที่ 2	1.0072	4.10	2.5683	4.4277		
สูตรที่ 5	ครั้งที่ 1	1.007	4.90	2.3151	3.9912	2.1714	3.7434
	ครั้งที่ 2	1.008	5.80	2.0276	3.4956		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-6 (ต่อ) ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตัวอย่าง	S.D. (Organic Carbon)	S.D. (Organic Matter)
ดินเลนนาุ้ง	0.00	0.13
สูตรที่ 1	0.07	0.11
สูตรที่ 2	0.14	0.25
สูตรที่ 3	0.23	0.40
สูตรที่ 4	0.12	0.21
สูตรที่ 5	0.20	0.35

ข-7 ผลการหาค่า C/N ratio ของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร  
ตารางที่ ข-7 ค่า C/N ratio ของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ดิน	C	N	C/N	เฉลี่ย C/N	S.D.
ดินเลนนาุ้ง	1.14	0.14	8.17	8.17	0.01
	1.14	0.14	8.18		
สูตรที่ 1	1.11	0.12	8.88	8.96	0.12
	1.01	0.11	9.05		
สูตรที่ 2	2.60	0.27	9.76	8.14	2.30
	2.80	0.43	6.52		
สูตรที่ 3	2.00	0.11	17.90	16.43	2.08
	1.67	0.11	14.96		
สูตรที่ 4	2.74	0.10	27.94	27.11	1.17
	2.57	0.10	26.29		
สูตรที่ 5	2.32	0.35	6.65	7.60	1.35
	2.03	0.24	8.56		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-8 ผลการหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร  
 ตารางที่ ข-8 การหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5  
 สูตร

ตัวอย่าง		น้ำหนักดิน (กรัม)	ปริมาตรของ ไฮโดรเจนคลอไรด์ ที่ใช้ ไทเทรท (มล.)	% N	เฉลี่ย	S.D.
ดินเลน นาุ้ง	ครั้งที่ 1	1.0000	1.00	0.1394	0.14	0.00
	ครั้งที่ 2	1.0000	1.00	0.1392		
สูตรที่ 1	ครั้งที่ 1	1.0099	1.00	0.1249	0.12	0.01
	ครั้งที่ 2	1.0000	0.90	0.1121		
สูตรที่ 2	ครั้งที่ 1	1.0000	2.00	0.2662	0.35	0.12
	ครั้งที่ 2	1.0093	3.20	0.4303		
สูตรที่ 3	ครั้งที่ 1	1.0041	0.90	0.1116	0.11	0.00
	ครั้งที่ 2	1.0024	0.90	0.1118		
สูตรที่ 4	ครั้งที่ 1	1.0011	0.80	0.0980	0.10	0.00
	ครั้งที่ 2	1.0036	0.80	0.0977		
สูตรที่ 5	ครั้งที่ 1	1.0066	2.60	0.3480	0.29	0.08
	ครั้งที่ 2	1.0050	1.80	0.2370		

ข-9 ผลการหาปริมาณฟอสฟอรัสในดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร  
 ตารางที่ ข-9 การหาปริมาณฟอสฟอรัสในดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ดิน	% T ที่ความยาวคลื่น 420 nm.			ความเข้มข้น P		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ดินเลน นาุ้ง	44.7	46.7	47.0	12.7915	12.2361	12.1637
สูตรที่ 1	50.8	50.4	50.3	11.2461	11.3427	11.3668
สูตรที่ 2	76.0	76.0	76.1	5.1606	5.1606	5.1364
สูตรที่ 3	45.6	45.2	45.2	12.5018	12.5984	12.5984
สูตรที่ 4	34.6	16.0	14.9	15.1582	19.6498	19.9155
สูตรที่ 5	55.0	54.5	54.4	10.2318	10.3526	10.3767

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-9 (ต่อ) การหาปริมาณฟอสฟอรัสในดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ดิน	P			P เฉลี่ย	S.D.
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
ดินเลนนาุ้ง	8.0243	8.0991	8.0967	8.07	0.04
สูตรที่ 1	11.2225	11.3189	11.3430	11.29	0.06
สูตรที่ 2	5.1498	5.1498	5.1257	5.14	0.01
สูตรที่ 3	12.4756	12.5720	12.5720	12.54	0.06
สูตรที่ 4	15.1264	19.6087	19.8737	18.20	2.67
สูตรที่ 5	10.2104	10.3309	10.3550	10.30	0.08

ข-10 การหาปริมาณโพแทสเซียมของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ข-10 ปริมาณโพแทสเซียมของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ดิน	น้ำหนักดิน (กรัม)			ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 383 nm			ความเข้มข้นของโพแทสเซียม			เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ดินเลนนาุ้ง	2.5000	2.500	2.500	16980	12122	13077	77.85	45.55	51.25	58.21
สูตรที่ 1	2.5018	2.5018	2.5018	12034	11971	12032	45.05	44.7	45.05	44.93

ตารางที่ ข-10 (ต่อ) ปริมาณโพแทสเซียมของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ดิน	น้ำหนักดิน (กรัม)			ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 383 nm			ความเข้มข้นของโพแทสเซียม			เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
สูตรที่ 2	2.5062	2.5005	2.5135	12759	13220	13436	49.3	52.1	53.45	51.62
สูตรที่ 3	2.5079	2.5000	2.5147	21627	16325	19552	117	72.95	98.45	96.13
สูตรที่ 4	2.5129	2.5170	2.5155	18071	19340	18708	86.25	96.65	91.4	91.43
สูตรที่ 5	2.5046	2.5039	2.5048	19382	20005	19054	97	102.35	94.25	97.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-10 (ต่อ) ปริมาณโพแทสเซียมของดินเลนนาุ้งและดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ดิน	S.D.
ดินเลนนาุ้ง	17.24
สูตรที่ 1	0.20
สูตรที่ 2	2.12
สูตรที่ 3	22.12
สูตรที่ 4	5.20
สูตรที่ 5	4.12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

## ผลการเจริญเติบโตผักบุงจิ้นและคะน้ำใบ

ค-1 การเจริญเติบโตของผักบุงจิ้นตลอดระยะเวลา 32 วัน

ตารางที่ ค 1-1 ความสูงของผักบุงจิ้นตลอดระยะเวลา 32 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)					เฉลี่ย (มม.)	S.D
		กระถาง 1	กระถาง 2	กระถาง 3	กระถาง 4	กระถาง 5		
12/03/59	ดินสูตร 1	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 2	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 3	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 4	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 5	-	-	-	-	-	-	-
13/03/59	ดินสูตร 1	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 2	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 3	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 4	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 5	-	-	-	-	-	-	-
14/03/59	ดินสูตร 1	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 2	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 3	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 4	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 5	-	-	-	-	-	-	-
15/03/59	ดินสูตร 1	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 2	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 3	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 4	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 5	-	-	-	-	-	-	-
16/03/59	ดินสูตร 1	-	-	-	-	50.00	50.00	0
	ดินสูตร 2	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 3	45.00	-	47.50	-	-	46.35	1.25
	ดินสูตร 4	52.00	56.00	-	-	30.00	44.50	11.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1-1 (ต่อ) ความสูงของผักบั้งตลอดระยะเวลา 32 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)					เฉลี่ย (มม.)	S.D
		กระถาง 1	กระถาง 2	กระถาง 3	กระถาง 4	กระถาง 5		
16/03/59	ดินสูตร 5	-	73.00	-	-	-	73.00	0
17/03/59	ดินสูตร 1	-	-	-	-	57.00	57.00	0
	ดินสูตร 2	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 3	48.00	-	50.50	-	-	49.25	1.25
	ดินสูตร 4	54.00	57.50	-	-	33.00	47.57	10.82
	ดินสูตร 5	-	76.00	-	-	-	76.00	0
18/03/59	ดินสูตร 1	-	-	-	-	62.00	62.00	0
	ดินสูตร 2	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 3	49.70	-	56.30	-	-	53.00	3.30
	ดินสูตร 4	60.20	66.00	-	-	40.40	55.45	10.96
	ดินสูตร 5	-	80.40	-	-	-	80.40	0
19/03/59	ดินสูตร 1	-	-	-	-	68.00	68.00	0
	ดินสูตร 2	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 3	51.40	-	61.40	-	-	56.40	5.00
	ดินสูตร 4	65.50	69.90	-	-	-	65.56	2.52
	ดินสูตร 5	-	58.20	-	-	-	58.20	0
20/03/59	ดินสูตร 1	-	-	-	-	70.20	70.20	0
	ดินสูตร 2	-	-	-	-	-	-	-
	ดินสูตร 3	55.30	-	66.70	-	-	61.00	5.70
	ดินสูตร 4	75.30	73.30	-	-	-	74.30	1.00
	ดินสูตร 5	-	76.60	-	-	-	76.60	0
21/03/59	ดินสูตร 1	-	-	-	-	75.00	75.00	0
	ดินสูตร 2	-	-	-	34.00	-	34.00	0
	ดินสูตร 3	60.20	-	70.60	-	-	65.40	5.20
	ดินสูตร 4	80.30	76.75	27.00	-	-	61.35	24.33
	ดินสูตร 5	34.70	81.60	-	-	-	58.15	23.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1-1 (ต่อ) ความสูงของผักบุงตลอดระยะเวลา 32 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)					เฉลี่ย (มม.)	S.D
		กระถาง 1	กระถาง 2	กระถาง 3	กระถาง 4	กระถาง 5		
22/03/59	ดินสูตร 1	-	45.10	40.20	38.00	80.70	51.00	17.33
	ดินสูตร 2	-	-	-	57.00	-	57.00	0
	ดินสูตร 3	65.00	-	74.75	-	-	69.87	4.87
	ดินสูตร 4	62.30	82.05	30.50	-	-	58.28	21.23
	ดินสูตร 5	40.00	85.45	-	-	-	62.72	22.72
23/03/59	ดินสูตร 1	-	50.50	43.80	40.20	84.60	54.77	17.61
	ดินสูตร 2	-	-	-	60.60	-	60.60	0
	ดินสูตร 3	79.83	-	78.00	-	-	78.91	0.91
	ดินสูตร 4	67.30	85.00	35.60	-	-	62.63	20.43
	ดินสูตร 5	43.80	88.95	-	-	-	66.37	22.57
24/03/59	ดินสูตร 1	-	54.20	46.70	45.30	88.20	58.60	17.42
	ดินสูตร 2	-	-	-	62.95	-	62.95	0
	ดินสูตร 3	83.90	-	80.00	-	-	81.95	1.95
	ดินสูตร 4	73.30	87.80	38.10	-	-	66.40	20.87
	ดินสูตร 5	47.50	93.40	-	-	-	70.45	22.95
25/03/59	ดินสูตร 1	-	58.30	47.90	46.30	92.10	61.15	18.45
	ดินสูตร 2	-	-	-	67.10	-	67.10	0
	ดินสูตร 3	88.00	-	82.50	-	-	85.25	2.75
	ดินสูตร 4	76.60	92.30	43.50	-	-	70.80	17.67
	ดินสูตร 5	50.50	96.90	-	-	-	73.70	23.2
26/03/59	ดินสูตร 1	-	64.70	50.60	49.20	98.40	65.72	19.81
	ดินสูตร 2	-	-	-	68.30	-	68.30	0
	ดินสูตร 3	91.00	-	85.85	-	-	88.42	2.57
	ดินสูตร 4	78.50	93.80	44.80	-	-	72.36	20.47
	ดินสูตร 5	53.20	98.75	-	-	-	75.97	22.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1-1 (ต่อ) ความสูงของฝักบัวตลอดระยะเวลา 32 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)					เฉลี่ย (มม.)	S.D
		กระถาง 1	กระถาง 2	กระถาง 3	กระถาง 4	กระถาง 5		
27/03/59	ดินสูตร 1	-	70.20	53.80	50.00	104.50	69.62	21.52
	ดินสูตร 2	-	-	-	70.10	-	70.10	0
	ดินสูตร 3	100.50	-	91.20	-	-	95.85	4.65
	ดินสูตร 4	79.10	95.40	48.30	32.00	-	63.70	24.92
	ดินสูตร 5	56.20	100.25	62.50	50.00	-	67.23	19.56
28/03/59	ดินสูตร 1	-	73.50	54.10	51.00	105.60	71.05	21.73
	ดินสูตร 2	-	-	-	72.40	-	72.40	0
	ดินสูตร 3	101.80	-	92.50	-	-	97.15	4.65
	ดินสูตร 4	80.00	97.00	49.00	33.10	-	64.77	25.11
	ดินสูตร 5	57.30	101.00	63.00	51.00	-	68.07	19.48
29/3/59	ดินสูตร 1	-	74.00	54.90	52.50	110.80	73.05	23.33
	ดินสูตร 2	-	-	-	74.80	-	74.80	0
	ดินสูตร 3	105.90	-	96.30	-	-	101.10	4.80
	ดินสูตร 4	82.60	100.00	52.70	36.20	-	67.87	24.91
	ดินสูตร 5	60.20	105.40	66.30	54.00	-	71.47	20.06
30/03/59	ดินสูตร 1	-	77.50	58.20	53.70	115.00	76.10	24.17
	ดินสูตร 2	-	-	-	77.00	-	77.00	0
	ดินสูตร 3	108.00	-	100.00	-	-	104.00	4.00
	ดินสูตร 4	85.00	100.30	56.15	38.00	-	69.86	24.28
	ดินสูตร 5	63.35	108.70	68.00	57.50	-	74.38	20.15
31/03/59	ดินสูตร 1	-	78.00	60.00	54.20	118.00	77.55	24.94
	ดินสูตร 2	-	-	-	83.00	-	83.00	0
	ดินสูตร 3	118.00	-	120.00	-	-	119.00	1.00
	ดินสูตร 4	90.20	112.00	75.00	40.00	-	79.30	26.22
	ดินสูตร 5	70.00	119.00	75.00	69.00	-	83.25	20.76
01/04/59	ดินสูตร 1	-	79.00	70.50	55.30	120.00	81.20	23.95
	ดินสูตร 2	-	-	-	100.00	-	100.00	0
	ดินสูตร 3	125.00	-	130.00	-	-	127.50	2.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1-1 (ต่อ) ความสูงของผักบุงตลอดระยะเวลา 32 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)					เฉลี่ย (มม.)	S.D
		กระถาง 1	กระถาง 2	กระถาง 3	กระถาง 4	กระถาง 5		
01/04/59	ดินสูตร 4	105.00	120.00	88.00	56.00	-	92.25	23.79
	ดินสูตร 5	75.00	128.00	80.00	68.50	-	87.87	23.52
02/04/59	ดินสูตร 1	-	80.50	82.40	56.10	135.00	88.50	28.78
	ดินสูตร 2	-	-	-	120.0	-	120.00	0
	ดินสูตร 3	138.00	-	142.00	-	-	140.00	2
	ดินสูตร 4	116.50	134.70	103.00	74.30	-	107.12	22.03
	ดินสูตร 5	83.00	143.00	83.00	70.50	-	94.87	28.24
03/04/59	ดินสูตร 1	-	81.80	89.80	56.80	140.10	92.15	30.25
	ดินสูตร 2	-	-	-	137.80	-	137.80	0
	ดินสูตร 3	143.00	-	158.90	-	-	150.95	7.95
	ดินสูตร 4	117.90	145.00	105.00	90.00	-	114.47	20.20
	ดินสูตร 5	84.50	147.90	89.00	72.60	-	98.50	29.14
04/04/59	ดินสูตร 1	-	82.00	90.40	57.00	143.30	93.17	31.43
	ดินสูตร 2	-	-	-	140.00	-	140.00	0
	ดินสูตร 3	149.00	-	164.00	-	-	156.50	7.50
	ดินสูตร 4	118.40	160.20	110.70	118.50	-	126.95	19.45
	ดินสูตร 5	85.30	150.20	89.50	73.10	-	99.52	29.87
05/04/59	ดินสูตร 1	-	82.90	93.00	57.60	145.10	94.65	31.85
	ดินสูตร 2	-	-	-	149.50	-	149.50	0
	ดินสูตร 3	150.00	-	171.00	-	-	160.50	10.50
	ดินสูตร 4	119.50	180.50	119.80	120.70	-	135.12	26.20
	ดินสูตร 5	86.00	158.10	90.00	74.00	-	102.02	32.90
06/04/59	ดินสูตร 1	-	83.00	95.70	57.75	148.00	96.11	32.92
	ดินสูตร 2	-	-	-	160.40	-	160.40	0
	ดินสูตร 3	163.70	-	184.30	-	-	174.00	10.30
	ดินสูตร 4	120.60	194.90	124.90	150.30	-	147.67	29.53
	ดินสูตร 5	86.70	164.30	93.00	75.30	-	104.82	34.92
07/04/59	ดินสูตร 1	-	83.40	100.00	57.90	149.70	97.750	33.53
	ดินสูตร 2	32.00	-	-	163.20	-	97.60	65.60
	ดินสูตร 3	176.50	-	196.10	-	-	186.30	9.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1-1 (ต่อ) ความสูงของฝักบัวตลอดระยะเวลา 32 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)					เฉลี่ย (มม.)	S.D
		กระถาง 1	กระถาง 2	กระถาง 3	กระถาง 4	กระถาง 5		
07/04/59	ดินสูตร 4	121.00	204.80	130.70	178.70	-	158.80	34.39
	ดินสูตร 5	86.70	174.90	98.00	76.50	-	109.02	38.78
08/04/59	ดินสูตร 1	-	83.70	108.00	58.00	150.50	100.05	34.07
	ดินสูตร 2	47.00	-	-	169.00	-	108.00	610
	ดินสูตร 3	183.20	-	210.00	-	-	196.60	13.40
	ดินสูตร 4	132.70	221.50	135.60	191.50	-	170.32	37.71
	ดินสูตร 5	87.00	183.20	103.00	77.00	-	112.55	41.83
09/04/59	ดินสูตร 1	-	84.00	110.70	58.80	154.00	101.87	35.24
	ดินสูตร 2	53.50	-	-	170.50	-	112.00	58.50
	ดินสูตร 3	194.70	-	225.00	-	-	209.85	15.15
	ดินสูตร 4	147.30	237.40	137.00	200.00	-	180.42	40.65
	ดินสูตร 5	87.80	191.60	106.70	78.20	-	116.07	44.79
10/04/59	ดินสูตร 1	-	84.30	113.50	59.10	160.50	104.35	37.70
	ดินสูตร 2	68.00	-	-	173.00	-	120.50	52.50
	ดินสูตร 3	210.40	-	232.00	-	-	221.20	10.80
	ดินสูตร 4	150.50	245.00	140.30	216.00	-	187.95	43.91
	ดินสูตร 5	88.00	200.70	99.30	79.00	-	116.75	48.99
11/04/59	ดินสูตร 1	20.00	85.00	115.00	59.70	169.00	89.74	50.41
	ดินสูตร 2	72.00	-	-	182.00	-	127.00	55.00
	ดินสูตร 3	216.50	-	254.00	-	-	235.25	18.75
	ดินสูตร 4	159.50	251.00	145.00	224.00	-	194.87	43.98
	ดินสูตร 5	92.00	205.00	108.60	72.00	-	119.40	51.09
12/04/59	ดินสูตร 1	35.00	85.00	126.00	60.00	173.50	91.90	49.10
	ดินสูตร 2	87.00	-	-	201.00	-	144.00	57.00
	ดินสูตร 3	230.00	-	278.00	-	-	254.00	24.00
	ดินสูตร 4	165.00	269.50	155.00	235.00	-	206.12	47.84
	ดินสูตร 5	102.00	227.50	110.50	80.00	-	130.00	57.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1-2 จำนวนใบและจำนวนเมล็ดที่ออกของผักบุงเงินที่ระยะเวลา 32 วันในสูตรที่ 1

ว/ด/ป	กระถาง 1		กระถาง 2		กระถาง 3		กระถาง 4		กระถาง 5	
	จำนวน ใบ	จำนวน เมล็ด	จำนวน ใบ	จำนวน เมล็ด	จำนวน ใบ	จำนวน เมล็ด	จำนวน ใบ	จำนวน เมล็ด	จำนวน ใบ	จำนวน เมล็ด
12/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
17/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
18/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
19/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
20/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2
21/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2
22/03/59	-	-	2	1	2	1	2	1	4	2
23/03/59	-	-	2	1	2	1	2	1	4	2
24/03/59	-	-	2	1	2	1	2	1	6	2
25/03/59	-	-	2	1	2	1	2	1	6	2
26/03/59	-	-	2	1	4	1	4	1	6	2
27/03/59	-	-	2	1	4	1	4	1	6	2
28/03/59	-	-	4	1	4	1	4	1	8	2
29/03/59	-	-	4	1	4	1	4	1	8	2
30/03/59	-	-	4	1	6	1	6	1	8	2
31/03/59	-	-	4	1	6	1	6	1	8	2
01/04/59	-	-	4	1	6	1	6	1	8	2
02/04/59	-	-	4	1	6	1	6	1	8	2
03/04/59	-	-	6	1	6	1	6	1	10	2
04/04/59	-	-	6	1	8	1	8	1	10	2
05/04/59	-	-	6	1	8	1	8	1	10	2
06/04/59	-	-	6	1	8	1	8	1	10	2
07/04/59	-	-	8	1	8	1	8	1	12	2
08/04/59	-	-	8	1	10	1	8	1	12	2
09/04/59	-	-	8	1	10	1	10	1	12	2
10/04/59	2	1	10	1	12	1	12	1	14	2
11/04/59	2	1	10	1	12	1	12	1	14	2
12/04/59	2	1	10	1	12	1	12	1	14	2
เฉลี่ย	2	1	5	1	6	1	6	1	7	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1-2 (ต่อ)จำนวนใบและจำนวนเมล็ดที่ออกของผักบุงเงินที่ระยะเวลา 32 วันในสูตรที่ 2

ว/ด/ป	กระถาง 1		กระถาง 2		กระถาง 3		กระถาง 4		กระถาง 5	
	จำนวน ใบ	จำนวน เมล็ด	จำนวน ใบ	จำนวน เมล็ด	จำนวน ใบ	จำนวน เมล็ด	จำนวน ใบ	จำนวน เมล็ด	จำนวน ใบ	จำนวน เมล็ด
12/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/03/59	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
22/03/59	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
23/03/59	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
24/03/59	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
25/03/59	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
26/03/59	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-
27/03/59	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-
28/03/59	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-
29/03/59	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-
30/03/59	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-
31/03/59	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-
01/04/59	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-
02/04/59	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-
03/04/59	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-
04/04/59	-	-	-	-	-	-	6	1	-	-
05/04/59	-	-	-	-	-	-	8	1	-	-
06/04/59	2	1	-	-	-	-	8	1	-	-
07/04/59	2	1	-	-	-	-	8	1	-	-
08/04/59	4	1	-	-	-	-	8	1	-	-
09/04/59	4	1	-	-	-	-	8	1	-	-
10/04/59	4	1	-	-	-	-	10	1	-	-
11/04/59	4	1	-	-	-	-	10	1	-	-
12/04/59	4	1	-	-	-	-	10	1	-	-
เฉลี่ย	3	1	-	-	-	-	5	1	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1-2 (ต่อ)จำนวนใบและจำนวนเมล็ดที่ออกของผักบุงเงินที่ระยะเวลา 32 วันในสูตรที่ 3

ว/ด/ป	กระถาง 1		กระถาง 2		กระถาง 3		กระถาง 4		กระถาง 5	
	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด
12/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/59	2	1	-	-	2	1	-	-	-	-
17/03/59	2	1	-	-	2	1	-	-	-	-
18/03/59	2	1	-	-	2	1	-	-	-	-
19/03/59	2	1	-	-	2	1	-	-	-	-
20/03/59	2	1	-	-	2	1	-	-	-	-
21/03/59	2	1	-	-	4	1	-	-	-	-
22/03/59	2	1	-	-	4	1	-	-	-	-
23/03/59	2	1	-	-	4	1	-	-	-	-
24/03/59	4	1	-	-	4	2	-	-	-	-
25/03/59	4	1	-	-	4	2	-	-	-	-
26/03/59	4	1	-	-	4	2	-	-	-	-
27/03/59	4	1	-	-	6	2	-	-	-	-
28/03/59	4	1	-	-	6	2	-	-	-	-
29/03/59	4	1	-	-	6	2	-	-	-	-
30/03/59	4	1	-	-	6	2	-	-	-	-
31/03/59	6	1	-	-	6	2	-	-	-	-
01/04/59	6	1	-	-	8	2	-	-	-	-
02/04/59	6	1	-	-	8	2	-	-	-	-
03/04/59	6	1	-	-	8	2	-	-	-	-
04/04/59	6	1	-	-	10	2	-	-	-	-
05/04/59	9	1	-	-	10	2	-	-	-	-
06/04/59	9	1	-	-	10	2	-	-	-	-
07/04/59	9	1	-	-	10	2	-	-	-	-
08/04/59	10	1	-	-	12	2	-	-	-	-
09/04/59	10	1	-	-	12	2	-	-	-	-
10/04/59	10	1	-	-	12	2	-	-	-	-
11/04/59	10	1	-	-	12	2	-	-	-	-
12/04/59	10	1	-	-	12	2	-	-	-	-
เฉลี่ย	5	1	-	-	7	2	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1-2 (ต่อ)จำนวนใบและจำนวนเมล็ดที่ออกของผักบุงเงินที่ระยะเวลา 32 วันในสูตรที่ 4

ว/ด/ป	กระถาง 1		กระถาง 2		กระถาง 3		กระถาง 4		กระถาง 5	
	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด
12/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/59	2	1	2	1	2	1	-	-	-	-
17/03/59	2	1	2	1	2	1	-	-	-	-
18/03/59	2	1	2	1	2	1	-	-	-	-
19/03/59	2	1	4	1	2	1	-	-	-	-
20/03/59	2	1	4	1	2	1	-	-	-	-
21/03/59	4	1	4	1	2	1	-	-	-	-
22/03/59	4	2	4	1	2	1	-	-	-	-
23/03/59	4	2	4	3	2	1	-	-	-	-
24/03/59	6	2	6	3	2	1	-	-	-	-
25/03/59	6	2	6	3	2	1	-	-	-	-
26/03/59	6	2	6	3	4	1	2	1	-	-
27/03/59	6	2	6	3	4	1	2	1	-	-
28/03/59	6	2	6	3	4	1	2	1	-	-
29/03/59	6	2	8	3	4	1	2	1	-	-
30/03/59	8	2	8	3	4	1	4	1	-	-
31/03/59	8	2	8	3	6	1	4	1	-	-
01/04/59	8	2	8	3	6	1	4	1	-	-
02/04/59	10	2	8	3	6	1	4	1	-	-
03/04/59	10	2	10	3	6	1	4	1	-	-
04/04/59	12	2	10	3	6	1	6	1	-	-
05/04/59	12	2	10	3	6	1	6	1	-	-
06/04/59	12	2	12	3	8	1	6	1	-	-
07/04/59	12	2	12	3	8	1	8	1	-	-
08/04/59	12	2	12	3	8	1	8	1	-	-
09/04/59	12	2	12	3	8	1	11	1	-	-
10/04/59	12	2	14	3	8	1	11	1	-	-
11/04/59	12	2	14	3	8	1	11	1	-	-
12/04/59	12	2	14	3	8	1	11	1	-	-
เฉลี่ย	8	2	8	3	5	1	6	1	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1-2 (ต่อ)จำนวนใบและจำนวนเมล็ดที่ออกของผักบุงเงินที่ระยะเวลา 32 วันในสูตรที่ 5

ว/ด/ป	กระถาง 1		กระถาง 2		กระถาง 3		กระถาง 4		กระถาง 5	
	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด	จำนวนใบ	จำนวนเมล็ด
12/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/03/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16/03/59	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
17/03/59	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
18/03/59	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
19/03/59	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
20/03/59	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-
21/03/59	2	1	4	1	-	-	-	-	-	-
22/03/59	2	1	4	1	-	-	-	-	-	-
23/03/59	2	1	6	2	-	-	-	-	-	-
24/03/59	2	1	6	2	-	-	-	-	-	-
25/03/59	6	1	6	2	-	-	-	-	-	-
26/03/59	6	1	6	2	-	-	-	-	-	-
27/03/59	6	1	6	2	2	2	2	1	-	-
28/03/59	6	1	8	2	2	2	2	1	-	-
29/03/59	6	1	8	2	4	2	2	1	-	-
30/03/59	8	1	8	2	4	2	2	1	-	-
31/03/59	8	1	8	2	4	2	2	1	-	-
01/04/59	8	1	10	2	6	2	2	1	-	-
02/04/59	8	1	10	2	6	2	2	1	-	-
03/04/59	10	1	10	2	6	2	2	1	-	-
04/04/59	10	1	12	2	6	2	2	1	-	-
05/04/59	10	1	12	2	8	2	2	1	-	-
06/04/59	10	1	12	2	8	2	2	1	-	-
07/04/59	10	1	12	2	8	2	2	1	-	-
08/04/59	10	1	12	2	8	2	2	1	-	-
09/04/59	11	1	13	2	10	2	2	1	-	-
10/04/59	11	1	13	2	10	2	2	1	-	-
11/04/59	11	1	13	2	10	2	2	1	-	-
12/04/59	11	1	13	2	10	2	2	1	-	-
เฉลี่ย	8	1	8	2	7	2	2	1	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค-2 การเจริญเติบโตของผักคะน้าใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ตารางที่ ค 2-1 ความสูงของผักคะน้าใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)		เฉลี่ย (มม.)	S.D.
		ต้นที่ 1	ต้นที่ 2		
27/03/59	สูตร 1	51.40	59.10	55.25	5.44
	สูตร 2	38.80	58.20	48.50	13.72
	สูตร 3	47.00	54.90	50.95	5.59
	สูตร 4	54.65	33.10	43.88	15.24
	สูตร 5	67.70	84.60	76.15	11.95
28/03/59	สูตร 1	67.50	61.75	64.63	4.07
	สูตร 2	48.80	72.00	60.40	16.40
	สูตร 3	67.90	64.30	66.10	2.55
	สูตร 4	61.60	42.95	52.28	13.19
	สูตร 5	86.00	86.20	86.10	0.14
29/03/59	สูตร 1	67.80	62.95	65.38	3.43
	สูตร 2	49.05	73.45	61.25	17.25
	สูตร 3	68.05	66.15	67.10	1.34
	สูตร 4	61.70	45.15	53.43	11.70
	สูตร 5	86.10	86.50	86.30	0.28
30/03/59	สูตร 1	68.05	65.45	66.75	1.84
	สูตร 2	52.45	74.10	63.28	15.31
	สูตร 3	69.45	68.05	68.75	0.99
	สูตร 4	62.05	49.10	55.58	9.16
	สูตร 5	86.15	86.55	86.35	0.28
31/03/59	สูตร 1	68.55	66.10	67.33	1.73
	สูตร 2	57.55	75.45	66.50	12.66
	สูตร 3	70.10	68.65	69.38	1.03
	สูตร 4	62.05	51.10	56.58	7.74
	สูตร 5	87.10	87.10	87.10	0.00
01/04/59	สูตร 1	68.55	68.05	68.30	0.35
	สูตร 2	58.05	76.10	67.08	12.76
	สูตร 3	71.45	69.45	70.45	1.41
	สูตร 4	62.10	52.65	57.38	6.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 2-1 (ต่อ) ความสูงของฝักค่น้ำใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ว/ด/ป	दिन	ความสูง (มม.)		เฉลี่ย (มม.)	S.D.
		ต้นที่ 1	ต้นที่ 2		
01/04/59	สูตร 5	87.15	87.45	87.30	0.21
02/04/59	สูตร 1	68.60	69.15	68.88	0.39
	สูตร 2	59.85	78.15	69.00	12.94
	สูตร 3	71.95	70.15	71.05	1.27
	สูตร 4	62.15	53.10	57.63	6.40
	สูตร 5	87.95	88.05	88.00	0.07
03/04/59	สูตร 1	49.50	70.25	59.88	14.67
	สูตร 2	60.20	80.20	70.20	14.14
	สูตร 3	72.30	71.00	71.65	0.92
	สูตร 4	51.00	54.65	52.83	2.58
	สูตร 5	41.15	88.50	64.83	33.48
04/04/59	สูตร 1	50.10	80.45	65.28	21.46
	สูตร 2	62.35	82.40	72.38	14.18
	สูตร 3	72.40	72.15	72.28	0.18
	สูตร 4	52.80	55.25	54.03	1.73
	สูตร 5	45.10	90.50	67.80	32.10
05/04/59	สูตร 1	50.30	82.70	66.50	22.91
	สูตร 2	48.05	73.05	60.55	17.68
	สูตร 3	72.60	74.00	73.30	0.99
	สูตร 4	54.30	59.45	56.88	3.64
	สูตร 5	47.30	90.70	69.00	30.69
06/04/59	สูตร 1	51.05	82.95	67.00	22.56
	สูตร 2	63.45	89.45	76.45	18.38
	สูตร 3	73.60	75.45	74.53	1.31
	สูตร 4	59.45	60.10	59.78	0.46
	สูตร 5	48.65	90.75	69.70	29.77
07/04/59	สูตร 1	56.30	84.00	70.15	19.58
	สูตร 2	63.50	94.90	79.20	22.20
	สูตร 3	76.30	77.45	76.88	0.81
	สูตร 4	64.30	78.40	71.35	9.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 2-1 (ต่อ) ความสูงของฝักคะน้ำใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)		เฉลี่ย (มม.)	S.D.
		ต้นที่ 1	ต้นที่ 2		
07/04/59	สูตร 5	49.60	90.85	70.23	29.17
08/04/59	สูตร 1	60.15	84.25	72.20	17.04
	สูตร 2	65.30	96.15	80.73	21.81
	สูตร 3	76.45	78.10	77.28	1.17
	สูตร 4	65.10	80.10	72.60	10.61
	สูตร 5	50.10	90.95	70.53	28.89
09/04/59	สูตร 1	66.15	84.45	75.30	12.94
	สูตร 2	68.10	98.10	83.10	21.21
	สูตร 3	80.95	78.75	79.85	1.56
	สูตร 4	70.10	81.45	75.78	8.03
	สูตร 5	63.45	91.05	77.25	19.52
10/04/59	สูตร 1	67.15	85.10	76.13	12.69
	สูตร 2	69.45	98.45	83.95	20.51
	สูตร 3	81.05	79.10	80.08	1.38
	สูตร 4	70.95	82.10	76.53	7.88
	สูตร 5	63.95	91.05	77.50	19.16
11/04/59	สูตร 1	69.05	85.45	77.25	11.60
	สูตร 2	70.05	108.45	89.25	27.15
	สูตร 3	84.10	79.50	81.80	3.25
	สูตร 4	71.45	89.10	80.28	12.48
	สูตร 5	64.05	91.10	77.58	19.13
12/04/59	สูตร 1	71.95	85.70	78.83	9.72
	สูตร 2	72.15	110.25	91.20	26.94
	สูตร 3	85.05	80.90	82.98	2.93
	สูตร 4	71.55	90.45	81.00	13.36
	สูตร 5	64.15	92.95	78.55	20.36
13/04/59	สูตร 1	72.45	85.80	79.13	9.44
	สูตร 2	72.45	112.45	92.45	28.28
	สูตร 3	90.10	81.40	85.75	6.15
	สูตร 4	74.45	92.45	83.45	12.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 2-1 (ต่อ) ความสูงของผักคะน้าใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)		เฉลี่ย (มม.)	S.D.
		ต้นที่ 1	ต้นที่ 2		
13/04/59	สูตร 5	65.45	93.10	79.28	19.55
14/04/59	สูตร 1	73.50	85.95	79.73	8.80
	สูตร 2	73.10	115.20	94.15	29.77
	สูตร 3	93.10	83.25	88.18	6.97
	สูตร 4	75.05	94.25	84.65	13.58
	สูตร 5	66.55	93.10	79.83	18.77
15/04/59	สูตร 1	74.45	85.95	80.20	8.13
	สูตร 2	74.05	117.10	95.58	30.44
	สูตร 3	96.15	84.15	90.15	8.49
	สูตร 4	76.05	96.15	86.10	14.21
	สูตร 5	67.80	93.15	80.48	17.93
16/04/59	สูตร 1	75.10	44.10	59.60	21.92
	สูตร 2	75.10	118.45	96.78	30.65
	สูตร 3	98.45	85.05	91.75	9.48
	สูตร 4	77.10	97.45	87.28	14.39
	สูตร 5	68.05	93.15	80.60	17.75
17/04/59	สูตร 1	76.00	45.20	60.60	21.78
	สูตร 2	76.45	120.35	98.40	31.04
	สูตร 3	98.50	86.20	92.35	8.70
	สูตร 4	79.05	100.30	89.68	15.03
	สูตร 5	69.15	83.90	76.53	10.43
18/04/59	สูตร 1	77.10	50.05	63.58	19.13
	สูตร 2	78.15	122.75	100.45	31.54
	สูตร 3	110.50	87.15	98.83	16.51
	สูตร 4	80.05	100.75	90.40	14.64
	สูตร 5	70.15	84.45	77.30	10.11
19/04/59	สูตร 1	78.50	51.95	65.23	18.77
	สูตร 2	79.00	124.15	101.58	31.93
	สูตร 3	111.15	89.25	100.20	15.49
	สูตร 4	81.40	101.45	91.43	14.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 2-1 (ต่อ) ความสูงของฝักคะน้ำใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)		เฉลี่ย (มม.)	S.D.
		ต้นที่ 1	ต้นที่ 2		
19/04/59	สูตร 5	65.45	93.10	79.28	10.01
20/04/59	สูตร 1	79.45	52.10	65.78	19.34
	สูตร 2	80.10	129.05	104.58	34.61
	สูตร 3	112.10	92.45	102.28	13.89
	สูตร 4	81.90	101.45	91.68	13.82
	สูตร 5	72.10	86.10	79.10	9.90
21/04/59	สูตร 1	80.10	57.05	68.58	16.30
	สูตร 2	81.15	130.00	105.58	34.54
	สูตร 3	114.25	94.25	104.25	14.14
	สูตร 4	82.40	102.25	92.33	14.04
	สูตร 5	72.15	86.75	79.45	10.32
22/04/59	สูตร 1	80.25	59.15	69.70	14.92
	สูตร 2	82.85	130.45	106.65	33.66
	สูตร 3	115.10	96.85	105.98	12.90
	สูตร 4	85.60	103.10	94.35	12.37
	สูตร 5	72.40	87.45	79.93	10.64
23/04/59	สูตร 1	81.45	60.45	70.95	14.85
	สูตร 2	82.95	150.10	116.53	47.48
	สูตร 3	116.40	99.45	107.93	11.99
	สูตร 4	86.10	103.45	94.78	12.27
	สูตร 5	73.00	89.10	81.05	11.38
24/04/59	สูตร 1	82.70	62.50	72.60	14.28
	สูตร 2	84.05	152.20	118.13	48.19
	สูตร 3	116.90	101.70	109.30	10.75
	สูตร 4	87.30	104.10	95.70	11.88
	สูตร 5	73.50	90.75	82.13	12.20
25/04/59	สูตร 1	85.25	63.25	74.25	15.56
	สูตร 2	85.10	153.15	119.13	48.12
	สูตร 3	116.90	101.75	109.33	10.71
	สูตร 4	87.35	106.25	96.80	13.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 2-1 (ต่อ) ความสูงของฝักค่น้ำใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)		เฉลี่ย (มม.)	S.D.
		ต้นที่ 1	ต้นที่ 2		
25/04/59	สูตร 5	73.95	91.45	82.70	12.37
26/04/59	สูตร 1	88.35	64.15	76.25	17.11
	สูตร 2	85.95	154.45	120.20	48.44
	สูตร 3	116.90	101.85	109.38	10.64
	สูตร 4	87.35	109.45	98.40	15.63
	สูตร 5	74.45	92.25	83.35	12.59
27/04/59	สูตร 1	91.45	65.45	78.45	18.38
	สูตร 2	86.15	155.15	120.65	48.79
	สูตร 3	117.10	101.95	109.53	10.71
	สูตร 4	87.65	113.15	100.40	18.03
	สูตร 5	76.10	94.35	85.23	12.90
28/04/59	สูตร 1	93.85	66.15	80.00	19.59
	สูตร 2	86.15	156.00	121.08	49.39
	สูตร 3	118.00	102.00	110.00	11.31
	สูตร 4	87.85	116.00	101.93	19.91
	สูตร 5	80.45	96.25	88.35	11.17
29/04/59	สูตร 1	95.50	66.85	81.18	20.26
	สูตร 2	86.20	156.45	121.33	49.67
	สูตร 3	118.45	102.10	110.28	11.56
	สูตร 4	87.90	119.15	103.53	22.10
	สูตร 5	85.50	97.65	91.58	8.59
30/04/59	สูตร 1	97.80	67.10	82.45	21.71
	สูตร 2	86.35	157.00	121.68	49.96
	สูตร 3	119.00	102.15	110.58	11.91
	สูตร 4	88.45	120.95	104.70	22.98
	สูตร 5	90.00	99.05	94.53	6.40
01/05/59	สูตร 1	101.55	67.45	84.50	24.11
	สูตร 2	86.40	157.10	121.75	49.99
	สูตร 3	120.25	102.15	111.20	12.80
	สูตร 4	88.45	125.25	106.85	26.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 2-1 (ต่อ) ความสูงของผักคะน้าใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ว/ด/ป	ดิน	ความสูง (มม.)		เฉลี่ย (มม.)	S.D.
		ต้นที่ 1	ต้นที่ 2		
01/05/59	สูตร 5	97.45	100.25	98.85	1.98
02/05/59	สูตร 1	107.55	67.95	87.75	28.00
	สูตร 2	86.60	157.15	121.88	49.89
	สูตร 3	122.45	102.20	112.33	14.32
	สูตร 4	88.75	128.85	108.80	28.35
	สูตร 5	110.10	102.25	106.18	5.55
03/05/59	สูตร 1	110.95	68.25	89.60	30.19
	สูตร 2	87.40	158.10	122.75	49.99
	สูตร 3	124.45	102.20	113.33	15.73
	สูตร 4	88.75	130.80	109.78	29.73
	สูตร 5	112.15	106.40	109.28	4.07
04/05/59	สูตร 1	115.00	68.85	91.93	32.63
	สูตร 2	87.40	158.60	123.00	50.35
	สูตร 3	125.25	102.20	113.73	16.30
	สูตร 4	88.80	133.80	111.30	31.82
	สูตร 5	117.40	108.80	113.10	6.08

ตารางที่ ค 2-2 จำนวนใบและพื้นที่เฉลี่ยของผักคะน้าใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ดิน	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2
	ใบที่ 1	ใบที่ 1	ใบที่ 2	ใบที่ 2	ใบที่ 3	ใบที่ 3
สูตร 1	11.30	13.64	8.13	12.91	14.41	12.95
สูตร 2	8.96	13.72	11.68	14.37	15.57	20.72
สูตร 3	12.37	14.05	12.19	11.96	13.20	14.86
สูตร 4	12.18	13.23	26.53	11.78	15.67	18.16
สูตร 5	11.12	13.21	15.00	9.88	19.75	16.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 2-2 (ต่อ) จำนวนใบและพื้นที่เฉลี่ยของฝักคะน้ำใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ดิน	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2
	ใบที่ 4	ใบที่ 4	ใบที่ 5	ใบที่ 5	ใบที่ 6	ใบที่ 6
สูตร 1	10.46	13.22	8.88	5.57	5.98	2.29
สูตร 2	9.09	10.81	6.41	0.72	0.84	0.33
สูตร 3	11.87	18.92	11.42	13.01	8.17	5.31
สูตร 4	13.74	18.12	12.10	14.49	7.15	9.43
สูตร 5	15.20	14.81	11.44	9.90	5.66	6.75

ตารางที่ ค 2-2 (ต่อ) จำนวนใบและพื้นที่เฉลี่ยของฝักคะน้ำใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ดิน	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2
	ใบที่ 7	ใบที่ 7	ใบที่ 8	ใบที่ 8	ใบที่ 9	ใบที่ 9
สูตร 1	2.65	0.07	1.73	0.00	0.00	0.00
สูตร 2	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
สูตร 3	2.83	4.26	2.48	0.31	1.22	0.00
สูตร 4	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00
สูตร 5	3.84	6.71	1.66	2.88	1.01	1.24

ตารางที่ ค 2-2 (ต่อ) จำนวนใบและพื้นที่เฉลี่ยของฝักคะน้ำใบตลอดระยะเวลา 39 วัน

ดิน	ต้นที่ 1	ต้นที่ 2
	ใบที่ 10	ใบที่ 10
สูตร 1	0.00	0.00
สูตร 2	0.00	0.00
สูตร 3	0.15	0.00
สูตร 4	0.00	0.00
สูตร 5	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง

### ผลการวิเคราะห์โดยโปรแกรมทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.104	4	.026	7.125	.006
Within Groups	.037	10	.004		
Total	.141	14			

	trt	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>	4	3	6.0967		
	2	3	6.2200	6.2200	
	5	3	6.2367	6.2367	
	1	3		6.2733	
	3	3		6.3533	
	Sig.			.101	.124

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ค่าความเป็นกรดต่างของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีค่าความเป็นกรดต่างแตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-1 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.006 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ค่าความเป็นกรดต่างของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 5 ในขณะที่สูตรที่ 2 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1 และ 3 ส่วนสูตรที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 2, 4 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของปริมาณความชื้นของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณความชื้นของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	560.100	4	140.025	444.785	.000
Within Groups	1.574	5	.315		
Total	561.674	9			

	trt	N	Subset for alpha = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey HSD <sup>a</sup>	5	2	16.149700			
	1	2		26.037450		
	4	2		27.733400		
	2	2			32.983650	
	3	2				38.549100
	Sig.		1.000	.132	1.000	1.000

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ปริมาณความชื้นของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีปริมาณความชื้นต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ 2 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ปริมาณความชื้นของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 ในขณะที่สูตรที่ 1 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันกับสูตรที่ 2, 3 และ 5 ในส่วนสูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 3, 4 และ 5 เช่นเดียวกับสูตรที่ 3 ที่แตกต่างกับสูตรที่ 1, 2, 4 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.180	4	.795	31.481	.000
Within Groups	.253	10	.025		
Total	3.432	14			

trt	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>	2	3	6.1700	
	5	3	6.4467	6.4467
	1	3		6.8100
	4	3		7.2900
	3	3		7.3467
	Sig.		.279	.106
				.991

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ค่าการนำไฟฟ้าของดินทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-3 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีความน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 3, 4 และ 5 ในขณะที่สูตรที่ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 เช่นเดียวกับสูตรที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 ส่วนสูตรที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของค่าความเค็มของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเค็มของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.089	4	.272	17.021	.000
Within Groups	.160	10	.016		
Total	1.249	14			

trt	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>	2	3	3.2000	
	1	3	3.4333	
	5	3	3.4667	
	4	3	3.8667	
	3	3	3.9000	
	Sig.		.148	.997

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ค่าการความเค็มของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีค่าความเค็มแตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-4 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ค่าความเค็มของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1, 2 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 3 และ 4 เช่นเดียวกันคือสูตรที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	4	.000	.280	.879
Within Groups	.000	5	.000		
Total	.000	9			

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุแตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-5 พบว่า ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม ความแปรปรวนภายในกลุ่ม มีค่า Sig. เท่ากับ 0.879 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้น จึงไม่ต้องทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.641	4	.910	33.935	.001
Within Groups	.134	5	.027		
Total	3.775	9			

trt	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>				
1	2	1.061600		
3	2		1.835000	
5	2		2.171350	2.171350
4	2			2.653100
2	2			2.701650
Sig.		1.000	.360	.106

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-6 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 ส่วนสูตรที่ 3 และ 5 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่แตกต่างกับสูตรที่ 1, 2 และ 4 เช่นเดียวกันสูตรที่ 2 และ 4 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่แตกต่างกับสูตรที่ 1, 3 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.110	4	.028	7.004	.028
Within Groups	.020	5	.004		
Total	.130	9			

	trt	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD <sup>a</sup>	4	2	.097850	
	3	2	.111700	
	1	2	.118500	
	5	2	.292500	
	2	2	.348250	
	Sig.			.051

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดแตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-7 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.028 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกสูตร

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	263.768	4	65.942	46.245	.000
Within Groups	14.259	10	1.426		
Total	278.028	14			

	trt	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>	2	3	5.141767		
	5	3		10.298767	
	1	3		11.294800	
	3	3		12.539867	
	4	3			18.202933
	Sig.			1.000	.222

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีปริมาณฟอสฟอรัสแตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-8 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 3, 4 และ 5 ในขณะที่สูตรที่ 1, 3 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 2 และ 4 และในสูตรที่ 4 นั้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของปริมาณโพแทสเซียมของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8041.764	4	2010.441	18.696	.000
Within Groups	1075.308	10	107.531		
Total	9117.072	14			

	trt	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD <sup>a</sup>	1	3	44.9333	
	2	3	51.6167	
	4	3		91.4333
	3	3		96.1333
	5	3		97.8667
	Sig.			.928

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ปริมาณโพแทสเซียมของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีปริมาณโพแทสเซียมต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-9 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ปริมาณโพแทสเซียมของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 3, 4 และ 5 เช่นเดียวกับสูตรที่ 3, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของค่า C / N ratio ดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่า C / N ratio ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	551.569	4	137.892	44.741	.000
Within Groups	15.410	5	3.082		
Total	566.979	9			

	trt	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>	5	2	7.603850		
	2	2	8.140300		
	1	2	8.963250		
	3	2		16.036250	
	4	2			27.112650
	Sig.			.928	1.000

- กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ค่า C / N ratio ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน  
 $H_1$  : มีสูตรดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีค่า C / N ratio ของผักบึงต่างจากสูตรอื่น  
 2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-10 มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ : ค่า C / N ratio ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร มีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1, 2 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 3 และ 4 ขณะที่สูตรที่ 3 นั้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 4 และ 5 เช่นเดียวกันสูตรที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2, 3 และ 5

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของความสูงผักบุงเงินของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติความสูงผักบุงเงินของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	40881.303	4	10220.326	5.386	.000
Within Groups	256180.980	135	1897.637		
Total	297062.284	139			

	trt	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD <sup>a</sup>	1	28	77.5805	
	2	28	80.1446	
	5	28	86.6911	
	4	28	101.6700	101.6700
	3	28		123.7696
	Sig.		.240	.323

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ความสูงของผักบุงเงินของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีสูตรดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีความสูงของผักบุงเงินต่างจากสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-11 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ความสูงของผักบุงเงินของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร มีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1, 2 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 4 และ 3 ในขณะที่สูตรที่ 4 และ 3 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรที่ 1, 2 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของความสูงคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความสูงของคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10910.214	4	2727.553	9.674	.000
Within Groups	53570.534	190	281.950		
Total	64480.748	194			

Tukey HSD<sup>a</sup>

สูตรดิน	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	39	72.4892		
4	39	81.5933	81.5933	
5	39	82.7508	82.7508	
3	39		90.2833	90.2833
2	39			94.0341
Sig.		.058	.154	.861

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ความสูงของผักคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีสูตรดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีความสูงของผักคะน้ำใบต่างจากสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-12 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ความสูงเฉลี่ยของคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า สูตรที่ 1, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน สูตรที่ 3, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน และสูตรที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกัน แต่สูตรที่ 1 แตกต่างจากดินสูตรที่ 2 และ 3 ดินสูตรที่ 2 แตกต่างจากดินสูตรที่ 1, 4 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ใบที่ 1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	75.214	4	18.803	14.005	.000
Within Groups	255.090	190	1.343		
Total	330.303	194			

Tukey HSD<sup>a</sup>

สูตรดิน	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	39	11.3392		
5	39		12.1672	
1	39		12.4715	
4	39		12.7072	12.7072
3	39			13.2074
Sig.		1.000	.243	.317

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : พื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 1 ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีพื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 1 แตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-13 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ขนาดใบเฉลี่ยของคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อน โดยวิธี Tukey HSD พบว่า ดินสูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1, 3, 4 และ 5 ดินสูตรที่ 1, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน และดินสูตรที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่ดินสูตรที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1, 2 และ 5

ตารางที่ ง-14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ใบที่ 2

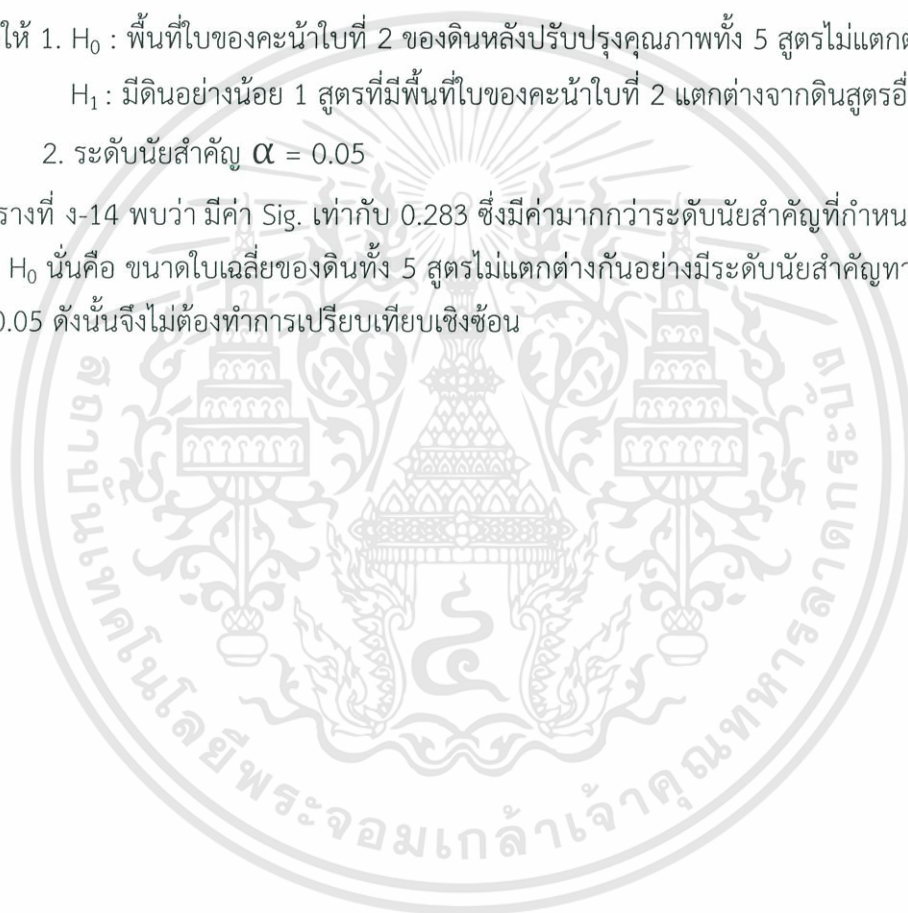
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1724.858	4	431.215	1.271	.283
Within Groups	64459.498	190	339.261		
Total	66184.357	194			

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : พื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 2 ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีพื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 2 แตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-14 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.283 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่ายอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ขนาดใบเฉลี่ยของดินทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงไม่ต้องทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน



ตารางที่ ง-15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพ  
ทั้ง 5 สูตร ใบที่ 3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	740.640	4	185.160	4.618	.001
Within Groups	7617.323	190	40.091		
Total	8357.963	194			

Tukey HSD<sup>a</sup>

สูตรดิน	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	39	13.6810	
3	39	14.0336	
4	39	16.9136	16.9136
5	39		18.1108
2	39		18.1479
Sig.		.165	.911

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : พื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 3 ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีพื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 3 แตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-15 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ขนาดใบเฉลี่ยของคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อน โดยวิธี Tukey HSD พบว่า ดินสูตรที่ 1, 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน ดินสูตรที่ 2, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่ดินสูตรที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 2 และ 5 ดินสูตรที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 2 และ 5 ดินสูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1 และ 3 และดินสูตรที่ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ใบที่ 4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1387.025	4	346.756	6.974	.000
Within Groups	9447.695	190	49.725		
Total	10834.720	194			

Tukey HSD<sup>a</sup>

สูตรดิน	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	39	10.1477	
3	39	10.3238	
5	39		15.2221
2	39		15.5782
4	39		16.1374
Sig.		1.000	.979

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : พื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 4 ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีพื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 4 แตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-16 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ขนาดใบเฉลี่ยของคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อน โดยวิธี Tukey HSD พบว่า ดินสูตรที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกัน ดินสูตรที่ 2, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่ดินสูตรที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 2, 4 และ 5 ดินสูตรที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 2, 4 และ 5 ดินสูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1 และ 3 ดินสูตรที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1 และ 3 และดินสูตรที่ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ใบที่ 5

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2696.737	4	674.184	10.645	.000
Within Groups	12033.844	190	63.336		
Total	14730.581	194			

Tukey HSD<sup>a</sup>

สูตรดิน	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	39	3.6192		
3	39	7.1351	7.1351	
5	39		11.2241	11.2241
2	39			12.7887
4	39			13.4082
Sig.		.294	.160	.744

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : พื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 5 ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีพื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 5 แตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-17 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีความน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ขนาดใบเฉลี่ยของคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า ดินสูตรที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกัน ดินสูตรที่ 3 และ 5 ไม่แตกต่างกัน และดินสูตรที่ 2, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่ดินสูตรที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 2, 4 และ

5

ตารางที่ ง-18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ใบที่ 6

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1686.420	4	421.605	11.256	.000
Within Groups	7116.760	190	37.457		
Total	8803.181	194			

Tukey HSD<sup>a</sup>

สูตรดิน	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	39	.5849	
3	39	2.1456	
5	39		6.2085
2	39		6.7392
4	39		8.3615
Sig.		.793	.529

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : พื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 6 ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีพื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 6 แตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-18 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ขนาดใบเฉลี่ยของคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อน โดยวิธี Tukey HSD พบว่า ดินสูตรที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกัน ดินสูตรที่ 2, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่ดินสูตรที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 2, 4 และ 5 ดินสูตรที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 2, 4 และ 5 ดินสูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1 และ 3 ดินสูตรที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1 และ 3 และดินสูตรที่ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ใบที่ 7

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	716.745	4	179.186	8.344	.000
Within Groups	4080.244	190	21.475		
Total	4796.989	194			

Tukey HSD<sup>a</sup>

สูตรดิน	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	39	.1821	
3	39	.4377	
5	39	2.5959	2.5959
2	39		3.5469
4	39		5.2731
Sig.		.149	.084

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : พื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 7 ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีพื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 7 แตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-19 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ขนาดใบเฉลี่ยของคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อน โดยวิธี Tukey HSD พบว่า ดินสูตรที่ 1, 3 และ 5 ไม่แตกต่างกัน ดินสูตรที่ 2, 4 และ 5 ไม่แตกต่างกัน แต่ดินสูตรที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 2 และ 4 ดินสูตรที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 2 และ 4 ดินสูตรที่ 2 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1 และ 3 และดินสูตรที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-20 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ใบที่ 8

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	146.199	4	36.550	5.160	.001
Within Groups	1345.797	190	7.083		
Total	1491.996	194			

Tukey HSD<sup>a</sup>

สูตรดิน	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	39	.0000	
3	39	.0000	
5	39	.9551	.9551
2	39	1.3962	1.3962
4	39		2.2721
Sig.		.144	.190

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : พื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 8 ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีพื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 8 แตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-20 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ขนาดใบเฉลี่ยของคะน้ำใบในดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธี Tukey HSD พบว่า ดินสูตรที่ 1, 2, 3 และ 5 ไม่แตกต่างกัน ดินสูตรที่ 2 และ 5 ไม่แตกต่างกัน และดินสูตรที่ 4 แตกต่างจากดินสูตรที่ 1, 2, 3 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-21 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ใบที่ 9

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	40.654	4	10.164	4.013	.004
Within Groups	481.245	190	2.533		
Total	521.899	194			

Tukey HSD<sup>a</sup>

สูตรดิน	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	39	.0000	
3	39	.0000	
5	39	.0000	
2	39	.6118	.6118
4	39		1.1287
Sig.		.438	.606

กำหนดให้ 1.  $H_0$  พื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 9 ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีพื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 9 แตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-21 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.004 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่า ปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ขนาดใบเฉลี่ยของคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรมีอย่างน้อย 1 สูตรที่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อนำไปเปรียบเทียบเชิงซ้อน โดยวิธี Tukey HSD พบว่า ดินสูตรที่ 1, 2, 3 และ 5 ไม่แตกต่างกัน ดินสูตรที่ 2 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่ดินสูตรที่ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับดินสูตรที่ 1, 3 และ 5

ตารางที่ ง-22 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ของใบคะน้ำใบของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตร ใบที่ 10

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.173	4	.043	1.000	.409
Within Groups	8.194	190	.043		
Total	8.367	194			

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : พื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 10 ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีดินอย่างน้อย 1 สูตรที่มีพื้นที่ใบของคะน้ำใบที่ 10 แตกต่างจากดินสูตรอื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-22 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.409 ซึ่งมีความมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่ายอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ขนาดใบเฉลี่ยของดินทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงไม่ต้องทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทุกพารามิเตอร์ ทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ ง-23 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของดินหลังปรับปรุงคุณภาพทั้ง 5 สูตรทุกพารามิเตอร์

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.400	4	1.850	.899	.473
Within Groups	92.600	45	2.058		
Total	100.000	49			

กำหนดให้ 1.  $H_0$  : ค่าพารามิเตอร์ทุกพารามิเตอร์ของดินทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีค่าพารามิเตอร์อย่างน้อย 1 ค่าที่มีค่าพารามิเตอร์แตกต่างจากพารามิเตอร์อื่น

2. ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

จากตารางที่ ง-23 พบว่า มีค่า Sig. เท่ากับ 0.473 ซึ่งมีความมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด แสดงว่ายอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ค่าพารามิเตอร์ทุกพารามิเตอร์ของดินทั้ง 5 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงไม่ต้องทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้