



วิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงสมบัติ
และการดูดซับธาตุอาหารพืชของชุดดินกำแพงแสน

THE COMPARISON OF COMPOSTS EFFICIENCY IN IMPROVEMENT
OF PROPERTIES AND PLANT NUTRIENT ADSORPTION
OF KAMPHAENG SAEN SOIL SERIES

นางสาวพรเพ็ญ โพธิ์ทอง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงสมบัติ และการดูดซับธาตุอาหาร
พืชของชุดดินกำแพงแสน

The Comparison of Composts Efficiency in Improvement of Properties and Plant
Nutrient Adsorption of Kamphaeng Saen Soil Series

นามผู้วิจัย นางสาวพรเพ็ญ โพธิ์ทอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สงประยูร, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ธงชัย มาลา, Ph.D.)

กรรมการ

(อาจารย์พิทยากร ลิ่มทอง, วท.ด.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์จระเดช แจ่มสว่าง, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงสมบัติ
และการดูดซับธาตุอาหารพืชของชุดดินกำแพงแสน

The Comparison of Composts Efficiency in Improvement of Properties
and Plant Nutrient Adsorption of Kamphaeng Saen Soil Series

โดย

นางสาวพรเพ็ญ โพธิ์ทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2551

พรเพ็ญ โพธิ์ทอง 2551: การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักในการปรับปรุง
สมบัติ และการดูดซับธาตุอาหารพืชของชุดดินกำแพงแสน ปรินญาวิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา ปรธานกรรมการที่
ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สงประยูร, Ph.D. 203 หน้า

การเปรียบเทียบปุ๋ยหมัก 4 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมัก
กากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษ ในการปรับปรุงสมบัติดิน
และความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืชในชุดดินกำแพงแสน ดำเนินการวางแผนการทดลอง
แบบ completely randomized design มี 10 ดำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ คือ การใส่ปุ๋ยหมัก 4
ชนิด, การใส่ปุ๋ยเคมี K_2SO_4 และการใส่ปุ๋ยหมัก 6 ต้นต่อไร่ร่วมกับการใส่ K_2SO_4 อัตรา 50
กิโลกรัมต่อไร่ ภายใต้สภาวะการปลูกพืชและไม่ปลูกพืช บ่มดินที่ระดับความชื้นความจุสนามเป็น
เวลา 42 วัน ดำเนินการชะละลายดินด้วยน้ำ 1 ปริมาตรช่อง (pore volume) ทุกๆ 7 วัน วิเคราะห์ดิน
และน้ำที่ชะละลายดิน เพื่อหาค่าการดูดซับธาตุอาหารพืช และสมบัติของดิน

ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงดิน การย่อยสลาย และการดูดซับ
ธาตุอาหารในดินเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทุก
ชนิดทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้น ส่วน
ในแง่การย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหาร พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณไนโตรเจน
ทั้งหมด โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ส่วนดินที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงาน
เยื่อกระดาษมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมี
ประสิทธิภาพสูงที่สุดในการดูดซับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่มีการเติม K_2SO_4
ลงไป ส่วนการย่อยสลายของปุ๋ยหมักแต่ละชนิดเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงการบ่มดิน 0-42 วัน และ
มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการบ่มดิน มีเพียงปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีค่า
เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มดิน ส่วนการย่อยสลายของปุ๋ยหมักในสภาพที่มีพืชเจริญเติบโตอยู่
ด้วยจะมีรูปแบบคล้ายคลึงกับสภาพที่ไม่มีพืช แต่จะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่า

Pornpen Photong 2008: The Comparison of Composts Efficiency in Improvement of Properties and Plant Nutrient Adsorption of Kamphaeng Sean Soil Series. Master of Science (Agriculture), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Chawalit Hongprayoon, Ph.D. 203 pages.

Four types of compost, rice straw compost, eucalyptus bark compost, bagasse compost and pulp industry sewage sludge compost were compare for soil properties and nutrient adsorption effective in Kamphaeng Saen soil series. The completely randomized experimental design was applied with 10 treatments and 4 replications. Application at 4 types of compost in combination with K_2SO_4 application with or without plant. Each compost was applied at the rate of 6 ton/rai in combination with/without 50 kg/rai of K_2SO_4 . Soil moisture was maintained at field capacity in all treatments for 42 days. Soils were leached with one pore volume of water in every 7 days. The leached and soils were analyze for soil properties and nutrient adsorption.

The quality for soil adsorption and decomposition rate at the composts compared for 42 days, with and without plant. The experiment showed that composts significantly increased soil organic matter, EC and CEC. Decomposition of soil was slow during 0-42 days. Rice straw composts increases highest total nitrogen and exchangeable potassium in soil whereas sewage sludge compost has the highest available phosphorus. Decomposition of soil organic matter with growing plant was similar to without plant experiment. The available nutrients in soil were found lower in plant experiments.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ฮงประยูร ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ชงชัย มาลา และ ดร. พิทยากร ลิ้มทอง กรรมการวิชาเอก รองศาสตราจารย์ ดร. จิระเดช แจ่มสว่าง กรรมการวิชาการ รองศาสตราจารย์ ดร.กวิศร์ วานิชกุล ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ดร. วิสุทธิ วีรสาร ที่ได้ช่วยออกแบบอุปกรณ์ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำในเรื่องต่างๆที่ใช้ในการงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่ช่วยอบรมเลี้ยงดู สนับสนุน และให้คำปรึกษาด้านต่างๆ เพื่อให้ข้าพเจ้าได้มีการศึกษาที่ดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และบุคลากรภาควิชาปฐพีวิทยาทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึง พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

พรเพ็ญ โพธิ์ทอง

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	16
อุปกรณ์	16
วิธีการทดลอง	18
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	128
สรุป	128
ข้อเสนอแนะ	129
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	130
ภาคผนวก	135

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 สมบัติทางเคมี กายภาพ และปริมาณธาตุอาหารของชุดดินกำแพงแสน	33
2 สมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยหมักจากฟางข้าว ชานอ้อย เปลือกยูคาลิปตัส และกากตะกอนน้ำเสีย	34
ตารางผนวกที่	
1 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน	136
2 การเปรียบเทียบระดับอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	137
3 การเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่ระยะเวลาการบ่มดิน 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	138
4 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน	139
5 การเปรียบเทียบค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	140
6 การเปรียบเทียบค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่ระยะเวลาการบ่มดิน 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	141
7 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อค่าความเป็นกรดต่างของดิน	142
8 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่ได้จากการชะละลาย	143
9 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่ได้จากการชะละลาย	144
10 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดต่างของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	145

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
11 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดต่างของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	146
12 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อค่าการนำไฟฟ้าของดิน	147
13 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ได้จากการชะละลาย	148
14 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ได้จากการชะละลาย	149
15 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและเก็บเกี่ยวผลผลิต	150
16 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	151
17 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน	152
18 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	153
19 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	154
20 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	155
21 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	156
22 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณแอมมเนียมในดิน	157
23 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณแอมโมเนียมในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	158

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
24 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	159
25 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	160
26 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อปริมาณแอมโมเนียมในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	161
27 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณไนเตรทในดิน	162
28 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณไนเตรทในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	163
29 การเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	164
30 การเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	165
31 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อปริมาณไนเตรทในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	166
32 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน	167
33 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	168
34 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	169
35 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน	170
36 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำในสภาพไม่ปลูกพืช	171

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
37 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	172
38 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	173
39 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินสภาพปลูกพืชต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	174
40 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน	175
41 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	176
42 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	177
43 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	178
44 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	179
45 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน	180
46 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	181
47 การเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	182
48 การเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	183

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
49 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อปริมาณแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	184
50 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดิน	185
51 การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	186
52 การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	1987
53 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณแมงกานีสที่เป็นประโยชน์ในดิน	188
54 การเปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	189
55 การเปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	190
56 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดิน	191
57 การเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	192
58 การเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	193
59 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดิน	194
60 การเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	195
61 การเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	196

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
62 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อการเจริญเติบโตทางใบของพืช	197
63 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของพืช	198
64 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณมวลชีวภาพสดและแห้งของส่วนเหนือดินและใต้ดินของพืช	199
65 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณการดูดตั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดของพืช	200
66 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ดูดซับในดินในสภาพไม่ปลูกพืช	201
67 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดซับไว้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและเก็บเกี่ยวผลผลิต	202
68 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดซับในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	203

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน	36
2 การเปรียบเทียบระดับอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	37
3 การเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่ระยะเวลาการบ่มดิน 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	39
4 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน	40
5 การเปรียบเทียบค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	41
6 การเปรียบเทียบค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่ระยะเวลาการบ่มดิน 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	43
7 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อค่าความเป็นกรดต่างของดิน	45
8 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่ได้จากการชะละลาย	45
9 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่ได้จากการชะละลาย	47
10 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดต่างของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	47
11 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดต่างของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	48
12 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อค่าการนำไฟฟ้าของดิน	50
13 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ได้จากการชะละลาย	51

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
14 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ได้จากการชะละลาย	52
15 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและเก็บเกี่ยวผลผลิต	53
16 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	54
17 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน	56
18 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	57
19 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	59
20 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	59
21 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	60
22 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณแอมโมเนียมในดิน	63
23 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณแอมโมเนียมในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	64
24 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อปริมาณแอมโมเนียมในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	65
25 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	66
26 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	67

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
27 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณไนเตรทในดิน	69
28 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณไนเตรทในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	69
29 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อปริมาณไนเตรทในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	71
30 การเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	71
31 การเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	73
32 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน	75
33 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	76
34 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	77
35 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน	80
36 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำในสภาพไม่ปลูกพืช	80
37 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินสภาพปลูกพืช ต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	82
38 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	82
39 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	83

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
40 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน	86
41 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	87
42 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	89
43 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	89
44 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	90
45 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน	93
46 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	93
47 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืช ต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย	95
48 การเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	96
49 การเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก ชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	97
50 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดิน	99
51 การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	100
52 การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
53 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณแอมโมนีเอสที่เป็นประโยชน์ในดิน	103
54 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมนีเอสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	104
55 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมนีเอสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	105
56 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดิน	107
57 การเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	108
58 การเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	109
59 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดิน	111
60 การเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต	112
61 การเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	113
62 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณ มวลชีวภาพสดของส่วนเหนือดินและใต้ดินของพืช	114
63 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณ มวลชีวภาพแห้งของส่วนเหนือดินและใต้ดินของพืช	116
64 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อการเจริญเติบโต ทางด้านความสูงของพืช	117
65 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อการเจริญเติบโต ทางใบของพืช	118

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
66 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณการดูดดึงไนโตรเจนทั้งหมดของพืช	120
67 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณการดูดดึงฟอสฟอรัสทั้งหมดของพืช	121
68 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมทั้งหมดของพืช	123
69 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ดูดซับในดินในสภาพไม่ปลูกพืช	124
70 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดซับไว้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและเก็บเกี่ยวผลผลิต	126
71 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดซับในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช	127

**การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงสมบัติ
และการดูดซับธาตุอาหารพืชของชุดดินกำแพงแสน**

**The Comparison of Composts Efficiency in Improvement of Properties
and Plant Nutrient Adsorption of Kamphaeng Saen Soil Series**

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 131 ล้านไร่ คิดเป็น 41 %ของพื้นที่ทั้งหมด 320 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจแห่งชาติ, 2546) โดยต้องอาศัยทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดโดยเฉพาะทรัพยากรดิน ปัจจุบันการใช้ที่ดินในประเทศไทยส่วนใหญ่มีการจัดการที่ไม่เหมาะสมเป็นเหตุให้ทรัพยากรดินจำนวนมากอยู่ในสภาวะเสื่อมโทรม มีการสูญเสียธาตุอาหารไปจากดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลง เนื่องจากการจัดการที่ไม่เหมาะสมซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบการเพาะปลูกทำให้คุณภาพ และผลผลิตลดลง ฉะนั้นจึงควรมีการจัดการให้ดินมีการเก็บกักธาตุอาหารไว้ใช้ในรูปต่างๆ ให้พอเพียงกับความต้องการของพืช โดยมุ่งเน้นตามระบบเกษตรกรรมโดยการใส่อินทรีย์วัตถุก็น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีในการรักษาทรัพยากรดินให้คงอยู่ตลอดไป

ปัจจุบันอินทรีย์วัตถุเหลือใช้จากการเกษตร และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร และการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมทำให้เหลือเศษวัสดุในรูปต่อซังของพืชจำนวนมาก จึงนิยมนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ มาผลิตเป็นปุ๋ยหมักซึ่งปุ๋ยหมักที่ได้จะมีคุณภาพที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกระบวนการหมัก และชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ซึ่งข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากวัสดุต่าง ๆ เหล่านี้ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงสมบัติของดิน การย่อยสลายปลดปล่อยธาตุอาหาร หรือประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมียังมีน้อยมาก การทำการทดลองครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรหลัก ๆ ได้แก่ ฟางข้าว, เปลือกยูคาลิปตัส, กากอ้อย และกากตะกอนจากโรงงานเชื้อกระดาษ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้เห็นถึงผลของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตที่ดีต่อคุณภาพของปุ๋ยหมักและการประยุกต์ใช้ปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ทรัพยากรดินมีผลิตภาพอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนตลอดไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการย่อยสลาย และปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ ในชุดดิน
กำแพงแสน
2. เพื่อศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ ต่อการปรับปรุงสมบัติของดิน และการเจริญเติบโตของพืช
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ ต่อการดูดซับธาตุอาหารพืชในดินชุด
กำแพงแสน

การตรวจเอกสาร

ลักษณะและคุณสมบัติบางประการของชุดดินกำแพงแสน

ชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng-Saen : Ks) ตามระบอบการจำแนกดินของประเทศไทย (National Classification System) ได้จัดชุดดินกำแพงแสนอยู่ในกลุ่มดินหลัก (Great Soil Group) Non Calcic Brown Soils และระบบจัดจำแนกใหม่ของ USDA (1975) จัดชุดดินกำแพงแสนอยู่ในพวก Typic Haplustalfs (กองสำรวจดิน, 2525) เป็นชุดดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนล้นน้ำใหม่ ความลาดชันของพื้นที่ประมาณ 2-3 % เป็นลักษณะค่อนข้างเรียบหรือลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย (จามิกร, 2537) ดินมีการระบายน้ำดี ความสามารถให้น้ำซึมผ่านปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินต่ำ (วีรพงษ์, 2528) ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนเหนียว มีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดปานกลางจนถึงเป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0-7.0 ดินล่างเป็นดินร่วนปนเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง คือประมาณ 0.3-3.1% มีความอึดตัวด้วยเบสปานกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้ค่อนข้างต่ำ ประมาณ 13.75 cmol/kg มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูง คือ 47.07 และ 202.5 mg/kg ตามลำดับ (สุรเดช และผกาทิพย์, 2526) ดินชุดนี้เหมาะสำหรับปลูกพืชไร่ ทำสวนผลไม้ ปลูกผักสวนครัว แต่ไม่เหมาะสำหรับทำนา เนื่องจากมีการระบายน้ำสูงเกินไป (กองสำรวจดิน, 2524)

ความสำคัญของดิน

ดิน คือเทหวัตถุธรรมชาติ (natural body) ซึ่งเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหิน และแร่ผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุที่ได้จากการสลายตัวของอินทรีย์สารต่าง ๆ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ และจุลินทรีย์ โดยอยู่รวมกันเป็นชั้นบางๆ (horizon) ปกคลุมพื้นผิวโลก เมื่อมีน้ำและอากาศในปริมาณที่เหมาะสม ดินจะช่วยค้ำจุน พร้อมทั้งช่วยในการยังชีพ การเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิตต่างๆ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ซึ่งสามารถแบ่งความสำคัญของดิน ได้ดังนี้ คือ

1. ดินเป็นแหล่งผลิตปัจจัยทั้ง 4 ของมนุษย์ อันได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรคซึ่งอาจมาจากดินทั้งทางตรง และทางอ้อม
2. ดินเป็นเครื่องกรองที่มีชีวิต จึงมีผู้ใช้กำจัดของเสียทั้ง ของแข็ง และของเหลว แล้วกักไม่ให้สารพิษ เชื้อโรคลง ไปปนเปื้อนในน้ำใต้ดินได้

3. ดินทำหน้าที่เป็นที่ยึดเกาะของรากพืช เพื่อยึดลำต้นให้แน่น ไม่ให้ล้มเอียงเป็นที่เก็บน้ำแก่พืช ให้อากาศแก่รากพืชในการหายใจ และให้ธาตุอาหารแก่พืชเพื่อการเจริญเติบโตทนทานต่อโรค แมลง และภัยธรรมชาติ

ปัญหาและความเสื่อมโทรมของดินในประเทศไทย

จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจแห่งชาติ (2546) พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ทั้งหมด 320 ล้านไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตร 131 ล้านไร่ คิดเป็น 41% ของพื้นที่ทั้งหมด และในพื้นที่เพื่อการเกษตร ใช้ปลูกข้าว 51 % พืชไร่ 24 % ไม้ผลและไม้ยืนต้น 17 % ผักและไม้ดอก 1 % เมื่อพิจารณาในแง่ของความอุดมสมบูรณ์แล้ว พบว่ามีพื้นที่ถึง 98 ล้านไร่ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในระดับต่ำ และยังมีพื้นที่บางส่วนอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ คือ

1. ปัญหาด้านกายภาพ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ชัยสิทธิ์, 2543)

1.1 ความอุดมสมบูรณ์โดยธรรมชาติต่ำ เนื่องจากวัตถุดิบกำเนิดดินมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบน้อย ภูมิประเทศอยู่ในเขตฝนตกชุกจึงถูกชะล้างได้ง่าย พื้นที่ถูกใช้มาเป็นเวลานาน บางส่วนขาดการดูแลรักษา

1.2 ดินที่มีปัญหาประเภทต่าง ๆ จำแนกได้เป็น ดินเค็ม 2.7 ล้านไร่ ดินทรายจัด 7.2 ล้านไร่ ดินเปรี้ยวจัด 5.3 ล้านไร่ ดินอินทรีย์ 0.5 ล้านไร่ และดินตื้น 51.3 ล้านไร่

1.3 ภูมิอากาศไม่อำนวย เช่น การกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอ มีปัญหาน้ำท่วม และแห้งแล้งในบางบริเวณ

1.4 การชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญมาก เนื่องจากมีพื้นที่ที่เกิดปัญหาจากการชะล้างพังทลายของดิน 134 ล้านไร่ การปลูกพืชแบบเดิมบนพื้นที่ลาดชัน หน้าดินจะถูกชะล้างพังทลายของหน้าดินสูงประมาณ 8-50 ตัน / ไร่ / ปี และยังมีพื้นที่อีก 57.1 ล้านไร่ ในอีก 50 จังหวัดที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม (พิชัย และประทุมพร, 2545)

2. ปัญหาการจัดการดิน

- 2.1 การใช้ที่ดินไม่เหมาะสมกับสมรรถนะที่ดิน
- 2.2 การใช้ที่ดินโดยปราศจากการบำรุงรักษา
- 2.3 การใช้ที่ดินไม่เกิดประโยชน์สูงสุดต่อพื้นที่ เนื่องจากขาดปัจจัยการผลิตที่สำคัญ เช่น น้ำฝน และน้ำชลประทาน เป็นต้น

ปุ๋ยหมัก (Compost)

ปุ๋ยหมัก (Compost) คือปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ต่าง ๆ มาหมักรวมกัน แล้วปรับสภาพให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนกระทั่งได้วัสดุที่มีความคงทนต่อการย่อยสลายสีน้ำตาลปนดำ (ธงชัย, 2546)

ประเภทของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาทำปุ๋ยหมัก

วัสดุเหลือใช้ที่นิยมนำมาทำปุ๋ยหมัก แบ่งได้เป็น 4 ประเภท (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540) คือ

1. วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งทางการเกษตร พบว่าฟางข้าวมีปริมาณมากกว่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่น ๆ มีปริมาณถึง 25.45 ล้านตันต่อปี พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมา คือ เศษต้นข้าวโพด เศษต้นข้าวฟ่าง เศษต้นถั่วเขียว และถั่วเหลือง ตามลำดับ รวมปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทั้งสิ้น 36.43 ล้านตัน/ปี และจากการศึกษาสมบัติทางเคมี พบว่าฟางข้าวมีปริมาณ N, P₂O₅ และ K₂O เท่ากับ 0.5, 0.14 และ 1.55 % ตามลำดับ มี C/N ratio 99 จัดเป็นวัสดุที่อยู่ระหว่างย่อยสลายง่าย และย่อยสลายยาก สำหรับเศษต้นข้าวโพด ข้าวฟ่าง และเศษพืชตระกูลถั่ว มีปริมาณธาตุอาหารมากกว่าฟางข้าวจัดเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย C/N ratio ต่ำ มีค่าระหว่าง 54.42-22.45

2. วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปของวัตถุดิบทางการเกษตร พบว่ากากอ้อยมีปริมาณมากที่สุด คือ 13.53 ล้านตัน/ปี พบมากในภาคตะวันออก และภาคกลาง รองลงมาได้แก่ เศษมันสำปะหลัง พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แกลบ ชี้เลี้ยง และซังข้าวโพด ตามลำดับ จากการศึกษสมบัติทางเคมี พบว่า กากอ้อย ชี้เลี้ยง และขุยมะพร้าว มีปริมาณธาตุอาหารหลักค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณ N, P₂O₅ และ K₂O เฉลี่ยเท่ากับ 0.32, 0.09 และ 0.46 % ตามลำดับ มี C/N ratio สูง มีค่าระหว่าง 140.22 - 209.64 จัดเป็นวัสดุที่ย่อยสลายยาก ส่วนเศษมันสำปะหลัง

และวัสดุเหลือใช้จากสับประรดมี C/N ratio ไม่สูงมาก จัดอยู่ในกลุ่มที่ย่อยสลายง่าย และปริมาณธาตุอาหารหลักค่อนข้างสูง

3. วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน ส่วนใหญ่จะพบในเขตชุมชนเมือง ที่จะมีปัญหาในด้านขยะมูลฝอย จึงได้นำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก ซึ่งมีปริมาณ 12.5 ล้านตัน/ปี จากการศึกษาสมบัติทางเคมี พบว่า มีปริมาณธาตุอาหารหลักต่ำมาก อยู่ในกลุ่มที่ย่อยสลายยาก C/N ratio สูง

4. วัสดุอื่นๆ และวัชพืชได้แก่พวกมูลสัตว์ที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์ มูลโค มูลไก่ มูลสุกร มูลกระบือ และมูลเป็ด มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 24.22 ล้านตัน และวัชพืช 1 ล้านตัน/ปี จากการศึกษาสมบัติทางเคมี พบว่า มูลสุกร มูลไก่ และมูลเป็ด มีปริมาณธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองสูงกว่าในมูลโคและกระบือ โดยเฉพาะไนโตรเจน และฟอสฟอรัส มีค่า C/N ratio ต่ำกว่า 20 จัดอยู่ในกลุ่มที่ย่อยสลายง่าย

ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการย่อยสลายของเศษพืช

1. ออกซิเจน มีความสำคัญต่อจุลินทรีย์ประเภทที่ต้องการอากาศ เชื้อจุลินทรีย์ประมาณ 90 % ที่นำมาใช้ในการย่อยสลายเศษพืชเป็นพวกที่ต้องการอากาศ ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต โดยเกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจทำให้เกิดพลังงาน และจุลินทรีย์จะสร้างเอนไซม์ออกมาเพื่อทำการย่อยสลายเศษพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการทำปุ๋ยหมักจึงจำเป็นต้องมีการกลับกองอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้เศษพืชสลายตัวได้เร็วขึ้น

2. ความชื้น เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่เป็นต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก โดยความชื้นในกองปุ๋ยหมักจะอยู่ในช่วง 50-60 % ความชื้นมีบทบาทต่อกระบวนการสร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ ถ้าความชื้นสูงเกินไปจะทำให้กองปุ๋ยหมักแฉะ และขาดออกซิเจน กิจกรรมของจุลินทรีย์จะเกิดช้า ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น เนื่องจากจุลินทรีย์ไม่ต้องการอากาศเจริญอย่างรวดเร็ว และปล่อยก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นออกมา

3. อุณหภูมิ เป็นตัวชี้วัดว่ากระบวนการเปลี่ยนแปลงในกองปุ๋ยหมักจะเกิดช้าหรือเร็ว เป็นตัวบอกกิจกรรมการย่อยสลายเศษพืชของจุลินทรีย์ อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะอยู่ในช่วง 45-70 องศาเซลเซียส ถ้าเกิน 70 องศาเซลเซียส จะทำให้จุลินทรีย์ตายหรือชะงักการเจริญเติบโตได้ ซึ่งจะต้องมีการกลับกองเพื่อลดอุณหภูมิ จนกระบวนการย่อยเสร็จสมบูรณ์ คืออุณหภูมิในกองเท่ากับอุณหภูมิภายนอก

4. ความเป็นกรดเป็นด่าง วัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักโดยทั่วไป จะมีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อย ไปจนถึงด่างเล็กน้อย จึงไม่จำเป็นต้องปรับระดับ pH กิจกรรมของจุลินทรีย์ก็สามารถเกิดขึ้นได้ แต่ วัสดุเหลือใช้จำพวกที่ผ่านกระบวนการผลิตและขั้นตอนจากโรงงานอุตสาหกรรม ระดับ pH อาจมีความเป็นกรดหรือเป็นด่างมากเกินไป ก็ควรปรับให้อยู่ในระดับปานกลางเสียก่อน

5. แร่ธาตุอาหารบางชนิด เนื่องจากจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักเป็นพวกที่ไม่สามารถสร้างอาหารขึ้นมาเองได้ และต้องการแร่ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต และการเพิ่มปริมาณ จึงอาจมีการเติมธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก ซึ่งจะช่วยให้การย่อยสลาย และปรับค่า C/N ratio ด้วย

มาตรฐานปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักที่จะผลิตได้ต้องมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับเศษวัสดุที่ใช้ กรรมวิธีในการกอง ตลอดจนการดูแลรักษา ซึ่งปุ๋ยหมักที่ดีควรมีมาตรฐานดังนี้ (ปรัชญา และคณะ, 2540) ดังนี้

1. ปุ๋ยหมักต้องมีสัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนไม่สูงกว่า 20 : 1
2. มี N 1 % P₂O₅ 1 % และ K₂O 0.5 % หรือสูงกว่า
3. ความชื้นหรือสารที่ระเหยได้ไม่เกิน 35 % โดยน้ำหนัก
4. อินทรีย์วัตถุ 30-60 %
5. pH 6.0 ถึง 7.5
6. อุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิรอบ ๆ บริเวณ
7. ไม่มีกลิ่นเหม็น
8. ไม่มีเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์

ปริมาณธาตุอาหารและสมบัติบางประการที่เป็นองค์ประกอบของปุ๋ยหมัก

ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักนับเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่ง เพื่อจะได้ทราบว่าในปุ๋ยหมักที่นำมาศึกษาซึ่งได้แก่ปุ๋ยหมักจาก ฟางข้าว เปลือกยูคาลิปตัส กากอ้อย และกากตะกอนจากโรงงานเยื่อกระดาษ มีลักษณะและคุณสมบัติเหมาะสมต่อการปรับปรุงดิน และส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

1. ปุ๋ยหมักฟางข้าว เป็นอินทรีย์วัสดุที่ได้จากการนำเอาเศษเหลือจากส่วนต่างๆ ของต้นข้าว ภายหลังที่ได้เอาเมล็ดออกแล้ว นำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักจะขึ้นกับชนิดของ พันธุ์ข้าว ชนิดของดิน ฤดูกาล ประสิทธิภาพของการคังคูดธาตุอาหารของข้าวแต่ละพันธุ์ ปริมาณปุ๋ย ที่ใส่ คุณภาพของน้ำชลประทาน จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร และสมบัติ บางประการของปุ๋ยหมักฟางข้าว พบว่าปริมาณไนโตรเจนอยู่ในระดับที่ต่ำ ปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.4 - 2.8 % ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่ต่ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 - 1.8 % และ 0.1 - 2.2 % ตามลำดับ pH 6.5 - 7.0 อยู่ในระดับที่เป็นกรดอ่อนถึง ปานกลาง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 30 - 60 % มีค่า C/N ratio ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 : 1 ไม่มีความร้อน ไม่มีกลิ่น และปราศจากเชื้อโรคทุกชนิด (จามิกร, 2537)

2. ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส เป็นอินทรีย์วัสดุที่ได้จากเปลือกของต้นยูคาลิปตัส นำมาหมัก เป็นปุ๋ยตามมาตรฐานเดียวกับปุ๋ยหมักฟางข้าว โดยเปลือกยูคาลิปตัสที่นำมาได้มาจาก บริษัทผลิต กระดาษจากไม้ยูคาลิปตัส สำหรับปริมาณธาตุอาหารของเปลือกยูคาลิปตัส พบว่ามีปริมาณ ไนโตรเจน 2.08 กิโลกรัม/ไร่ ฟอสฟอรัส 0.32 กิโลกรัม/ไร่ โพแทสเซียม 4.16 กิโลกรัม/ไร่ แคลเซียม 9.12 กิโลกรัม/ไร่ และแมกนีเซียม 2.08 กิโลกรัม/ไร่ (องค์การอาหารและเกษตรแห่งชาติ, 2531) ปริมาณของเปลือกยูคาลิปตัสมีจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจาก ปัจจุบันความต้องการวัตถุดิบ จากไม้ยูคาลิปตัสเพื่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ มีมากกว่า 6 ล้านตัน/ปี ในปริมาณนี้ประมาณ 5 ล้านตัน/ไร่ ต้องการเพื่ออุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ การนำส่วนที่เหลือมาทำปุ๋ยหมักน่าจะดี เนื่องจากมีปริมาณธาตุ อาหารค่อนข้างสูง (สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่า, 2531)

3. ปุ๋ยหมักกากอ้อย เป็นอินทรีย์วัสดุที่ได้จากกากอ้อยซึ่งเป็นผลตกค้างของโรงงาน น้ำตาลหลังจากที่ได้ สกัดเอาน้ำหวานออกไปแล้ว ประกอบด้วยเส้นใย และน้ำหลงเหลืออยู่ เพียงเล็กน้อย จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนในกากอ้อย อยู่ในช่วง 0.19-2.47 % ปริมาณฟอสฟอรัส อยู่ในช่วง 0.15-5.79 % ปริมาณโพแทสเซียม อยู่ในช่วง 0.19-2.47 % ปริมาณธาตุ อาหารในเศษพืชจะแตกต่างกันไปตามปัจจัยหลายชนิด เช่น อายุ พันธุ์พืช ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ที่ใช้ปลูกพืชนั้น กรมพัฒนาที่ดินได้ทดลองใช้กากอ้อยเป็นวัสดุในการทำปุ๋ยหมัก พบว่าในกากอ้อยมี 1.35, 0.86 และ 1.15 % ของ N, P₂O₅ และ K₂O ตามลำดับ และวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ทำปุ๋ย หมักที่ใช้กากอ้อยเป็นวัสดุจำนวน 1 ตัน พบว่ามี 13.5 8.6 และ 11.5 % ของ N, P₂O₅ และ K₂O ตามลำดับ (สำนักงานปฏิบัติการวิจัยและปลูกพืชทดลอง, 2526)

4. ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษ เป็นการตะกอนที่เกิด จากกระบวนการกำจัดน้ำเสียของโรงงานผลิตกระดาษ จากการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า

มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ระหว่าง 2.3-5.9 % ปริมาณฟอสฟอรัสมีตั้งแต่ระดับต่ำไปจนถึงค่อนข้างสูง (0.6-4.5 %) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิตของแต่ละโรงงาน ปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.03-0.6 % กากตะกอนมีค่า pH เป็นกรดอ่อนจนถึงปานกลางนอกจากนี้ยังมีค่า C/N ratio ต่ำกว่า 10 กากตะกอนน้ำเสียจึงน่าจะมีแนวโน้มนำมาใช้เป็นปุ๋ยหมักสำหรับการผลิตพืชได้ดี (สุคใจ, 2533)

การย่อยสลายปุ๋ยหมักในดิน

การสลายตัวของปุ๋ยหมักในดิน หรือการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ (Mineralization) นั้นถูกควบคุมโดยปัจจัยต่าง ๆ ในดิน ได้แก่

1. ความชื้นในดิน อัตราการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุมีความสัมพันธ์กับระดับความชื้นในดิน คือภายใต้สภาพที่มีความชื้นสูงหรือต่ำมาก ๆ อัตราการย่อยสลายจะมีค่าต่ำ

2. อุณหภูมิในดิน อุณหภูมิมีผลต่อการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน เนื่องจากอุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อกระบวนการทางฟิสิกส์ เคมี และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน โดยเฉพาะในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส จะเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินมากที่สุด รวมถึงเหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินโดยทั่วไป ซึ่งพบว่าดินในประเทศไทยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น

3. การระบายอากาศในดิน การระบายอากาศในดินมีผลต่อการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน เนื่องจากอากาศเป็นปัจจัยสำคัญต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ ในสภาพที่มีออกซิเจนการย่อยสลายจะเกิดได้รวดเร็วกว่า และเสร็จสมบูรณ์มากกว่า ในทางตรงกันข้ามในสภาพที่มีน้ำท่วมขัง หรือขาดอากาศการย่อยสลายจะเกิดได้ลดลง และไม่เสร็จสมบูรณ์

4. ความเป็นกรดด่างของดิน โดยทั่วไปสภาพ pH ที่เป็นกลางเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดต่อการย่อยสลายอินทรีย์สาร การใส่ปูนเพื่อยกระดับ pH จากกรดมาเป็นกลางจึงช่วยเพิ่มการสลายตัวของอินทรีย์สารให้มากขึ้น

5. เนื้อดิน เนื้อดินก็มีผลต่อการย่อยสลายของอินทรีย์สารเช่นกัน จากงานทดลองของ O.nikura *et al.* (1975) พบว่าปริมาณแอมโมเนียมที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับการแลกเปลี่ยนประจุ

ไอออนของดิน และปริมาณดินเหนียวในดิน ซึ่งส่งผลให้อินทรีย์วัตถุมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นในดินเนื้อละเอียด

6. ความเค็มของดิน ความเค็มของปุ๋ยหมักที่ผสมกับดินมีผลต่อการสลายตัวของอินทรียสารจากการปรับปรุงสมบัติของดินโดยการใส่ปุ๋ยหมัก และนำไปวัดค่า net mineralization พบว่าอัตรา mineralization ในดินที่ชะด้วยน้ำสูงกว่าดินที่ไม่ถูกชะด้วยน้ำ

7. ธาตุอาหาร การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมลงในดินน่าจะกระตุ้นให้เกิด nitrogen mineralization ได้ดีขึ้น อัตราการเกิด mineralization ในดินที่ได้รับการใส่ปุ๋ย และไม่ใส่ปุ๋ยจะไม่แตกต่างกัน หลังจากที่ใช้แอมโมเนียมที่ได้รับหมดไป Onikura *et al.* (1975)

8. สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมัก C:N ratio เป็นปัจจัยแรกที่ควบคุม nitrogen mineralization ในการย่อยสลายอินทรียสาร เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นั้น นอกจากจะย่อยสลายเพื่อนำพลังงานไปใช้แล้ว จุลินทรีย์ยังนำเอาธาตุอาหารจากอินทรียสารเหล่านั้นไปใช้ในการสร้างส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างหลักของเซลล์กับไนโตรเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน หรือกรดนิวคลีอิกที่มีอยู่ปริมาณมากในเซลล์จุลินทรีย์ ดังนั้น C:N ratio ในอินทรียสารจึงเป็นปัจจัยที่บ่งบอกว่า ในการย่อยสลายของอินทรียสารเหล่านั้นจะมีไนโตรเจนเพียงพอ กับความต้องการของจุลินทรีย์ และทำให้การย่อยอินทรียสารดำเนินต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ C:N ratio ที่จัดว่าเพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 20-30 ถ้ามีค่าสูงหรือกว้างกว่า 30 ขึ้นไป แม้ว่าจะมีคาร์บอนที่ใช้ในการเจริญเติบโตมาก แต่มีไนโตรเจนที่จำกัดทำให้การย่อยสลายช้าลง จุลินทรีย์จะไปดึงไนโตรเจนจากดินไปใช้ในการเจริญเติบโตแทน เรียกกระบวนการนี้ว่า immobilization (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

9. ดินแห้งสลับเปียก การทำให้ดินอยู่ในสภาพแห้ง และเปียกสลับกัน จะเร่งให้เกิดการปลดปล่อยไนโตรเจนในดินได้มากขึ้น

10. การที่ดินเย็นจนแข็ง การที่ดินเย็นจนแข็งก่อนการบ่มดินทำให้เกิดกระบวนการ nitrogen mineralization เพิ่มขึ้น การทำให้อิทธิพลของการเย็นจนแข็ง โดยปกติทำให้เย็นระดับ -10 ถึง -20 องศาเซลเซียส ซึ่งดินที่เย็นจนแข็งจะทำให้เม็ดดินแตก และเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวที่จุลินทรีย์จะเข้าไปย่อยสลายอินทรียสารได้มากขึ้น (อำนาจ, 2525)

11. ปฏิกริยาร่วมระหว่างดิน และพืช ได้มีการทดลองใช้ดินในพื้นที่ว่างเปล่าไม่มีพืชขึ้น นำดินส่วนหนึ่งไปใส่ภาชนะเก็บไว้ในโรงเรือนในสภาพว่างเปล่าไม่มีการปลูกพืช อีกส่วนหนึ่งปลูกพืช ในระหว่างการทดลองระยะต่างๆ มีการวิเคราะห์อนินทรีย์ไนโตรเจนในดินทั้งสอง และวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในราก และส่วนเหนือดินของพืชที่ปลูก พบว่า nitrogen mineralization เกิดขึ้นใกล้เคียงกัน ในระหว่างดินที่ปลูกพืชกับดินที่ว่างเปล่าในระยะ 6 สัปดาห์แรก แต่หลังจากนั้นปริมาณไนโตรเจนที่ถูกเปลี่ยนไป อนินทรีย์ไนโตรเจนในดินว่างเปล่าสูงกว่าดินที่ปลูกพืช แสดงว่าพืชทำให้เกิดขบวนการ nitrogen mineralization ลดลง แสดงว่าผลของพืชที่มีต่อ nitrogen mineralization เนื่องจากอินทรียสารที่เกิดจากรากพืชชักนำให้เกิด nitrogen mineralization โดยจุลินทรีย์

การปลดปล่อยธาตุอาหารพืช

ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งแร่ธาตุอาหารที่จะปลดปล่อยออกมาให้แก่ต้นพืชอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักจะมีแร่ธาตุอาหารพืชที่สำคัญครบถ้วน ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุแต่จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาหมัก จากการทดลองของ M.A.Garau และคณะ (1986) ได้นำเอาปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใส่ในดินในอัตราต่าง ๆ พบว่ามีการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงตามอัตราที่เพิ่มขึ้นของปุ๋ยหมัก นอกจากนี้ E.Epstein และคณะ (1978) ได้ทดลองแบบเดียวกัน พบว่าอัตราการย่อยสลายเพื่อปลดปล่อยธาตุอาหารขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ และชนิดของดินเป็นหลัก ซึ่งการนำเอาปุ๋ยหมักไปใช้นั้นต้องตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบแต่ละชนิด ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมจะมีอัตราการย่อยสลายสูงกว่าปุ๋ยมูลสุกร (F.Costa et al, 1989) ซึ่งนอกจากจะเพิ่มปริมาณธาตุอาหารแล้วยังเป็นการช่วยให้พืชสามารถดูดไปใช้ได้ง่าย และช่วยดูดซับธาตุอาหารไว้ไม่ให้สูญหายไปกับน้ำฝนหรือน้ำชลประทานอีกด้วย

ผลของปุ๋ยหมักต่อสมบัติของดิน

1. สมบัติทางกายภาพของดิน

1.1 ส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน (soil aggregation) ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงไปดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ช่วยปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น (J.S.C. Mbagwu, 1990) ฮิวมัสเป็นสารอินทรีย์ที่มีประจุลบ เป็นตัวคู่อิทธิพลอาหารพืชที่มีประจุบวก และมีผลให้อนุภาคดินเกาะกัน ไยรา กระจุกใยรา และสารเมือกที่ปลดปล่อยจากแบคทีเรีย ก็สามารถส่งเสริมการเกิดเม็ดดินได้

1.2 ช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน และลดความหนาแน่นรวมของดิน พบว่าเมื่อใส่วัสดุอินทรีย์เพิ่มในดิน 5-10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความหนาแน่นรวมลดลง เกิดช่องว่างขนาดใหญ่ ทำให้การระบายอากาศของดินเพิ่มมากขึ้น (J.S.C.Mbagwu, 1989) และจากการทดลองของ ปรีดีและคณะ (2534) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักไปในชุดดินวารินอัตราที่เพิ่มจาก 0 เป็น 2 ,4 และ 6 ตัน/ไร่ ทำให้ความหนาแน่นรวมลดลงจาก 1.55 เป็น 1.39-1.43 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่งผลต่อระบบรากพืชให้สามารถชอนไช และแผ่กระจายในดินได้กว้างขวาง ให้ชุดธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังสะดวกต่อการไถพรวน และลดการเกิดชั้นดานแข็ง

1.3 ส่งเสริมให้เกิดความพรุนของผิวน้ำดิน เมื่อมีการใส่วัสดุอินทรีย์และปุ๋ยหมักเพิ่มในดิน 5-10 % พบว่าความพรุนรวมมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้การซึมผ่านและความสามารถในการอุ้มน้ำของน้ำดีขึ้น โดย rice shaving > ชี้อ้อย > ใบบงกช > ปุ๋ยหมัก > ใบบงกช > brewers spent grains > ปุ๋ยคอก (J.S.C. Mbagwu, 1989) การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 และ 6 ตัน/ไร่ พบว่า ความชื้นในดินเพิ่มขึ้นจาก 4.3 เป็น 5.6 และ 0.9 เป็น 2.6 % (วรรณลดา และคณะ, 2534) นอกจากนี้ ปรีดี และคณะ(2534) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักไปในชุดดินวารินอัตราที่เพิ่มจาก 0 เป็น 2 ,4 และ 6 ตัน/ไร่ ทำให้ ความพรุนทั้งหมดเพิ่มจาก 42 เป็น 45-47 % และ ความจุในการอุ้มน้ำเพิ่มจาก 21 เป็น 22-25 %

2. คุณสมบัติทางเคมีของดิน

2.1 เพิ่มธาตุอาหารแก่ดินโดยตรง ถึงแม้จะไม่มากนักเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ก็ค่อยๆปลดปล่อยให้ประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว จากงานทดลองของเสียงแจ้ว และ พิทยากร (2540) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ในชุดดินมาบบอน เพื่อปลูกหน่อไม้ฝรั่ง ธาตุอาหารของดินหลังปลูกหน่อไม้ฝรั่งเป็นเวลา 2 ปี ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน จะเพิ่มขึ้นจาก 14, 68, 188, 46 และ 51 เป็น 23, 72,

241, 61 และ 62 mg/kg ตามลำดับ และจากการทดลองของ วรณลดา และคณะ (2541) การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ในชุดดินปากช่อง เพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ระดับไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้นจาก 0.12 เป็น 0.14 % ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมงกานีส และสังกะสี เพิ่มขึ้นจาก 128, 157, 52 และ 2.20 เป็น 180, 272, 65 และ 3.23 mg/kg ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว

2.2 เพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง มากกว่าดินเหนียวประมาณ 5-10 เท่า จะมีส่วนช่วยให้ปุ๋ยเคมีที่อยู่ในรูปของแคตไอออนบางชนิดถูกดูดซับไม่สูญเสียไป และพืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช วรณลดา และคณะ (2534) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 4 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน พบว่า ค่า CEC เพิ่มขึ้นจาก 2.19 เป็น 3.76 cmol/kg

2.3 ช่วยลดความเป็นพิษของธาตุอาหารบางธาตุที่มีมากเกินไป เช่น การใส่ปุ๋ยหมักในดินกรดสามารถลดความเป็นพิษของอลูมิเนียมและแมงกานีส โดยช่วยดูดซับธาตุทั้ง 2 ไร่ ทำให้ปริมาณในสารละลายดินลดลง

2.4 เพิ่มความจุความต้านทานในการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (buffer capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช เช่น การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา (16-20-0) 25 กิโลกรัม/ไร่ ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ค่า pH จะเพิ่มขึ้นจาก 5.7 เป็น 6.2 และเมื่อทดลองปลูกกับถั่วเหลือง โดยใส่ในอัตรา 4 และ 6 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (16-20-0) อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ พบว่า ค่า pH จะเพิ่มขึ้นจาก 6.4 เป็น 6.8 และ 7.0 ตามลำดับ

3. คุณสมบัติทางชีวภาพของดิน

3.1 เพิ่มอาหารแก่จุลินทรีย์ โดยเฉพาะพวก heterotroph ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลทำให้ปริมาณแบคทีเรีย และเชื้อราเพิ่มจาก 1.86×10^8 เป็น 2.15×10^9 และจาก 7.3×10^5 เป็น 5.4×10^6 เซลล์/กรัมของดิน (วรณลดา และคณะ, 2534) และพบว่ากิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารภายในดิน

3.2 ปริมาณของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น ในชุดดิน มาบบอนที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่ง มีการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 6 ตัน/ไร่ มีผลทำให้แบคทีเรียเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 100 เท่า คือจาก 10^7 เป็น 10^9 เซลล์ต่อกรัมของดิน (เลียงแจ้ว และ พิทยากร, 2540) นอกจากนี้ ยังมีผลยับยั้งและควบคุมการแพร่ระบาดของเชื้อโรคพืช วรณลดดา และคณะ (2534) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมัก 4 และ 6 ตัน/ไร่ ในชุดดินปากช่อง มีผลทำให้ปริมาณแอกติโนมัยซีต เพิ่มสูงขึ้นจาก 0.99 เป็น 4.6 และ 5.39 log no.ต่อกรัมของดิน ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณเชื้อโรคพืช *Macrophomina phaseolina* ลดปริมาณลงจาก 4.2 เป็น 1.8 และ 0.38 log no.ต่อกรัมของดิน และ เลียงแจ้วและพิทยากร (2540) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของปุ๋ยหมักต่อเชื้อรา *Rhizoctonia solani* ที่มีต่อผลผลิตของถั่วเหลือง พบว่าการใส่ปุ๋ยหมัก 4 ตัน/ไร่ มีผลทำให้ปริมาณเชื้อรา *Trichoderma* แบคทีเรีย และ แอกติโนมัยซีต เพิ่มขึ้นจาก 3.26, 8.23 และ 8.68 เป็น 4.04, 9.28 และ 9.74 log no.ต่อกรัมของดิน นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดสามารถสร้างสารปฏิชีวนะ มีผลต่อเชื้อโรคในดินให้มีปริมาณลดลงได้ จากการทดลองของ วรณลดดา และคณะ (2541) ได้นำปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตัน/ไร่ร่วมกับการใส่เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Bacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, *Trichoderma sp.* และ *Chaetomium sp.* ในชุดดินปากช่อง พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวมีปริมาณสูงขึ้น และจะเข้าทำลายหลังจากสร้างสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* โดยลดลงจาก 4.63 เป็น 2.08 log no.ต่อกรัมของดิน และจะทำลายโครงสร้างของอะพลาทอกซินในดินทำให้ความเป็นพิษลดลงจาก 37.7 เป็น 11.9 ppb

3.3 การเจริญของจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดฟอร์มิก และ กรดอะซิติก โดยกรดอินทรีย์บางชนิดพืชอาจนำไปใช้โดยตรง บางชนิดมีผลต่อการปลดปล่อยและเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อพืช

ผลของปุ๋ยหมักที่มีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช (ธงชัย, 2546)

1. ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืชโดยตรงและยังค่อยปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์แก่พืชในระยะยาว ประเสริฐ และคณะ (2523) ทดลองใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าว ตามสถานีทดลองข้าว 6 แห่ง ปลูกข้าวติดต่อกันเป็นเวลา 6 ปี พบว่าผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น และเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราปุ๋ยหมักที่เพิ่มสูงขึ้น และปริมาณธาตุอาหารค่อยเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในแต่ละปี

2. ปุ๋ยหมักช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชบางชนิดไม่ให้สูญเสียไปจากดิน ซึ่งทำให้พืชสามารถดูดซับไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น Oniain และคณะ (1973) รายงานการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยซุเปอร์ฟอสเฟต ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น พืชมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสสูงกว่าพืชที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ซึ่ง Zhang และคณะ (1994) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี เป็นวิธีที่มี

ประสิทธิภาพในการลดการตรึงฟอสฟอรัสในดินได้ นอกจากนี้ประชาและเผด็จ (2526) ได้ทดลองใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 6 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (18-22-6) อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ ในชุดดินยโสธร พบว่าให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงกว่าอัตราอื่นๆ

3. ส่งเสริมการแพร่กระจายของรากพืช ทำให้มีความสามารถดูดธาตุอาหารจากดินเพิ่มขึ้น

4. ปุ๋ยหมักช่วยดูดซับน้ำในดินให้มีความชื้นมากขึ้น (Oikeh and Aseigbn, 1993) และยาวนานกว่าดินที่ปราศจากการใส่ปุ๋ยหมัก ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการเจริญของพืชได้เพิ่มขึ้น

การดูดซับธาตุอาหารพืช

การใส่ปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารพืชในดินให้สูงขึ้น เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยหมัก เมื่อใส่ลงไปดินจึงทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชกับคอลลอยด์อื่นๆ พบว่ามีการดูดซับสูงกว่าตั้งแต่ 2-30 เท่า โดยทั่วไปปริมาณของแคตไอออนที่ถูกดูดซับโดยอินทรีย์วัตถุจะอยู่ในช่วงประมาณ 30-90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณดินที่ดูดซับได้ทั้งหมด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) จากรายงานการศึกษาของ N.S. Bolan (2003) ได้นำปุ๋ยอินทรีย์ 7 ชนิดมาทดสอบเพื่อดูการดูดซับธาตุโลหะหนักในดิน ปรากฏว่าสามารถลดความรุนแรงของโลหะหนักได้ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณที่ใช้ยิ่งมาก โลหะหนักยิ่งลดลง ส่วนการทดลองของ Neera (2003) พบว่าอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปไม่สามารถลดปริมาณของสารเคมีที่ตกค้างในดินได้ แต่จะช่วยในแง่ของการลดการสูญเสียธาตุอาหารในดิน ความสามารถในการดูดซับนี้มาจากประจุลบที่อยู่เป็นจำนวนมากของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเกิดจากการ dissociation ของสารประกอบที่อยู่ในอินทรีย์วัตถุ และ โมเลกุลของอินทรีย์วัตถุในดินที่ยังมีประจุบวกอยู่บางส่วน ทำให้สามารถดูดซับแอนไอออนได้ด้วย ซึ่งจะช่วยป้องกันมิหาธาตุอาหารสูญเสียไปจากดินได้ง่าย จากการทดลองของ Muhammad (2003) ได้นำพวกกากตะกอนน้ำเสียมาใช้ เพื่อช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดิน พบว่าให้ประสิทธิภาพที่ดี ประเสริฐ และคณะ (2529) ทดลองใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวระยะยาวติดต่อกันตั้งแต่ปี 2519 โดยใช้ปุ๋ยหมักที่อัตรา 500, 1000, 1500 และ 2000 กิโลกรัม/ไร่ ใส่อย่างเดียวและใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักติดต่อกันทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีค่าสูงขึ้น ลดการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้างได้ Kawaguchi *et al.* (1983) พบว่าการทดลองใช้ฟางข้าวติดต่อกันเป็นระยะเวลา 6 ปี ที่สถานีทดลองข้าวสุรินทร์และพิษณุโลก ทำให้ดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มสูงขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ชุดดินกำแพงแสน เก็บจากแปลงทดลองอ้อย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร
2. เมล็ดพันธุ์ฝักโคมจีนพันธุ์ 316 จากศูนย์พืชผักเขตร้อน ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน
3. ปุ๋ยหมักจากอินทรีย์วัสดุเหลือใช้ 4 ชนิด (จากงานทดลองวิทยานิพนธ์ของนิสิตปริญญาโท ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน) คือ
 - 3.1 ปุ๋ยหมักฟางข้าว
 - 3.2 ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส
 - 3.3 ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษ
 - 3.4 ปุ๋ยหมักกากอ้อย
4. ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
5. อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการบ่มดิน การปลูกพืช การเก็บตัวอย่างดินและการเก็บเกี่ยว ตัวอย่างพืช
 - 5.1 ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 18 เซนติเมตร
 - 5.2 ฝาครอบท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว เจาะรู
 - 5.3 ท่อร้อยสายไฟ ขนาด 4 หุน ยาว 5 เซนติเมตร
 - 5.4 แผ่นพลาสติก ตัดเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.8 เซนติเมตร เจาะรูอย่างสม่ำเสมอ
 - 5.5 ฝ้ายขาวบาง ตัดเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.8 เซนติเมตร
 - 5.6 ขวดพลาสติกใส
 - 5.7 เครื่องชั่ง

5.8 อุปกรณ์ที่จำเป็นอื่นๆ

6. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดิน ปุ๋ยหมัก และพืชในห้องปฏิบัติการ

7. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการวิเคราะห์ดิน ปุ๋ยหมัก และพืชในห้องปฏิบัติการ
ได้แก่

7.1 pH meter

7.2 EC meter

7.3 Micro Kjeldahl Distillation Apparatus และ Digestion Apparatus

7.4 Spectrophotometer

7.5 Atomic Absorption Spectrophotometer

7.6 ตู้อบ

7.7 เครื่องชั่ง

7.8 อุปกรณ์ที่จำเป็นอื่นๆที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินทางกายภาพ และเคมีใน
ห้องปฏิบัติการ

8. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลง

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 10 คำรับการทดลอง ดังนี้

คำรับที่ 1 ดินไม่ผสมปุ๋ยหมัก และ K_2SO_4 (S)

คำรับที่ 2 ดินผสม K_2SO_4 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (S+K)

คำรับที่ 3 ดินผสมปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 6 ตัน/ไร่ (S+R)

คำรับที่ 4 ดินผสมปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสอัตรา 6 ตัน/ไร่ (S+E)

คำรับที่ 5 ดินผสมปุ๋ยหมักกากอ้อยอัตรา 6 ตัน/ไร่ (S+B)

คำรับที่ 6 ดินผสมปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษอัตรา 6 ตัน/ไร่ (S+SW)

คำรับที่ 7 ดินผสมปุ๋ยหมักฟางข้าว อัตรา 6 ตัน/ไร่ ร่วมกับ K_2SO_4 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (S+R+K)

คำรับที่ 8 ดินผสมปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสอัตรา 6 ตัน/ไร่ ร่วมกับ K_2SO_4 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (S+E+K)

คำรับที่ 9 ดินผสมปุ๋ยหมักกากอ้อย อัตรา 6 ตัน/ไร่ ร่วมกับ K_2SO_4 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (S+B+K)

คำรับที่ 10 ดินผสมปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษอัตรา 6 ตัน/ไร่ ร่วมกับ K_2SO_4 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ (S+SW+K)

2. การเตรียมตัวอย่างดิน และปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลอง

2.1 การเตรียมดิน เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จากผิวดิน (ชุดดิน กำแพงแสน) นำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แล้วย่อยให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 และ 2 มิลลิเมตร แล้วนำไปใช้ในการทดลอง และวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมี กายภาพ และปริมาณธาตุอาหาร ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 1

2.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

ก. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

1) ค่าปฏิกิริยาดิน โดยใช้ pH Meter อัตราส่วนดิน: น้ำ เท่ากับ 1: 1 (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

2) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) โดยทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ แล้ววัดค่าด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

3) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity) ทำให้อิ่มตัวด้วย NH_4OAc แล้วแทนที่ด้วย NaCl หาปริมาณแอมโมเนียมไอออนด้วยการกลั่น (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

4) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) โดยใช้วิธี Walkley and Black Titration (Walkley และ Black, 1934)

ข. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) วัดโดยวิธี Micro-Kjeldahl ย่อยตัวอย่างดิน ด้วย Digestion Mixture : $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{SO}_4\text{-Se}$ Mixture แล้วนำไปวัดปริมาณไนโตรเจน โดยการกลั่น (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542)

2) ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (Available Nitrogen) สกัดดินด้วย 2 N KCl แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรทโดยการกลั่น (Faithfull, 2002)

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) สกัดด้วย Bray II แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

4) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สกัดด้วย 1 N NH_4OAc (pH 7) แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

5) ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสีที่สกัดได้ โดยนำดินไปสกัดด้วยสารละลาย 0.005M DTPA (pH 7.3) แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

6) ปริมาณกำมะถันรูปที่เป็นประโยชน์ (Extractable Sulphate) สกัดดินด้วย acetate-acetic solution แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณซัลเฟตด้วยเครื่อง Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

ค. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

1) เนื้อดิน (Soil Texture) การประเมินเนื้อดินโดยวิธี Pipette Method

2) ระดับความชื้นจุสนาม (Field Capacity) ของดิน ทำตัวอย่างดินให้อิ่มตัวแล้วใช้ความดันอากาศที่ 0.3 bar ผลักค้ำน้ำออกจากดินด้วยเครื่อง Pressure Plate Apparatus แล้วนำดินไปอบหาความชื้น

3) ระดับความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point) ทำตัวอย่างดินให้อิ่มตัวแล้วใช้ความดันอากาศที่ 15 bar ผลักค้ำน้ำออกจากดินด้วยเครื่อง Pressure Plate Apparatus แล้วนำดินไปอบหาความชื้น

4) ความชื้นโดยมวล อดตัวอย่างดินที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในตู้อบ
24 ชั่วโมง

5) ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) วัดความหนาแน่นรวมของดินโดยใช้
วิธี Core Method

2.2 การเตรียมปุ๋ยหมัก นำปุ๋ยหมัก 4 ชนิด คือปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ย
หมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษที่อายุ 210 วัน โดยปุ๋ยหมักที่
นำมาใช้ในงานทดลองได้มาจากงานทดลองของคุณประกาศิต คือนำวัสดุแต่ละชนิดมาหมัก โดยตั้ง
กองในโรงเรือนที่มีพลาสติกปูพื้น ก่อนกองจะผสมคลุกเคล้าวัสดุแต่ละชนิดกับ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยยูเรีย และ
น้ำในอัตราส่วนต่างๆ การผสมจะปรับค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ของทุกวัสดุ
ให้มีค่าเริ่มต้นประมาณ 30 โดยใช้ปุ๋ยยูเรีย ส่วนปุ๋ยคอกจะใช้ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักวัสดุที่ใช้กอง
ส่วนปริมาณน้ำที่ใช้จะปรับให้มีระดับความชื้นจุสนาม (FC) แล้วผสมในบล็อกลีเหลี่ยมผืนผ้าขนาด
1x2x1.2 เมตร เพื่อให้ขนาดกองของแต่ละวัสดุมีปริมาตรเท่ากัน กลับกองทุก 7 วัน จนอายุครบ 210
วัน นำมาร้อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการทดลอง และฝั่งบางส่วนให้แห้งในที่ร่ม
เพื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 2

2.2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติปุ๋ยหมัก 4 ชนิด

ก. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

- 1) ค่าปฏิกิริยาดิน โดยใช้ pH Meter อัตราส่วนปุ๋ยหมัก : น้ำ เท่ากับ 1: 5
- 2) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) โดยใช้ EC Meter ภาคสนาม
อัตราส่วน ปุ๋ยหมัก : น้ำ เท่ากับ 1: 5
- 3) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon) โดยวิธี Loss on Ignition ใน
Electric Muffle Furnace
- 4) สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) หาได้จากปริมาณอินทรีย์
คาร์บอนกับไนโตรเจนทั้งหมด

5) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity) ทำให้อิ่มตัวด้วย HCl แล้วแทนที่ด้วย $Ba(Oac)_2$ หาปริมาณไฮโดรเจนไอออน โดยไตเตรตกับ NaOH (AOAC, 2000)

6) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) โดยวิธี Loss on Ignition ใน Electric Muffle Furnace (ทัศนีย์ และจรงค์ษ์, 2542)

ข. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) วัดโดยวิธี Micro- Kjeldahl ย่อยตัวอย่างปุ๋ยหมักด้วย Digestion Mixture : $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ Mixture แล้วนำไปวัดปริมาณไนโตรเจนโดยการกลั่น (ทัศนีย์ และจรงค์ษ์, 2542)

2) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) ย่อยตัวอย่างปุ๋ยหมักด้วย digestion mixture : $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ mixture แล้วนำไปวัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์ษ์, 2542)

3) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total Potassium) ย่อยตัวอย่างปุ๋ยหมักด้วย digestion mixture : $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ mixture แล้วนำไปวัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์ษ์, 2542)

4) ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (Available Nitrogen) สกัดด้วย 2 N KCl แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณแอมโมเนีย และไนเตรทโดยการกลั่น

5) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) สกัดด้วย Bray II แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer

6) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium) สกัดด้วย 1 N NH_4OAc (pH 7) แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

7) ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมทั้งหมดหาโดยย่อยตัวอย่างปุ๋ยหมักด้วย Digestion Mixture: $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ mixture แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

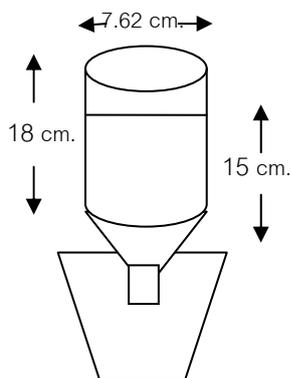
8) ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีทั้งหมด หาโดยย่อยตัวอย่างปุ๋ยหมักด้วย $HNO_3-H_2SO_4-HClO_4$ acid mixture แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

2.3 การเตรียมดินผสมปุ๋ยหมักแต่ละชนิด

นำตัวอย่างดินที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรมาชั่ง โดยเทียบจากความหนาแน่นรวมของชุดดินกำแพงแสนที่ได้ไปเก็บในภาคสนาม คือ 1.21 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และปริมาตรของภาชนะที่ใช้ในการทดลองมาคำนวณ โดยปริมาตรภาชนะมีค่าเท่ากับ 820.45 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะได้น้ำหนักดินที่ใช้ในการทดลองคือ 911.86 กรัม/ภาชนะ ส่วนปริมาณของปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลองอัตรา 6 ตัน/ไร่ (เป็นอัตราที่เหมาะสมในการปลูกพืชผักทั่วไป) โดยเทียบจากดิน 1 ไร่แล้วคำนวณจากความหนาแน่นรวมคือ 1.21 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตรที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร (เขตรากพืช) เทียบกับน้ำหนักดินที่ใช้จริง คือ 911.86 กรัม จะได้น้ำหนักของปุ๋ยหมักที่ใช้จริงเท่ากับ 18.84 กรัม/ภาชนะ และปริมาณโพแทสเซียมซัลเฟตอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อคิดเทียบกับดินที่ใช้ในการทดลองแล้วจะใช้โพแทสเซียมซัลเฟต 0.157 กรัม/ภาชนะ และจึงนำมาผสมคลุกเคล้ากัน โดยผสมดิน ปุ๋ยหมัก และโพแทสเซียมซัลเฟตในภาตสีเหลี่ยมให้เข้ากันเติมน้ำ 178.72 มิลลิลิตร เพื่อให้ดินมีระดับความชื้นจูงสนาม(FC) เท่ากับ 0.22

3. การดำเนินงานทดลอง

3.1 สภาพที่ไม่มีการปลูกพืช



ภาพที่ 1 ภาชนะที่ใช้บรรจุดินในการทดลอง

3.1.1 ต่ออุปกรณ์ โดยนำท่อ PVC สูง 18 เซนติเมตร มาต่อให้เข้ากับฝาครอบ ขนาด 3 นิ้ว ตั้งบนขวดพลาสติกที่ใช้รองรับน้ำ เพื่อเป็นภาชนะสำหรับใส่ดินที่เตรียมไว้ ดังภาพที่ 1

3.1.2 นำดินที่ผสมปุ๋ยหมัก เติมน้ำจนดินมีระดับความชื้นจูงสนาม(FC) คลุกเคล้าให้เข้ากันตามคำรับการทดลองต่างๆ แล้วบรรจุในภาชนะที่ใช้ในการทดลอง ให้มีความสูง 15 เซนติเมตร ให้เหลือพื้นที่บริเวณผิวดินถึงปากภาชนะ 3 เซนติเมตร ปิดปากภาชนะด้วยถุงพลาสติกเจาะรู ขนาดสม่ำเสมอทั้งหมุด 6 ชุดการทดลองๆละ 40 อัน จำนวน 240 อัน

3.1.3 นำภาชนะที่บรรจุดินไปปอม (incubate) เป็นเวลา 6 สัปดาห์โดยจะมีการเติมน้ำหรือชะ ละลายธาตุอาหาร (leaching) ทุกสัปดาห์ ปริมาณน้ำที่เติม เท่ากับ 1 pore volume (409.5 มิลลิลิตร)

3.1.4 เก็บข้อมูลทุก 1 สัปดาห์ โดยเก็บน้ำที่ผ่านการชะละลายธาตุอาหาร และดินที่บ่มในภาชนะมา 1 ชุดการทดลอง ทำจนครบ 6 สัปดาห์ แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารและคุณสมบัติต่างๆ ของดินและน้ำ ดังที่อธิบายไว้ในข้อ 4

3.2 สภาพที่มีการปลูกพืช

3.2.1 เตรียมตัวอย่างดินเหมือนกับการทดลองที่ 1 จำนวน 1 ชุดการทดลอง (40 อัน)

3.2.2 เตรียมเมล็ดพันธุ์ผักโขมจีน โดยนำมาเพาะในการเพาะเพาะกล้าทิ้งไว้ข้ามคืน แล้วจึงนำมาปลูกในภาชนะที่เตรียมดินไว้ภาชนะละ 6 เมล็ด เมื่อผักโขมเริ่มงอกก็ทำการถอนแยกให้เหลือ ภาชนะละ 1 ต้น

3.2.3 รดน้ำทุกวันโดยช่วงภาชนะพร้อมดิน แล้วคำนวณน้ำใส่จนถึงระดับความชื้นที่ความจุสนาม (FC)

3.2.4 ทำการชะละลายธาตุอาหารเหมือนกับการทดลองที่ 1 แต่ทุกๆ 1 สัปดาห์ จะเก็บเฉพาะตัวอย่างน้ำที่ชะออกมาจนครบ 6 สัปดาห์เก็บตัวอย่างดิน น้ำ และพืชนามาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารและคุณสมบัติต่างๆ ดังที่อธิบายไว้ในข้อ 4

3.2.5 บันทึกข้อมูลด้านการเจริญเติบโต และเก็บเกี่ยวผลผลิต

4. การวิเคราะห์และการเก็บข้อมูล

4.1 ศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ในดิน

4.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน

1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) วัดโดยวิธี Micro- Kjeldahl ย่อยตัวอย่างดิน ด้วย Digestion Mixture : $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ mixture แล้วนำไปวัดปริมาณไนโตรเจนโดยการกลั่น (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

2) ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (Available Nitrogen) สกัดด้วย 2 N KCl แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณแอมโมเนียม และไนเตรทโดยการกลั่น

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) สกัดด้วย Bray II แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer

4) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สกัดด้วย 1 N NH_4OAc (pH 7) แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

5) ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้โดยนำดินไปสกัดด้วยสารละลาย 0.005 M DTPA (pH 7.3) แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

4.1.2. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในน้ำที่ผ่านการชะละลายจากดิน

- 1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) วัดโดยการกลั่น
- 2) ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (Available Nitrogen) หาปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรทโดยการกลั่น
- 3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) หาปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer
- 4) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium) หาปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
- 5) ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ นำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
- 6) ปริมาณโซเดียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี นำไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

4.2 ศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักชนิดต่างๆต่อการปรับปรุงสมบัติดิน และการเจริญเติบโตของพืช

4.2.1 วิเคราะห์สมบัติของดิน

ก. สมบัติทางกายภาพ

1) ความสามารถในการเก็บกักน้ำ หาปริมาณของน้ำที่ถูกชะผ่านดิน ล้างบออกด้วยปริมาณน้ำที่ใส่ลงไป

ข. วิเคราะห์สมบัติทางเคมี

1) ค่าปฏิกิริยาดิน โดยใช้ pH Meter อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1: 1 (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

2) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) โดยทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำวัดค่าด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

3) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation Exchange Capacity) ทำให้อิ่มตัวด้วย NH_4OAc แล้วแทนที่ด้วย NaCl หาปริมาณแอมโมเนียมไอออนด้วยการกลั่น (ทัศนีย์และจรงค์, 2542)

4) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) โดยใช้วิธี Walkley and Black Titration (Walkley และ Black, 1934)

4.2.2 การดูใช้ธาตุอาหารและการเจริญเติบโตของพืช

ก. วัดการเจริญเติบโตของพืช

1) วัดความสูงทุกๆ สัปดาห์ จนครบ 6 สัปดาห์

2) นับจำนวนใบทุกๆ สัปดาห์ จนครบ 6 สัปดาห์

3) น้ำหนักสดของลำต้นและราก

4) น้ำหนักแห้งของลำต้นและราก

ข. วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ (จากตัวอย่างพืช)

1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) วัดโดยวิธี Micro-Kjeldahl ย่อยตัวอย่างพืช ด้วย Digestion Mixture: $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ Mixture แล้วนำไปวัดปริมาณไนโตรเจน โดยการกลั่น (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

2) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) ย่อยตัวอย่างพืชด้วย Digestion Mixture : $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ Mixture แล้วนำไปวัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

3) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total Potassium) ย่อยตัวอย่างพืชด้วย Digestion Mixture : $H_2SO_4-Na_2SO_4-Se$ mixture แล้วนำไปวัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

4.3 ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ต่อการดูดซับธาตุอาหารพืชในดิน

4.3.1 วิเคราะห์ปริมาณของ K^+ ที่ถูกดูดซับในดิน

ก. ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium) สกัดดินด้วย NH_4OAc แล้วนำสิ่งที่กรองได้ไปหาปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

4.3.2 วิเคราะห์ปริมาณของ K^+ ที่ถูกชะล้างออกจากดิน

ก. ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium) หาปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

5. วิเคราะห์ผลทางสถิติ และประเมินผล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้ ANOVA เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน โดยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Analysis System (SAS) Version 8

สถานที่และระยะเวลาการทดลอง

1. สถานที่ทดลอง

1.1 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1.2 ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1.3 โรงเรือนที่ 1 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

2. ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 – ธันวาคม พ.ศ. 2550

ผลและวิจารณ์

สมบัติของชุดดินกำแพงแสน

สมบัติบางประการของชุดดินกำแพงแสนที่นำมาศึกษา แสดงในตารางที่ 1 ชุดดินกำแพงแสนมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย (sand clay) มี pH เท่ากับ 7.9 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ 1.2 % ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเท่ากับ $10.75 \text{ cmol kg}^{-1}$ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.095 % ปริมาณแอมโมเนียมเท่ากับ 3.54 mg kg^{-1} ปริมาณไนเตรทเท่ากับ 5.72 mg kg^{-1} ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 48.54 mg kg^{-1} ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 124.15, 1208.57 และ $212.85 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ปริมาณเหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสที่สกัดได้เท่ากับ 96.05, 1.25, 2.85 และ 45.18 mg kg^{-1} ตามลำดับ

ชุดดินกำแพงแสนที่นำมาศึกษา มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย (sand clay) มีปฏิกริยาดินเป็นต่างปานกลาง (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำมาก มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับปานกลาง

สมบัติของปุ๋ยหมัก

สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีบางประการของปุ๋ยหมักแต่ละชนิด แสดงในตารางที่ 2 ปุ๋ยหมักฟางข้าวมี pH เท่ากับ 7.76 ค่า EC เท่ากับ 11.54 dS m^{-1} ค่า C/N ratio เท่ากับ 10.29 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 59.13 % ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเท่ากับ $82.51 \text{ cmol kg}^{-1}$ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 2.29 % ปริมาณแอมโมเนียมเท่ากับ 75.62 mg kg^{-1} ปริมาณไนเตรทเท่ากับ $1241.21 \text{ mg kg}^{-1}$ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 0.29% ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดเท่ากับ 3.15, 1.11 และ 0.55 % ตามลำดับ ปริมาณเหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสทั้งหมดเท่ากับ 0.14, 0.01, 0.0009 และ 0.07 mg kg^{-1} ตามลำดับ

ปุ๋ยหมักกากอ้อยมี pH เท่ากับ 5.98 ค่า EC เท่ากับ 7.32 dS m^{-1} ค่า C/N ratio เท่ากับ 14.14 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 65.42 % ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเท่ากับ $63.78 \text{ cmol kg}^{-1}$ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 2.12 % ปริมาณแอมโมเนียมเท่ากับ $354.78 \text{ mg kg}^{-1}$ ปริมาณ

ไนเตรทเท่ากับ $2154.69 \text{ mg kg}^{-1}$ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 0.22% ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดเท่ากับ $1.13, 0.49$ และ 0.31% ตามลำดับ ปริมาณเหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสทั้งหมดเท่ากับ $0.37, 0.015, 0.0012$ และ 0.04 mg kg^{-1} ตามลำดับ

ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมี pH เท่ากับ 7.98 ค่า EC เท่ากับ 8.57 dS m^{-1} ค่า C/N ratio เท่ากับ 14.28 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 60.22% ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเท่ากับ $110.65 \text{ cmol kg}^{-1}$ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 2.13% ปริมาณแอมโมเนียมเท่ากับ 61.25 mg kg^{-1} ปริมาณไนเตรทเท่ากับ $1289.64 \text{ mg kg}^{-1}$ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 0.49% ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดเท่ากับ $1.89, 5.39$ และ 0.46% ตามลำดับ ปริมาณเหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสทั้งหมดเท่ากับ $0.49, 0.01, 0.0015$ และ 0.17 mg kg^{-1} ตามลำดับ

ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษมี pH เท่ากับ 7.05 ค่า EC เท่ากับ 6.75 dS m^{-1} ค่า C/N ratio เท่ากับ 14.42 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 50.79% ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเท่ากับ $41.42 \text{ cmol kg}^{-1}$ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 1.64% ปริมาณแอมโมเนียมเท่ากับ 59.78 mg kg^{-1} ปริมาณไนเตรทเท่ากับ $3557.15 \text{ mg kg}^{-1}$ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 0.55% ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดเท่ากับ $0.61, 0.59$ และ 0.47% ตามลำดับ ปริมาณเหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสทั้งหมดเท่ากับ $0.32, 0.025, 0.0095$ และ 0.04 mg kg^{-1} ตามลำดับ

ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดที่นำมาศึกษาพบว่าปุ๋ยหมักกากอ้อยมีปฏิกิริยาความเป็นกรดสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด ปุ๋ยหมักกากอ้อยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนปุ๋ยหมักกากอ้อยมีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนปริมาณจุลธาตุปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีปริมาณต่ำมาก

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมี กายภาพ และปริมาณธาตุอาหารของชุดดินกำแพงแสน

สมบัติของดิน	ค่าวิเคราะห์
เนื้อดิน	ดินเหนียวปนทราย
% sand	52.64
% silt	6.94
% clay	40.42
ระดับความชื้นที่ความจุสนาม (% โดยมวล)	22
ระดับความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (% โดยมวล)	8
อินทรีย์วัตถุ (%)	1.2
pH (1:1)	7.9
ECe (dS m ⁻¹)	0.88
CEC (cmol kg ⁻¹)	10.75
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.095
แอมโมเนียม (mg kg ⁻¹)	3.54
ไนเตรท (mg kg ⁻¹)	5.72
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg ⁻¹)	48.54
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg kg ⁻¹)	124.15
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg kg ⁻¹)	1208.57
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg kg ⁻¹)	212.85
เหล็กที่สกัดได้ (mg kg ⁻¹)	96.05
สังกะสีที่สกัดได้ (mg kg ⁻¹)	1.25
ทองแดงที่สกัดได้ (mg kg ⁻¹)	2.85
แมงกานีสที่สกัดได้ (mg kg ⁻¹)	45.18

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยหมักจากฟางข้าว กากอ้อย
เปลือกยูคาลิปตัส และกากตะกอนน้ำเสีย

สมบัติของวัสดุ	ฟางข้าว	กากอ้อย	เปลือกยูคาลิปตัส	ตะกอนน้ำเสีย
อินทรีย์วัตถุ (%)	59.13	65.42	60.22	50.79
pH (1:5)	7.76	5.98	7.98	7.05
EC (1:5) (dS m ⁻¹)	11.54	7.32	8.57	6.75
CEC (cmol kg ⁻¹)	82.51	63.78	110.65	41.42
C/N ratio	10.29	14.14	14.28	14.42
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	2.29	2.12	2.13	1.64
แอมโมเนียม (mg kg ⁻¹)	75.62	354.78	61.25	59.78
ไนเตรท (mg kg ⁻¹)	1241.21	2158.69	1289.64	3557.15
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	0.29	0.22	0.49	0.55
ฟอสฟอรัสที่เป็น โยชน์ (mg kg ⁻¹)	1354.75	802.23	2315.21	546.98
โพแทสเซียมทั้งหมด (%)	3.15	1.13	1.89	0.61
โพแทสเซียมที่สกัดได้ (g kg ⁻¹)	30.80	11.90	16.90	4.90
แคลเซียมทั้งหมด (%)	1.11	0.49	5.39	0.59
แมกนีเซียมทั้งหมด (%)	0.55	0.31	0.46	0.47
เหล็กทั้งหมด (%)	0.14	0.37	0.49	0.32
ทองแดงทั้งหมด (%)	0.0009	0.0012	0.0015	0.0095
สังกะสีทั้งหมด (%)	0.01	0.015	0.01	0.025
แมงกานีสทั้งหมด (%)	0.07	0.04	0.17	0.04

การศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักชนิดต่างๆต่อการปรับปรุงสมบัติดิน

1. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

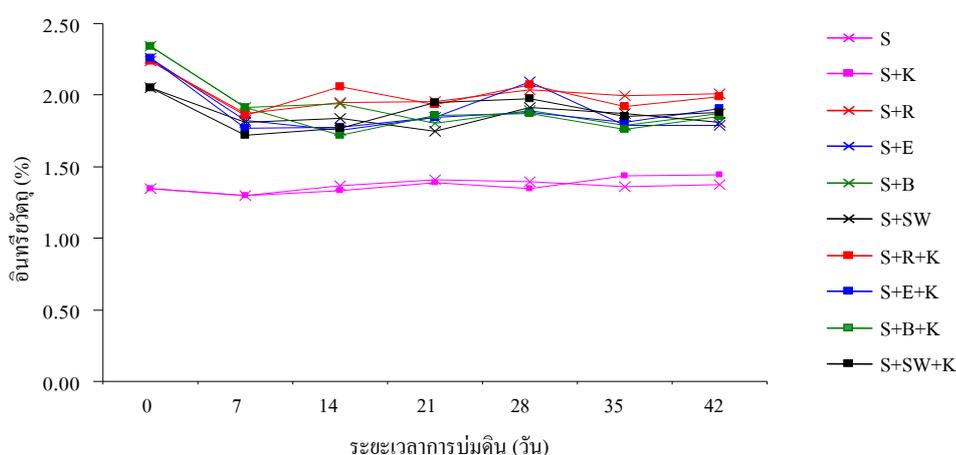
สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 1 และตารางผนวกที่ 1) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ มีผลทำให้ระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดเมื่อบ่มไว้ในระยะเวลาต่างๆ สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้ตัวอย่างดินที่ผสมปุ๋ยหมักที่ระยะเวลาต่างๆ จาก 0 ถึง 42 วัน ทำให้ระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในตัวอย่างดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างกัน

สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 1 และตารางผนวกที่ 1) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.01 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกทุกลิปดัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 1.94 1.91 และ 1.89 % ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 2.01 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกทุกลิปดัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 1.90 1.89 และ 1.88 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 1.36 %

จากผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ไม่สอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักแต่ละชนิด (ตารางที่ 2) ดังเช่นการใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด คือ 64.89 % ไม่ได้ทำให้ค่าเฉลี่ยระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังจากบ่มที่ระยะเวลาต่างๆ สูงที่สุด แต่จะต่ำกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวทั้งๆ ที่อินทรีย์วัตถุในฟางข้าวมีเพียง 50.79 % เป็นต้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปุ๋ยหมักฟางข้าวมีกระบวนการหมักที่สมบูรณ์กว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ จึงทำให้ปุ๋ยหมักฟางข้าวที่ได้มีความคงทน ส่วนปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ กระบวนการหมักยังไม่ค่อยสมบูรณ์ทำให้การย่อยสลายมีมาก เป็นผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุใน

ดิน โดยเฉลี่ยของตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวจึงสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับประกาศิต (2549) คือดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักสำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าลดลงในช่วง 7 วัน อาจเนื่องมาจากการผสมดินให้เข้ากันด้วยน้ำจนมีความชื้นที่ระดับความจุสนาม จึงทำให้ในช่วง 0 ถึง 7 วันแรก อาจจะมีการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุส่วนที่ย่อยสลายได้ง่าย จากนั้นในช่วง 14 ถึง 42 วัน การย่อยสลายอาจจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าค่อนข้างคงที่

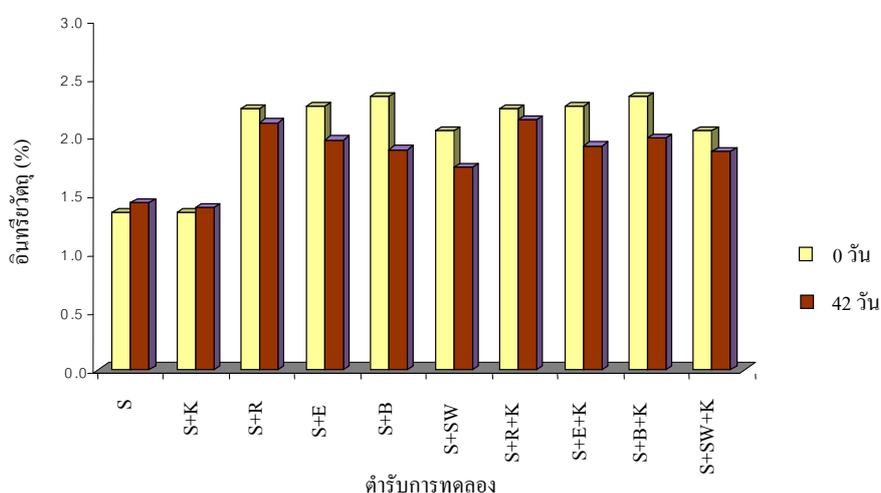


ภาพที่ 1 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อระดับอินทรีย์วัตถุในดิน(%)

สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 2 และตารางผนวกที่ 2) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ มีผลทำให้ระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทั้งก่อนปลูกพืชและหลังปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูก (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในตัวอย่างดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และในตัวอย่างดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างกัน

สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 2 และตารางผนวกที่ 2) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.18 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 2.12, 2.11 และ 1.89 % ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 2.19 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 2.16, 2.09 และ 1.96 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 1.39 %



ภาพที่ 2 การเปรียบเทียบระดับอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืช และวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

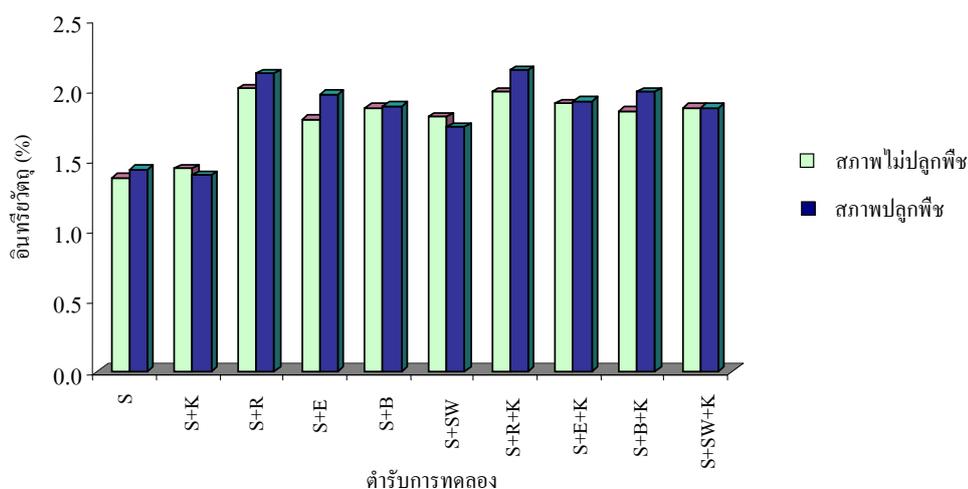
จากผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยหมักฟางข้าวทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังปลูกพืชมีค่าสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินก่อนปลูกและหลังปลูก พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ อาจเป็นผลมาจากการที่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีการหมักที่สมบูรณ์กว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ จึงทำให้มีการย่อยสลายน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวจึงสูงกว่าปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 3 และตารางผนวกที่ 3) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินโดยเฉลี่ยสภาพปลูกพืชสูงกว่าสภาพไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างปุ๋ยหมักแต่ละชนิดพบว่าในสภาพที่ปลูกพืชนั้นปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่าสภาพที่ไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สภาพ สำหรับการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้นพบว่า ในสภาพปลูกพืชดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักกากอ้อยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าสภาพไม่ปลูกพืช ส่วนดำรับที่ใส่ปุ๋ยเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สภาพ

สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยเฉลี่ยที่ระยะเวลา 42 วัน พบว่าดินในสภาพไม่ปลูกพืชมีค่าเท่ากับ 1.79 % และสภาพดินที่ปลูกพืชมีค่าเท่ากับ 1.85 % ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว (ตารางผนวกที่ 3) พบว่าในสภาพไม่ปลูกพืช มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด เท่ากับ 2.01 % รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส เท่ากับ 1.87, 1.81 และ 1.79% ตามลำดับ ส่วนสภาพปลูกพืช ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด เช่นเดียวกัน เท่ากับ 2.12% รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 1.97, 1.89 และ 1.74% ตามลำดับ

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในสภาพปลูกพืชสูงกว่าสภาพไม่ปลูกพืช เป็นผลมาจากอิทธิพลของเขตรากพืช



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบระดับอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

2. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน

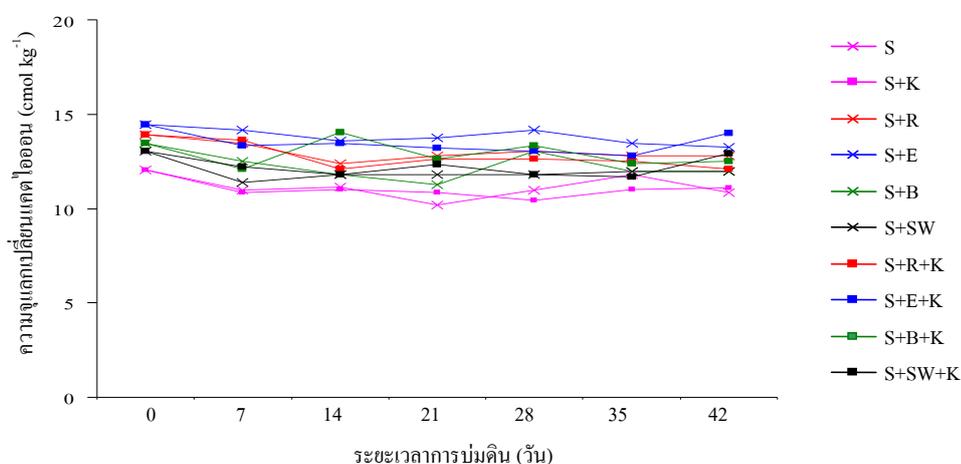
สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 4 และตารางผนวกที่ 4) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ มีผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินแต่ละครั้งนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ตัวอย่างดินที่บ่มปุ๋ยหมักที่ระยะเวลาต่างๆ จาก 0 ถึง 42 วัน ทำความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 4) พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ $13.72 \text{ cmol kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว เท่ากับ $12.87 \text{ cmol kg}^{-1}$ และดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยและปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีค่าไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 12.09 และ $11.79 \text{ cmol kg}^{-1}$ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้นพบว่า ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินสูงสุด เท่ากับ 13.31 cmol

kg^{-1} แต่ก็ไม่ได้มีความแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักกากอ้อย เท่ากับ 12.60 และ 12.83 cmol kg^{-1} และการใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 12.13 cmol kg^{-1} ส่วนตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 10.99 cmol kg^{-1}

จากผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีค่าเฉลี่ยความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ ซึ่งก็สอดคล้องกับค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสซึ่งมีค่าสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ เท่ากับ 110.65 cmol kg^{-1} ในขณะที่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย มีค่าเท่ากับ 82.51, 63.78 และ 41.42 cmol kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ De Rider and Van Keulen (1990) ที่รายงานว่า การใส่สารอินทรีย์ที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 1 กรัม ต่อดิน Sahelian 1 กิโลกรัม ทำให้ดินมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้น 4.3 cmol/kg นอกจากนี้ยังพบว่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าค่อนข้างคงที่ตามระยะเวลาการบ่มดิน (ภาพที่ 4) อาจเนื่องมาจากกระบวนการย่อยสลายและแปรสภาพของอินทรีย์วัตถุในดินเกิดขึ้นอย่างช้าๆ จนไม่มีผลต่อค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในระยะเวลาสั้น

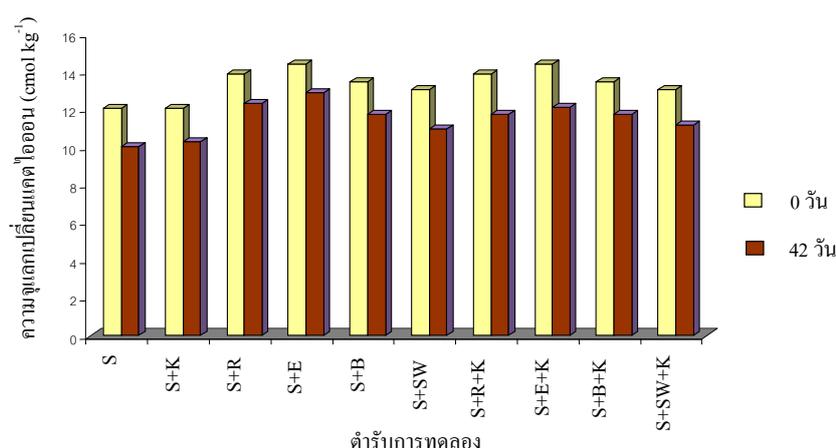


ภาพที่ 4 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน

สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 5 และตารางผนวกที่ 5) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลต่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดิน ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินทั้งก่อนปลูกพืช (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูกพืช (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 5) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินหลังปลูกพืช (42 วัน) พบว่าปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อยทำให้ดินมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 12.92, 12.30 และ 11.75 cmol kg^{-1} ตามลำดับ และใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 10.99 cmol kg^{-1} ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิด ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินก็สอดคล้องกับดินที่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว ดังตารางที่ 5 ซึ่งในขณะที่ดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 10.03 cmol kg^{-1}



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบระดับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

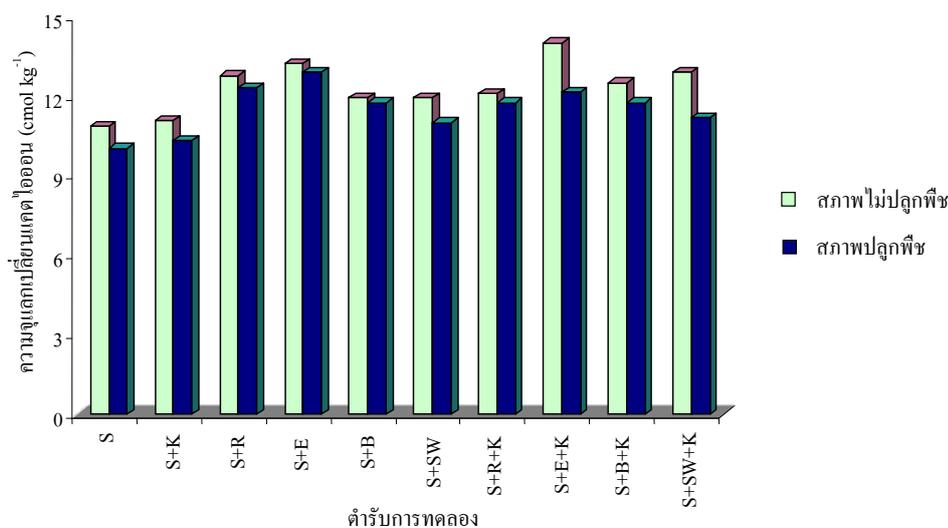
จากผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสทำให้ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินดินหลังปลูกสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ ซึ่งก็สอดคล้องกับผลการทดลองในดินสภาพที่ไม่ปลูกพืช และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่มีในปุ๋ยหมักแต่ละชนิด จากรายงานของวรรณลดา และคณะ (2534) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 4 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน พบว่าค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นจาก 2.19 เป็น 3.76 cmol kg^{-1}

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

เมื่อเปรียบเทียบค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืชที่ระยะเวลา 42 วัน (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 6) พบว่าในสภาพไม่ปลูกพืชค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินโดยเฉลี่ยสูงกว่าสภาพที่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างปุ๋ยหมักแต่ละชนิด พบว่าในสภาพที่ไม่ปลูกพืชการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินสูงกว่าสภาพที่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สภาพ สำหรับการเติมโปแตสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้นพบว่า ในสภาพที่ไม่ปลูกพืชการใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสและปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินสูงกว่าสภาพที่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักกากอ้อยที่ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สภาพ

สำหรับค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเฉลี่ยในดินทั้ง 2 สภาพ คือ สภาพที่ไม่ปลูกพืชเท่ากับ 12.34 cmol kg^{-1} และสภาพปลูกพืชเท่ากับ 11.51 cmol kg^{-1} (ตารางผนวกที่ 6)

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืชที่ระยะเวลา 42 วัน พบว่าปุ๋ยหมักส่วนใหญ่จะทำให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินสภาพที่ไม่ปลูกพืชมีค่าสูงกว่าดินที่ปลูกพืช ซึ่งเป็นผลมาจากการที่พืชมีการดูดใช้ธาตุอาหารในดิน รวมถึงการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินสูง จึงทำให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่ปลูกพืชมีค่าน้อยกว่า



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบระดับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

3. ค่าความเป็นกรดหรือด่างของดิน (pH)

สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 7 และตารางผนวกที่ 7) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ มีผลทำให้ค่า pH ของดินแตกต่างกันกับ pH ของดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ค่า pH ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้น ในวันที่ 7, 14 และ 21 ที่มีค่าไม่แตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อค่า pH ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดเมื่อบ่มไว้ในระยะเวลาต่างๆ สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้ตัวอย่างดินที่ผสมปุ๋ยหมักที่ระยะเวลาต่างๆ นั้น ทำให้ค่า pH ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

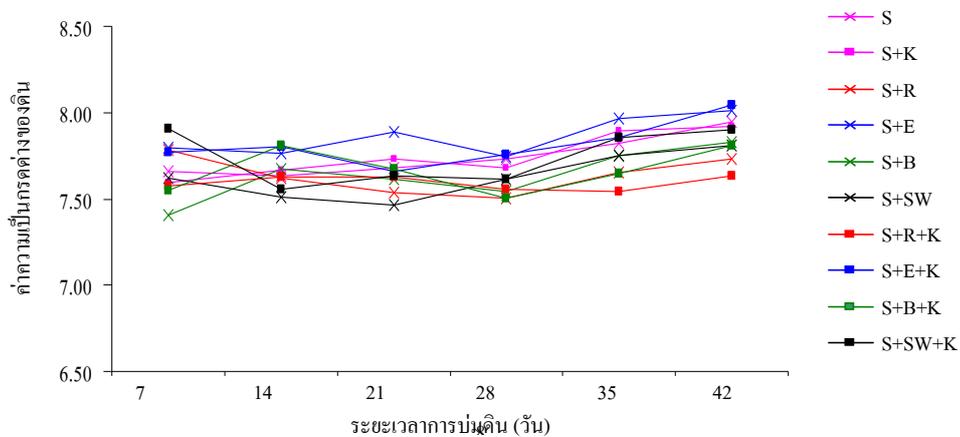
จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน (ตารางผนวกที่ 7) พบว่าค่า pH ของน้ำที่ชะออกมาไม่แตกต่างกันทั้งคำรับที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ค่า pH ของน้ำที่ชะละลายออกมาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้น ในวันที่ 14 และ 28 ที่มีค่าไม่แตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อค่า pH ของน้ำที่ชะละลายออกมา สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้น้ำ

ที่ชะละลายที่ระยะเวลาต่างๆ นั้น มีค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

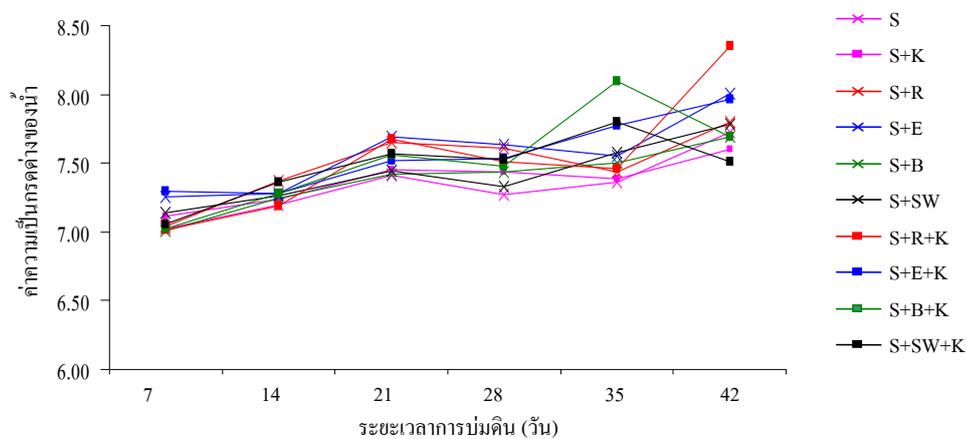
สำหรับค่า pH ของดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 8) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปต์สมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 7.86 รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 7.64 ส่วนปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 7.63 ส่วนค่ารับที่มีการเติม โปแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปต์สให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 7.82 รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักฟางข้าว 7.75, 7.67 และ 7.59 ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.75

สำหรับค่า pH ของน้ำที่ชะละลายโดยเฉลี่ยทั้งดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 8 และตารางผนวกที่ 8) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปต์สมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 7.53 รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 7.48, 7.42 และ 7.38 ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติม โปแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปต์สให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 7.56 รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 7.53, 7.52 และ 7.47 ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 7.33 โดยทุกค่ารับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองพบว่าค่า pH ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพไม่ปลูกพืช มีค่าเพิ่มขึ้นนี้อาจเป็นผลมาจากอินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลาย และปลดปล่อยแอมโมเนียมออกมาเพิ่มมากขึ้น ส่วน pH ของน้ำที่ถูกชะละลายออกจากดินนั้นพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นนี้อาจเป็นผลมาจากแร่ธาตุประจุบวกที่อยู่ในดินถูกชะละลายออกมามาก นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ทำให้ pH ของดินแตกต่างกัน โดยที่ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปต์สมีค่า pH สูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างกับค่ารับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก แม้ว่าจะใส่ไปในอัตรา 6 ตันต่อไร่เท่ากันแต่เนื่องจาก pH ของปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีค่าไม่เท่ากัน (ตารางที่ 2) ค่าภายหลังการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ จึงมีค่าไม่เท่ากัน อย่างไรก็ตามชุดดินกำแพงแสนมีค่า pH ค่อนข้างสูง ผลกระทบของการใส่ปุ๋ยหมักต่อค่า pH ของดินจึงไม่มากนัก



ภาพที่ 7 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อระดับความเป็นกรดต่างของดิน



ภาพที่ 8 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อระดับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำที่ได้จากการชะละลาย

สภาพปลุกพีช

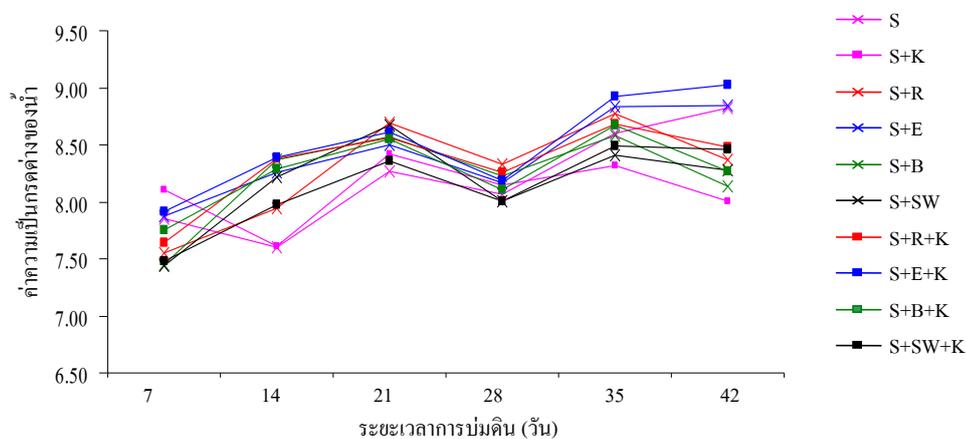
การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลุกพีช (ภาพที่ 10 และตารางผนวกที่ 10) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ มีผลทำให้ค่า pH ของดินแตกต่างกันกับ pH ของดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ค่า pH ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อค่า pH ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดเมื่อบ่มไว้ในระยะเวลาต่างๆ

จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน (ภาพที่ 9 และตารางผนวกที่ 9) ในสภาพปลุกพีช พบว่าค่า pH ของน้ำที่ชะออกมามีค่าไม่แตกต่างกันทั้งดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ค่า pH ของน้ำที่ชะละลายออกมาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นในวันที่ 21, 28, 35 และ 42 ที่มีค่าไม่แตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟต ไม่มีผลต่อค่า pH ของน้ำที่ชะละลายออกมา สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้น้ำที่ชะละลายที่ระยะเวลาต่างๆ นั้น มีค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

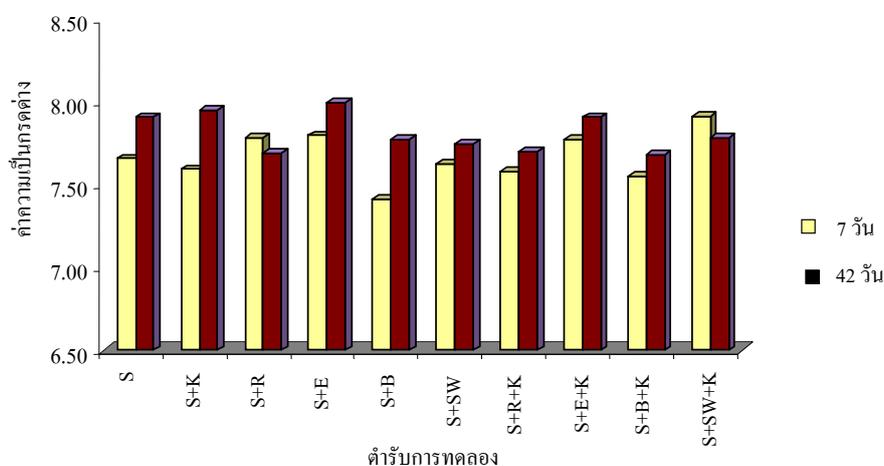
สำหรับค่า pH ของดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลุกพีช (ตารางผนวกที่ 10) พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 8.00 รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเท่ากับ 7.77, 7.75 และ 7.69 ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 7.91 รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อย มีค่าเท่ากับ 7.79, 7.70 และ 7.68 ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.91

สำหรับค่า pH ของน้ำที่ชะละลายโดยเฉลี่ยทั้งดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลุกพีช (ตารางผนวกที่ 9) พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 8.41 รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 8.27, 8.22 และ 8.17 ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 8.51 รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 8.33, 8.27 และ 8.13 ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.20 โดยทุกดำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองพบว่าค่า pH ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพปลูกพืชมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกัน



ภาพที่ 9 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการชะละลายดินต่อระดับความเป็นกรดด่างของน้ำในสภาพปลูกพืช



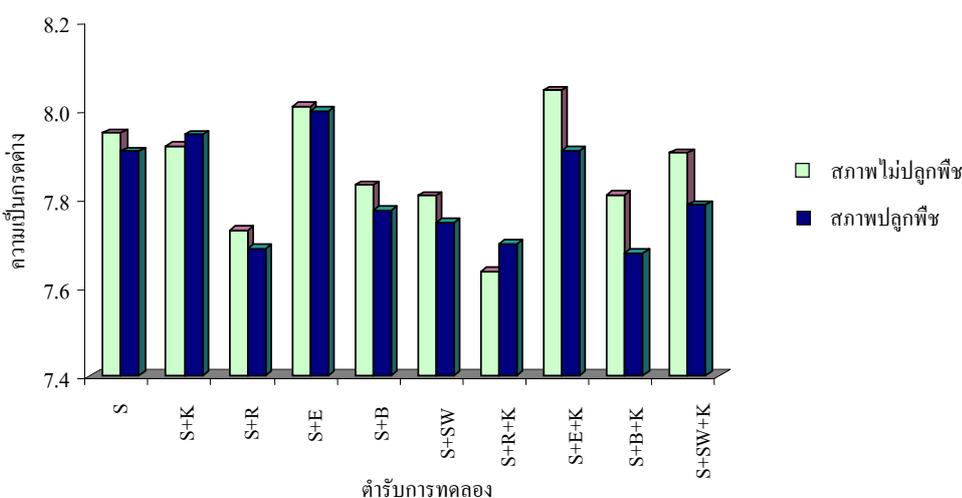
ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบระดับความเป็นกรดด่างของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

เมื่อเปรียบเทียบระดับ pH ของดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืชที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 11 และตารางผนวกที่ 11) พบว่า ระดับ pH ของดินโดยเฉลี่ยสภาพไม่ปลูกพืชสูงกว่า

สภาพปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างปุ๋ยหมักแต่ละชนิด พบว่าในสภาพที่ไม่ปลูกพืชนั้นปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีระดับ pH ของดินสูงกว่าสภาพที่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สภาพ สำหรับการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้นพบว่าในสภาพไม่ปลูกพืชดินที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักขานอ้อยมีระดับ pH สูงกว่าสภาพปลูกพืช แต่ดำรับที่ใส่ปุ๋ยฟางข้าวมีค่าต่ำกว่า

สำหรับระดับ pH ของดิน โดยเฉลี่ยที่ระยะเวลา 42 วัน (ตารางผนวกที่ 11) พบว่าในสภาพไม่ปลูกพืชดินที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีระดับ pH สูงที่สุดเท่ากับ 8.01 รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 7.83, 7.81 และ 7.73 ตามลำดับ ส่วนสภาพปลูกพืชดินที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีระดับ pH สูงสุดเช่นเดียวกันเท่ากับ 8.00 รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 7.77, 7.75 และ 7.69 ตามลำดับ



ภาพที่ 11 การเปรียบเทียบระดับความเป็นกรดต่างของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่า pH ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักทั้ง 2 สภาพ พบว่าค่าที่ได้แทบจะ ไม่มีความแตกต่างกันเนื่องจากระยะเวลาการปลูกพืชค่อนข้างสั้น และชุดดินกำแพงแสมมี buffer capacity ค่อนข้างสูง ผลกระทบของการใส่ปุ๋ยหมักต่อค่า pH จึงมีไม่มากนัก

4. ค่าการนำไฟฟ้าของดิน

สภาพไม่ปลูกพืช

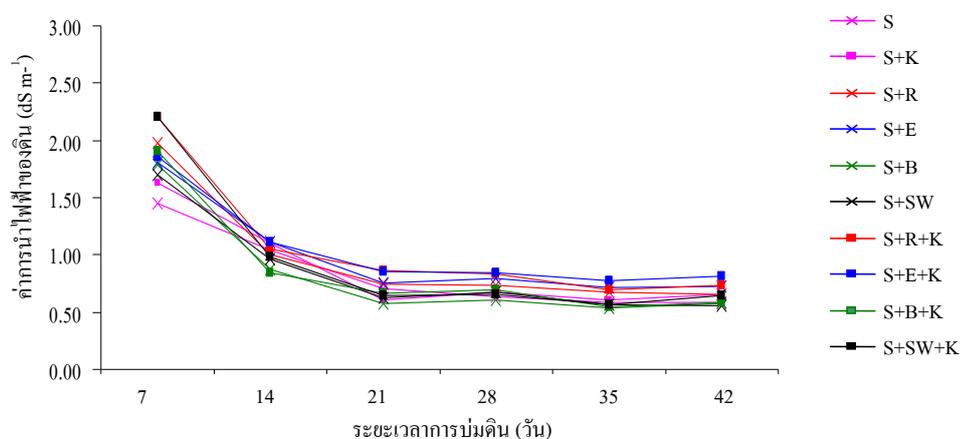
การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 12 และตารางผนวกที่ 12) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ไม่มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแตกต่างกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดเมื่อบ่มไว้ในระยะเวลาต่างๆ สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้ตัวอย่างดินที่ผสมปุ๋ยหมักที่ระยะเวลาต่างๆ นั้น ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของดินเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน (ภาพที่ 13 และตารางผนวกที่ 13) พบว่าค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำที่ชะละลายออกมาทั้งดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมัก มีค่าแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ชะละลายออกมาแต่ละครั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ชะละลายออกมา สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้น้ำที่ชะละลายออกมาที่ระยะเวลาต่างๆ นั้นมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

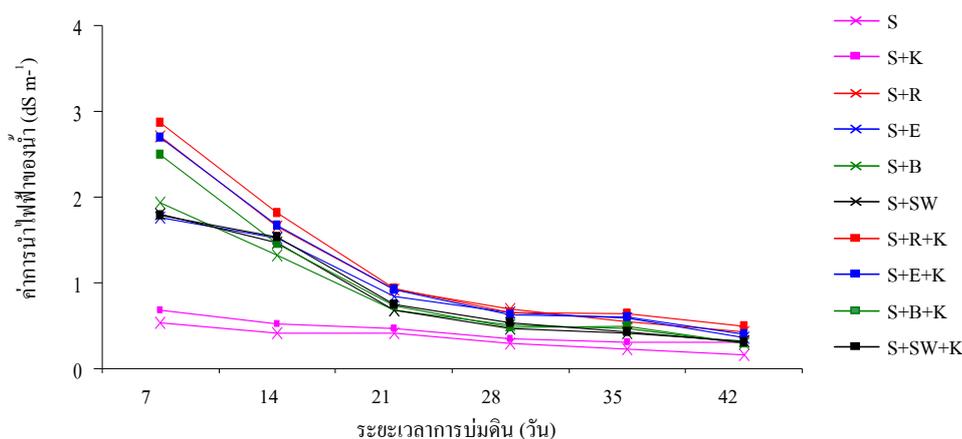
สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 12) พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.98 dS m^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ $0.97, 0.85$ และ 0.83 dS m^{-1} ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 1.06 dS m^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ $1.04, 0.95$ และ 0.88 dS m^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.83 dS m^{-1} โดยที่ทุกดำรับไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยทุกดำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ชะละลายโดยเฉลี่ยทั้งดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 13) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.16 dS m^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อยและปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 0.95 , 0.87 และ 0.86 dS m^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวไว้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 1.23 dS m^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 1.15 , 0.99 และ 0.89 dS m^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.34 dS m^{-1}

จากการทดลองพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินในสภาพไม่ปลูกพืชมีค่าลดลงในวันที่ 21 อาจเป็นผลมาจากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน จึงเป็นผลให้มีการชะล้างเอาแร่ธาตุบางส่วนออกไปจากดิน ค่าการนำไฟฟ้าในวันที่ 21 จึงลดลง จากนั้นในช่วง 28 ถึง 42 วันมีค่าค่อนข้างคงที่ อาจเนื่องมาจากอินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลายในดิน และปลดปล่อยเกลือแร่ออกมาได้ต่ำ จนไม่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของดิน ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ถูกชะละลายออกมาก็สอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้าของดิน คือถ้าในดินมีค่าสูง น้ำที่ชะละลายออกมาก็มีค่าสูงเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยปุ๋ยหมักฟางข้าว รองลงมาคือปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย แม้ว่าจะใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 6 ดันต่อไร่เท่ากัน แต่เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมักแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ค่าการนำไฟฟ้าของดินภายหลังการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ จึงไม่เท่ากัน



ภาพที่ 12 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินต่อค่าการนำไฟฟ้าของดินในสภาพไม่ปลูกพืช



ภาพที่ 13 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการชะละลายดินต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในสภาพไม่ปลูกพืช

สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 15 และตารางผนวกที่ 15) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินแตกต่างกับการนำไฟฟ้าของดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ค่า pH ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดเมื่อบ่มไว้ในระยะเวลาต่างๆ

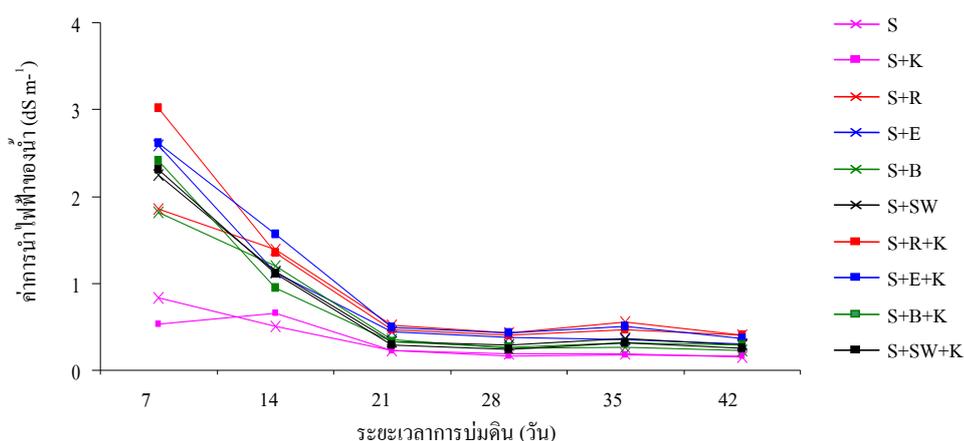
จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 Pore volume ทุกๆ 7 วันในสภาพปลูกพืช (ภาพที่ 14 และ ตารางผนวกที่ 14) พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ชะออกมาตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีค่าไม่แตกต่างกันทั้งมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ชะละลายออกมาแต่ละครั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ชะละลายออกมา สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้น้ำที่ชะละลายที่ระยะเวลาต่างๆ นั้น มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 15) พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.75 dS m⁻¹ รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยมี

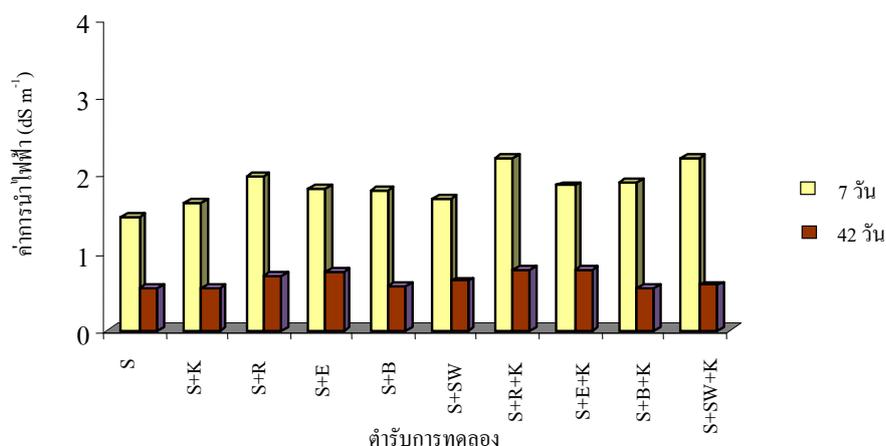
ค่าเท่ากับ 0.70, 0.63 และ 0.56 dS m^{-1} ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับ 0.78 dS m^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิสง ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 0.76, 0.58 และ 0.55 dS m^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.53 dS m^{-1}

สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ชะละลายโดยเฉลี่ยทั้งดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 14) พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิสงมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.87 dS m^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อย มีค่าเท่ากับ 0.86, 0.78 และ 0.68 dS m^{-1} ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับ 1.02 dS m^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิสง ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 0.99, 0.76 และ 0.75 dS m^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 dS m^{-1} โดยทุกดำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองพบว่าในสภาพปลูกพืช ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ถูกระบายออกมา มีค่าลดลงในช่วง 7 ถึง 14 วัน หลังจากนั้นในช่วง 21 ถึง 42 วันมีค่าค่อนข้างคงที่ รูปแบบการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเดียวกับสภาพไม่ปลูกพืช นอกจากนี้ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก



ภาพที่ 14 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการชะละลายดินต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในสภาพปลูกพืช



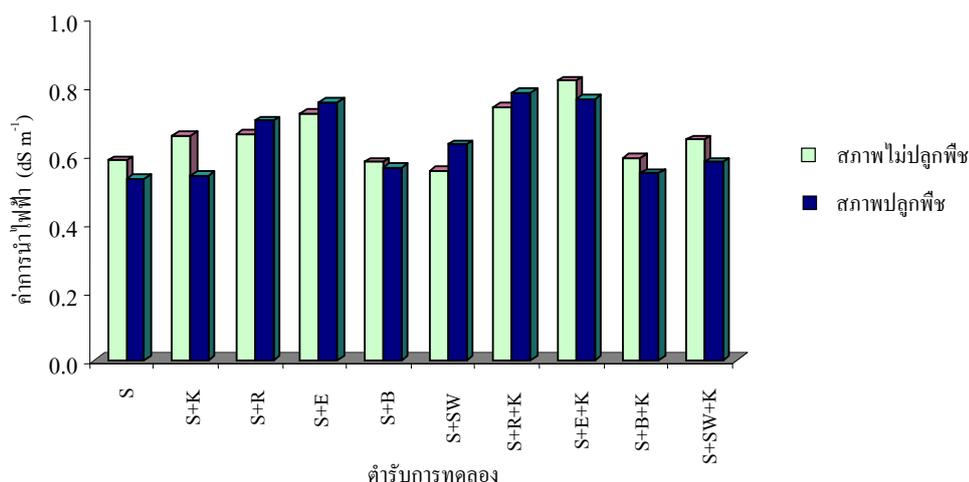
ภาพที่ 15 การเปรียบเทียบระดับความการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืช และวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืชที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 16 และตารางผนวกที่ 16) พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างปุ๋ยหมักแต่ละชนิด พบว่า ในสภาพที่ปลูกพืชนั้นปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย มีระดับค่าการนำไฟฟ้าของดินสูงกว่าสภาพที่ไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักที่มีค่าต่ำกว่า สำหรับการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้นพบว่า ในสภาพไม่ปลูกพืชดินที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าสภาพปลูกพืช แต่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยฟางข้าวมีค่าต่ำกว่า

สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของดินโดยเฉลี่ยที่ระยะเวลา 42 วัน (ตารางผนวกที่ 16) พบว่า ในสภาพไม่ปลูกพืชดินที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดเท่ากับ 0.72 dS m^{-1} รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย $0.66, 0.58$ และ 0.55 dS m^{-1} ตามลำดับ ส่วนสภาพปลูกพืชดินที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดเช่นเดียวกันเท่ากับ 0.75 dS m^{-1} รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ $0.70, 0.63$ และ 0.56 dS m^{-1} ตามลำดับ

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักทั้ง 2 สภาพ พบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างกัน คือสภาพปลูกพืชมีค่าต่ำกว่าสภาพไม่ปลูกพืช อาจเนื่องจากรากพืชดูดดึงแร่ธาตุบางส่วนไปสร้างมวลชีวภาพ และเพื่อการเจริญเติบโตของพืช จึงทำให้มีค่าต่ำกว่าสภาพไม่ปลูกพืช



ภาพที่ 16 การเปรียบเทียบระดับความการนำไฟฟ้าของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ในดิน

1. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 17 และตารางผนวกที่ 17) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่

ปุ๋ยหมักมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วง 0-35 วัน และในช่วง 35-42 วัน ปริมาณไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น

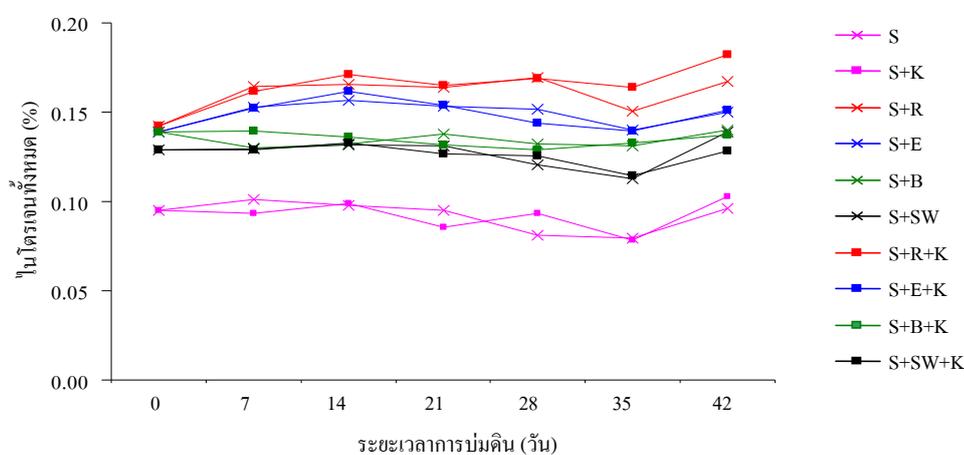
จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน(ภาพที่ 18 และตารางผนวกที่ 18) พบว่าระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ชะละลายออกมา มีระดับปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด โดยในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ชะละลายออกมามีค่าค่อนข้างคงที่ ดังภาพที่ 7 และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักบางชนิด ส่วนดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ชะละลายออกมาจะมีปริมาณลดลงในช่วง 7-14 วันและมีความแตกต่างทางสถิติ หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นและมีปริมาณคงที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติถึงในช่วง 42 วัน

สำหรับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 17) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.161 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อยและปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 0.149, 0.134 และ 0.128 %ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.165 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อยและปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 0.149, 0.135 และ 0.126 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.092 %

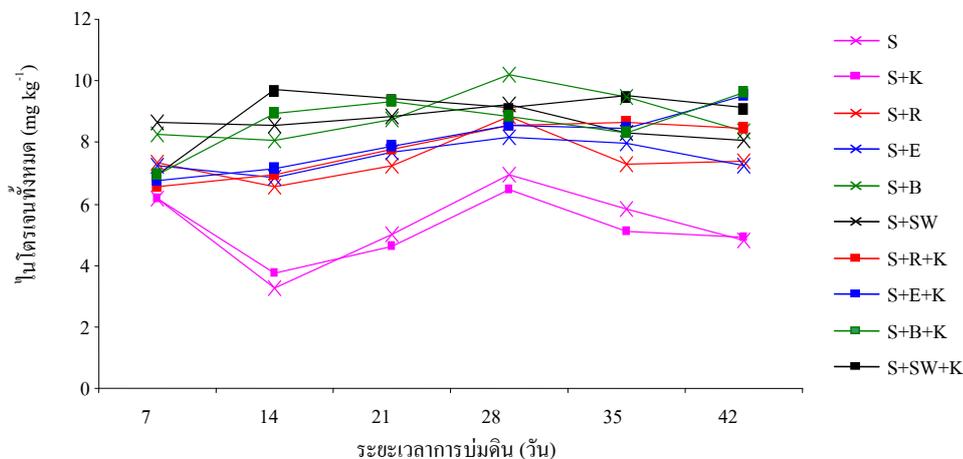
ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ถูกชะละลายออกมาจากดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 18) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 8.85 mg kg⁻¹ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 8.62, 7.52 และ 7.44 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับ 8.98 mg kg⁻¹ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 8.66, 8.05 และ 7.82 mg kg⁻¹ ตามลำดับ โดยทุกค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 5.33 mg kg⁻¹ และมีความแตกต่างกับค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยปุ๋ยหมักที่เพิ่มปริมาณไนโตรเจนได้สูงที่สุดคือ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของพัลลภ (2548) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวในดินที่ปลูกข้าวโพดช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในดินได้สูงกว่าการใส่ฟางข้าว รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย แม้ว่าจะใส่ปุ๋ยหมักลงไปอัตรา 6 ตัน/ไร่เท่ากัน แต่เนื่องจากไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมักแต่ละชนิดไม่เท่ากัน เมื่อถูกย่อยสลายจะปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาอยู่ในดินได้มากน้อยแตกต่างกัน จึงทำให้ไนโตรเจนภายหลังการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ จึงมีค่าไม่เท่ากัน

จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 Pore volume ทุกๆ 7 วัน พบว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักจะมีระดับปริมาณไนโตรเจนที่ชะละลายออกมาสูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก เป็นผลมาจากปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวปุ๋ยหมักชนิดนั้นๆ ส่วนดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ชะละลายออกมามีปริมาณลดลงในช่วง 7-14 วัน อาจเป็นผลมาจากเนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าต่ำกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักอัตราการย่อยสลาย และปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาจึงมีค่าน้อย เมื่อทำการชะละลายออกมาระดับปริมาณไนโตรเจนในน้ำจึงมีค่าลดลง



ภาพที่ 17 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน



ภาพที่ 18 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 20 และตารางผนวกที่ 19) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีผลทำให้ระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินทั้งก่อนปลูกพืช และหลังปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูก (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) ไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลง

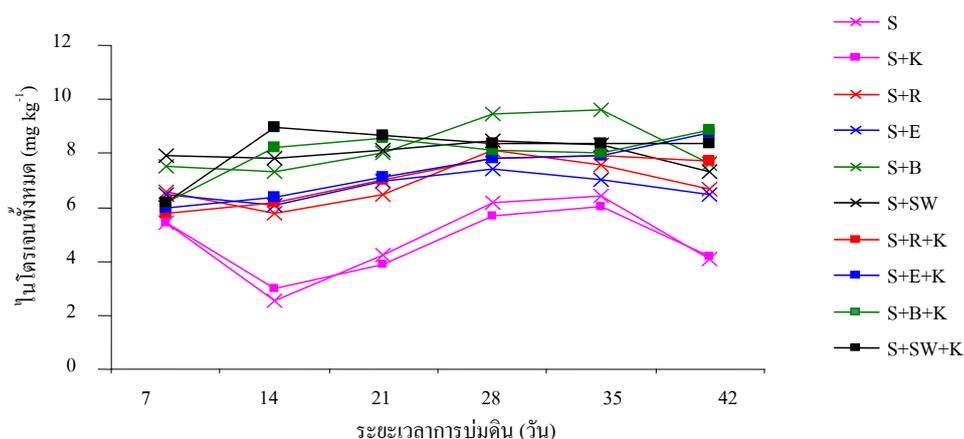
จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วันในสภาพปลูกพืช (ภาพที่ 19 และ ตารางผนวกที่ 21) พบว่าระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด โดยในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ชะละลายออกมามีค่าค่อนข้างคงที่ ดังภาพที่ 7 และไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักบางชนิด ส่วนดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ชะละลายออกมาจะมี

ปริมาณลดลงในช่วง 7-14 วันและมีความแตกต่างทางสถิติ หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นและมีปริมาณคงที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติถึงในช่วง 42 วัน

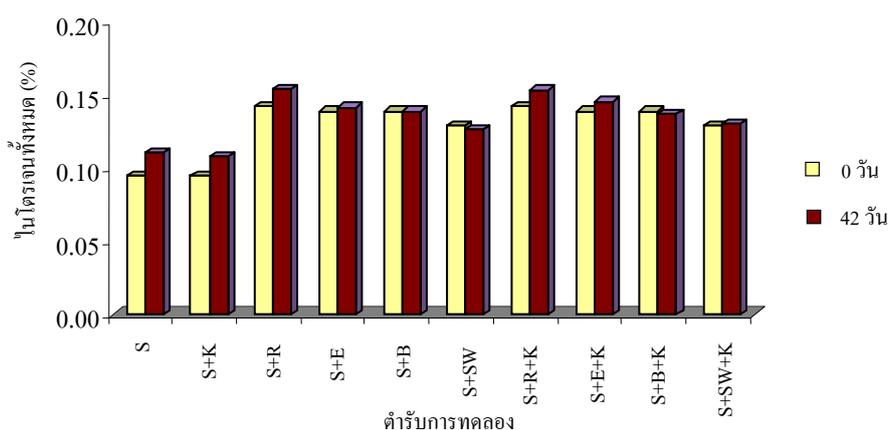
สำหรับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 19) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.148 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 0.140, 0.139 และ 0.128 % ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.148 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 0.142, 0.138 และ 0.130 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.103 %

ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ถูกชะละลายออกมาจากดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 21) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 8.26 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสเท่ากับ 8.00, 6.86 และ 6.74 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับ 8.16 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 7.99, 7.33 และ 7.04 mg kg^{-1} ตามลำดับ โดยทุกค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 4.81 mg kg^{-1} และมีความแตกต่างกับค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินในสภาพปลูกพืชนั้น ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวันที่ปลูกพืชและวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต พืชมีการดูดดึงเอาไนโตรเจนไปใช้น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ส่วนปริมาณไนโตรเจนที่ชะละลายออกมาจากดิน มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกับสภาพไม่ปลูกพืช ซึ่งชัยสิทธิ์ (2538) ได้รายงานว่าการใส่ปุ๋ยหมักเมื่อใส่แบบเดี่ยวๆ ไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ปลูกพืช



ภาพที่ 19 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

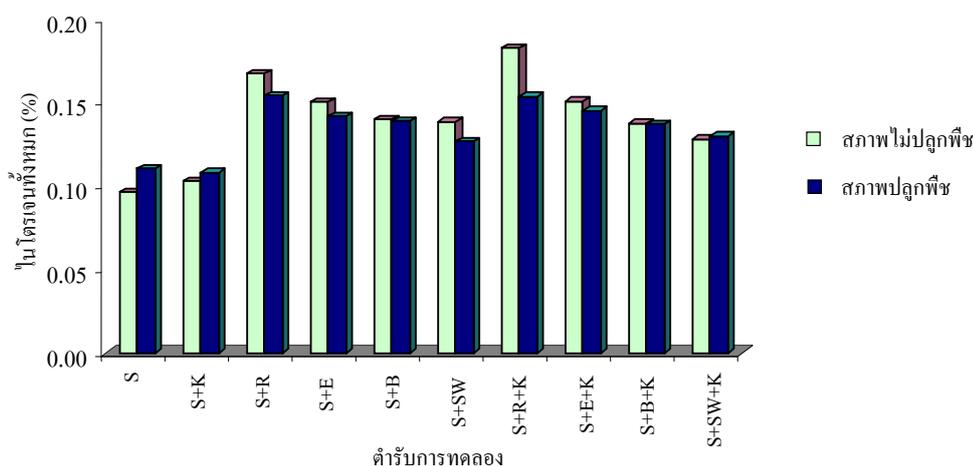


ภาพที่ 20 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืช และวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยเฉลี่ย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีผลทำให้ระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินทั้งสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบ

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 21 และตารางผนวกที่ 20) พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินทั้ง 2 สภาพ คือสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืชไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก



ภาพที่ 21 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

สำหรับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 2 และตารางที่ 2) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.161 % รองลงมาคือค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 0.146, 0.139 และ 0.133 % ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.168 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 0.148, 0.137 และ 0.129 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.103 %

เมื่อเปรียบเทียบระดับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของเขตรากพืชมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดภายในดินไม่มากนัก ถึงแม้ว่ารากพืชจะดูดดึงไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ไปสร้างมวลชีวภาพบางส่วน แต่เป็นสัดส่วนที่น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดภายในดิน

2. ปริมาณแอมโมเนียม

สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 22 และตารางผนวกที่ 22) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทำให้ดินมีปริมาณแอมโมเนียมสูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 7, 14, 28 และ 42 ส่วนในวันที่ 21 และ 35 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ทำให้มีปริมาณแอมโมเนียมสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 7, 14, 28 และ 42 ส่วนในวันที่ 21 และ 35 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณแอมโมเนียมมีค่าสูงขึ้นในช่วง 0-7 วัน จากนั้นในช่วง 7-28 วันปริมาณแอมโมเนียมมีค่าลดลง และช่วงวันที่ 28-42 มีค่าค่อนข้างคงที่

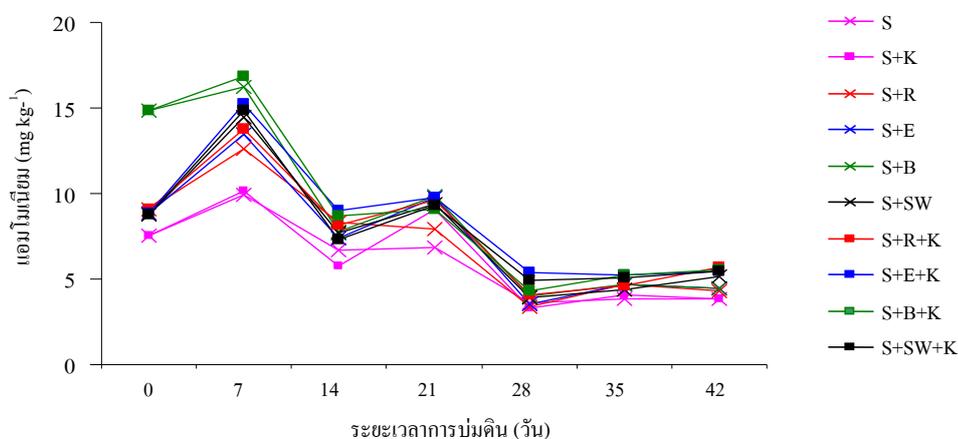
จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน (ภาพที่ 23 และตารางผนวกที่ 23) พบว่าระดับปริมาณแอมโมเนียมที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด โดยในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักมีระดับปริมาณแอมโมเนียมที่ชะละลายออกมามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นดินที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 7-14 วันหลังจากนั้นก็ลดลงจนเกือบจะคงที่ ส่วนดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการบ่มดิน

สำหรับปริมาณแอมโมเนียมในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 22) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 8.84 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสและปุ๋ยหมักฟางข้าว เท่ากับ 7.69, 7.45 และ 7.19 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 9.22 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียและปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 8.41, 7.95 และ 7.86 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 6.04 mg kg^{-1} โดยทุกค่ารับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ส่วนปริมาณแอมโมเนียมที่ถูกชะละลายออกมาจากดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 23) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.262 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 0.25 , 0.247 และ 0.224 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.281 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเท่ากับใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 0.267 mg kg^{-1} ส่วนใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย เท่ากับ 0.203 mg kg^{-1} ในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.17 mg kg^{-1} โดยทุกค่ารับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณแอมโมเนียมสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก แต่เนื่องจากแอมโมเนียมมีการแปรสภาพไปเป็นไนเตรทเร็วมาก ทำให้ปริมาณแอมโมเนียมของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณแอมโมเนียมของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 7 ของการบ่มดิน อาจเนื่องมาจากแอมโมเนียมถูกออกซิไดซ์ไปเป็นไนเตรท โดยกระบวนการ nitrification ซึ่งสอดคล้องกับ Chaoui *et al* (2003) ที่มีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมระหว่างมูลโค ใบไม้ และเศษอาหารในดิน พบว่าปริมาณแอมโมเนียมจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาการบ่มดิน ส่วนการที่ปริมาณแอมโมเนียมของดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 0-7 วัน อาจเป็นผลมาจากการเติมน้ำครั้งแรกทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายและแปรสภาพจากอินทรีย์วัตถุไปเป็นแอมโมเนียมอย่างรวดเร็ว

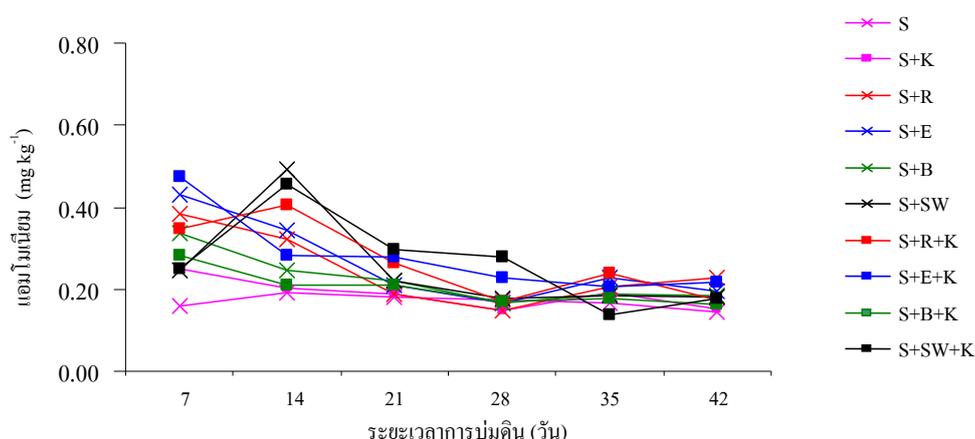
จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 Pore volume ทุกๆ 7 วัน พบว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักจะมีระดับปริมาณแอมโมเนียมที่ชะละลายออกมาสูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก เป็นผลมาจากปริมาณแอมโมเนียมที่มีอยู่ในตัวปุ๋ยหมักชนิดนั้นๆ และการย่อยสลายแปรสภาพจากอินทรีย์วัตถุที่มีในปุ๋ยหมักไปเป็นแอมโมเนียมมากขึ้น



ภาพที่ 22 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแอมโมเนียมในดิน

สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 25 และตารางผนวกที่ 24) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณแอมโมเนียมในดินแตกต่างกัน ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียมในดินก่อนปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หลังปลูกพืชไม่มีความแตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูก (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ระดับปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



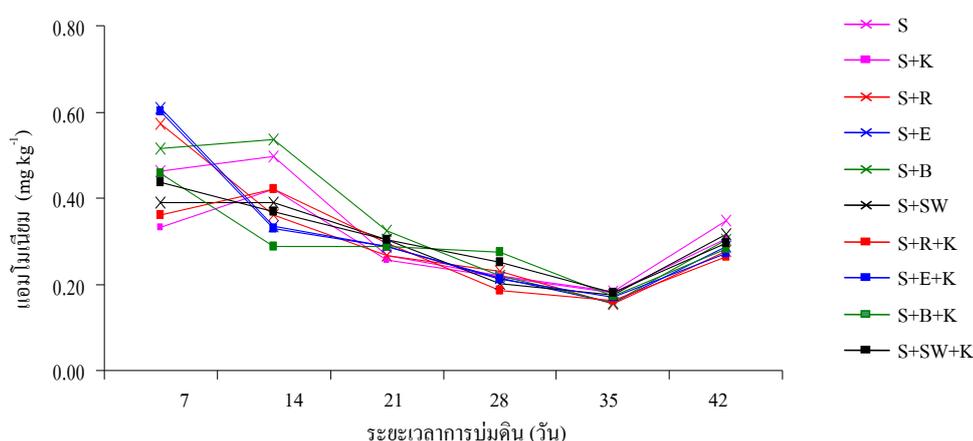
ภาพที่ 23 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการชะละลายดินในสภาพไม่ปลูกพืช ต่อ ปริมาณแอมโมเนียมในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วันในสภาพปลูกพืช (ภาพที่ 24 และ ตารางผนวกที่ 26) พบว่าปริมาณแอมโมเนียมที่ชะละลายออกมาดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักโดยเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ปริมาณแอมโมเนียมที่ชะออกมาแต่ละครั้งแตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้น้ำที่ชะละลายที่ระยะเวลาต่างๆ นั้นมีปริมาณแอมโมเนียมลดลงเรื่อยๆ ในช่วง 7-35 วัน หลังจากนั้นในวันที่ 42 ปริมาณแอมโมเนียมจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

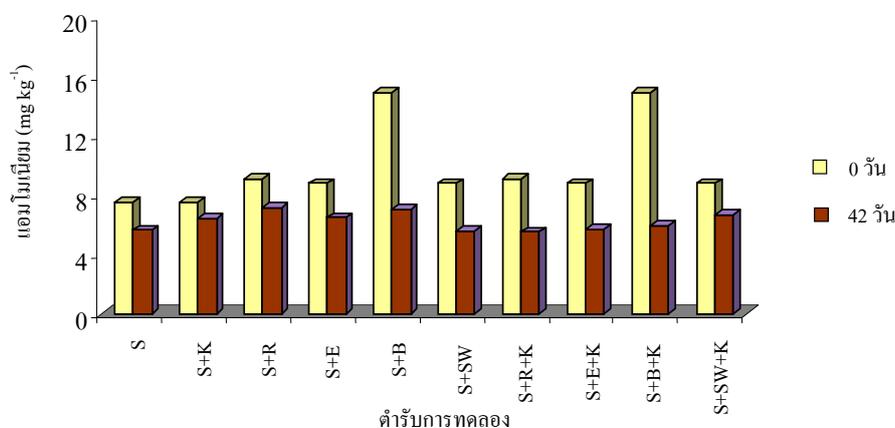
สำหรับปริมาณแอมโมเนียมในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 24) พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 10.96 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 8.11 , 7.65 และ 7.20 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันมีค่าเท่ากับ 10.41 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสเท่ากับ 7.73 , 7.32 และ 7.25 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 6.60 mg kg^{-1} โดยที่ทุกดำรับการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนปริมาณแอมโมเนียมที่ถูกชะละลายออกมาจากดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 26) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.34 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 0.32 , 0.31 และ 0.30 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากันคือ 0.31 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักฟางข้าว เท่ากับ 0.29 และ 0.28 mg kg^{-1} ตามลำดับ ในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 mg kg^{-1} โดยทุกค่ารับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากการทดลองในสภาพปลูกพืชพบว่า ปริมาณแอมโมเนียมในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าต่ำกว่าวันที่ปลูกพืช อาจเป็นผลมาจากรากพืชดูดดึงแอมโมเนียมบางส่วนไปสร้างมวลชีวภาพ และเนื่องจากแอมโมเนียมมีการแปรสภาพไปเป็นไนเตรทเร็วมาก ทำให้ปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนปริมาณแอมโมเนียมที่ชะละลายออกมาจากดินก็มีรูปแบบคล้ายคลึงกับสภาพไม่ปลูกพืช ที่มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการบ่มดิน ซึ่งเป็นผลจากการออกซิไดส์ไปเป็นไนเตรท โดยกระบวนการ nitrification



ภาพที่ 24 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อปริมาณแอมโมเนียมในน้ำที่ได้จากการชะละลาย



ภาพที่ 25 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

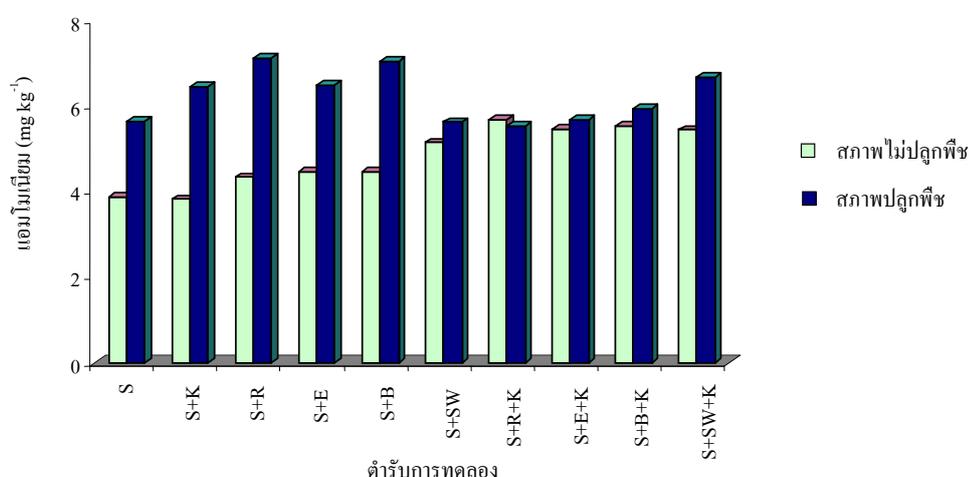
สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักโดยเฉลี่ย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณแอมโมเนียมในดินแตกต่างกัน ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียมในดินสภาพไม่ปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสภาพปลูกพืชไม่แตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียมในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 26 และตารางผนวกที่ 25) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะในตัวรับที่ไม่ใส่โพแทสเซียมซัลเฟตร่วมด้วย โดยสภาพปลูกพืชมีค่าสูงกว่าสภาพไม่ปลูกพืช ส่วนในตัวรับที่ใส่โพแทสเซียมซัลเฟตร่วมด้วยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

สำหรับปริมาณแอมโมเนียมในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 25) พบว่าตัวรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 5.76 mg kg^{-1} รองลงมาคือตัวรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 5.72 , 5.48 และ 5.38 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนตัวรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าตัวรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 6.06 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ตัวรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสเท่ากับ 5.75 , 5.62 และ 5.58 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่

ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 4.76 mg kg^{-1} โดยที่ทุกค่ารับการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียมทั้ง 2 สภาพ พบว่าในสภาพปลูกพืชมีปริมาณแอมโมเนียมสูงกว่าไม่ปลูกพืช อาจเนื่องมาจากสารอินทรีย์ที่ปลดปล่อยออกมาจากรากพืช รวมถึงเซลล์และเนื้อเยื่อที่ลอกหลุดออกมาในระหว่างการเจริญของรากพืช เกิดการสลายตัวแล้ว แล้วแปรสภาพเป็นธาตุอาหาร



ภาพที่ 26 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียมในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

3. ปริมาณไนเตรท

สภาพไม่ปลูกพืช

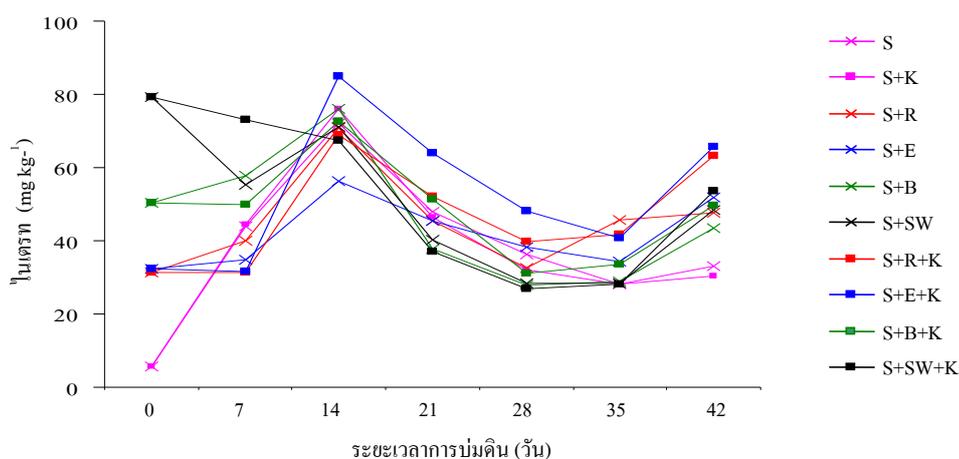
การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 27 และตารางผนวกที่ 27) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทำให้ดินมีปริมาณไนเตรทสูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 0, 7, 35 และ 42 ส่วนในวันที่ 14, 21 และ 35 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ทำให้มีปริมาณไนเตรทสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 0, 7, 35 และ 42 ส่วนในวันที่ 14, 21 และ 35 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณไนเตรทแตกต่างกันทุกช่วงเวลาการบ่มดิน

จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 Pore volume ทุกๆ 7 วัน(ภาพที่ 28 และตารางผนวกที่ 28) พบว่าระดับปริมาณไนเตรทที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของปุ๋ยหมัก อย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด โดยในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีระดับปริมาณไนเตรทที่ชะละลายออกมามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 7-14 วัน หลังจากนั้นในช่วง 14-35 วัน มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 35-42 มีค่าเพิ่มขึ้น

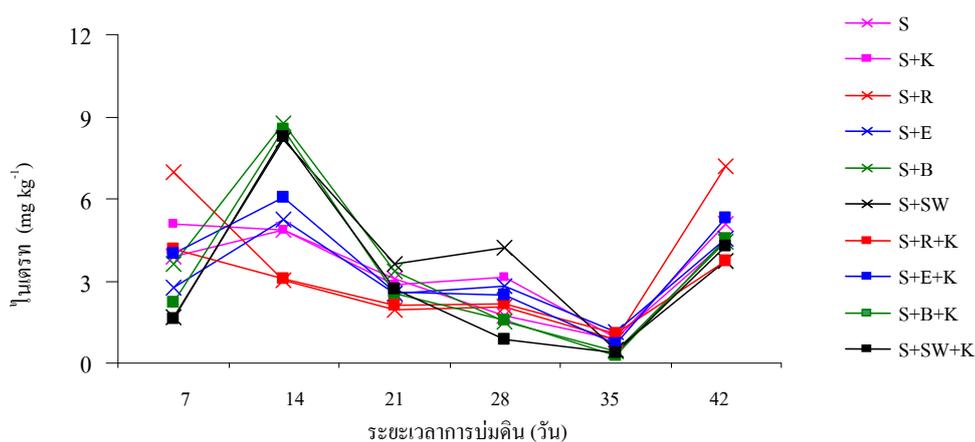
สำหรับปริมาณไนเตรทในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 27) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 50.14 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส เท่ากับ 46.01, 44.79 และ 41.89 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 52.46 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักขานอ้อยและปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 52.18, 48.35 และ 46.92 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 33.88 mg kg^{-1}

ส่วนปริมาณไนเตรทที่ถูกชะละลายออกมาจากดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 28) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.69 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียและปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส เท่ากับ 3.669, 3.643 และ 3.175 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 3.529 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 3.285, 3.016 และ 2.724 mg kg^{-1} ในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเท่ากับ 3.24 mg kg^{-1} โดยทุกค่ารับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณไนเตรทเพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 0-14 อาจเนื่องมาจากการย่อยสลายแปรสภาพไปเป็นไนเตรทได้เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับ Chaoui *et al* (2003) ที่มีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมระหว่างมูลโค ใบไม้ และเศษอาหารในดิน พบว่าปริมาณไนเตรทจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มดิน หลังจากนั้นค่าที่ได้จะมีค่าค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีไนเตรทสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ส่วนปริมาณไนเตรทที่ถูกชะละลายออกจากดินมีค่าลดลงในช่วงวันที่ 7-35 หลังจากวันที่ 42 ก็มีค่าเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 27 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณไนเตรทในดิน



ภาพที่ 28 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณไนเตรทในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 30 และตารางผนวกที่ 29) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณไนเตรทในดินแตกต่างกัน ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณไนเตรทในดินก่อนปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หลังปลูกพืชไม่มีความแตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ย

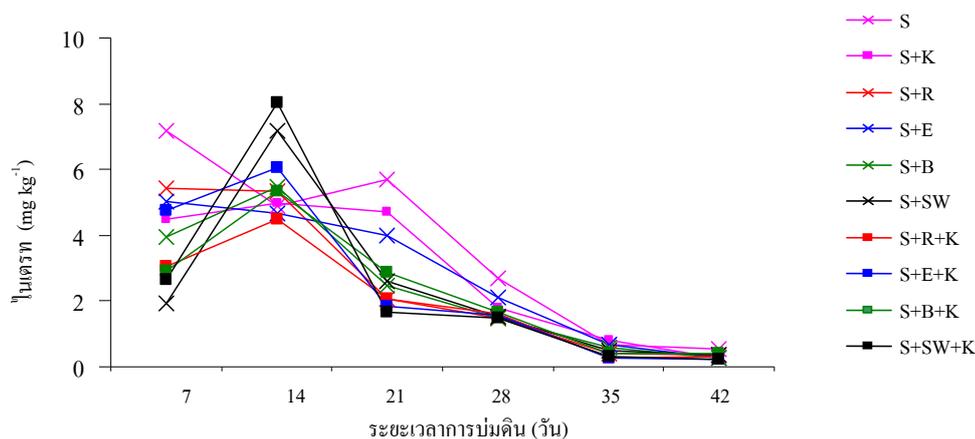
หมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูก (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ระดับปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักก่อนปลูกมีค่าสูงกว่าหลังปลูก แต่ดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักหลังปลูกมีค่าสูงกว่าก่อนปลูก

จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 Pore volume ทุกๆ 7 วันในสภาพปลูกพืช (ภาพที่ 29 และตารางผนวกที่ 31) พบว่าปริมาณไนเตรทที่ชะละลายออกมาทั้งดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ปริมาณไนเตรทที่ชะออกมาแต่ละครั้งแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นวันที่ 14, 28 และ 42 ที่ไม่มีความแตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณไนเตรทของน้ำในดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้น้ำที่ชะละลายที่ระยะเวลาต่างๆ นั้นมีปริมาณไนเตรทลดลงในช่วง 7-21 วัน หลังจากนั้นในวันที่ 28 ปริมาณไนเตรทในน้ำจึงมีค่าเพิ่มขึ้น และก็ลดลงไปเรื่อยๆจนถึงวันที่ 42

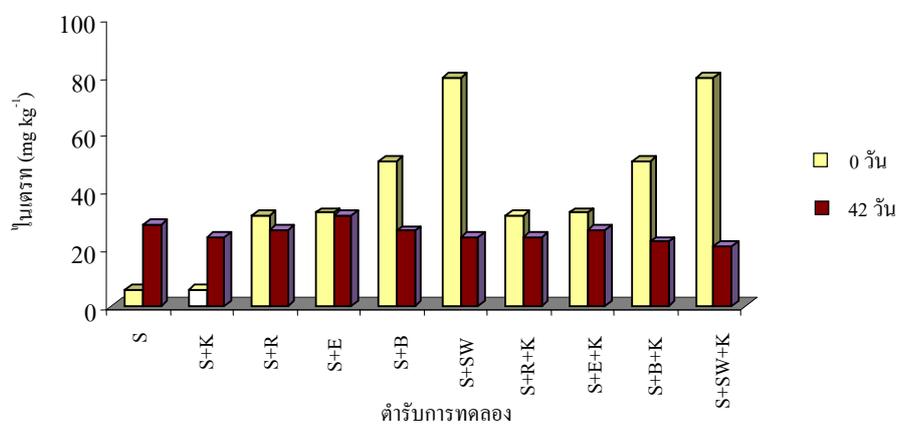
สำหรับปริมาณไนเตรทในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 29) พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 51.44 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 38.13 , 31.94 และ 28.81 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันมีค่าเท่ากับ 50.02 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 36.32 , 29.39 และ 27.61 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 17.05 mg kg^{-1} โดยที่ทุกดำรับการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนปริมาณไนเตรทที่ถูกชะละลายออกมาจากดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 31) พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.79 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 2.52 , 2.38 และ 2.34 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับ 2.45 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 2.41 , 2.27 และ 1.97 mg kg^{-1} ในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเท่ากับ 3.61 mg kg^{-1} โดยทุกดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากการทดลองพบว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตจะมีปริมาณไนเตรตต่ำกว่าวันที่ปลูกพืช อาจเนื่องมาจากรากพืชดูดดึงไนเตรทบางส่วนไปสร้างมวลชีวภาพ ส่วนดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักจะมีปริมาณไนเตรทสูงกว่า เนื่องจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ และแปรสภาพมาเป็นไนเตรทอย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 29 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อปริมาณเตรทในน้ำที่ได้จากการชะละลาย



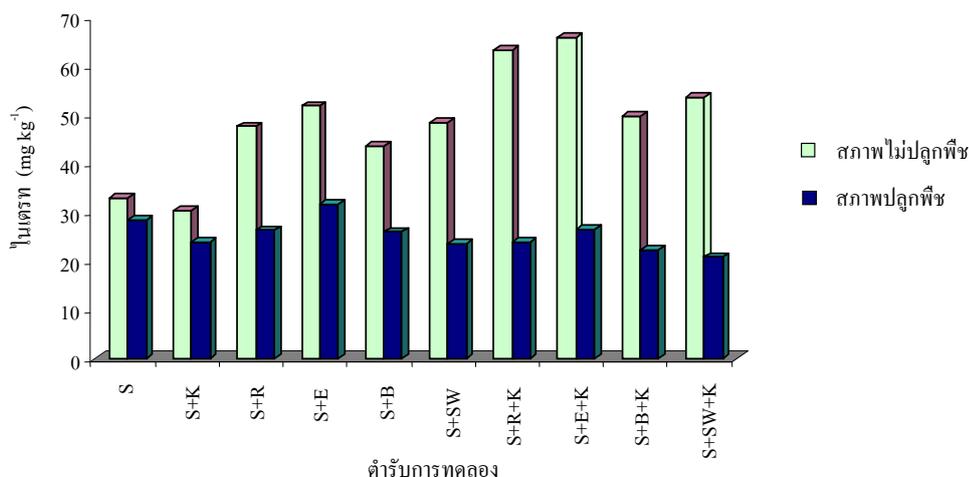
ภาพที่ 30 การเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักโดยเฉลี่ย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณไนเตรทในดินแตกต่างกัน ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณไนเตรทในดินสภาพไม่ปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสภาพปลูกพืชไม่แตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 31 และตารางผนวกที่ 30) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลง คือ สภาพไม่ปลูกพืชมีค่าสูงกว่าสภาพปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับปริมาณไนเตรทในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 30) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 41.63 mg kg^{-1} รองลงมาคือค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 36.93 , 36.05 และ 34.72 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 41.63 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 43.53 , 37.20 และ 35.96 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 30.67 mg kg^{-1} โดยที่ทุกค่ารับการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรททั้ง 2 สภาพ พบว่าในสภาพปลูกพืชมีค่าต่ำกว่าไม่ปลูกพืช อาจเป็นผลมาจากรากพืชดูดดึงเอาไนเตรทบางส่วนไปสร้างมวลชีวภาพ จึงทำให้สภาพปลูกพืชมีค่าน้อยกว่า



ภาพที่ 31 การเปรียบเทียบปริมาณไนเตรทในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

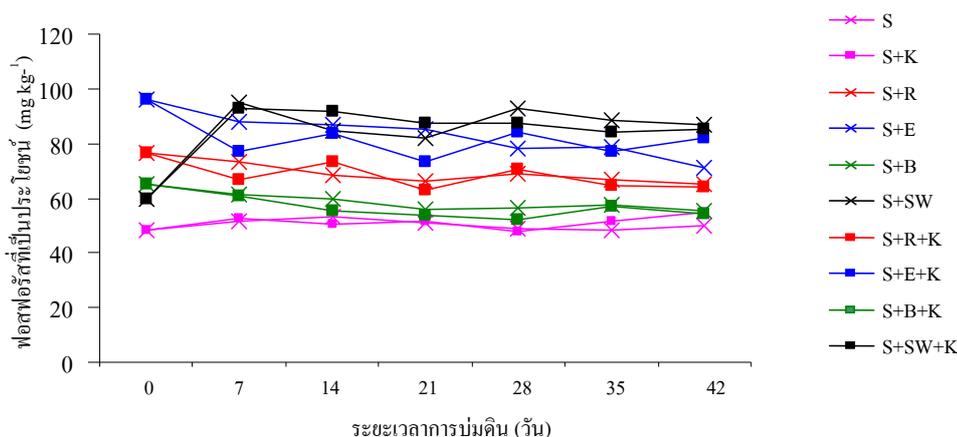
4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 32 และตารางผนวกที่ 32) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักเกือบทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยที่มีค่าไม่แตกต่างกับดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมัก การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินแตกต่างกันทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดเมื่อบ่มไว้ในระยะเวลาต่างๆ เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลา 42 วัน แต่ดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ถูกชะละลายออกมาจากดิน เนื่องจากมีปริมาณน้อยมากจึงไม่สามารถวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ได้ จึงให้ค่าที่ได้มีปริมาณเท่ากับ 0

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 32) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 83.24 mg kg^{-1} และมีค่าไม่แตกต่างกันกับค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสที่มีค่าเท่ากับ 81.35 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าลดหลั่นกันตามลำดับเท่ากับ 68.31 และ 57.67 mg kg^{-1} ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 83.04 mg kg^{-1} และมีค่าไม่แตกต่างกันกับค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสที่มีค่าเท่ากับ 80.43 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อยที่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าลดหลั่นกันตามลำดับเท่ากับ 67.31 และ 56.25 mg kg^{-1} ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 49.16 mg kg^{-1}

จากการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดมีค่าลดลงตามระยะเวลาการบ่มดิน อาจเป็นผลมาจากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทำให้มีฟอสฟอรัสบางส่วนถูกชะออกมาแต่ไม่สามารถวัดค่าได้ จึงให้ค่าที่ได้เป็น 0 ทำให้ส่วนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ส่วนนี้ไม่นำมาวิเคราะห์ได้ ส่วนดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการบ่มดิน อาจเป็นผลมาจากการที่ดินมีการย่อยสลาย และปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ออกมาได้ต่ำ จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากนัก นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมัก โดยปุ๋ยหมักที่ให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด คือ ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ซึ่งจะเห็นได้จากตารางที่ 2 ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียประมาณ 4 เท่า แต่เมื่อใส่ลงไป在地 กลับมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ใกล้เคียงกัน อาจเนื่องมาจากปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีลักษณะแห้ง ประกอบกับมีเกลือชนิดต่างๆ ในปริมาณสูง ทำให้เกิดเป็นสารแคลเซียมหรือแมกนีเซียมฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ยาก เมื่อนำมาบ่มในดินแล้วปรับความชื้นดินแล้ว อาจทำให้ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ถูกปลดปล่อยออกมาเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของชัยสิทธิ์ (2538) ที่พบว่าการใช้กากตะกอนน้ำเสียติดต่อกันจะส่งผลให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 32 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

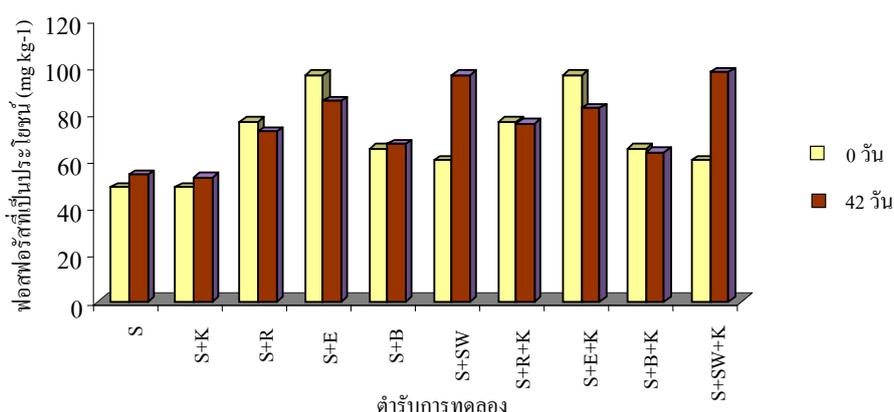
สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 33 และตารางผนวกที่ 33) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินแตกต่างกันทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนปลูกพืชและหลังปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติม โปแทสเซียมซัลเฟต ไม่มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูก (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ระดับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในตัวอย่างดินที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ถูกชะละลายออกมาก็ไม่สามารถวัดค่าด้วยเครื่อง Spectrophotometer ได้เช่นกัน

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 33) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิสงให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 90.82 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 78.13 , 74.37 และ 65.98 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโปแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิสงให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 89.33 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกาก

ตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 78.71, 76.16 และ 64.30 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 51.26 mg kg^{-1}

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ พบว่ามีเพียงปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่ในวันเก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าสูงกว่าวันปลูกพืช อาจเป็นผลจากการที่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเมื่อใส่ลงดินสามารถละลายออกมาได้มากขึ้น ส่วนชนิดอื่นๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากกลไกของฟอสฟอรัสที่สารฟอสเฟตชนิดต่างๆ สามารถปลดปล่อยฟอสเฟตไอออนเพื่อทดแทนส่วนที่พืชนำไปใช้ได้ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในดินได้สูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับจามีกร (2537) การใช้กากตะกอนน้ำเสียทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 33 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

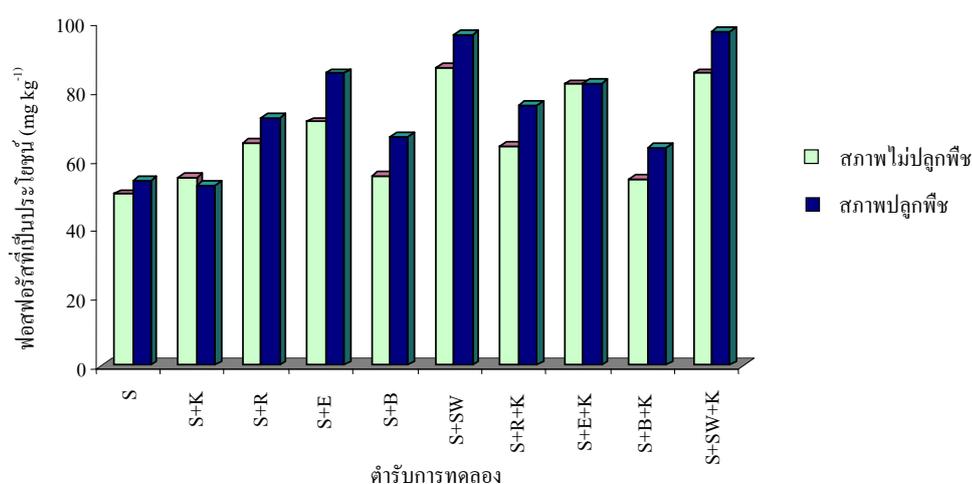
สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักโดยเฉลี่ย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีผลทำให้ระดับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินทั้งสภาพไม่ปลูกพืชและสภาพปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ย

หมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 34 และตารางผนวกที่ 34) พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสภาพปลูกพืชสูงกว่าสภาพไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และการใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสที่ไม่แตกต่างกันทั้งสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 34) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 91.64 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 78.20 , 68.62 และ 61.12 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 91.45 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 82.19 , 69.93 และ 58.95 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 51.97 mg kg^{-1}

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ทั้ง 2 สภาพ พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักเกือบทุกชนิดและการไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินแตกต่างกัน แม้ว่ารากพืชจะมีการดูดดึงเอาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์บางส่วนไปใช้สร้างมวลชีวภาพ แต่จะมีฟอสเฟตไอออนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากสารฟอสเฟตต่างๆในดิน เพื่อทดแทนส่วนที่พืชดึงดูดเข้าไป



ภาพที่ 34 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

5. ปริมาณ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 35 และตารางผนวกที่ 35) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทำให้ดินมีปริมาณโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ทำให้มีปริมาณ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโปแทสเซียมซัลเฟตทำให้ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีปริมาณโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าการไม่เติมโปแทสเซียมซัลเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลา 42 วัน แต่ดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักปริมาณโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่เปลี่ยนแปลง

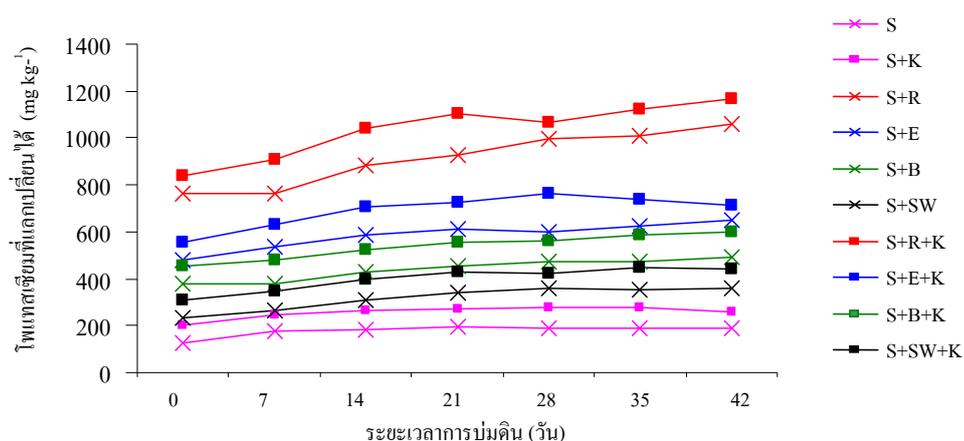
จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน (ภาพที่ 36 และตารางผนวกที่ 36) พบว่าระดับปริมาณ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโปแทสเซียมซัลเฟตทำให้ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีปริมาณโปแทสเซียมที่ชะละลายออกมาสูงกว่าการไม่เติมโปแทสเซียมซัลเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมาสูงที่สุด ขณะที่ของดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสถิติ ระดับปริมาณโปแทสเซียมที่ชะละลายออกมาจะสูงสุดในช่วงแรกๆ แล้วลดลงเรื่อยๆตามระยะเวลาของการบ่มดิน โดยในช่วงการบ่ม 0-28 วัน มีปริมาณโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ หลังจากนั้นโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมามีค่าลดลงจนเกือบคงที่ ดังภาพที่ 36 และไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับปริมาณ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 35) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ $924.82 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 600.67 , 438.84 และ $316.61 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโปแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ $1032.20 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักเปลือกยูคา

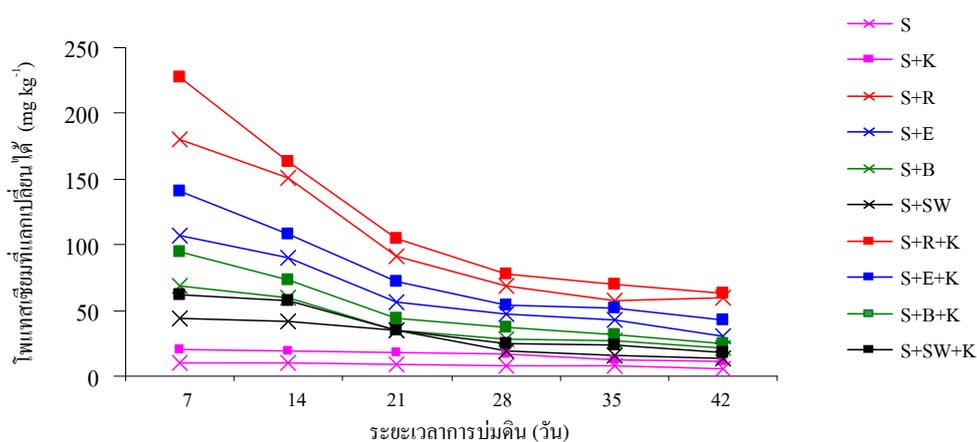
ลิปดัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 699.50, 540.25 และ 398.13 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 183.19 mg kg⁻¹

ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลายออกมาจากดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 36) พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 101.24 mg kg⁻¹ รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิสง ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 62.16, 40.07 และ 28.01 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 117.46 mg kg⁻¹ รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิสง ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 78.57, 50.94 และ 36.77 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 8.45 mg kg⁻¹

จากผลการทดลองพบว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มดิน เนื่องจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในดินและปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเพิ่มขึ้น ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ ซึ่งก็สอดคล้องกับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มียู่ในปุ๋ยหมักฟางข้าวที่จะสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ แม้ว่าใส่ปุ๋ยหมักไปในอัตรา 6 ตันต่อไร่ แต่โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในปุ๋ยหมักแต่ละชนิดไม่เท่ากัน เป็นผลให้โพแทสเซียมในดินภายหลังการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ จึงมีค่าไม่เท่ากัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตลงไปในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักก็มีผลต่อปริมาณของโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เช่นกัน โดยที่ปริมาณของโพแทสเซียมที่มีอยู่ในโพแทสเซียมซัลเฟตจะไปรวมกับส่วนอยู่ในปุ๋ยหมักแต่ละชนิดเป็นผลให้ดินมีปริมาณโพแทสเซียมสูงขึ้น และแปรผันตรงกับปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักแต่ละชนิด ซึ่งสอดคล้องกับจามีกร (2537) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวทั้งแบบใส่เดี่ยวและใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมามีปริมาณลดลงตามระยะเวลาการบ่มดิน เป็นผลมาจากในช่วงแรกปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่ามาก และโพแทสเซียมที่อยู่ในปุ๋ยหมักส่วนใหญ่ไม่ได้รวมกับอินทรียสารอย่างเหนียวแน่น จึงถูกปลดปล่อยออกมาได้ง่ายในช่วงต้นๆ แต่มีโพแทสเซียมบางตัวที่รวมตัวอยู่กับอินทรียสารอย่างสลับซับซ้อนที่ต้องผ่านการย่อยสลายหลายขั้นตอน จึงถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ ประกอบกับแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบอาจปลดปล่อยโพแทสเซียมไออนอนจากส่วนที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ออกมา



ภาพที่ 35 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งหมดในดิน



ภาพที่ 36 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 38 และตารางผนวกที่ 37) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ มีผลทำให้ระดับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินทั้งก่อนปลูกพืชและหลังปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตมีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่

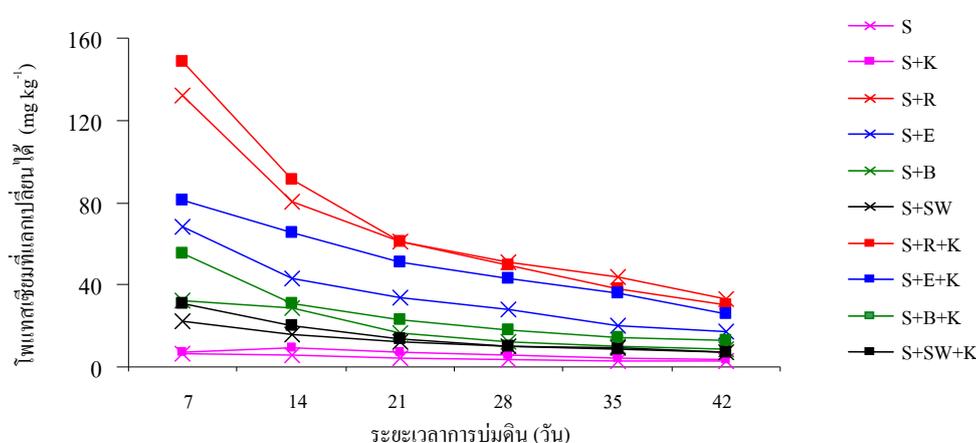
แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูก (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ระดับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสไม่มีการเปลี่ยนแปลง

จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน(ภาพที่ 37 และตารางผนวกที่ 39) พบว่าระดับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมา พบว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดมีค่าสูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างกันทุกครั้งที่มีการชะละลาย การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตทำให้ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีปริมาณโพแทสเซียมที่ชะละลายออกมาสูงกว่าการไม่เติมโพแทสเซียมซัลเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้น้ำที่ชะละลายที่ระยะเวลาต่างๆ นั้น มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

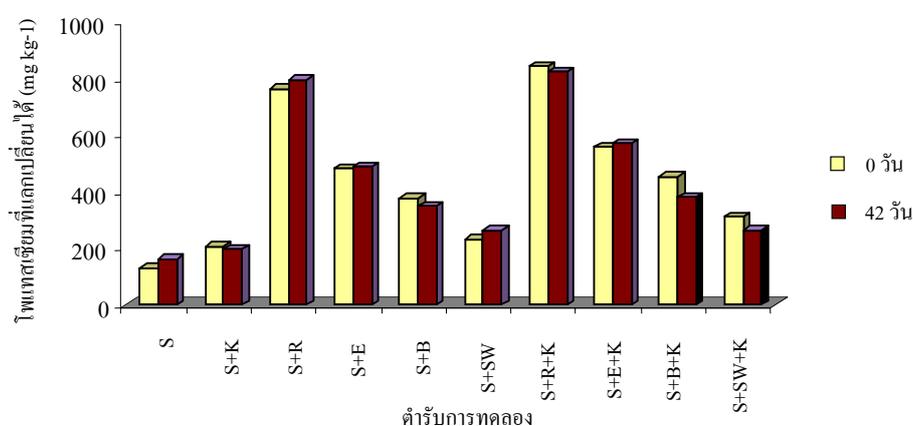
สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 37) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $779.01 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 483.84 , 361.82 และ $246.89 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันมีค่าเท่ากับ $832.77 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อยและปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 563.06 , 416.23 และ $285.52 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ $143.30 \text{ mg kg}^{-1}$

ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลายออกมาจากดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 39) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 66.96 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 35.03 , 17.97 และ 12.80 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 69.74 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 50.17 , 25.66 และ 15.23 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 4.23 mg kg^{-1}

จากการทดลองพบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักเกือบทุกชนิดมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในวันที่เก็บเกี่ยวต่ำกว่าวันที่ปลูกพืช ยกเว้นดินที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยที่ไม่มีความแตกต่างกัน อาจเป็นผลมาจากรากพืชดูดดึงเอาโพแทสเซียมบางส่วนไปใช้ในการสร้างมวลชีวภาพ ถึงแม้จะมีโพแทสเซียมไอออนถูกปลดปล่อยออกมาจากส่วนที่แลกเปลี่ยนไม่ได้ และส่วนที่แลกเปลี่ยนได้เพื่อทดแทนส่วนที่พืชดูดดึงไปใช้ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลายออกจากดินก็มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกับสภาพที่ไม่ปลูกพืช



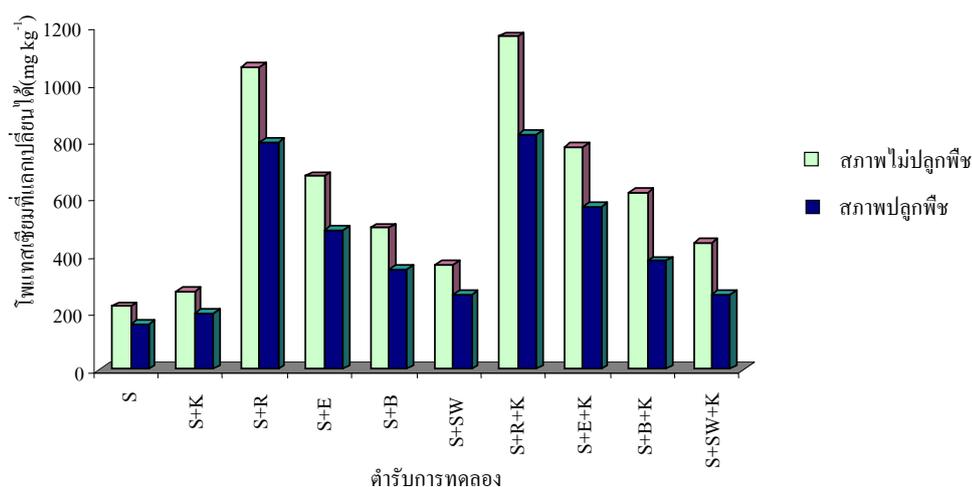
ภาพที่ 37 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งหมดในน้ำที่ได้จากการชะละลาย



ภาพที่ 38 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักโดยเฉลี่ย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีผลทำให้ระดับปริมาณ โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณ โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินทั้งสภาพปลูกพืชและสภาพไม่ปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโปแตสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณ โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 39 และตารางผนวกที่ 38) พบว่าปริมาณ โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสภาพไม่ปลูกพืชสูงกว่าสภาพปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญทั้งดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก



ภาพที่ 39 การเปรียบเทียบปริมาณ โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

สำหรับปริมาณ โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 38) พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ $925.66 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 582.12 , 421.99 และ $315.01 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโปแตสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ $995.23 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมัก

เปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 673.96, 499.17 และ 352.07 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 189.55 mg kg⁻¹

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักทั้ง 2 สภาพพบว่าในสภาพปลูกพืชมีค่าต่ำกว่าสภาพไม่ปลูกพืช อาจเป็นผลมาจากรากพืชดูดดึงเอาโพแทสเซียมบางส่วนไปใช้ในการสร้างมวลชีวภาพ และการเจริญเติบโตของพืช

6. ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 40 และตารางผนวกที่ 40) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทำให้ดินมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ทำให้มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่เปลี่ยนแปลง

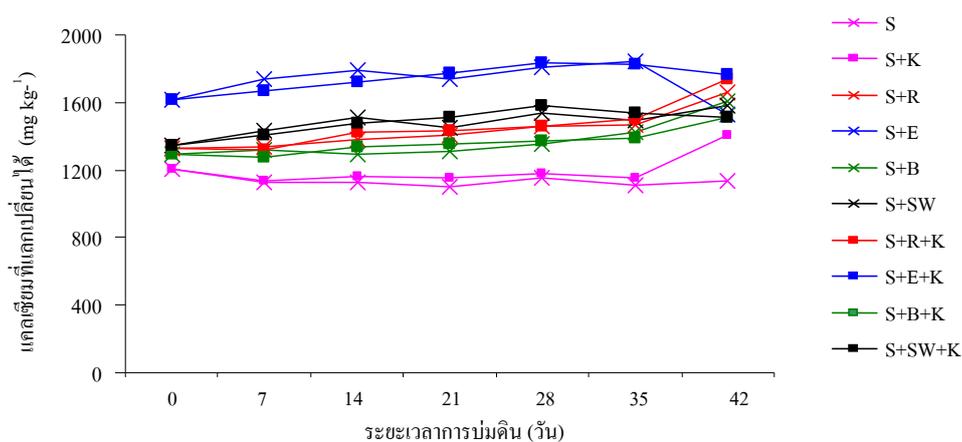
จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน (ภาพที่ 41 และตารางผนวกที่ 41) พบว่าระดับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด โดยในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักระดับปริมาณแคลเซียมที่ชะละลายออกมามีค่าสูงสุดในช่วง 0-7 วันๆ แล้วลดลงเรื่อยๆตามระยะเวลาของการบ่มดิน โดยในช่วงการบ่ม 0-21 วัน มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ หลังจากนั้นแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมามีค่าลดลงจนเกือบคงที่ ดังภาพที่ 7 และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักปริมาณแคลเซียมที่ชะละลายออกมามีค่าคงที่ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสถิติ

สำหรับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 40) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือยกาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ $1755.41 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อย 1479.08 , 1433.18 และ $1371.34 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือยกาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ $1742.45 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 1479.93 , 1456.60 และ $1360.44 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ $1138.05 \text{ mg kg}^{-1}$

ส่วนปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลายออกมาจากดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 41) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือยกาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 84.26 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 83.39 , 80.94 และ 67.97 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือยกาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 93.89 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 85.60 , 82.35 และ 71.49 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 25.56 mg kg^{-1} โดยทุกค่ารับ การทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยปุ๋ยหมักที่เพิ่มปริมาณแคลเซียมได้สูงที่สุด ปุ๋ยหมักเปลือยกาลิปตัส ซึ่งสอดคล้องกับประกาศิต (2549) รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อย แม้ว่าจะใส่ปุ๋ยหมักลงไปในอัตรา 6 ตัน/ไร่เท่ากัน แต่เนื่องจากแคลเซียมในรูปทั้งหมดและรูปที่เป็นประโยชน์ของปุ๋ยหมักแต่ละชนิดไม่เท่ากัน เมื่อถูกย่อยสลายจะปลดปล่อยแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ออกมาอยู่ในดิน ได้มากน้อยแตกต่างกัน จึงทำให้แคลเซียมภายหลังการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ จึงมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของจามิกร (2537) ที่มีการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และกากตะกอนน้ำเสียในดินที่มีการปลูกข้าวโพดหวานพบว่า ปุ๋ยหมักทั้ง 2 ชนิดช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินได้เล็กน้อย จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน พบว่าระดับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ โดยดินที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือยกาลิปตัสมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ชะละลายออกมาสูงที่สุดในทุกๆครั้งที่มีการชะละลายด้วยน้ำ อาจเป็น

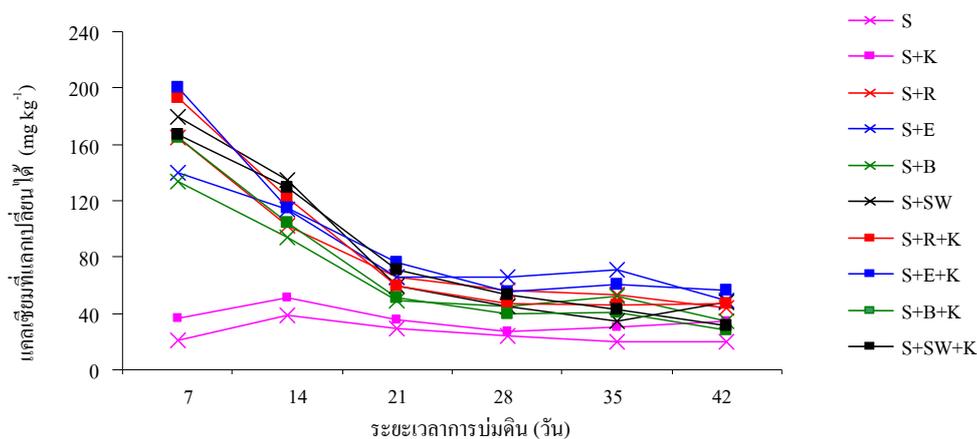
ผลมาจากปริมาณแคลเซียมที่มีอยู่ในตัวปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสที่มีปริมาณสูงที่สุด ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลายออกมาจากดินทุกๆ 7 วัน มีค่าสูงที่สุดในการชะละลายครั้งแรกและลดลงเรื่อยๆ จนเกือบคงที่ เป็นผลมาจากปริมาณแคลเซียมในปุ๋ยหมักแต่ละชนิด รวมถึงน้ำเข้าไปแทนที่แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และเมื่อถูกชะละลายออกมา ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักจะค่อยสลายตัวปลดปล่อยแคลเซียมออกมา จึงทำให้ในการชะละลายครั้งหลังๆ มีปริมาณน้อยลง



ภาพที่ 40 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 43 และตารางผนวกที่ 42) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ มีผลทำให้ระดับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินทั้งก่อนปลูกพืชและหลังปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูก (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ระดับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในตัวอย่างดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และในตัวอย่างดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างกัน



ภาพที่ 41 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน(ภาพที่ 42 และตารางผนวกที่ 44) พบว่าระดับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมา พบว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ดินมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างกัน ยกเว้นในวันที่ 21 และ 42 การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้น้ำที่ชะละลายที่ระยะเวลาต่างๆ นั้น มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางที่ผนวก 42) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.18 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 2.12, 2.11 และ 1.89 % ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 2.19 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 2.16, 2.09 และ 1.96 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 1.39 %

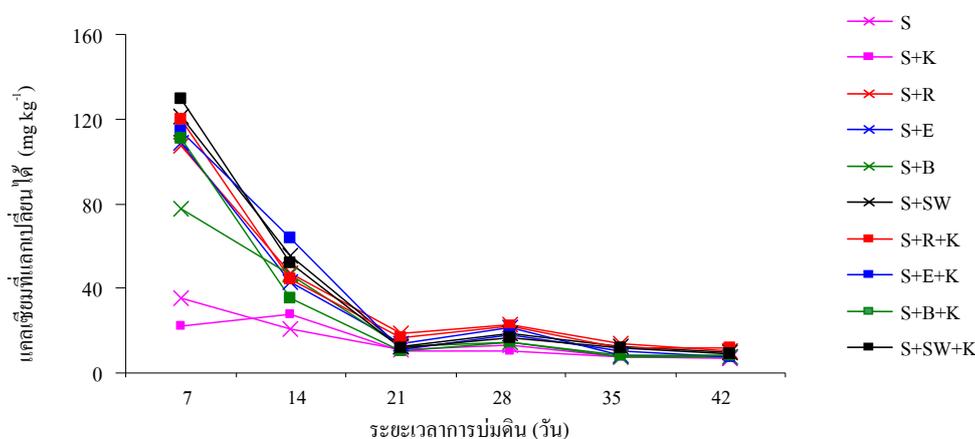
ส่วนปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลายออกจากดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 44) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกาก

ตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 38.41 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อย เท่ากับ $36.76, 33.84$ และ 27.52 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 38.63 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อย เท่ากับ $37.76, 37.59$ และ 31.28 mg kg^{-1} ตามลำดับ โดยทุกดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 15.82 mg kg^{-1}

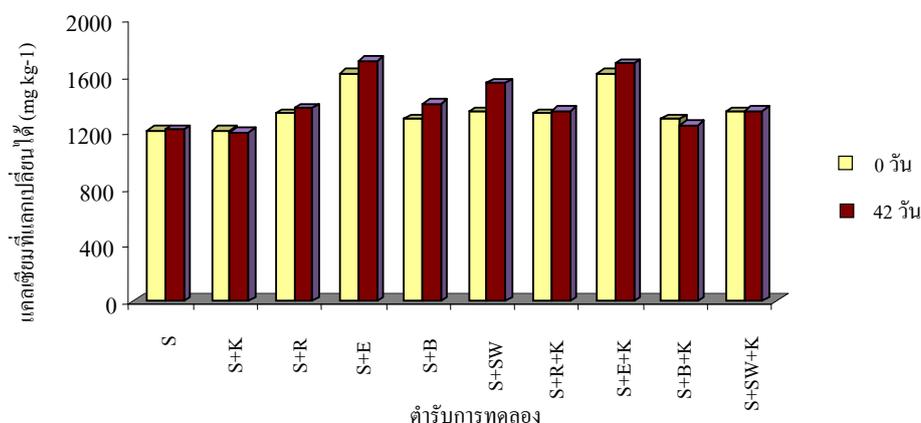
จากผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยหมักฟางข้าวทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกพืชมีค่าสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนปลูกและหลังปลูก พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ อาจเป็นผลมาจากการที่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีการหมักที่สมบูรณ์กว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ จึงทำให้มีการย่อยสลายน้อย ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวจึงสูงกว่าปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 44 และตารางผนวกที่ 43) พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเฉลี่ยสภาพปลูกพืชสูงกว่าสภาพไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างปุ๋ยหมักแต่ละชนิด พบว่าในสภาพที่ปลูกพืชนั้นปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนในดินสูงกว่าสภาพที่ไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สภาพ สำหรับการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้นพบว่า ในสภาพปลูกพืชดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักกากอ้อยมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าสภาพไม่ปลูกพืช ส่วนดำรับที่ใส่ปุ๋ยเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สภาพ



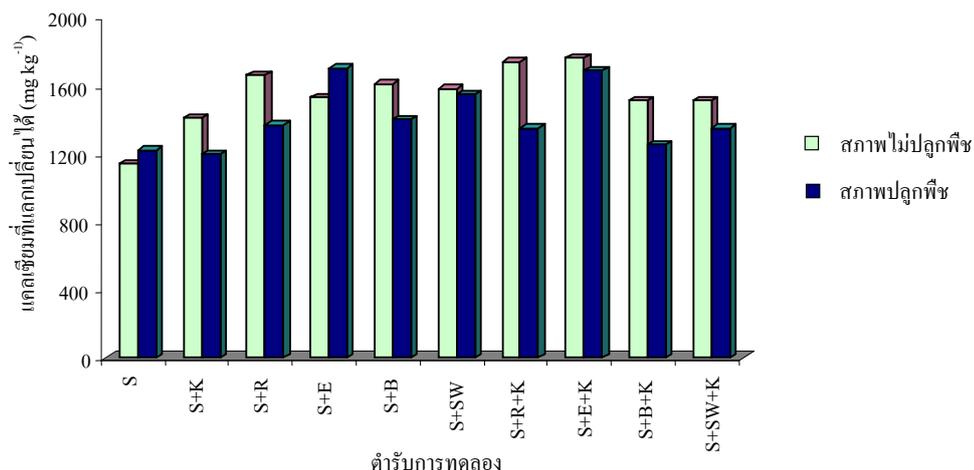
ภาพที่ 42 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย



ภาพที่ 43 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

สำหรับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเฉลี่ยที่ระยะเวลา 42 วัน พบว่าดินในสภาพไม่ปลูกพืชมีค่าเท่ากับ 1.79 % และสภาพดินที่ปลูกพืชมีค่าเท่ากับ 1.85 % ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว (ตารางที่ 3) พบว่าในสภาพไม่ปลูกพืช มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด เท่ากับ 2.01 % รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิพัส เท่า

กับ 1.87, 1.81 และ 1.79% ตามลำดับ ส่วนสภาพปลูกพืช ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดเช่นเดียวกัน เท่ากับ 2.12% รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 1.97, 1.89 และ 1.74% ตามลำดับ



ภาพที่ 44 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ตารางผนวกที่ 43) พบว่า การปลูกพืชทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่าไม่ปลูกพืช อาจเนื่องมาจากสารอินทรีย์ที่ปลดปล่อยออกมาจากรากพืช รวมถึงเซลล์และเนื้อเยื่อที่ลอกหลุดออกมาในระหว่างการเจริญของรากพืช เช่น exudates, mucigel และ lysates เป็นต้น

7. ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

สภาพไม่ปลูกพืช

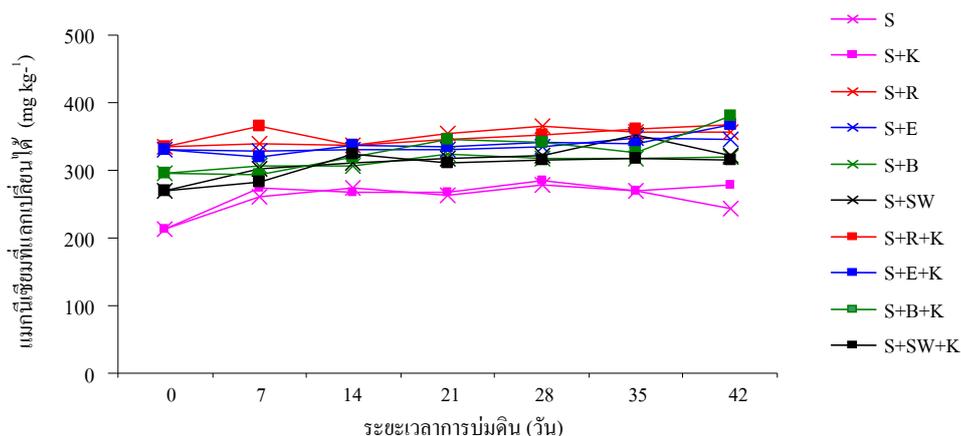
การเปลี่ยนแปลงปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 45 และตารางผนวกที่ 45) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทำให้ดินมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ทำให้มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าค่อนข้างคงที่ตามระยะเวลาการบ่ม

จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน (ภาพที่ 46 และตารางผนวกที่ 46) พบว่าระดับปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อระดับปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมาจากดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด โดยในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักระดับปริมาณแมกนีเซียมที่ชะละลายออกมาจะสูงสุดในช่วง 0-7 วันๆ แล้วลดลงเรื่อยๆตามระยะเวลาของการบ่มดิน โดยในช่วงการบ่ม 0-21 วัน มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ หลังจากนั้นแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมามีค่าลดลงจนเกือบคงที่ ดังภาพที่ 13 และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักปริมาณแมกนีเซียมที่ชะละลายออกมาก่อนข้างจะคงที่ และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

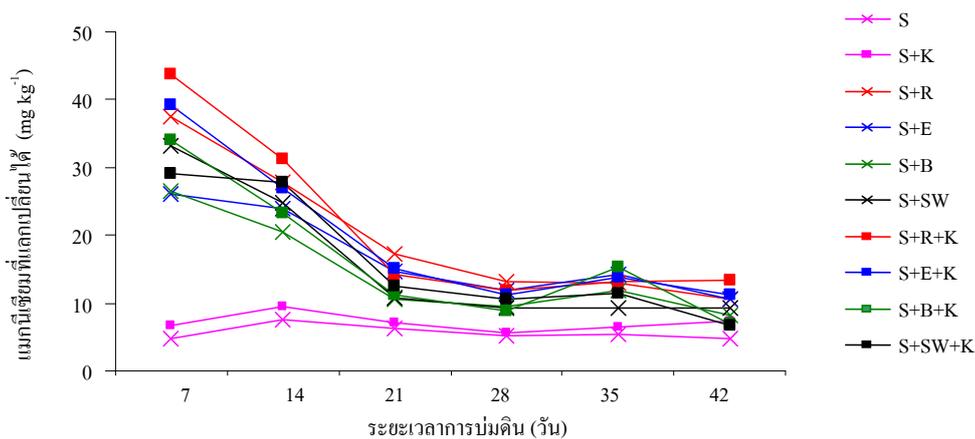
สำหรับปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 45) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ $349.03 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อย $335.13, 313.59$ และ $311.87 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ $352.26 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียเท่ากับ $338.52, 328.36$ และ $305.14 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ $257.38 \text{ mg kg}^{-1}$

ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลายออกมาจากดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 46) พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 19.88 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียและปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 16.87 , 16.07 และ 14.48 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนตำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 21.25 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 19.60 , 16.58 และ 16.36 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 5.63 mg kg^{-1} โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก สอดคล้องกับประกาศิต (2549) โดยปุ๋ยหมักที่เพิ่มปริมาณแมกนีเซียมได้สูงที่สุด ปุ๋ยหมักฟางข้าว รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อย แม้ว่าจะใส่ปุ๋ยหมักลงไปในอัตรา 6 ตัน/ไร่เท่ากัน แต่เนื่องจากแมกนีเซียมในรูปทั้งหมดและรูปที่เป็นประโยชน์ของปุ๋ยหมักแต่ละชนิดไม่เท่ากัน เมื่อถูกย่อยสลายจะปลดปล่อยแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ออกมาอยู่ในดินได้มากน้อยแตกต่างกัน จึงทำให้แมกนีเซียมภายหลังจากใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ จึงมีค่าไม่เท่ากัน จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน พบว่าระดับปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณแตกต่างกันไปตามชนิดของปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ โดยดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ชะละลายออกมาสูงที่สุดในทุกๆครั้งที่มีการชะละลายด้วยน้ำ อาจเป็นผลมาจากปริมาณแมกนีเซียมที่มีอยู่ในตัวปุ๋ยหมักฟางข้าวที่มีปริมาณสูงที่สุด ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลายออกมาจากดินทุกๆ 7 วัน มีค่าสูงที่สุดในการชะละลายครั้งแรกและลดลงเรื่อยๆ จนเกือบคงที่ เป็นผลมาจากปริมาณแมกนีเซียมในปุ๋ยหมักแต่ละชนิด รวมถึงน้ำเข้าไปแทนที่แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และเมื่อถูกชะละลายออกมาในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักจะค่อยสลายตัวปลดปล่อยแมกนีเซียมออกมา จึงทำให้ในการชะละลายครั้งหลังๆ มีปริมาณน้อยลง



ภาพที่ 45 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน



ภาพที่ 46 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูก พืชต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 48 และตารางผนวกที่ 47) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินแตกต่างกันทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนปลูกพืชและหลังปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติม โปแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูก (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ระดับปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

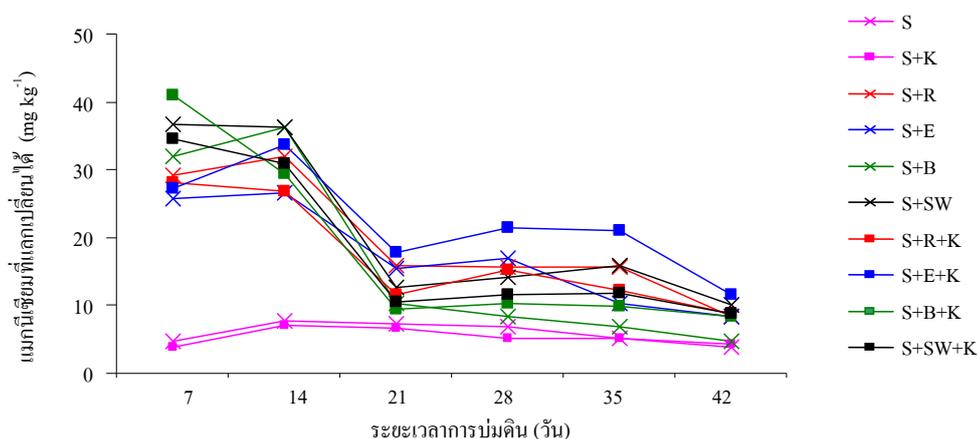
จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 Pore volume ทุกๆ 7 วัน (ภาพที่ 47 และตารางผนวกที่ 49) พบว่าระดับปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ชะละลายออกมา พบว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าสูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดทำให้ดินมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แตกต่างกัน ยกเว้นในวันที่ 42 การเติม โปแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินช่วงเวลา 0 ถึง 42 วัน มีผลทำให้น้ำที่ชะละลายที่ระยะเวลาต่างๆ นั้น มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 47) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $402.77 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อยและปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ $382, 352.16$ และ $351.23 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโปแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ $405.06 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อยและปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ $395.89, 364.51$ และ $337.23 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ $265.77 \text{ mg kg}^{-1}$

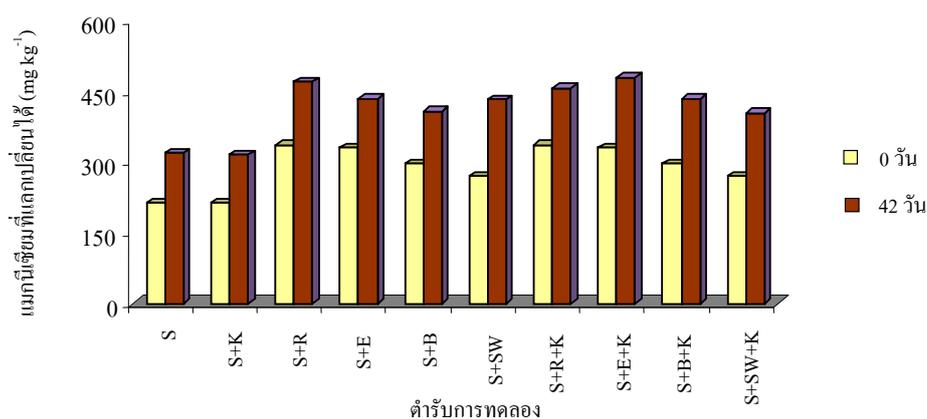
ส่วนปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลายออกจากดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 49) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 20.94 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ $19.48, 17.26$ และ 16.46 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วน

ตำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสห้ค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับ 22.12 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักฟางข้าวเท่ากับ 18.04, 18.03 และ 17.10 mg kg^{-1} ตามลำดับ โดยทุกตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งในขณะที่ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 5.92 mg kg^{-1}

จากการทดลองพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตสูงกว่าวันที่ปลูกพืช นอกจากอิทธิพลจากตัวปุ๋ยหมักแล้วอาจเป็นผลมาจากแร่ที่มีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบที่ปลดปล่อยแมกนีเซียมออกมาจากดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดก็มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก แม้จะใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 6 ตันต่อไร่เท่ากัน แต่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีรูปที่เป็นประโยชน์ไม่เท่ากัน เมื่อถูกย่อยสลายจะปลดปล่อยแมกนีเซียมออกมาอยู่ในดินได้มากน้อยแตกต่างกัน ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลายจากดินมีค่าลดลงเรื่อยๆตามระยะเวลาการบ่มดิน อาจเป็นผลมาจากการที่ช่วงต้นๆ มีไออนที่ดูคล้ายกับอนุภาคดินอย่างหลวมๆ เมื่อมีการชะละลายด้วยน้ำไออนเหล่านั้นจึงถูกชะลงมาอยู่ในน้ำ ทำให้ในการชะครั้งต่อไปไออนที่ดูคล้ายหลวมๆ มีปริมาณน้อยลง เหลือแต่ที่ยึดเกาะอย่างแน่นหนา



ภาพที่ 47 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ได้จากการชะละลาย



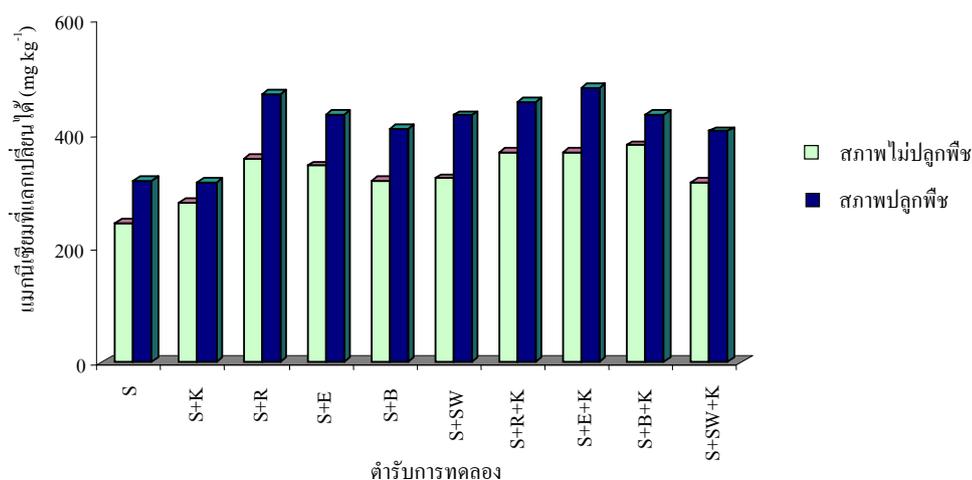
ภาพที่ 48 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ไถปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ไถปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ไถปุ๋ยหมักโดยเฉลี่ย พบว่าการไถปุ๋ยหมักและไม่ไถปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณแอมโมเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินแตกต่างกันทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินทั้งสภาพไม่ปลูกพืชและสภาพปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ไถปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 49 และตารางผนวกที่ 48) พบว่า ปริมาณแอมโมเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสภาพปลูกพืชสูงกว่าสภาพไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับปริมาณแอมโมเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ไถปุ๋ยหมักและไม่ไถปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 48) พบว่าค่าไถปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 412.97 mg kg⁻¹ รองลงมาคือ ค่าไถปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 389.24, 377.28 และ 363.69 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนค่าไถที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่าไถร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 423.83 mg kg⁻¹ รองลงมาคือ ค่าไถร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 412.32, 406.69 และ 360.15 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่าไถที่ไม่ได้ไถปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 280.84 mg kg⁻¹

จากการทดลองเมื่อมีการเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพปลูกพืช และไม่ปลูกพืช พบว่าสภาพปลูกพืชมีค่าสูงกว่าสภาพไม่ปลูกพืช อาจเป็นผลมาจากการที่รากพืชดูดดึงปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้บางส่วนไปใช้ในการสร้างมวลชีวภาพ จึงทำให้แร่และเกลืออิสระในดินบางชนิดปลดปล่อยแมกนีเซียมไอออนออกมาเพื่อทดแทนส่วนที่พืชดูดดึงไปใช้ไม่ใช่อิทธิพลจากตัวปุ๋ยหมักแต่ละชนิด



ภาพที่ 49 การเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

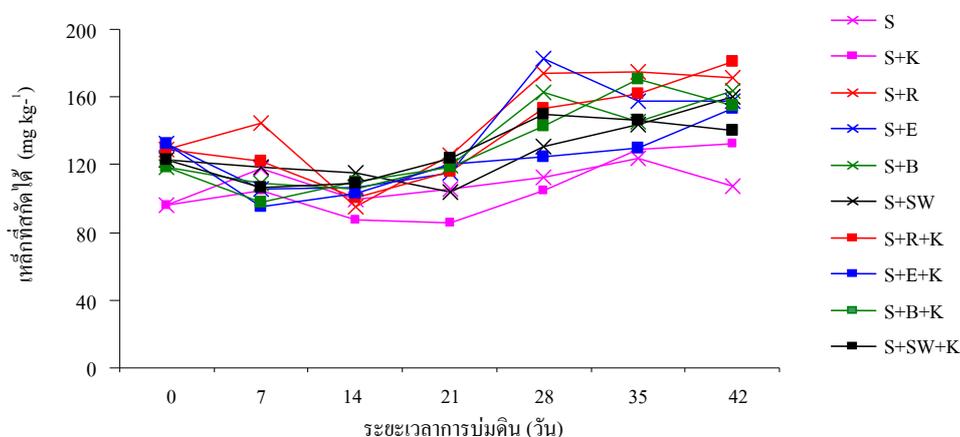
8. ปริมาณเหล็กที่สกัดได้

สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 50 และตารางผนวกที่ 50) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่ส่งผลทำให้ระดับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆทำให้ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณเหล็กที่สกัดได้มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา 42 วัน จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน พบว่าปริมาณเหล็กที่สกัดได้ที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณน้อยมาก คืออยู่ในระดับที่น้อยกว่า 0.06 mg kg^{-1} จึงไม่สามารถวัดค่าจากเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ได้

สำหรับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 50) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดมีค่าไม่แตกต่างกับดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $145.06 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 136.86, 132.19 และ $127.79 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน เท่ากับ $137.89 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาได้แก่ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ที่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าลดหลั่นกันตามลำดับ เท่ากับ 130.30, 128.53 และ $122.77 \text{ mg kg}^{-1}$ ขณะที่ค่ารับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ $109.00 \text{ mg kg}^{-1}$

จากผลการทดลอง พบว่าเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการบ่มดิน 42 วัน อาจเนื่องมาจากอินทรีย์วัตถุในดินสลายตัวและปลดปล่อยเหล็กออกมาในปริมาณที่ต่ำมาก จึงไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับปริมาณเหล็กในดิน นอกจากนี้ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณเหล็กที่สกัดได้ไม่แตกต่างกับไม่ใส่ปุ๋ยหมัก อาจเนื่องมาจากเหล็กเป็นสารประกอบเชิงซ้อนในอินทรีย์วัตถุ



ภาพที่ 50 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อ ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ใน

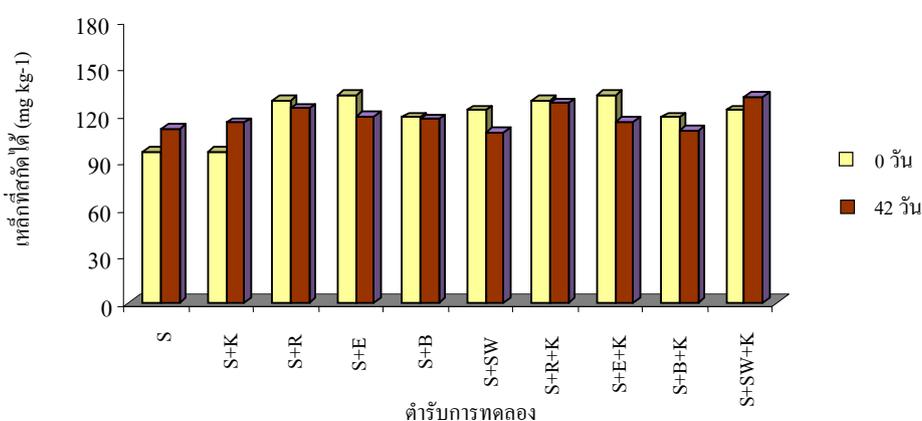
สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 51 และตารางผนวกที่ 51) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินแตกต่างกันทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินก่อนปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่หลังปลูกพืชไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูก (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) ไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นในตัวอย่างดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก

สำหรับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 51) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ $126.64 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 125.91 , 117.90 และ $115.74 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ $128.31 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย

ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 127.24, 123.94 และ 114.05 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 103.41 mg kg^{-1}

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก พบว่าในวันที่ปลูกพืช และวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่ารากพืชจะดูดดึงเหล็กในสภาพไอออนอิสระในคอลลอยด์ไปใช้บ้าง แต่ก็ยังเป็นสัดส่วนที่น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณที่สกัดได้ในดิน ปริมาณของเหล็กจึงมีค่าไม่แตกต่างกัน

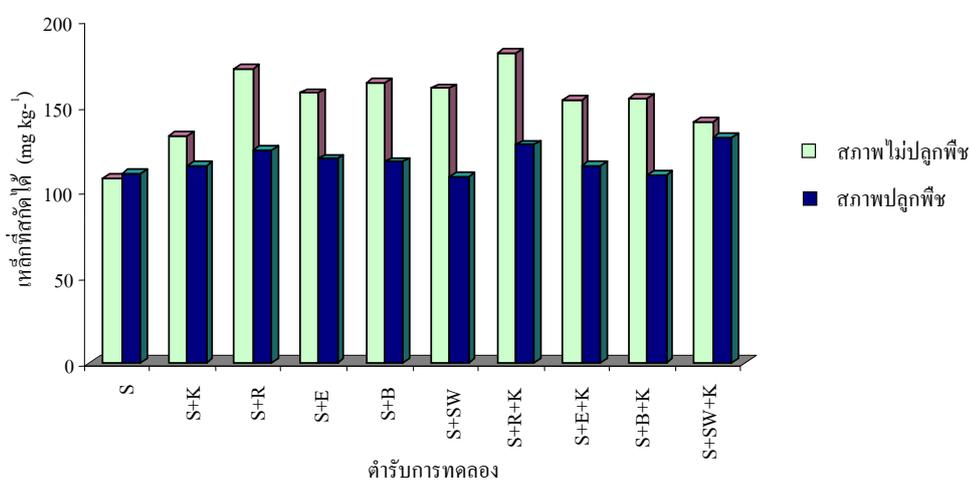


ภาพที่ 51 การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืช และวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยเฉลี่ย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินแตกต่างกันทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินสภาพไม่ปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่สภาพปลูกพืชไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 52 และตารางผนวกที่ 52) พบว่า ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินสภาพไม่ปลูกพืชสูงกว่าสภาพปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นการไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สภาพ

สำหรับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 52) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $147.88 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 140.43 , 138.35 และ $134.34 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ $154.21 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 136.06 , 134.39 และ $132.07 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ $109.21 \text{ mg kg}^{-1}$



ภาพที่ 52 การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

จากการทดลองเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช พบว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดมีปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในสภาพไม่ปลูกพืชสูงกว่าสภาพปลูกพืช ส่วนดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 2 สภาพ อาจเป็นผลมาจากรากพืชดูดดึงธาตุอาหารบางส่วนไปใช้ในการสร้างมวลชีวภาพ

9. ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้

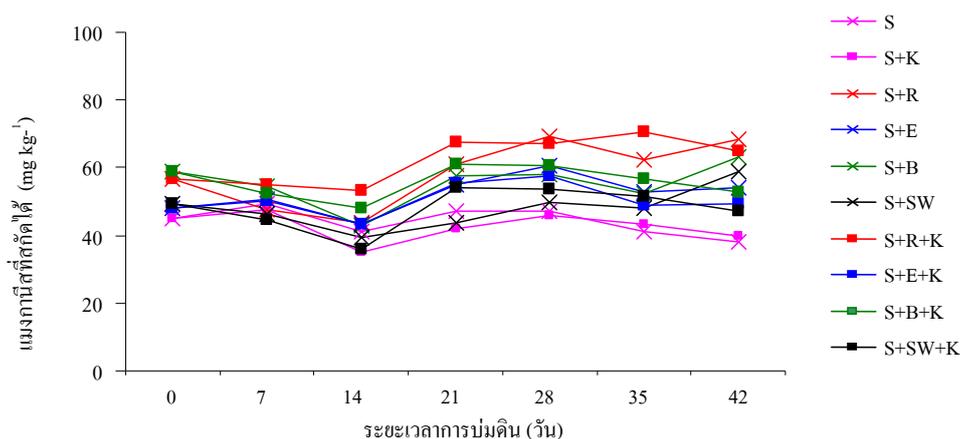
สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 53 และตารางผนวกที่ 53) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆมีผลทำให้ระดับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ของดินสูงกว่าการไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆทำให้ระดับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นดินที่บ่มในวันที่ 7 ไม่แตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้มีค่าลดลงในวันที่ 14 จากนั้นในช่วง 21-42 วัน มีค่าค่อนข้างคงที่ จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน พบว่าปริมาณเหล็กที่สกัดได้ที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณน้อยมาก คืออยู่ในระดับที่น้อยกว่า 0.06 mg kg^{-1} จึงไม่สามารถวัดค่าจากเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ได้

สำหรับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 53) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 58.50 mg/kg^{-1} และไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย เท่ากับ 55.27 mg kg^{-1} รองลงมาคือค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 52.08 และ 47.97 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติม โพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 62.15 mg kg^{-1} และไม่แตกต่างกับการใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย เท่ากับ 55.75 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสและปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 50.53 และ 47.98 mg kg^{-1} ซึ่งในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 44.27 mg kg^{-1}

จากผลการทดลอง พบว่าแมงกานีสที่สกัดได้ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าลดลงในวันที่ 14 ของการบ่มดิน จากนั้นในช่วง 21-42 วันมีค่าค่อนข้างคงที่ อาจเนื่องมาจากอินทรีย์วัตถุในดินสลายตัวและปลดปล่อยแมงกานีสออกมาในปริมาณที่ต่ำมาก จึง

ไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในดิน นอกจากนี้พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่สกัดได้สูงกว่าการไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมัก อาจเนื่องมาจากอินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลายและปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนออกมาอยู่ในดิน ได้สูงกว่า



ภาพที่ 53 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่สกัดได้ในดิน

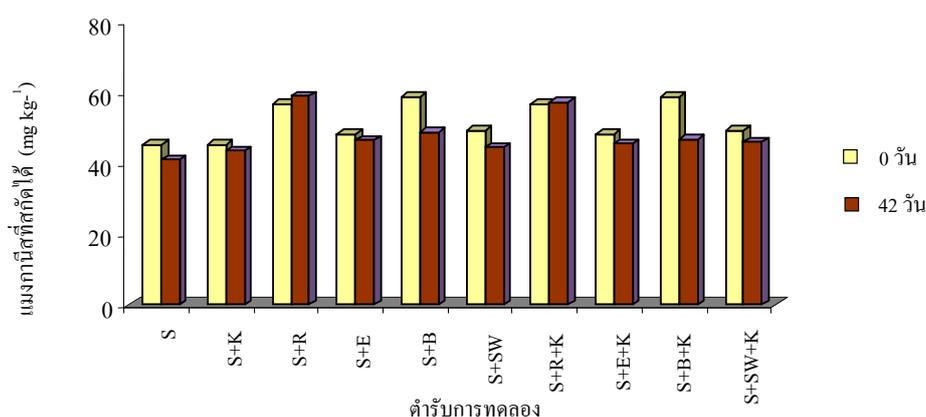
สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 54 และตารางผนวกที่ 54) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีผลทำให้ระดับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่สกัดได้ในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่สกัดได้ในดินทั้งก่อนปลูกพืชและหลังปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูก (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ระดับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นในตัวอย่างดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสไม่มีความแตกต่างกัน

สำหรับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่สกัดได้ในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 54) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ

57.95 mg kg⁻¹ รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 53.76, 47.32 และ 46.86 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนตำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 57.04 mg kg⁻¹ รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสเท่ากับ 52.70, 47.65 และ 46.83 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 43.03 mg kg⁻¹

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตไม่มีความแตกต่างกับวันที่ปลูกพืช ถึงแม้ว่ารากพืชจะดูดดึงไปใช้บ้างแต่ก็เป็นปริมาณที่เล็กน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้



ภาพที่ 54 การเปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืช และวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

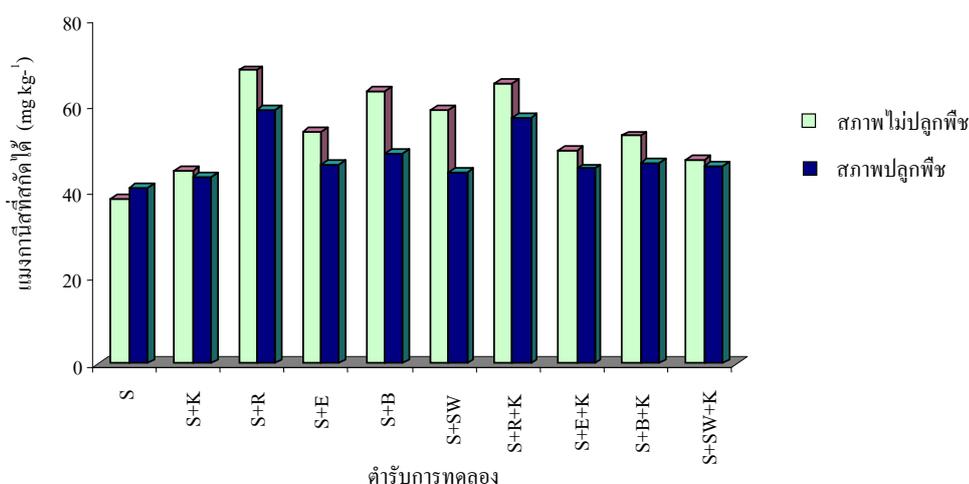
สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยเฉลี่ย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีผลทำให้ระดับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินทั้งสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 55 และตารางผนวกที่ 55) พบว่า ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินทั้ง 2 สภาพ คือสภาพปลูกพืชและไม่

ปลูกพืชไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยและปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย คือสภาพไม่ปลูกพืชมีค่าสูงกว่าสภาพ

ปลูกพืช

สำหรับปริมาณแอมกานีสที่สกัดได้ในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 55) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 63.63 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสเท่ากับ 56.07, 51.72 และ 50.25 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 61.15 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 49.87, 47.53 และ 46.71 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 39.59 mg kg^{-1}



ภาพที่ 55 การเปรียบเทียบปริมาณแอมกานีสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมกานีสที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช พบว่าทั้ง 2 สภาพมีปริมาณแอมกานีสที่สกัดได้ไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่ารากพืชจะดูดดึงไปใช้บ้างแต่ก็เป็นปริมาณที่เล็กน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณแอมกานีสที่สกัดได้ซึ่งรูปแบบการปลูกพืช และไม่ปลูกพืชมีความคล้ายคลึงกัน

10. ปริมาณทองแดงที่สกัดได้

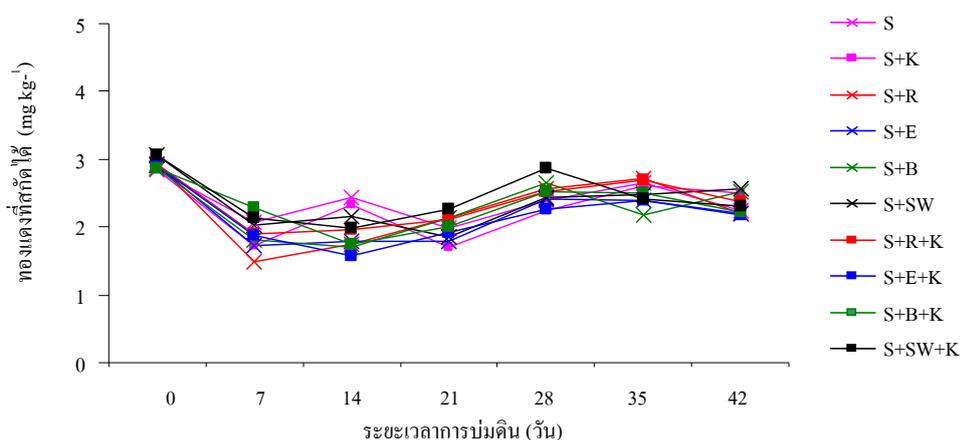
สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 56 และตารางผนวกที่ 56) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆทำให้ปริมาณทองแดงที่สกัดได้ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นในวันที่ 7, 21, 35 และ 42 ที่ไม่แตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณทองแดงที่สกัดได้มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา 42 วัน จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน พบว่าปริมาณเหล็กที่สกัดได้ที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณน้อยมาก คืออยู่ในระดับที่น้อยกว่า 0.06 mg kg^{-1} จึงไม่สามารถวัดค่าจากเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ได้

สำหรับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 56) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.37 mg kg^{-1} ซึ่งมีค่าเท่ากับค่ารับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าลดหลั่นกันตามลำดับเท่ากับ 2.27, 2.26 และ 2.17 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน เท่ากับ 2.43 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ที่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าลดหลั่นกันตามลำดับ เท่ากับ 2.35, 2.31 และ 2.16 mg kg^{-1}

จากผลการทดลอง พบว่าทองแดงที่สกัดได้ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการบ่มดิน 42 วัน อาจเนื่องมาจากอินทรีย์วัตถุในดินสลายตัวและปลดปล่อยทองแดงออกมาในปริมาณที่ต่ำมาก จึงไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับปริมาณทองแดงในดิน นอกจากนี้ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทำให้ดินมีทองแดงที่สกัดได้ต่ำกว่าการ

ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก อาจเนื่องมาจากสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนในอินทรีย์วัตถุ Lewis and Broadbent (1961) ได้รายงานไว้ว่า 1/5 ถึง 1/2 ของทองแดงในสารละลายดินจะถูกดูดซับกับอินทรีย์วัตถุ และการดูดซับจะหนาแน่นกว่าจุลธาตุชนิดอื่นๆ



ภาพที่ 56 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดิน

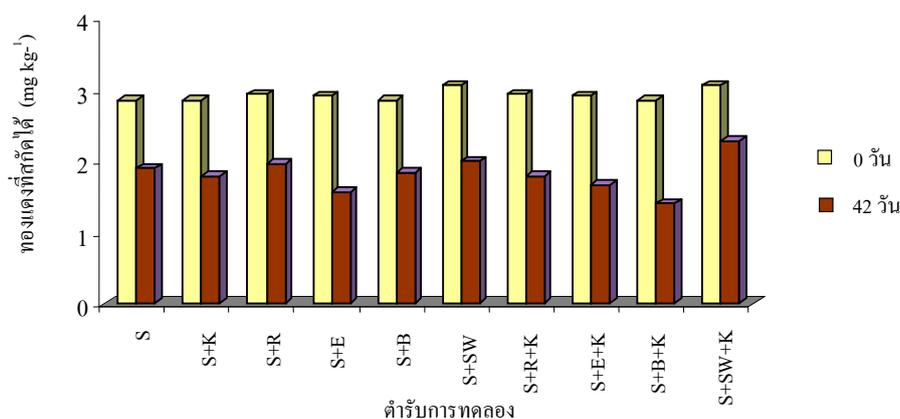
สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 57 และตารางผนวกที่ 57) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินแตกต่างกัน ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินทั้งก่อนปลูกพืชและหลังปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูกพืช (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ระดับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละตัวและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดินก่อนปลูกพืชมีค่าสูงกว่าดินหลังปลูกพืช

สำหรับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 57) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักจากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.53 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักเปลือกถั่ว-

คาลิปดัสเท่ากับ 2.45, 2.35 และ 2.24 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 2.68 mg kg⁻¹ รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 2.37, 2.29 และ 2.13 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.38 mg kg⁻¹

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับวันที่เริ่มปลูกพืช อาจเป็นผลมาจากรากพืชดูดดึงทองแดงที่สกัดได้ไปใช้ในการสร้างมวลชีวภาพ



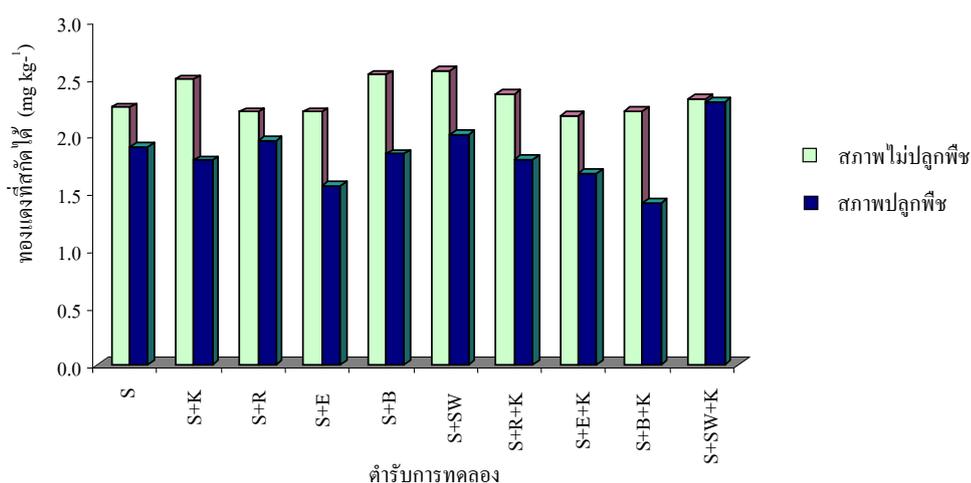
ภาพที่ 57 การเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยเฉลี่ย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินแตกต่างกัน ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินสภาพปลูกพืชแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สภาพไม่ปลูกพืชไม่มีความแตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 58 และ

ตารางผนวกที่ 58) พบว่าปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินทั้ง 2 สภาพ คือสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือสภาพไม่ปลูกพืชมีค่ามากกว่าปลูกพืช

สำหรับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 58) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักจากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.28 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสเท่ากับ $2.19, 2.08$ และ 1.88 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 2.30 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ $2.08, 1.92$ และ 1.81 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.07 mg kg^{-1}



ภาพที่ 58 การเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช พบว่าในสภาพปลูกพืชดินที่ใส่ปุ๋ยหมักเกือบทุกชนิดมีปริมาณทองแดงที่สกัดได้ต่ำกว่าในสภาพไม่ปลูกพืช เกิดจากการที่รากพืชดูดดึงทองแดงไปใช้ในการสร้างมวลชีวภาพ

11. ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้

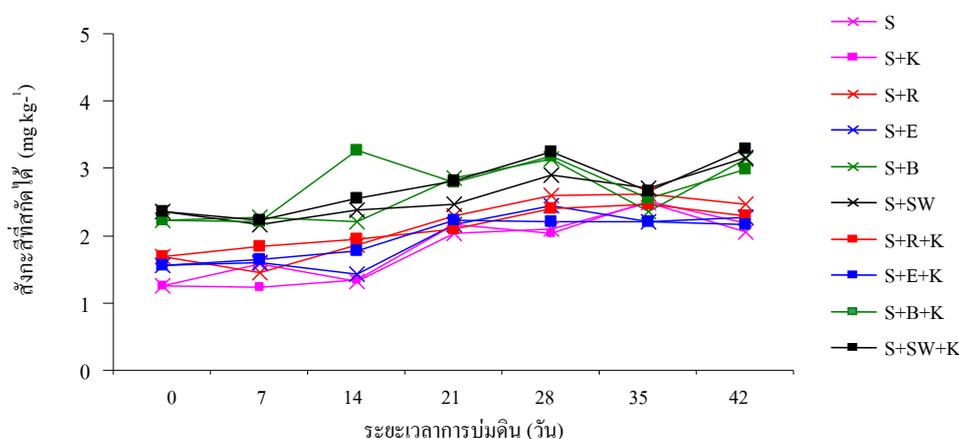
สภาพไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ภาพที่ 59 และตารางผนวกที่ 59) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆมีผลทำให้ระดับปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ของดินสูงกว่าการไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ การใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆทำให้ระดับปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นดินที่บ่มในวันที่ 35 ไม่แตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา 42 วัน จากการชะละลายด้วยน้ำ 1 pore volume ทุกๆ 7 วัน พบว่าปริมาณเหล็กที่สกัดได้ที่ชะละลายออกมามีระดับปริมาณน้อยมาก คืออยู่ในระดับที่น้อยกว่า 0.06 mg kg^{-1} จึงไม่สามารถวัดค่าจากเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ได้

สำหรับปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดิน โดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ภายใต้สภาพไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 59) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสียและปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.60 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส เท่ากับ 2.14 และ 1.96 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.75 mg kg^{-1} และไม่แตกต่างกับการใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักตะกอนน้ำเสีย เท่ากับ 2.74 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 2.10 และ 1.97 mg kg^{-1} ซึ่งในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 1.83 mg kg^{-1}

จากผลการทดลอง พบว่าสังกะสีที่สกัดได้ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการบ่มดิน 42 วัน อาจเนื่องมาจากอินทรีย์วัตถุในดินสลายตัวและปลดปล่อยสังกะสีออกมาในปริมาณที่ต่ำมาก จึงไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับปริมาณสังกะสีในดิน เนื่องจากสังกะสีเป็นสารประกอบเชิงซ้อนในอินทรีย์วัตถุ ดังรายงานของ Shuman (1975) ระดับ pH ปริมาณดินเหนียว อินทรีย์วัตถุ และค่า CEC มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซับสังกะสีในดิน นอกจากนี้พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้สูงกว่าการ

ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากสังกะสีในอินทรีย์วัตถุส่วนใหญ่เชื่อมยึดกับอนุภาคที่ไม่ใช่สารชีวมีก จึงถูกปลดปล่อยออกมาได้ง่าย



ภาพที่ 59 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาของการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อ ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดิน

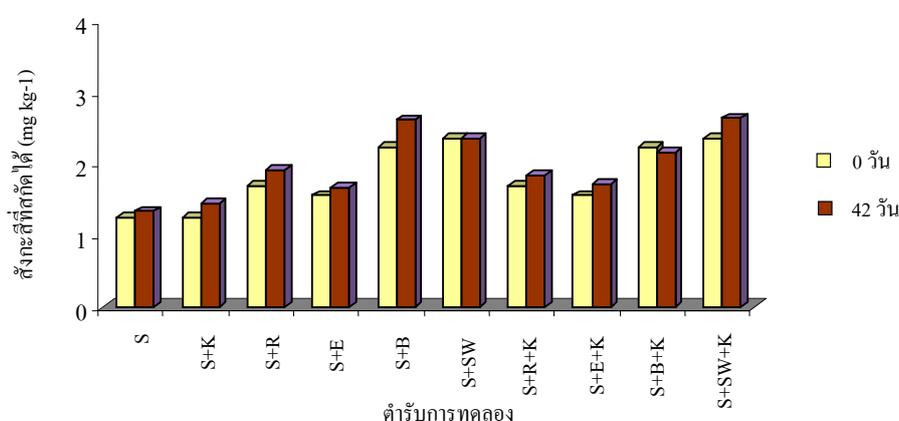
สภาพปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ภาพที่ 60 และตารางผนวกที่ 60) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีผลทำให้ระดับปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินทั้งก่อนปลูกพืชและหลังปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน สำหรับการบ่มปุ๋ยหมักแต่ละชนิดในดินทั้งก่อนปลูกพืช (0 วัน) และหลังปลูกพืช (42 วัน) มีผลทำให้ระดับปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นในปุ๋ยหมักฟางข้าวที่ดินหลังปลูกพืชมีค่าสูงกว่าดินก่อนปลูกพืช

สำหรับปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักภายใต้สภาพปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 60) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.43 mg kg⁻¹ รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสเท่ากับ 2.36, 1.80 และ 1.62 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่า

เฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 2.50 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมัก ฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสเท่ากับ 2.20, 1.77 และ 1.64 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.29 mg kg^{-1}

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าค่อนข้างคงที่เมื่อเทียบกับวันที่เริ่มปลูกพืช อาจเป็นผลมาจากรากพืชดูดดึงทองแดงที่สกัดได้ไปใช้ในการสร้างมวลชีวภาพน้อยมาก จนไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสังกะสี

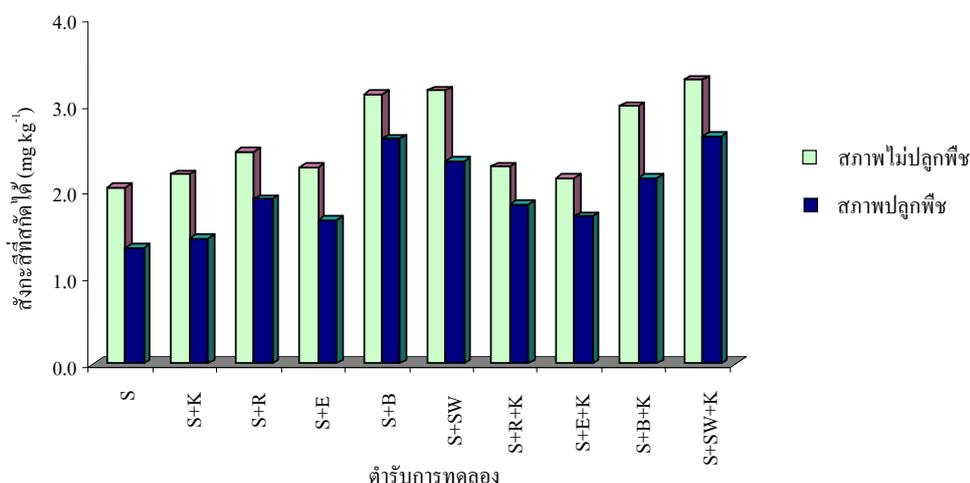


ภาพที่ 60 การเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยเฉลี่ย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักไม่มีผลทำให้ระดับปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินแตกต่างกัน ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีผลทำให้ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินทั้งสภาพปลูกพืชและสภาพไม่ปลูกพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช ที่ระยะเวลา 42 วัน (ภาพที่ 61 และตารางผนวกที่ 61) พบว่าปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินทั้ง 2 สภาพ คือสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืชมีความแตกต่างกันทางสถิติ คือสภาพไม่ปลูกพืชมีค่าสูงกว่าสภาพปลูกพืช

สำหรับปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ภายใต้สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช (ตารางผนวกที่ 61) พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อยให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.87 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากอ้อยเท่ากับ 2.76 , 2.19 และ 1.98 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนค่ารับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 2.97 mg kg^{-1} รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิสงมีค่าเท่ากับ 2.57 , 2.07 และ 1.93 mg kg^{-1} ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.69 mg kg^{-1}



ภาพที่ 61 การเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

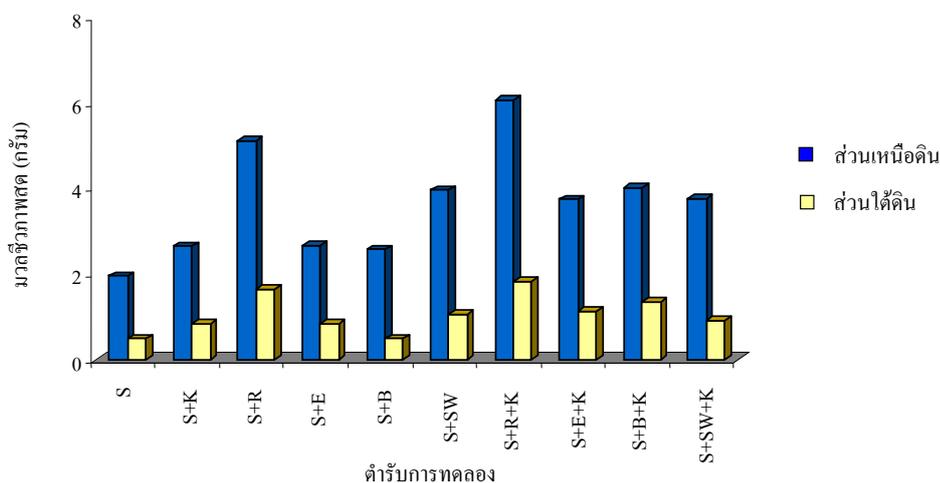
จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช พบว่าในสภาพปลูกพืชดินที่ใส่ปุ๋ยหมักเกือบทุกชนิดมีปริมาณทองแดงที่สกัดได้ต่ำกว่าในสภาพไม่ปลูกพืช เกิดจากการที่รากพืชดูดดึงสังกะสีไปใช้ในการสร้างมวลชีวภาพ

การเปลี่ยนแปลงด้านการเจริญเติบโตและการดูดตั้งธาตุอาหารของพืช

1. การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพ

1.1 มวลชีวภาพสดของส่วนเหนือดิน

ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักมีมวลชีวภาพสดสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 62 และตารางผนวกที่ 64) การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณมวลชีวภาพสดในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยหมักต่อปริมาณมวลชีวภาพสดของส่วนเหนือดิน พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.11 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 3.97, 3.67 และ 3.58 กรัมต่อต้น ส่วนตำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่าตำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 6.05 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 4.02, 3.77 และ 3.75 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.96 กรัมต่อต้น



ภาพที่ 62 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณมวลชีวภาพสดของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน

1.2 มวลชีวภาพแห้งของส่วนเนื้อดิน

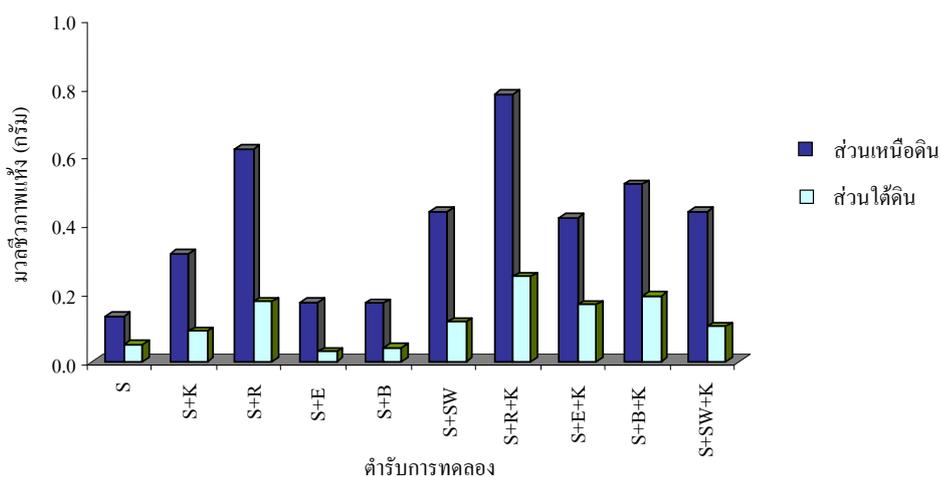
ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักมีมวลชีวภาพแห้งสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 63 และตารางผนวกที่ 64) การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณมวลชีวภาพแห้งในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยหมักต่อปริมาณมวลชีวภาพแห้งของส่วนเนื้อดิน พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.62 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 0.44, 0.39 และ 0.37 กรัมต่อต้น ส่วนตำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่าตำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.78 กรัมต่อต้น รองลงมาคือตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 0.52, 0.44 และ 0.42 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.13 กรัมต่อต้น

จากผลการทดลองพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีมวลชีวภาพสด และแห้งของส่วนเนื้อดินสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ และไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของชัยสิทธิ์ (2538) พบว่าการใส่อินทรีย์วัสดุเหลือใช้ทุกชนิด คือกากละหุ่ง ปุ๋ยหมัก กากตะกอนน้ำเสีย และน้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพ สามารถทำให้มวลชีวภาพรวมมีค่าสูงเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีปริมาณธาตุอาหารโดยรวมเล็กน้อยแตกต่างกัน โดยเฉพาะไนโตรเจนที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้น และใบ ซึ่งในปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 2.29 % จึงทำให้ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีมวลชีวภาพของส่วนเนื้อดินสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ

1.3 มวลชีวภาพสดของส่วนใต้ดิน

ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณมวลชีวภาพสดสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 62 และตารางผนวกที่ 64) ส่วนการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณมวลชีวภาพสดในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยหมักต่อปริมาณมวลชีวภาพสดของส่วนใต้ดิน พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.64 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 1.42, 1.30 และ 1.06 กรัมต่อต้น ส่วนตำรับที่มีการเติม โพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่าตำรับที่ใส่ร่วม

ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันมีค่าเท่ากับ 1.84 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับ ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอน น้ำเสีย มีค่าเท่ากับ 1.35, 1.15 และ 0.91 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมี ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.50 กรัมต่อต้น



ภาพที่ 63 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณมวลชีวภาพแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน

1.4 มวลชีวภาพแห้งของส่วนใต้ดิน

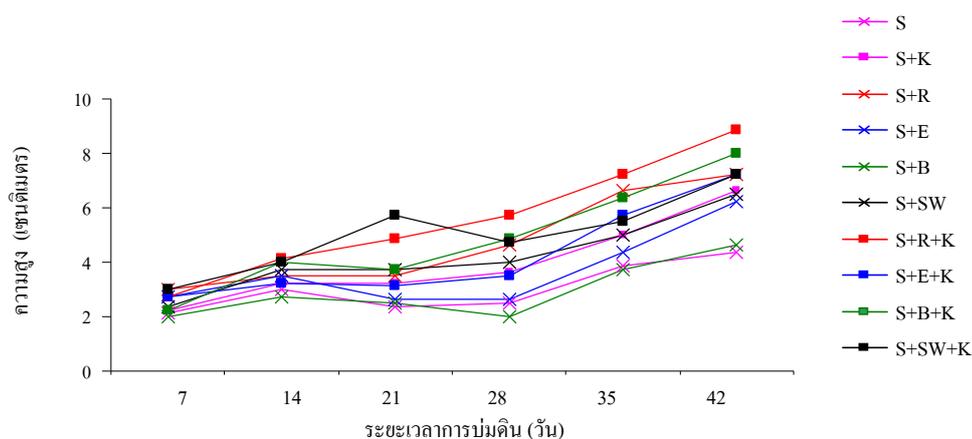
ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือดำรับมีปริมาณมวลชีวภาพแห้งของส่วนใต้ดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 63 และตารางผนวกที่ 64) ส่วนการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณมวลชีวภาพแห้งในดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยหมักต่อปริมาณมวลชีวภาพแห้งของส่วนใต้ดิน พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด เท่ากับ 0.18 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 0.14, 0.13 และ 0.12 กรัมต่อต้น ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันมีค่าเท่ากับ 0.25 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย มีค่าเท่ากับ 0.19, 0.17 และ 0.10 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.05 กรัมต่อต้น

จากผลการทดลองพบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีมวลชีวภาพสด และแห้งของส่วนใต้ดินสูงกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ และไม่ใส่ปุ๋ยหมัก อาจเป็นผลมาจากปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีปริมาณ

ธาตุอาหารโดยรวมเล็กน้อยแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคาร์บอนที่ใส่ร่วมกับโพแทสเซียมซัลเฟตมี ปริมาณมวลชีวภาพสูงกว่าใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว อาจเป็นผลมาจากโพแทสเซียมมีผลต่อการสร้างมวล ชีวภาพของส่วนใต้ดิน

2. การเจริญเติบโตด้านความสูง

การเปลี่ยนแปลงทางด้านความสูงของพืชในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก (ภาพที่ 64 และตารางผนวกที่ 63) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆมีผลทำให้การเจริญเติบโตทางด้าน ความสูงของพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นในวันที่ 14 ที่ไม่แตกต่างกัน การเติมโพแทสเซียม ซัลเฟตไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของพืชในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางด้านความสูงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มดิน



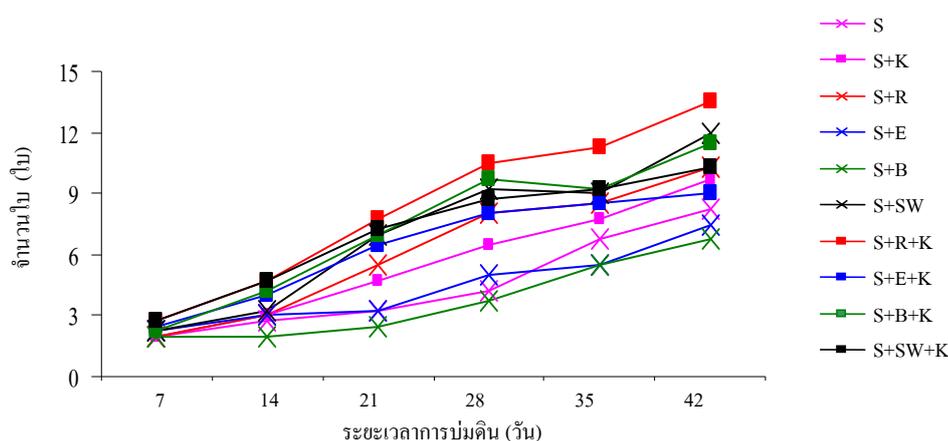
ภาพที่ 64 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้าน ความสูงของพืช

สำหรับความสูงของพืชโดยเฉลี่ยทั้งในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก พบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 4.75 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมัก กากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 4.23, 3.69 และ 2.94 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนตำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่า ตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันเท่ากับ 5.60 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักกากอ้อยและปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส

มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 5.04, 4.88 และ 4.27 เซนติเมตร ซึ่งในขณะที่ดำรับไม้ไผ่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 3.04 เซนติเมตร

3. การเจริญเติบโตทางใบ

การเจริญเติบโตทางใบของพืชในดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก (ภาพที่ 65 และตารางผนวกที่ 62) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆมีผลทำให้การเจริญเติบโตทางใบของพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางใบของพืชในดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางด้านใบเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มดิน



ภาพที่ 65 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนใบของพืช

สำหรับจำนวนใบของพืชโดยเฉลี่ยทั้งในดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมัก พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.13 ใบต่อต้น รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิสง และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 6.21, 4.42 และ 3.75 ใบต่อต้น ตามลำดับ ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมักแต่ละชนิดนั้น พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 8.42 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียและปุ๋ยหมักเปลือกถั่วลิสงมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 7.33, 7.17 และ 6.42 ใบต่อต้น ซึ่งในขณะที่ดำรับไม้ไผ่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 เซนติเมตร

จากผลการทดลองดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และจำนวนใบสูงที่สุด เป็นผลมาจากในปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าปุ๋ยชนิดอื่นๆ ในโตรเจนเหล่านี้จึงมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตทางด้านต้นและใบ ซึ่งสอดคล้องกับจามีกร (2537) การใส่ปุ๋ยหมัก กากตะกอนน้ำเสีย และกากละหุ่งสามารถทำให้การเจริญเติบโตทางด้านความสูงเพิ่มสูงเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี

4. ปริมาณการดูดตั้งธาตุอาหารพืช

4.1 ปริมาณการดูดตั้งไนโตรเจนของส่วนเหนือดิน

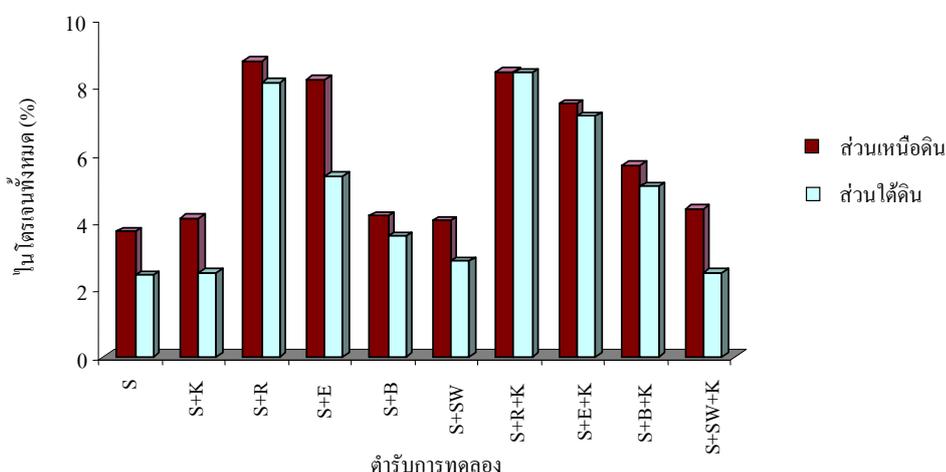
ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีปริมาณการดูดตั้งไนโตรเจนของส่วนเหนือดินสูงกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 66 และตารางผนวกที่ 65) ส่วนการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณการดูดตั้งไนโตรเจนของส่วนเหนือดินของดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดต่อปริมาณการดูดตั้งไนโตรเจนของส่วนเหนือดิน พบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 8.78 % รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 8.20, 4.18 และ 4.02 % ส่วนดำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่าดำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันมีค่าเท่ากับ 8.43 % รองลงมาคือ ดำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 7.49, 5.67 และ 4.37 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 3.70 %

4.2 ปริมาณการดูดตั้งไนโตรเจนของส่วนใต้ดิน

ดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีปริมาณการดูดตั้งไนโตรเจนของส่วนใต้ดินสูงกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 66 และตารางผนวกที่ 65) ส่วนการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณการดูดตั้งไนโตรเจนของส่วนใต้ดินของดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดต่อปริมาณการดูด

ตั้งในโตรเจนของส่วนใต้ดิน พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 8.11 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย มีค่าเท่ากับ 5.35, 3.57 และ 2.83 % ส่วนค่ารับที่มีการเติม โปแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่า ค่ารับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันมีค่าเท่ากับ 8.42 % รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย มีค่าเท่ากับ 7.12, 5.05 และ 2.49 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 2.41 %

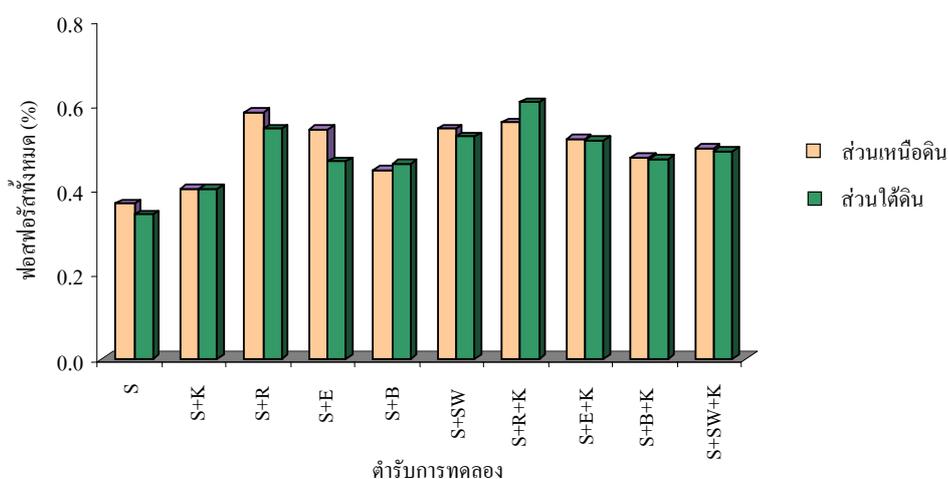
จากผลการทดลองพบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมี ปริมาณการดูดดึงไนโตรเจนของส่วนเหนือดิน และใต้ดินสูงกว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมัก กากตะกอนน้ำเสีย และค่ารับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพแห้ง อาจเป็นผลมา จากอิทธิพลของเขตรากพืชส่งเสริมให้อินทรีย์ในโตรเจนย่อยสลาย และปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็น ประโยชน์ออกมาสูงขึ้น ทำให้ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และเปลือกยูคาลิปตัสมีการดูดดึง ไนโตรเจนไปสร้างมวลชีวภาพสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของชัยสิทธิ์ (2538) ว่าการใช้ปุ๋ยหมัก เป็นแหล่งไนโตรเจนในการปลูกวางตั้ง และข้าวโพดหวานนั้น ปริมาณไนโตรเจนที่พืชดูดดึงเข้าไป มีค่าสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก



ภาพที่ 66 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน

4.3 ปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสของส่วนเหนื่อดิน

ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสของส่วนเหนื่อดินสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 67 และตารางผนวกที่ 65) ส่วนการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสของส่วนเหนื่อดินของตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดต่อปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสของส่วนเหนื่อดิน พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.58 % รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย มีค่าเท่ากับ 0.54 % และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 0.45 % ส่วนตำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่าตำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 0.56 % รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 0.52, 0.50 และ 0.48 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.37 %



ภาพที่ 67 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของส่วนเหนื่อดินและส่วนใต้ดิน

4.4 ปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสของส่วนใต้ดิน

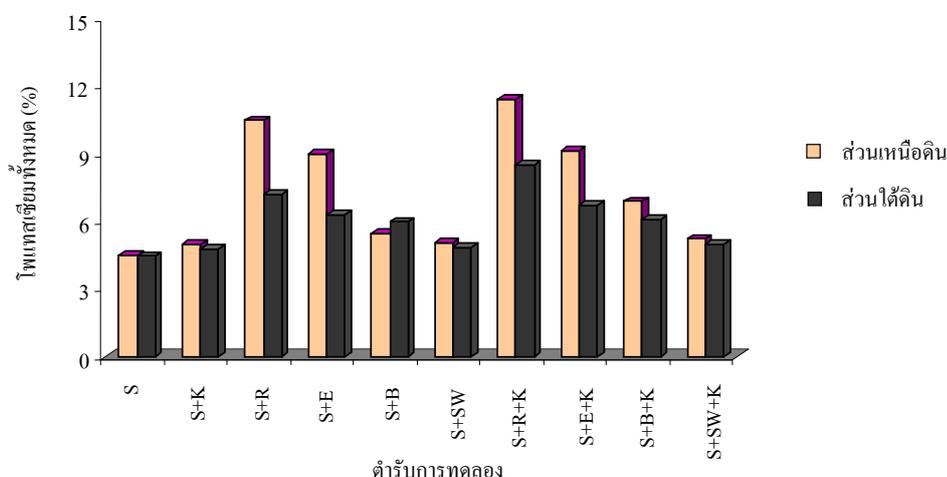
ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสของส่วนใต้ดินสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 67 และตารางผนวกที่ 65) ส่วนการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสของส่วนใต้ดินของตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย

หมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดต่อปริมาณการดูด ดึงฟอสฟอรัสของส่วนใต้ดิน พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.54 % รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากอ้อย มีค่าเท่ากับ 0.53, 0.47 และ 0.46 % ส่วนตำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่า ตำรับที่ใส่รวมปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันมีค่าเท่ากับ 0.61 % รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อยมีค่าเท่ากับ 0.52, 0.49 และ 0.47 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.34 %

จากผลการทดลองพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณการดูดดึงฟอสฟอรัส ของส่วนเหนือดิน และใต้ดินสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักอื่นๆ และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ทั้งๆ ที่ตำรับที่ ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินสูงที่สุด อาจเป็นผลมาจากการที่ตำรับ ที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีการสร้างมวลชีวภาพสูงกว่า ทำให้ปริมาณการดูดฟอสฟอรัสสัมพันธ์กับการ เจริญเติบโตของพืช สอดคล้องกับงานทดลองของประกาศิต (2549) ว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมี การดูดดึงฟอสฟอรัสสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ และไม่ใส่ปุ๋ยหมัก

4.5 ปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมของส่วนเหนือดิน

ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีปริมาณการดูดดึง โพแทสเซียมของส่วนเหนือดินสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 68 และตารางผนวกที่ 65) ส่วนการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมของส่วนเหนือดินของ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกันทางสถิติ และจากการเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละ ชนิดต่อปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมของส่วนเหนือดิน พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมี ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 10.47 % รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 8.89, 5.45 และ 5.05 % ส่วนตำรับที่มีการเติมโพแทสเซียม ซัลเฟตร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่าตำรับที่ใส่รวมปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันมีค่าเท่ากับ 11.42 % รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกาก ตะกอนน้ำเสีย มีค่าเท่ากับ 9.14, 6.89 และ 5.22 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมี ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 4.49 %



ภาพที่ 68 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ โพแทสเซียมทั้งหมดของ ส่วนเหนื่อดินและส่วนใต้ดิน

4.6 ปริมาณการดูดดึง โพแทสเซียมของส่วนใต้ดิน

ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีปริมาณการดูดดึง โพแทสเซียมของส่วนใต้ดินสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และ ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ภาพที่ 68 และตารางผนวกที่ 65) ส่วน การเติมโพแทสเซียมซัลเฟตไม่มีผลทำให้ปริมาณการดูดดึง โพแทสเซียมของส่วนใต้ดินของตำรับที่มีการ ใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดแตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดต่อ ปริมาณการดูดดึงโพแทสเซียมของส่วนใต้ดิน พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่เท่ากับ 7.18 % รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกาก ตะกอนน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 6.29, 5.97 และ 4.81 % ส่วนตำรับที่มีการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตร่วมกับ ปุ๋ยหมัก พบว่าตำรับที่ใส่ร่วมปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเช่นกันมีค่าเท่ากับ 8.51 % รองลงมา คือ ตำรับที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย มีค่าเท่ากับ 6.71, 6.09 และ 4.98 % ตามลำดับ ซึ่งในขณะที่ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยต่ำที่ สุดเท่ากับ 4.44 %

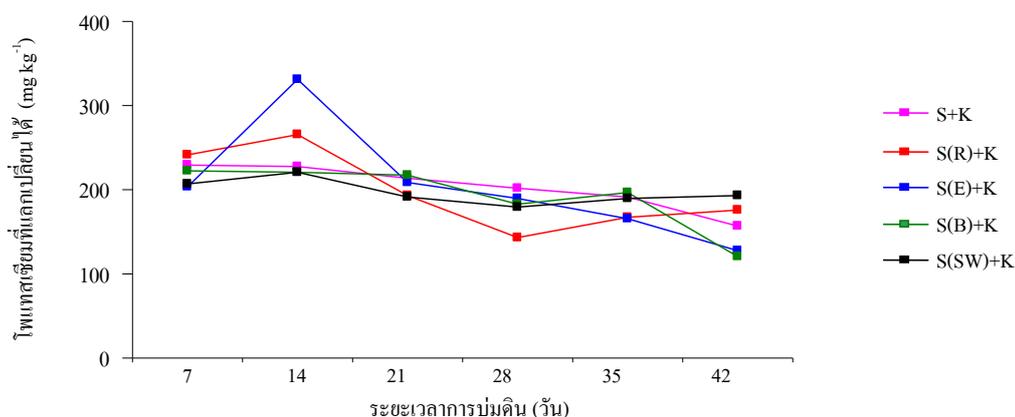
จากผลการทดลองพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณการดูดดึง โพแทสเซียม ของส่วนเหนื่อดิน และใต้ดินสูงกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักอื่นๆ และตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก รูปแบบจะเป็น ลักษณะเดียวกับการดูดดึงฟอสฟอรัสที่การดูดดึงธาตุอาหารมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของ

พืช เนื่องจากมีการสร้างมวลชีวภาพสูง สอดคล้องกับงานทดลองของประภาสิต (2549) ว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีการดูดดึงฟอสฟอรัสสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ และไม่ใส่ปุ๋ยหมัก

การศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักชนิดต่างๆต่อการดูดซับธาตุอาหารพืชในดิน

สภาพไม่ปลูกพืช

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกดูดซับในดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก และไม่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพไม่ปลูกพืช โดยการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตเป็นตัวทดสอบ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของปุ๋ยเคมีที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ (ภาพที่ 69 และตารางผนวกที่ 66) พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่ถูกดูดซับไว้ในดิน โดยเฉลี่ยค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าสูงกว่าค่ารับไม่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพไม่ปลูกพืช โดยค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือยกุคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด และในวันที่ 14 ของการบ่มดินพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักเปลือยกุคาลิปตัสทำให้ดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดซับไว้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ และการไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในวันที่ 42 การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย ทำให้ดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดซับไว้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ และการไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อบ่มดินที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือไม่ใส่ปุ๋ยหมักและทำการชะละลายดินทุกๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 42 วัน พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดซับไว้เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นค่ารับที่ใส่ปุ๋ยกากตะกอนน้ำเสียที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



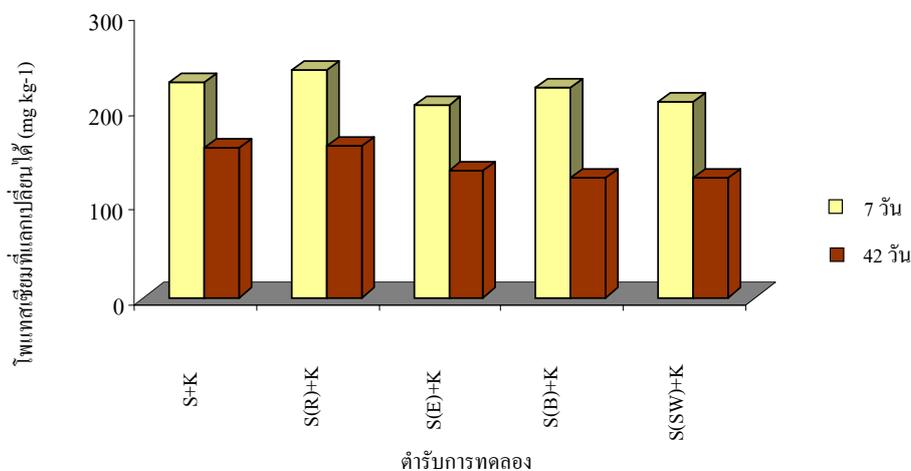
ภาพที่ 69 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกดูดซับในดินในสภาพไม่ปลูกพืช

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่ถูกดูดซับไว้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพไม่ปลูกพืช พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือยกยูคาลิปตัสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $204.70 \text{ mg kg}^{-1}$ รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อย มีค่าเท่ากับ 197.88 , 196.91 , และ $193.60 \text{ mg kg}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ $180.48 \text{ mg kg}^{-1}$

จากการทดลองพบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือยกยูคาลิปตัสมีความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของปุ๋ยหมักเปลือยกยูคาลิปตัสที่มีค่าสูงสุดเท่ากับ $114.23 \text{ cmol kg}^{-1}$ การใส่ปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารพืชในดินได้สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยหมัก โดยทั่วไป ปริมาณของแคตไอออนที่ถูกดูดซับโดยอินทรีย์วัตถุจะอยู่ในช่วงประมาณ 30 ถึง 90 % ของปริมาณดินที่ดูดซับได้ทั้งหมด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) การทดลองของ Neera (2003) พบว่าอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปไม่สามารถลดปริมาณของสารเคมีที่ตกค้างในดินได้ แต่จะช่วยในแง่ของการลดการสูญเสียธาตุอาหารในดิน ความสามารถในการดูดซับนี้มาจากประจุลบที่อยู่เป็นจำนวนมากของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเกิดจากการ dissociation ของสารประกอบที่อยู่ในอินทรีย์วัตถุ และโมเลกุลของอินทรีย์วัตถุในดินที่ยังมีประจุบวกอยู่บางส่วน ทำให้สามารถดูดซับแอนไอออนได้ด้วย ซึ่งจะช่วยป้องกันมิให้ธาตุอาหารสูญเสียไปจากดินได้ง่าย

สภาพปลูกพืช

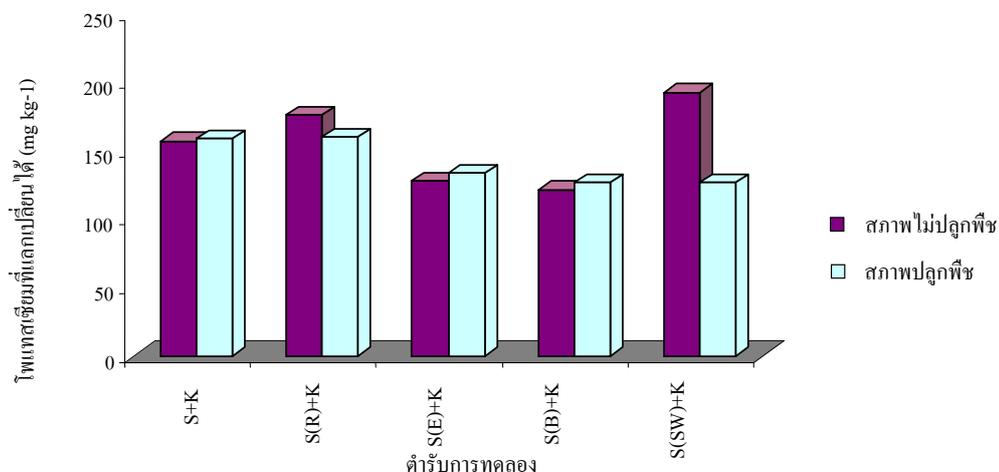
ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกดูดซับในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพปลูกพืช (42 วัน) โดยการเติมโพแทสเซียมซัลเฟตเป็นตัวทดสอบ พบว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ดูดซับไว้ในดินสูงกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย แต่ไม่แตกต่างกับดินที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือยกยูคาลิปตัส และดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่เริ่มปลูกพืชพบว่าในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดและไม่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิต



ภาพที่ 70 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ดูดซับไว้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่ถูกดูดซับไว้ในดินโดยเฉลี่ยทั้งในตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักและไม่ใส่ปุ๋ยหมักในสภาพปลูกพืช พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $159.75 \text{ mg kg}^{-1}$ แต่ก็ไม่ต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวและดินไม่ใส่ปุ๋ยหมักที่มีค่าเท่ากับ 134.01 และ $158.45 \text{ mg kg}^{-1}$ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย และปุ๋ยหมักกากอ้อย มีค่าเท่ากับ 126.59 และ $126.60 \text{ mg kg}^{-1}$

จากผลการทดลองพบว่าในวันเก็บเกี่ยวผลผลิตปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดซับไว้้น้อยกว่าวันที่ปลูกพืชเป็นผลมาจากการดูดซับธาตุอาหารของพืช



ภาพที่ 71 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่ดูดซับไว้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

สภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกดูดซับไว้ในดินทั้งสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช พบว่าในสภาพที่มีการปลูกพืชจะมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนใกล้เคียงกับสภาพที่ไม่ปลูกพืช อาจเป็นผลมาจากปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินที่มีค่าค่อนข้างคงที่ตามระยะเวลาการบ่มดิน ประเสริฐ และคณะ (2529) ทดลองใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวระยะยาวติดต่อกันตั้งแต่ปี 2519 โดยใช้ปุ๋ยหมักที่อัตรา 500, 1000, 1500 และ 2000 กิโลกรัม/ไร่ ใส่อย่างเดียวและใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักติดต่อกันทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมีค่าสูงขึ้น ลดการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้างได้ Kawaguchi *et al.* (1983) พบว่าการทดลองใช้ฟางข้าวติดต่อกันเป็นระยะเวลา 6 ปี ที่สถานีทดลองข้าวสุรินทร์ และพิษณุโลก ทำให้ดินบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มสูงขึ้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ชุดดินกำแพงแสน มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย (sand clay) มีปฏิกริยาดินเป็นต่างปานกลาง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำมาก มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับปานกลาง
2. ปุ๋ยหมักกากอ้อยมีปฏิกริยาความเป็นกรดสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด ปุ๋ยหมักกากอ้อยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนปุ๋ยหมักกากอ้อยมีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเชื้อกระดาษมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนปริมาณจุลธาตุปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีปริมาณต่ำมาก
3. เปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมัก 4 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียต่อการปรับปรุงสมบัติดิน พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้น โดยดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าการนำไฟฟ้าในดินสูงที่สุด ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นมากที่สุด
4. เปรียบเทียบการสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยหมัก 4 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียภายใต้สภาพปลูกพืช และสภาพไม่ปลูกพืช พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดในสภาพไม่มีพืชทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมงกานีสที่สกัดได้ และสังกะสีที่สกัดได้เพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยหมักทุกชนิดทำให้ดินมีปริมาณแอมโมเนียม เหล็กที่สกัดได้ และทองแดงที่สกัดได้ใกล้เคียงกับดิน ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ดินที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ส่วนดินที่ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด

5. การย่อยสลายของปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงการบ่มดิน 0-42 วัน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และจุลธาตุที่สกัดได้ มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการบ่มดิน มีเพียงโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนการย่อยสลายของปุ๋ยหมักในสภาพที่มีพืชเจริญเติบโตโดยอยู่ด้วยจะมีรูปแบบคล้ายคลึงกับสภาพไม่มีพืช แต่จะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่า

4. เปรียบเทียบการดูดซับธาตุอาหารของปุ๋ยหมัก 4 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสียภายใต้สภาพปลูกพืชและสภาพไม่ปลูกพืช พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัสมีการดูดซับโพแทสเซียมได้สูงที่สุด

6. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการดูดซับธาตุอาหารของพืชจากดินที่ใส่ปุ๋ยหมัก 4 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากอ้อย และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย พบว่าค่ารับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวทำให้พืชมีมวลชีวภาพ การเจริญทางลำต้นและใบ ปริมาณการดูดซับธาตุอาหารหลักสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ และการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก

ข้อเสนอแนะ

1. การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงขึ้น จะสามารถลดการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้างได้
2. การใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 6 ตันต่อไร่ สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้
3. ปุ๋ยหมักทุกชนิดมีธาตุอาหารครบถ้วนทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่เอามาหมัก ควรเลือกให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กองอนุรักษ์ดินน้ำ. 2533. **ยูคาลิปตัสพันธุ์ไม้เศรษฐกิจที่มีค่าทั้งปัจจุบันและอนาคต**. กรมป่าไม้. กระทรวงเกษตรศาสตร์และสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 59 น.
- กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้. 2545. **คู่มือเจ้าหน้าที่ของราชการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ**. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรศาสตร์และสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 192 น.
- กุลวดี คันทวีวรรณ. 2533. **ประสิทธิภาพของอินทรีย์วัตถุเหลือใช้บางชนิดในแง่ปุ๋ยพืชไร่ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กฤษณา ทิวาตรี. 2546. **อิทธิพลของปุ๋ยมูลไก่ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและผลผลิตของข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จามีกร ศรีสุมล. 2544. **การใช้อินทรีย์วัตถุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 น.
- เฉลิมชาติ วงศ์ธีระจิร. 2547. **ประสิทธิภาพของการใช้น้ำเสียจากฟาร์มสุกรเป็นปุ๋ยสำหรับข้าวโพดที่ปลูกบนดินร่วนปนทราย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนิษฐา พันธุ์เมือง. 2548. **การใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินเลยและชุดดินตาดลี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ชัยสิทธิ์ ทองจ. 2538. การใช้อินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยในโตรเจนสำหรับกวางตุ้งและ
ข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ถนัด เกิดงาม. 2533. ผลของอินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางชนิดในแง่ปุ๋ยข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่อง.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทรเจริญสุข. 2542. การวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชา
ปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ:เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. ครั้งที่ 1.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปรัชญา ชาญญาติ. 2526. การผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรม. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ 12 น.
- ประเสริฐ สองเมือง. 2543. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว. กลุ่มวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ย
ข้าวและธัญพืชเมืองหนาว, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์. กรุงเทพฯ. 84 น.
- ประกาศิต อินทรสำอางค์. 2549. การแปรสภาพและคุณภาพของปุ๋ยหมักจากฟางข้าว กากอ้อย ชี
เลื้อย ตะกอนน้ำเสียจากโรงงานเยื่อกระดาษ เปลือกยูคาลิปตัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัลลภ หงษ์เจริญไทย. 2548. อิทธิพลของฟางข้าวและปุ๋ยหมักต่อผลผลิตและการดูใช้ธาตุอาหาร
ของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินพินายและชุดดินสิงห์บุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิทยา เพชรมาก. 2530. ผลกระทบทางนิเวศวิทยาของการปลูกยูคาลิปตัสมาดูแลนซัล ในประเทศ
ไทย. สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน. กรมป่าไม้. กระทรวงเกษตรศาสตร์และ
สหกรณ์, กรุงเทพฯ. 18 น.

- พิทยากร ลีमतอง. 2545. อินทรีย์วัตถุในดิน. (เมื่อเจ้าหน้าที่ของรัฐการปรับปรุงดินบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ). กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2547. เส้นทางการปุ๋ย-ดินสู่ทางเป็นครัวของโลกและเพิ่มการส่งออกผลผลิตพืช. วารสารดินและปุ๋ย, 26. 2-26 น.
- วิฑูร ชินพันธุ์. 2536. การบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ เคมี และสารอโรแกนิกซ์เพื่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานพิเศษในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วุฒิพงษ์ วงศ์สุวรรณ. 2534. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยฟอสเฟตอัตราต่างๆต่อผลผลิตและการสะสมธาตุอาหารของผักกาดขาวปลี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์ปฏิบัติการวิจัย และเรือนปลูกพืชทดลอง. 2526. การทำปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ของโรงงานอุตสาหกรรม. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. นครปฐม.
- ศิวพร ศิลเตโช. 2545. ประสิทธิภาพของน้ำต้มเยื่อกระดาษและน้ำกากสาที่ใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินอุบล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมคิด สิริพัฒนาคิลก และสุธี ดวงใจ. 2543. การปรับปรุงผลผลิตเนื้อไม้ยูคาลิปตัสโดยการสร้างกลุ่มสม. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุคใจ สุขช่วย. 2531. การใช้อินทรีย์วัตถุเหลือใช้เป็นปุ๋ยพืชไรในดินเปรี้ยวชุดรังสิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริสุข สุขประเสริฐ. 2549. ผลของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี60 และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis**. 17 ed. Gaithersbury. MD.Maryland, USA.

Aroon, J. Glaewiggram, S. and Takanashi, J. 1978. **Effect of organic manure on chemical changes in soil**. *Organic recycling in Asia*. 36: 239-247.

Bertoldi, M., G. Vallni and A . Para. 1983. *The Biology of Composting*. **Waste Manage.Res.** 1: 157-176.

Bunting, A.H. 1963. *Experiment on Organic Manure*. **J.Agr.Sci.** 60: 121-140.

Hallworth E.G. and Wilkinson G.K.. 1985. **The contribution of clay and organic matter to the cation exchange capacity of the soil**, *Journal of Agricultural Science*, 51: 1-3.

Kogram, C. 2002. **Influence of chicken manure on cassava yield and soil properties**, pp. 1-7. *World Congress of soil science 17*. Thailand.

Land Classification Division and FAO Project Staff. 1997. **Soil Interpretation Handbook for Thailand**. 1 ed. Dept.of Land Development , Min. of Agri. and Coop, Bangkok.

Lewis, T.E. and F.E. Broadbent. 1961. **Soil Organic Matter Method Complex: 4 Nature and Properties of Exchange Sites**. *Soil Sci* 91: 393-399.

May, D.M. and W.E. Martin. 1966. **Manures are good sources of phosphorus**. *Calif.Agr.* 5: 11-12.

Mbagwu. J.S.C. 1989. **Effect of organic amendments on some physical properties of a tropical ultisol**. *Biological Wastes*, 28 : 1-13.

Mbagwu J.S.C. 1990. **Carbon nitrogen and phosphorus concentrations in aggregates of organic waste-amended soils**. *Biological Wastes*,31 : 97-111.

- Muhammad tarig Siddque and J. Stophen Robinson 2003. **Phosphorus sorption and availability in soils amended with animal manures and sewage sludge**, Journal of Environmental Quality. 32 : 1112-1114.
- Oniani, O.G., M. Chater and G.E.G. Matingey. 1973. **Some effect of fertilizer and farmrard manure on the organic phosphorus in soils**. J. of Soil Sci. 24 :1-9.
- Shuman, L.M. 1975. **The Effect of Soil Properties on Zn Adsorption by Soil**. Soil Sci 39: 454-458.
- Vityakon, P. Seripong, S. and Kongchum, M. 1988. **Effect of Manure on Soil Chemical Properties , Yield and Chemical Composition of Chinese Kale Grow in Alluvial and Paddy Soil of Northeast Thailand.I.Soil Chemical and Yield Of Chinese Kale**. Kasetsart J. 22: 245-250.
- Teresa Hernandez, Juan I. Moreno, and Francisco Costa. 1991. **Influence of sewage application on crop yields and heavy metal availability**. Soil Sci Plant Nutri, 37(2) : 201-210.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. **An Examination of the Degtjareff methos for Determining Soil Organic Matter and a proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method**. Soil Science 37: 29-38.
- Zhang Y.S.,W.Werner, H.W. Scherer and X.Sun. 1994. **Effect of organic manure on organic phosphorus fraction in to paddy soil**. Biology and Ferti. 17(1) : 64-68.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%)

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
S	1.35e	1.30f	1.36e	1.41c	1.40e	1.36d	1.37c	1.36b	ns	6.33
S + K	1.35e	1.30f	1.33e	1.39c	1.35e	1.43cd	1.44c	1.37b	ns	7.25
S + R	2.24cA	1.87bB	1.95abB	1.96aB	2.04abcB	2.00aB	2.01aB	2.01a	**	5.49
S + E	2.26bA	1.82bcC	1.76cC	1.85abC	2.09aB	1.79abC	1.79bC	1.91a	**	4.66
S + B	2.34aA	1.91aBC	1.94bB	1.80abC	1.89cdBC	1.79bcC	1.87abBC	1.94a	**	4.13
S + SW	2.05dA	1.81eCD	1.84bcBCD	1.75bD	1.91bcdB	1.87abBC	1.81bCD	1.86a	**	3.23
S + R + K	2.24cA	1.86bcC	2.06aB	1.93aBC	2.07abB	1.92aBC	1.99abBC	2.01a	**	4.47
S + E + K	2.26bA	1.77cdC	1.78cC	1.85abBC	1.88dB	1.81abBC	1.91abB	1.89a	**	3.21
S + B + K	2.34aA	1.92aB	1.72dC	1.86abBC	1.87dBC	1.76abBC	1.85abBC	1.90a	**	5.09
S + SW + K	2.05dA	1.72deE	1.77cDE	1.95Aabc	1.97abcdAB	1.85abCD	1.88abBCD	1.88a	**	3.99
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
%CV	0.69	3.44	4.30	5.75	5.43	8.40	6.71	7.75		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 2 การเปรียบเทียบระดับอินทรีย์วัตถุในดิน(%) ที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืช และวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
S	1.35e	1.44e	1.39b	ns	2.16
S + K	1.35e	1.39e	1.37b	ns	3.12
S + R	2.24c	2.12a	2.18a	ns	1.35
S + E	2.26bA	1.97bcB	2.12a	**	1.17
S + B	2.34aA	1.89cB	2.11a	**	2.31
S+ SW	2.05dA	1.74cB	1.89a	**	2.40
S + R + K	2.24c	2.14a	2.19a	ns	2.49
S + E + K	2.26bA	1.92bcB	2.09a	**	2.50
S + B + K	2.34aA	1.99bcB	2.16a	**	2.08
S+ SW + K	2.05dA	1.87cB	1.96a	**	2.97
F-test	**	**	**		
%CV	0.69	3.32	11.08		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี

ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 3 การเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%) ที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่ระยะเวลาการบ่มดิน 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตัวรับการทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
S	1.37c	1.44e	1.40c	ns	8.72
S + K	1.44c	1.39e	1.42c	ns	4.46
S + R	2.01aB	2.12aA	2.06a	*	7.89
S + E	1.79b	1.97bc	1.88b	*	6.40
S + B	1.87ab	1.89c	1.88b	ns	3.29
S+ SW	1.81b	1.74c	1.77b	ns	4.28
S + R + K	1.99abB	2.14aA	2.01a	*	3.75
S + E + K	1.91ab	1.92bc	1.91bc	ns	3.33
S + B + K	1.85abB	1.99bcA	1.92bc	*	3.50
S+ SW + K	1.88ab	1.87c	1.87b	ns	4.39
ค่าเฉลี่ย	1.79B	1.85A	1.82	**	13.02
F-test	**	**	**		
%CV	6.71	3.32	3.88		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 4 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน (cmol kg^{-1})

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
S	12.07eA	10.99dB	11.13cd B	10.17gC	10.99de B	11.82de A	10.86eB	10.99e	**	2.75
S + K	12.07 eA	10.85dBC	10.99dBC	10.86fBC	10.44eC	11.00fBC	11.09eB	10.87e	**	3.18
S + R	13.90bA	13.47aAB	12.37bcd	12.78bcdCD	13.05bBC	12.79bcd	12.78bcdCD	12.87b	**	2.44
S + E	14.44 aA	14.15aAB	13.60aBC	13.74aABC	14.15aAB	13.47aBC	13.23bC	13.72a	*	3.66
S + B	13.46 cA	12.50bBC	11.82cdCD	11.27efD	13.05bAB	11.95cdeCD	11.96dCD	12.09cd	**	3.77
S + SW	13.04 dA	11.41cdC	11.82cdBC	11.82deBC	11.82cdBC	11.96cdeB	11.95dB	11.79d	**	2.54
S + R + K	13.90bA	13.61aA	12.09cdB	12.65bcB	12.64bcB	12.51bcB	12.10dB	12.60bc	**	3.18
S + E + K	14.44aA	13.33aCD	13.47abBC	13.19abCD	13.06bCD	12.78bD	14.02aAB	13.31ab	**	2.93
S + B + K	13.46cAB	12.09bc B	14.02aA	12.64bcAB	13.33abAB	12.37bcdAB	12.51cdAB	12.83bc	**	8.32
S + SW + K	13.04dA	12.23bcBC	11.82cdC	12.33cdBC	11.82cdC	11.68eC	12.92bcAB	12.13cd	**	3.64
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
%CV	0.318	4.52	6.37	3.47	5.19	2.90	2.99	4.77		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 5 การเปรียบเทียบค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดิน(cmol kg^{-1}) ที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
S	12.07eA	10.03eB	11.05	**	2.34
S + K	12.07eA	10.31eB	11.19	**	2.29
S + R	13.90bA	12.30abB	13.10	**	1.44
S + E	14.44aA	12.92aB	13.68	**	3.08
S + B	13.46cA	11.75bcB	12.61	**	2.31
S+ SW	13.04dA	10.99dB	12.01	**	0.14
S + R + K	13.90bA	11.75bcB	12.82	**	1.91
S + E + K	14.44aA	12.14bB	13.29	**	0.47
S + B + K	13.46cA	11.75bcB	12.61	*	5.40
S+ SW + K	13.04dA	11.20cdB	12.12	**	3.31
F-test	**	**	ns		
%CV	0.318	4.09	10.69		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 6 การเปรียบเทียบค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดิน(cmol kg^{-1}) ที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
S	10.86eA	10.03eB	10.44b	**	2.66
S + K	11.09eA	10.31eB	10.70b	**	2.46
S + R	12.78bcA	12.30abB	12.54a	*	1.72
S + E	13.23b	12.92a	13.07a	ns	3.26
S + B	11.96d	11.75bc	11.85ab	ns	3.77
S+ SW	11.95dA	10.99dB	11.47ab	**	0.96
S + R + K	12.10d	11.75bc	11.92ab	ns	2.04
S + E + K	14.02aA	12.14bB	13.08a	**	1.78
S + B + K	12.51c	11.75bc	12.13ab	ns	5.69
S+ SW + K	12.92bcA	11.20cdB	12.06ab	*	6.53
ค่าเฉลี่ย	12.34A	11.51B	11.93	*	7.76
F-test	**	**	*		
%CV	2.99	4.09	5.86		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 7 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อค่าความเป็นกรดต่างของดิน

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
S	7.66AB	7.63B	7.68AB	7.73aAB	7.82abC	7.95abcA	7.75abc	**	2.36
S + K	7.59B	7.67B	7.73B	7.68bB	7.90bcC	7.92abcA	7.75abc	**	1.40
S + R	7.78A	7.62ABC	7.54BC	7.51eC	7.65cdD	7.73deAB	7.64c	**	1.60
S + E	7.80B	7.76B	7.89AB	7.74aB	7.96aC	8.01abA	7.86a	**	1.43
S + B	7.41B	7.67B	7.62AB	7.54deB	7.75cdC	7.83bcdA	7.64c	**	1.43
S + SW	7.62AB	7.51B	7.46B	7.61cAB	7.75abC	7.81cdeA	7.63c	**	1.82
S + R + K	7.58A	7.63A	7.63A	7.56dA	7.54bcB	7.64eA	7.59c	**	2.01
S + E + K	7.77B	7.80B	7.66B	7.76aB	7.86aC	8.05aA	7.82ab	**	2.05
S + B + K	7.55A	7.81A	7.68A	7.51eA	7.65dB	7.81cdeA	7.67bc	**	2.74
S + SW + K	7.91A	7.56B	7.64B	7.61cB	7.85abC	7.90abcdA	7.75abc	**	1.32
F-test	ns	ns	ns	**	**	**	**		
%CV	2.65	2.01	2.42	0.38	1.38	1.44	1.62		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 8 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
S	7.03cC	7.20BC	7.42dB	7.27BC	7.36dB	7.72bcA	7.33	**	2.58
S + K	7.11bcC	7.24BC	7.46bcdA	7.44AB	7.38cdAB	7.60bcA	7.37	**	1.86
S + R	7.04cD	7.37C	7.65abcAB	7.61AB	7.43bcdBC	7.80bcA	7.48	**	1.93
S + E	7.26abC	7.28BC	7.69aAB	7.64ABC	7.56bcdBC	8.00abA	7.57	**	3.46
S + B	7.01cC	7.25BC	7.42dAB	7.44AB	7.50bcdAB	7.69bcA	7.38	**	2.51
S + SW	7.14bcD	7.26CD	7.44cdBC	7.33CD	7.57bcdB	7.78bcA	7.42	**	1.78
S + R + K	7.02cD	7.19CD	7.68abB	7.51BC	7.46bcdBC	8.35aA	7.53	**	3.32
S + E + K	7.30aC	7.28C	7.52abcdBC	7.54BC	7.77abcAB	7.96abcA	7.56	**	2.34
S + B + K	7.02cD	7.28CD	7.56abcdBC	7.48BC	8.09aA	7.70bcB	7.52	**	2.68
S + SW + K	7.06cC	7.36BC	7.57abcdAB	7.53AB	7.80abA	7.51cAB	7.47	**	2.75
F-test	**	ns	*	ns	**	**	ns		
%CV	1.41	1.67	1.85	2.75	3.13	3.64	3.83		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 9 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อค่าความเป็นกรดค้างของน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
S	7.85bcCD	7.61dD	8.27ABC	8.06BCD	8.61AB	8.82A	8.20	**	4.66
S + K	8.11aAB	7.61dB	8.42A	8.15A	8.32A	8.00AB	8.10	*	4.06
S + R	7.55deE	7.94cD	8.69AB	8.33C	8.77A	8.36BC	8.27	**	2.70
S + E	7.88bC	8.26abcBC	8.50AB	8.17BC	8.83A	8.85A	8.41	**	3.98
S + B	7.45eB	8.36aA	8.58A	8.23A	8.58A	8.14A	8.22	**	4.12
S + SW	7.44eC	8.22abcAB	8.68A	8.01B	8.41AB	8.28AB	8.17	**	3.89
S + R + K	7.64cdeC	8.38aAB	8.56AB	8.26B	8.68A	8.48AB	8.33	**	2.97
S + E + K	7.91abE	8.39aCD	8.61BC	8.18DE	8.92AB	9.02A	8.51	**	3.09
S + B + K	7.75bcdD	8.29abBC	8.55AB	8.11C	8.67A	8.26BC	8.27	**	2.57
S + SW + K	7.48eC	7.98bcB	8.36AB	8.01B	8.49A	8.46A	8.13	**	3.32
F-test	**	**	ns	ns	ns	ns	ns		
%CV	1.85	2.58	3.24	2.75	4.17	5.39	4.81		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 10 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดต่างของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืช และวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	42			
S	7.66A	7.91aB	7.78	**	1.21
S + K	7.59B	7.95aA	7.77	**	2.01
S + R	7.78	7.69c	7.73	ns	0.45
S + E	7.80B	8.00aA	7.90	**	0.67
S + B	7.41B	7.77bcA	7.59	**	1.64
S + SW	7.62B	7.75bcA	7.68	**	0.69
S + R + K	7.58B	7.70bcA	7.64	**	0.84
S + E + K	7.77B	7.91aA	7.84	**	0.72
S + B + K	7.55B	7.68cA	7.61	**	0.98
S + SW + K	7.91	7.79b	7.85	ns	1.02
F-test	ns	**	ns		
%CV	2.65	0.78	1.42		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 11 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดต่างของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
S	7.95abc	7.91a	7.93ab	ns	1.35
S + K	7.92abc	7.95a	7.93ab	ns	1.42
S + R	7.73de	7.69c	7.71c	ns	0.65
S + E	8.01ab	8.00a	8.00a	ns	0.87
S + B	7.83bcdA	7.77bcB	7.80b	**	1.11
S + SW	7.81cdeA	7.75bcB	7.78bc	*	1.84
S + R + K	7.64eB	7.70bcA	7.67c	*	1.95
S + E + K	8.05aA	7.91aB	7.98a	*	0.91
S + B + K	7.81cdeA	7.68cB	7.74bc	**	0.78
S + SW + K	7.90abcdA	7.79bB	7.84b	*	1.32
F-test	**	**	**		
%CV	1.44	0.78	1.21		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 12 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อค่าการนำไฟฟ้าของดิน(dS m^{-1})

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
S	1.45dA	1.05aB	0.71bcC	0.63cdC	0.58cdC	0.58cdC	0.83	**	12.36
S + K	1.63cdA	1.10aB	0.61dC	0.68abcdC	0.61bcdC	0.66bcdC	0.88	**	12.75
S + R	1.98abA	1.01abB	0.75bC	0.73abcdC	0.67bcC	0.66bcC	0.97	**	9.01
S + E	1.81bcA	1.11aB	0.76bC	0.80abcC	0.71abC	0.72abC	0.98	**	13.78
S + B	1.79bcA	0.88bcB	0.58dC	0.60dC	0.54cdC	0.58cdC	0.83	**	10.58
S + SW	1.70bcdA	0.96abcB	0.63cdC	0.67abcdC	0.56dC	0.55dC	0.85	**	10.54
S + R + K	2.21aA	1.05aB	0.87aC	0.83abCD	0.69abD	0.74abCD	1.06	**	9.83
S + E + K	1.86bcA	1.11aB	0.86aC	0.84aC	0.77aC	0.82aC	1.04	**	10.84
S + B + K	1.91abcA	0.84cB	0.67bcdBC	0.70abcdBC	0.54cdC	0.59cdC	0.88	**	17.68
S + SW + K	2.21aA	0.99abcB	0.64cdC	0.66bcdC	0.57bcdC	0.64bcdC	0.95	**	8.73
F-test	**	**	**	*	**	**	ns		
%CV	10.77	9.19	8.28	15.39	11.08	9.65	12.25		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 13 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ(dS m^{-1})ที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
S	0.54cA	0.41fAB	0.41fAB	0.30cBC	0.23dBC	0.17cC	0.34	**	18.43
S + K	0.68cA	0.52fAB	0.47eBC	0.34cBC	0.31dC	0.31bC	0.44	**	17.38
S + R	2.71aA	1.65bcB	0.93aC	0.69aD	0.55abDE	0.43abE	1.16	**	10.99
S + E	1.76bA	1.52dA	0.84bB	0.66aBC	0.59aBC	0.36abC	0.95	**	14.12
S + B	1.94bA	1.32eB	0.68dC	0.50bD	0.46bcD	0.30bE	0.87	**	12.23
S + SW	1.81bA	1.47dB	0.68dC	0.46bCD	0.42cCD	0.32bD	0.86	**	12.55
S + R + K	2.87aA	1.82aB	0.94aC	0.66aD	0.64aD	0.49aD	1.23	**	14.71
S + E + K	2.70aA	1.67aB	0.92aC	0.63aD	0.60aD	0.40abE	1.15	**	9.47
S + B + K	2.50aA	1.46dB	0.74cC	0.48bD	0.49bcD	0.29bcD	0.99	**	15.85
S + SW + K	1.78bA	1.53cdB	0.74cC	0.53bD	0.43cDE	0.31bE	0.89	**	15.49
F-test	**	**	**	**	**	**	ns		
%CV	17.91	6.43	5.19	10.12	13.47	16.31	16.61		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 14 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ(dS m⁻¹)ที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
S	0.84cA	0.50eB	0.23cC	0.19bcC	0.19eC	0.16eC	0.35	**	18.91
S + K	0.53cB	0.65deA	0.23cC	0.16cC	0.18eC	0.17deC	0.32	**	14.53
S + R	1.85bA	1.39abAB	0.52aC	0.43aC	0.56aC	0.40aC	0.86	*	17.01
S + E	2.59abA	1.12bcB	0.44aC	0.38aC	0.36cdC	0.30abcC	0.87	**	18.39
S + B	1.82bA	1.20bcB	0.36bC	0.25bcC	0.26deC	0.22cdeC	0.68	**	12.03
S + SW	2.25abA	1.14bcB	0.33bC	0.29bC	0.37bcdC	0.29abcdC	0.78	**	11.36
S + R + K	3.02aA	1.35abB	0.47aC	0.41aC	0.47abcC	0.40aC	1.02	**	10.37
S + E + K	2.61abA	1.56aB	0.49aC	0.43aC	0.51abC	0.37abC	0.99	**	18.79
S + B + K	2.41abA	0.95cdB	0.33bC	0.27bC	0.31deC	0.29abcdC	0.76	**	10.24
S + SW + K	2.31abA	1.11bcB	0.29bcC	0.25bcC	0.31deC	0.25bcdeC	0.75	**	15.51
F-test	**	**	**	**	**	**	ns		
%CV	19.33	10.09	15.69	11.49	16.10	17.58	22.29		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 15 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้า(dS m^{-1}) ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	42			
S	1.45dA	0.53dB	0.99c	**	7.11
S + K	1.63cdA	0.54dB	1.09c	**	6.42
S + R	1.98abA	0.70bB	1.34ab	**	4.21
S + E	1.81bcA	0.75abB	1.28b	**	6.25
S + B	1.79bcA	0.56cdB	1.17bc	**	9.28
S + SW	1.70bcdA	0.63cB	1.16bc	**	7.63
S + R + K	2.21aA	0.78aB	1.49a	**	8.65
S + E + K	1.86bcA	0.76abB	1.31b	**	8.21
S + B + K	1.91abcA	0.55dB	1.23b	**	9.13
S + SW + K	2.21aA	0.58cdB	1.39ab	**	5.20
F-test	**	**	*		
%CV	10.77	7.11	8.24		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 16 การเปรียบเทียบค่าความการนำไฟฟ้า (dS m^{-1}) ของดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
S	0.58cdA	0.53dB	0.56c	**	6.23
S + K	0.66cdA	0.54dB	0.60bc	**	7.12
S + F	0.66bcB	0.70bA	0.68b	**	9.64
S + U	0.72abB	0.75abA	0.74ab	**	8.45
S + C	0.58dA	0.56cdB	0.57c	**	8.66
S + W	0.55dB	0.63cA	0.59bc	**	7.64
S + F + K	0.74abB	0.78aA	0.76ab	**	9.55
S + U + K	0.82aA	0.76abB	0.79a	**	9.71
S + C + K	0.59cdA	0.55dB	0.57c	**	8.22
S + W + K	0.64bcdA	0.58cdB	0.61bc	**	6.41
F-test	**	**	**		
%CV	9.65	7.11	10.21		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 17 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (%)

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
<------(%)----->										
S	0.095dAB	0.101dA	0.098dA	0.095eAB	0.081eBC	0.080eC	0.096dAB	0.092d	*	10.22
S + K	0.095dAB	0.093dAB	0.099dA	0.086fBC	0.093eAB	0.078eC	0.103dA	0.093d	**	7.09
S + R	0.142aB	0.165aA	0.166abA	0.164aA	0.169aA	0.151bB	0.167aA	0.161a	**	4.31
S + E	0.139b	0.153b	0.157b	0.154b	0.152ab	0.140bc	0.150b	0.149b	ns	6.18
S + B	0.139b	0.130c	0.132c	0.138c	0.132cd	0.131c	0.140bc	0.134c	ns	6.12
S + SW	0.129cAB	0.130cAB	0.132cAB	0.131cdAB	0.121dBC	0.113dC	0.139bcA	0.128c	**	6.32
S + R + K	0.142aC	0.162abB	0.171aAB	0.165aB	0.169aAB	0.164aB	0.182aA	0.165a	**	5.85
S + E + K	0.139bC	0.152bABC	0.162abA	0.154bAB	0.144bcBC	0.139bcC	0.151bABC	0.149b	*	5.99
S + B + K	0.139b	0.139c	0.136c	0.132cd	0.129cd	0.133c	0.137bc	0.135c	ns	4.93
S + SW + K	0.129c	0.129c	0.133c	0.126d	0.126cd	0.115d	0.128c	0.126c	ns	6.15
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
%CV	5.12	5.32	5.34	4.39	9.41	6.27	7.74	6.01		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 18 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(mg kg⁻¹)ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
<-----(mg.kg ⁻¹)----->									
S	6.17cAB	3.27cC	5.01dB	6.93cA	5.82cA	4.81cB	5.33b	**	6.08
S + K	6.16cA	3.75cC	4.62dB	6.45cA	5.12cA	4.91cB	5.17b	**	13.11
S + R	7.31bcBC	6.54dC	7.22cBC	8.85bA	7.31bA	7.41bB	7.44a	**	6.96
S + E	7.22bcBC	6.83cdC	7.70bcAB	8.18bA	7.99bA	7.22bBC	7.52a	**	7.69
S + B	8.27abB	8.08bcB	8.76abcB	10.20aA	9.45aA	8.37abB	8.85a	**	6.18
S + SW	8.66a	8.56ab	8.85abc	9.24b	8.31b	8.08ab	8.62a	ns	8.97
S + R + K	6.54cC	6.93cdBC	7.79abcAC	8.56bA	8.64bA	8.47abA	7.82a	**	8.64
S + E + K	6.74c	7.12cd	7.89abc	8.56b	8.44b	9.53a	8.05a	ns	8.57
S + B + K	6.93cB	8.95abA	9.33abA	8.85bA	8.30bA	9.62aA	8.66a	**	7.11
S + SW + K	6.93cB	9.72aA	9.43aA	9.14bA	9.54bA	9.14aA	8.98a	*	11.41
F-test	**	**	**	**	**	**	**		
%CV	10.99	11.74	13.57	7.27	7.25	13.49	13.87		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 19 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(%) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการ ทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
<------(%)----->					
S	0.095d	0.110c	0.103c	ns	12.42
S + K	0.095d	0.108c	0.102c	ns	8.43
S + R	0.142a	0.154a	0.148a	ns	5.83
S + E	0.139b	0.142ab	0.140ab	ns	3.89
S + B	0.139b	0.139ab	0.139ab	ns	9.04
S + SW	0.129c	0.127bc	0.128b	ns	7.09
S + R + K	0.142a	0.153a	0.148a	ns	6.59
S + E + K	0.139b	0.145ab	0.142ab	ns	6.45
S + B + K	0.139b	0.137ab	0.138ab	ns	1.87
S + SW +K	0.129c	0.130b	0.130b	ns	2.89
F-test	**	**	**		
%CV	5.12	9.12	4.53		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 20 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(%) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการ ทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
<------(%)----->					
S	0.096d	0.110c	0.103d	ns	18.17
S + K	0.103d	0.108c	0.105d	ns	10.76
S + R	0.167a	0.154a	0.161ab	ns	7.72
S + E	0.150b	0.142ab	0.146bc	ns	6.52
S + B	0.140bc	0.139ab	0.139c	ns	9.3
S + SW	0.139bc	0.127bc	0.133c	ns	8.01
S + R + K	0.182aA	0.153aB	0.168a	**	6.04
S + E + K	0.151b	0.145ab	0.148abc	ns	7.03
S + B + K	0.137bc	0.137ab	0.137c	ns	5.46
S + SW +K	0.128c	0.130b	0.129c	ns	6.12
F-test	**	**	**		
%CV	7.74	9.12	6.28		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 21 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(mg kg⁻¹) ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
<----- (mg kg ⁻¹) ----->									
S	5.42cAB	2.52cC	4.26dB	6.18cA	6.42cA	4.06cB	4.81c	**	18.6
S + K	5.41cA	3.00cC	3.87dBC	5.70cA	6.02cA	4.16cB	4.69c	**	15.24
S + R	6.56bcBC	5.79dC	6.47cBC	8.10bA	7.56bA	6.66bB	6.86b	**	7.71
S + E	6.47bcBC	6.08cdC	6.95bcAB	7.43bA	7.02bA	6.47bBC	6.74b	**	8.54
S + B	7.52abB	7.33bcB	8.01abcB	9.45aA	9.63aA	7.62abB	8.26a	**	6.75
S + SW	7.91a	7.81ab	8.10abc	8.49b	8.34b	7.33ab	8.00ab	ns	9.81
S + R + K	5.79cC	6.18cdBC	7.04abcAB	7.81bA	7.90bA	7.72abA	7.04ab	**	9.56
S + E + K	5.99c	6.37cd	7.14abc	7.81b	7.90b	8.78a	7.33ab	ns	10.48
S + B + K	6.18cB	8.20abA	8.58abA	8.10bA	8.04bA	8.87aA	7.99ab	**	9.38
S + SW + K	6.18cB	8.97aA	8.68aA	8.39bA	8.35bA	8.39aA	8.16a	*	12.45
F-test	**	**	**	**	**	**	**		
%CV	12.29	13.16	15.05	7.97	7.97	14.93	14.02		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 22 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแอมโมเนียมในดิน (mg kg^{-1})

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
<-----(mg kg^{-1})----->										
S	7.54dB	9.93dA	6.67bcB	6.83B	3.59cC	3.86C	3.87cC	6.04	**	14.39
S + K	7.54dB	10.14dA	5.74cC	9.09A	3.33cD	4.07D	3.82cD	6.25	**	13.28
S + R	9.10bB	12.62cdA	8.33abB	7.90B	3.38cC	4.69C	4.33bcC	7.19	**	18.75
S + E	8.81cBC	13.46bcA	7.38abcC	9.78B	3.52cD	4.71D	4.46bcD	7.45	**	14.15
S + B	14.87aA	16.20abA	7.80abC	9.87B	3.99bcD	4.66D	4.47bcD	8.84	**	13.45
S + SW	8.78cB	14.44abcA	7.68abB	9.41B	3.95bcC	4.41C	5.14abC	7.69	**	15.52
S + R + K	9.10bB	13.76abcA	8.18abB	9.61B	4.11bcC	4.59C	5.69aC	7.86	**	16.55
S + E + K	8.81cB	15.26abcA	9.00aB	9.76B	5.35aC	5.21C	5.46aC	8.41	**	14.22
S + B + K	14.87aB	16.83aA	8.67aC	9.09C	4.31bcD	5.21D	5.55aD	9.22	**	11.56
S + SW + K	8.78cB	14.81abcA	7.30abcC	9.32B	4.89abD	5.10D	5.45aD	7.95	**	11.74
F-test	**	**	*	ns	**	ns	**	ns		
%CV	14.25	13.86	15.59	17.00	14.91	14.28	13.00	27.93		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 23 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแอมโมเนียม(mg kg⁻¹) ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
	<------(mg kg ⁻¹)----->								
S	0.158c	0.191d	0.180d	0.175	0.167cd	0.146c	0.170	ns	16.41
S + K	0.248bcA	0.204dAB	0.190cdAB	0.150B	0.191bcAB	0.153cB	0.189	*	22.35
S + R	0.383abA	0.321bcdAB	0.189cdBC	0.150C	0.208abcBC	0.228aBC	0.247	**	24.38
S + E	0.430abA	0.343abcdB	0.210bcdC	0.167C	0.228abC	0.194abcC	0.262	**	19.59
S + B	0.337abcA	0.244cdAB	0.221bcdB	0.167B	0.189bB	0.184abcB	0.224	*	29.02
S + SW	0.246bcB	0.492aA	0.221bcdB	0.178B	0.184bcdB	0.181abcB	0.250	**	29.16
S + R + K	0.347abcAB	0.406abcA	0.266abcBC	0.169C	0.241aBC	0.174bcC	0.267	**	27.37
S + E + K	0.473a	0.281cd	0.280ab	0.227	0.206abc	0.217ab	0.281	ns	26.08
S + B + K	0.283abcA	0.212dB	0.211bcdB	0.169B	0.177cdB	0.165cB	0.203	*	21.72
S + SW + K	0.250bcB	0.456abA	0.298aB	0.277B	0.139dB	0.179bcB	0.267	**	29.27
F-test	*	**	*	ns	**	*	ns		
%CV	27.88	32.48	21.18	28.41	15.41	16.50	25.82		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 24 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียม(mg kg^{-1})ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตัวรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
	<-----(mg kg^{-1})----->				
S	7.54dA	5.65B	6.60	**	9.88
S + K	7.54d	6.46	7.00	ns	14.04
S + R	9.10bA	7.12B	8.11	**	6.41
S + E	8.81cA	6.50B	7.65	**	6.59
S + B	14.87aA	7.05B	10.96	**	3.54
S + SW	8.78cA	5.62B	7.20	**	8.98
S + R + K	9.10bA	5.54B	7.32	**	5.61
S + E + K	8.81cA	5.69B	7.25	**	4.84
S + B + K	14.87aA	5.95B	10.41	**	8.37
S + SW + K	8.78cA	6.68B	7.73	*	14.99
F-test	**	ns	ns		
%CV	14.25	15.87	18.57		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 25 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียม(mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการ ทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
<-----(mg kg^{-1})----->					
S	3.87cB	5.65A	4.76	*	17.12
S + K	3.82cB	6.46A	5.14	*	19.75
S + R	4.33bcB	7.12A	5.72	**	11.25
S + E	4.46bcB	6.50A	5.48	**	12.49
S + B	4.47bcB	7.05A	5.76	**	8.19
S + SW	5.14ab	5.62	5.38	ns	15.64
S + R + K	5.69a	5.54	5.62	ns	11.14
S + E + K	5.46a	5.69	5.58	ns	14.13
S + B + K	5.55a	5.95	5.75	ns	15.37
S + SW + K	5.45a	6.68	6.06	ns	20.51
F-test	**	ns	ns		
%CV	13.00	15.87	22.43		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี

ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 26 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อปริมาณแอมโมเนียม(mg kg⁻¹) ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
	<-----(mg kg ⁻¹)----->								
S	0.46abcdA	0.50A	0.27cdBC	0.22bcC	0.18aC	0.35aB	0.33	**	22.39
S + K	0.33dAB	0.42A	0.26dBC	0.22bcBC	0.18aC	0.31bcAB	0.29	**	26.79
S + R	0.57abA	0.36B	0.27cdBC	0.23abcCD	0.15cD	0.28bcdBC	0.31	**	22.81
S + E	0.61aA	0.33B	0.29bcBC	0.22bcCD	0.16bD	0.29bcdBC	0.32	**	18.53
S + B	0.51abcA	0.54A	0.32aB	0.22bcB	0.16bB	0.30bcdB	0.34	**	34.33
S + SW	0.39cdA	0.39A	0.30abB	0.20bcC	0.18aC	0.32abB	0.30	**	10.79
S + R + K	0.36cdAB	0.42A	0.30abcBC	0.18cCD	0.16bD	0.26dBCD	0.28	**	26.09
S + E + K	0.60abA	0.33B	0.29bcBC	0.21bcD	0.17abD	0.27cdC	0.31	**	11.61
S + B + K	0.46abcdA	0.29B	0.29bcB	0.27aB	0.17abC	0.28bcdB	0.29	**	14.68
S + SW + K	0.44bcdA	0.37B	0.30abC	0.25abC	0.18aD	0.29bcdC	0.31	**	13.08
F-test	**	ns	**	*	*	**	ns		
%CV	21.75	30.05	6.73	13.81	8.46	8.43	40.08		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 27 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณไนเตรทในดิน (mg kg^{-1})

คำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
<-----(mg kg^{-1})----->										
S	5.72dD	43.92bcdBC	42.11A	47.91B	36.30abBC	28.25C	32.97deBC	33.88c	**	30.04
S + K	5.72dE	44.42bcdBC	46.09A	46.31B	32.09bCD	28.10D	30.30eD	33.29c	**	23.96
S + R	31.36cB	40.10bcdB	70.75A	45.36B	32.69bB	45.69B	47.61cB	44.79b	**	24.74
S + E	32.37cC	34.71cdBC	56.37A	45.36ABC	38.25abBC	34.41BC	51.74bcAB	41.89b	*	26.27
S + B	50.32bBC	57.77abB	76.01A	37.77CD	27.81bD	28.93D	43.49cdBCD	46.01b	**	23.71
S + SW	79.21aA	55.30abcBC	70.99AB	40.22CD	28.43bD	28.40D	48.42cC	50.14a	**	24.85
S + R + K	31.36cC	31.32dC	68.94A	52.00AB	39.78abBC	41.84BC	63.19abA	46.92b	**	24.38
S + E + K	32.37cD	31.49dD	84.83A	64.04ABC	48.10aBCD	40.73CD	65.66aAB	52.46a	**	29.5
S + B + K	50.32bB	49.98bcdB	72.66A	51.28B	31.08bC	33.56C	49.60cB	48.35b	**	20.33
S + SW + K	79.21aA	73.07aA	67.29A	36.94C	26.94bC	28.26C	53.57abcB	52.18a	**	17.53
F-test	**	**	ns	ns	*	ns	**	*		
%CV	25.65	29.65	22.97	31.05	24.72	27.71	17.08	28.38		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 28 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณไนเตรท(mg kg⁻¹) ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
	<----- (mg kg ⁻¹) ----->								
S	3.889bcAB	4.870bcA	3.061abcB	1.713defC	0.847abC	5.063bA	3.240	**	24.41
S + K	5.082abA	4.890bcA	2.878abcdC	3.157bBC	0.905abD	4.418bAB	3.555	**	25.47
S + R	6.949aA	3.013cB	1.954eB	2.041cdeB	0.866abB	7.190aA	3.669	**	28.17
S + E	2.753bcB	5.265bA	2.541cdeB	2.830bcB	1.136aC	4.524bA	3.175	**	29.73
S + B	3.638bcB	8.768aA	3.350abB	1.502efC	0.452cdC	4.428bB	3.690	**	22.25
S + SW	1.694cC	8.143aA	3.638aB	4.197aB	0.481cdC	3.706bB	3.643	**	24.66
S + R + K	4.177bc	3.090c	2.108de	2.175cde	1.088a	3.706b	2.724	ns	22.67
S + E + K	3.994bcBC	6.073bA	2.608bcdeC	2.503bcdC	0.693bcD	5.284bAB	3.526	**	28.42
S + B + K	2.204bcC	8.566aA	2.560bcdeC	1.579efC	0.270dD	4.533bB	3.285	**	23.41
S + SW + K	1.607cCD	8.297aA	2.685bcdeC	0.866fDE	0.375cdE	4.264bB	3.016	**	25.82
F-test	**	**	**	**	**	**	ns		
%CV	30.11	21.99	17.78	24.05	31.94	22.14	38.51		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 29 การเปรียบเทียบปริมาณไนเตรท(mg kg^{-1})ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
	<-----(mg kg^{-1})----->				
S	5.72dB	28.37A	17.05	**	6.74
S + K	5.72dB	23.93A	14.82	**	5.36
S + R	31.36cA	26.26B	28.81	*	7.58
S + E	32.37c	31.52	31.94	ns	17.01
S + B	50.32bA	25.94B	38.13	**	5.6
S + SW	79.21aA	23.67B	51.44	**	6.45
S + R + K	31.36cA	23.86B	27.61	*	14.53
S + E + K	32.37cA	26.41B	29.39	*	11.7
S + B + K	50.32bA	22.32B	36.32	**	10.56
S + SW + K	79.21aA	20.83B	50.02	**	0.46
F-test	**	ns	ns		
%CV	25.65	20.86	14.56		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 30 การเปรียบเทียบปริมาณไนเตรท(mg kg⁻¹) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
	<------(mg kg ⁻¹)----->				
S	32.97deA	28.37B	30.67	**	5.28
S + K	30.30e	23.93	27.11	ns	17.85
S + R	47.61cA	26.26B	36.93	*	30.38
S + E	51.74cA	31.52B	41.63	*	20.79
S + B	43.49cdA	25.94B	34.72	**	6.95
S + SW	48.42cA	23.67B	36.05	**	14.6
S + R + K	63.19abA	23.86B	43.53	**	16.22
S + E + K	65.66aA	26.41B	46.04	**	18.75
S + B + K	49.60cA	22.32B	35.96	**	20.38
S + SW + K	53.57abcA	20.83B	37.20	**	18.28
F-test	**	ns	ns		
%CV	17.08	20.86	19.67		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 31 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อปริมาณไนเตรท(mg kg⁻¹) ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
	<-----(mg kg ⁻¹)----->								
S	7.16aA	4.91AB	0.69abC	5.72A	2.68aBC	0.52C	3.61	**	48.41
S + K	4.49bcA	4.97A	0.83aB	4.70A	1.81bB	0.27B	2.84	**	54.94
S + R	5.41abA	5.35A	0.42bcB	2.08B	1.46bB	0.37B	2.52	**	66.62
S + E	5.04abcA	4.66A	0.65abcC	4.00AB	2.10abBC	0.29C	2.79	**	57.93
S + B	3.97bcdAB	5.49A	0.60abcC	2.48BC	1.48bC	0.25C	2.38	**	65.27
S + SW	1.93dBC	7.18A	0.48abcC	2.60B	1.52bBC	0.35C	2.34	**	52.27
S + R + K	3.06bcdAB	4.50A	0.29cC	2.06BC	1.62bBC	0.31C	1.97	**	58.81
S + E + K	4.77bcA	6.06A	0.29cB	1.83B	1.56bB	0.21B	2.45	**	42.59
S + B + K	2.91cdB	5.33A	0.42bcC	2.87B	1.66bBC	0.40C	2.27	**	47.09
S + SW + K	2.66cdB	8.05A	0.33bcC	1.67B	1.50bBC	0.23C	2.41	**	34.47
F-test	**	ns	*	ns	*	ns	ns		
%CV	36.24	40.24	47.29	64.53	26.24	26.24	39.63		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 32 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (mg kg^{-1})

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
S	48.54e	51.80e	53.17de	50.84f	48.95gf	48.26f	49.95d	50.22d	ns	6.28
S + K	48.54e	52.17e	50.66e	51.47f	47.81g	51.40ef	54.76cd	51.05cd	ns	11.53
S + R	76.53bA	73.50bcAB	68.29cBC	66.31dC	69.19eBC	66.64cC	65.03cC	69.36b	**	5.20
S + E	96.37aA	87.92aAB	87.05abBC	85.02abBC	78.03cdCB	78.92bBCD	71.12bD	83.49a	**	7.21
S + B	65.11c	61.32d	59.97d	55.82e	56.25f	57.32de	55.38cd	58.74c	ns	8.74
S + SW	59.84dD	95.17aA	84.53bC	82.21bC	92.83aAB	88.76aABC	86.86aBC	84.31a	**	5.64
S + R + K	76.53bA	66.72cdBC	73.29cAB	63.13dC	70.55deABC	64.36cdC	64.07bcC	68.38b	*	8.13
S + E + K	96.37aA	76.89b	83.41bB	73.40c	83.95bcB	76.86b	82.09aB	81.85a	**	5.58
S + B + K	65.11cA	60.94dAB	55.40deBC	53.95efC	51.92gfC	57.02deBC	54.41cdC	56.97cd	**	6.75
S + SW + K	59.84dB	92.58aA	91.99aA	87.46aA	87.45abA	84.08abA	85.32aA	84.10a	**	6.76
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**		
%CV	5.32	7.32	6.54	3.70	7.78	8.47	10.84	9.97		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 33 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(mg kg^{-1})ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
	<-----(mg kg^{-1})----->				
S	48.54eB	53.99gA	51.26	**	3.26
S + K	48.54eB	52.57gA	50.56	**	1.12
S + R	76.53bA	72.22deB	74.37	*	2.32
S + E	96.37aA	85.28bB	90.82	**	2.85
S + B	65.11c	66.86ef	65.98	ns	7.69
S + SW	59.84dB	96.42aA	78.13	**	5.87
S + R + K	76.53b	75.79cd	76.16	ns	6.73
S + E + K	96.37aA	82.30bcB	89.33	**	4.56
S + B + K	65.11c	63.49f	64.30	ns	3.52
S + SW + K	59.84dB	97.58aA	78.71	**	3.24
F-test	**	**	ns		
%CV	2.53	6.40	17.45		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 34 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

คำรับการทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
	<-----(mg kg^{-1})----->				
S	49.95d	53.99g	51.97e	ns	7.35
S + K	54.76cd	52.57g	53.67de	ns	16.03
S + R	65.03bcB	72.22deA	68.62bcd	**	3.19
S + E	71.12b	85.28b	78.20ab	ns	13.66
S + B	55.38cdB	66.86efA	61.12cde	*	9.8
S + SW	86.86a	96.42a	91.64a	ns	7.05
S + R + K	64.07B	75.79cdA	69.93bc	*	7.44
S + E + K	82.09a	82.30bc	82.19ab	ns	5.73
S + B + K	54.41cdB	63.49fA	58.95cde	*	6.49
S + SW + K	85.32aB	97.58aA	91.45a	*	5.83
F-test	**	**	**		
%CV	10.84	6.40	9.30		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี

ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 35 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (mg kg^{-1})

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
S	127.58jE	156.74hD	174.51hCD	193.00iBC	202.72jAB	207.72iAB	220.08jA	183.19g	**	6.88
S + K	204.81iD	234.60gC	241.81gC	285.72hAB	288.02iA	283.38hAB	273.02iB	258.77gf	**	3.56
S + R	764.53bD	764.34bD	911.58bC	974.96bB	994.42bAB	1006.07bAB	1057.83bA	924.82b	**	4.55
S + E	479.66dC	537.05dB	554.40d B	642.00dA	658.79dA	656.56dA	676.20d A	600.67d	**	4.13
S + B	375.45fD	376.39fD	427.48eC	454.62fB	474.95fAB	467.24fB	495.78fA	438.84e	**	3.50
S + SW	231.16hD	265.86gC	303.46fB	342.68g A	357.98hA	347.71gA	367.40hA	316.61f	**	5.77
S + R + K	841.76aE	908.62aD	1043.29aC	1079.13aBC	1065.59aBC	1120.31aAB	1166.68aA	1032.20a	**	3.76
S + E + K	556.88cE	630.47cD	703.80cC	725.15cBC	761.08cAB	740.46cABC	778.69cA	699.50c	**	4.50
S + B + K	452.68eD	479.89eD	521.47dC	557.33eBC	565.47eB	586.32eAB	618.58eA	540.25d	**	5.13
S + SW + K	308.39gB	340.09fB	404.63eA	425.83fA	421.77gA	444.72fA	441.49gA	398.13e	**	6.42
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
%CV	0.23	7.39	5.03	4.59	4.22	4.75	5.22	13.46		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 36 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(mg kg⁻¹) ในน้ำที่ได้จากฏ
การชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการชะละลายดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
S	10.12g	10.11f	8.85f	8.10g	7.82g	5.70g	8.45e	ns	10.31
S + K	20.30g	18.98f	17.98f	16.89f	12.88gf	11.35gf	16.40e	ns	9.54
S + R	179.87bA	151.34aB	90.91bC	68.27bD	57.75bD	59.31aD	101.24ab	**	9.31
S + E	106.90dA	89.74cA	56.64dB	47.30cBC	42.26cBC	30.10cC	62.16bcd	**	9.93
S + B	68.67eA	59.42dB	35.28eC	27.862eD	27.50deD	21.71cdeE	40.07cde	**	5.65
S + SW	43.55fA	41.46eA	34.38eA	19.22fB	16.17fB	13.27efgB	28.01de	**	10.12
S + R + K	227.13aA	163.13aB	104.43aC	77.38aD	69.80aD	62.90aD	117.46a	**	9.82
S + E + K	140.97cA	108.50bB	72.60cC	54.19cD	51.92bD	43.23bE	78.57abc	**	5.00
S + B + K	94.50dA	73.26dB	44.32eC	36.68dCD	32.04dCD	24.87cdD	50.94cde	**	7.85
S + SW + K	61.84eA	57.30dA	34.74eB	24.42efC	23.74eC	18.55defC	36.77cde	**	6.71
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	
%CV	11.75	13.69	14.23	13.49	13.52	10.24	7.31		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 37 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ดำรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
	<-----(mg kg^{-1})----->				
S	127.58jB	159.02fA	143.30i	**	7.05
S + K	204.81iA	195.61fB	200.21h	*	2.54
S + R	764.53b	793.49a	779.01b	ns	3.31
S + E	479.66d	488.03c	483.84d	ns	3.42
S + B	375.45fA	348.19dB	361.82f	**	1.49
S + SW	231.16hB	262.62eA	246.89gh	**	3.67
S + R + K	841.76a	823.77a	832.77a	ns	3.5
S + E + K	556.88c	569.23b	563.06c	ns	3.42
S + B + K	452.68eA	379.77dB	416.23e	**	4.18
S + SW + K	308.39g	262.64e	285.52g	ns	9.29
F-test	**	**	**		
%CV	0.23	6.09	5.58		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 38 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการ ทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
<-----(mg kg^{-1})----->					
S	220.08jA	159.02fB	189.55d	**	11.65
S + K	273.02iA	195.61fB	234.31d	**	5.69
S + R	1057.83bA	793.49aB	925.66a	**	4.05
S + E	676.20dA	488.03cB	582.12bc	**	4.26
S + B	495.78fA	348.19dB	421.99bcd	**	2.45
S + SW	367.40hA	262.62eB	315.01cd	**	7.34
S + R + K	1166.68aA	823.77aB	995.23a	**	3.94
S + E + K	778.69cA	569.23bB	673.96ab	**	6.41
S + B + K	618.58eA	379.77dB	499.17bcd	**	4.56
S + SW + K	441.49gA	262.64eB	352.07bcd	**	9.98
F-test	**	**	**		
%CV	5.22	6.09	27.19		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 39 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อปริมาณ โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(mg kg⁻¹) ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการชะละลายดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
S	6.45gA	5.61fAB	4.13fBC	3.64dC	2.77dC	2.77dC	4.23d	**	7.65
S + K	7.36gB	9.53efA	6.96efB	5.58dC	4.00cdD	3.74dD	6.19d	**	10.20
S + R	132.14bA	80.27aB	61.19aBC	51.11aCD	44.07aCD	32.96aD	66.96a	**	9.78
S + E	68.37dA	43.02cB	33.56cC	28.29bCD	19.84bDE	17.11bE	35.03bc	**	7.35
S + B	32.22fA	28.73dA	16.37deB	12.18cdB	9.98cdB	8.36cdB	17.97cd	**	9.53
S + SW	22.44fA	15.84efB	12.10efC	9.81cdCD	9.13cdCD	7.47cdD	12.80cd	**	7.30
S + R + K	148.57aA	91.20aB	60.93aC	49.62aCD	38.11aDE	30.00aE	69.74a	**	6.47
S + E + K	81.07cA	65.11bB	50.62bC	42.79aCD	35.92aD	25.51aE	50.17ab	**	12.06
S + B+ K	55.02eA	30.52dB	23.28dBC	18.25cC	14.19bcC	12.71bcC	25.66bcd	**	8.49
S + SW + K	31.17fA	20.17deB	13.43efC	10.28cdC	8.87cdC	7.45cdC	15.23cd	**	6.51
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	
%CV	14.45	11.24	12.84	18.46	14.12	14.11	9.47		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 40 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (mg kg^{-1})

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
<-----(mg kg^{-1})----->										
S	1208.57eA	1129.03fBC	1126.07fBC	1103.03fC	1150.26fB	1111.73fBC	1137.66cBC	1138.05d	**	2.31
S + K	1208.57eA	1137.64fB	1159.67fB	1150.96fB	1180.07fB	1152.99fB	1199.32cAB	1169.89d	**	5.85
S + R	1328.64cC	1332.10cC	1381.14dBC	1407.52cdBC	1461.01cB	1464.18cdB	1657.69abA	1433.18bc	**	5.21
S + E	1614.15aC	1733.72aB	1792.44aAB	1740.13aB	1807.11aAB	1845.13aA	1755.21aC	1755.41a	**	3.58
S + B	1291.65dB	1317.80deB	1296.94eB	1311.37eB	1351.61dB	1424.05deB	1605.93abA	1371.34bc	**	6.64
S + SW	1343.21bE	1431.74cD	1511.15cB	1453.97bcCD	1538.48bAB	1494.80bcBC	1580.19abA	1479.08b	**	2.5
S + R + K	1328.64cC	1317.16deC	1422.65dBC	1433.44cBC	1454.86cBC	1503.52bcB	1735.91aA	1456.60bc	**	6.02
S + E + K	1614.15aC	1671.23bBC	1716.68bABC	1775.44aAB	1836.36aA	1821.23aAB	1762.03aABC	1742.45a	*	5.41
S + B + K	1291.65dD	1274.74eD	1336.42eBCD	1351.77deBC	1372.32dB	1387.85eB	1508.36abA	1360.44c	**	3.21
S + SW + K	1343.21bE	1404.02cD	1477.11cC	1509.78bBC	1581.17bA	1535.40bAB	1508.85abBC	1479.93b	**	2.35
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**		
%CV	2.03	2.07	2.03	2.91	3.05	2.87	10.01	6.71		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 41 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(mg kg⁻¹) ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
	<------(mg kg ⁻¹)----->								
S	21.30dB	38.82eA	29.13dAB	24.12eB	20.19fB	19.80dB	25.56	**	7.51
S + K	36.39d	51.54e	35.34d	27.35e	30.28ef	34.13bcd	35.84	ns	7.69
S + R	164.41abcA	101.83cdB	65.60abC	56.74abCD	53.13bcCD	43.96abcD	80.94	**	6.4
S + E	140.15bcA	113.43bcA	65.89abB	65.52aB	71.27aB	49.30abB	84.26	**	13.99
S + B	133.92cA	93.90dB	48.69cCD	44.92bcdCD	52.09bcC	34.31bcdD	67.97	**	15.47
S + SW	179.52abA	134.82aB	59.46bcC	44.50cdD	34.46deE	47.62abcD	83.39	**	7.03
S + R + K	192.94aA	121.77abB	59.48bcC	46.66bcdC	45.62bcdC	47.17abcC	85.60	**	11.21
S + E + K	200.23aA	114.59bcB	76.47aC	55.73abC	60.05abC	56.26aC	93.89	**	14.78
S + B + K	164.51abcA	104.25cdB	50.67cC	39.76dC	41.12cdeC	28.63cdC	71.49	**	9.37
S + SW + K	167.12abcA	129.56aB	70.72abC	52.90bcD	42.96cdeDE	30.85bcdE	82.35	**	11.93
F-test	**	**	**	**	**	**	ns		
%CV	9.97	9.48	13.89	6.42	10.73	10.9	9.66		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 42 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(mg kg⁻¹)ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการ ทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
<------(mg kg ⁻¹)----->					
S	1208.57e	1215.95d	1212.26cd	ns	2.11
S + K	1208.57e	1195.54d	1202.05d	ns	3.88
S + R	1328.64c	1366.97c	1347.80bc	ns	1.97
S + E	1614.15aB	1702.41aA	1658.28a	**	1.57
S + B	1291.65d	1399.01c	1345.33bc	ns	4.8
S + SW	1343.21bB	1545.73bA	1444.47b	*	5.67
S + R + K	1328.64c	1347.45c	1338.05bcd	ns	4.28
S + E + K	1614.15aB	1684.76aA	1649.46a	*	1.86
S + B + K	1291.65d	1249.44d	1270.54cd	ns	2.42
S + SW + K	1343.21b	1350.11c	1346.66bc	ns	0.49
F-test	**	**	**		
%CV	10.23	4.53	4.26		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
 ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มี
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 43 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้(mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการ ทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
<-----(mg kg^{-1})----->					
S	1137.66B	1215.95dA	1176.80	*	2.86
S + K	1408.00	1195.54d	1301.77	ns	10.07
S + R	1657.69A	1366.97cB	1512.33	*	8.69
S + E	1529.62	1702.4a	1616.01	ns	6.36
S + B	1605.93	1399.01c	1502.47	ns	11.53
S + SW	1580.19	1545.73b	1562.96	ns	5.67
S + R + K	1735.91A	1347.45cB	1541.68	*	10.66
S + E + K	1762.03	1684.76a	1723.39	ns	9.38
S + B + K	1508.36A	1249.44dB	1378.90	**	3.29
S + SW + K	1508.85A	1350.11cB	1429.48	**	1.57
F-test	ns	**	ns		
%CV	6.93	4.53	10.27		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 44 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพปลูกพืชต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตัวรับกร ทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
<----- (mg kg ⁻¹) ----->									
S	35.48cA	20.60eB	10.98BC	13.10cBC	7.59cC	7.14C	15.82	**	11.75
S + K	21.87cB	27.80deA	10.51C	10.66cC	7.31cC	8.12C	14.38	**	15.35
S + R	107.53aA	46.76bcB	18.74C	22.78aC	14.11aC	10.68C	36.76	**	11.01
S + E	108.52aA	43.26bcB	14.13CD	21.30abC	8.55bcCD	7.30D	33.84	**	15.5
S + B	77.45bA	46.08bcB	12.22C	14.33bcC	7.45cC	7.58C	27.52	**	14.27
S + SW	121.52aA	55.44abB	12.61C	18.56abcC	12.35abC	10.00C	38.41	**	8.34
S + R + K	119.50aA	44.38bcB	16.96C	22.04abC	12.01abcC	11.69C	37.76	**	13.63
S + E + K	114.43aA	63.99aB	11.29C	18.33abcC	10.14abcC	7.39C	37.59	**	11.9
S + B + K	111.05aA	35.13cdB	10.70C	14.41bcC	8.31bcC	8.07C	31.28	**	9.83
S + SW + K	129.81aA	51.99abB	11.98C	16.93abcC	11.73abcC	9.34C	38.63	**	7.99
F-test	**	**	ns	*	*	ns	ns		
%CV	9.54	11.51	13.15	8.51	8.53	6.93	10.65		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 45 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (mg kg^{-1})

คำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
<-----(mg kg^{-1})----->										
S	212.85eC	261.71hA	273.30eA	263.07fAB	277.49fA	270.23dA	242.99dB	257.38f	**	6.49
S + K	212.85eC	274.48ghAB	266.82eB	267.34fB	284.50fA	269.74dB	279.10cAB	264.97f	**	3.11
S + R	335.46aC	339.03bC	336.98aC	353.68aB	365.06aA	357.12aAB	355.86aAB	349.03ab	**	2.01
S + E	330.14bBC	328.25bcC	330.20abBC	331.08bcdBC	334.22cdABC	347.39abA	344.62abAB	335.13abc	*	2.79
S + B	295.64cB	305.56deAB	306.57dAB	322.86cdeA	317.43eA	316.32cA	318.68bA	311.87de	*	3.41
S + SW	269.87dD	302.30eC	309.83cdBC	316.62deB	321.45deB	353.09aA	321.97bB	313.59cde	**	2.61
S + R + K	335.46aC	364.81aAB	337.79aC	346.59abBC	351.89abABC	360.94aAB	368.31aA	352.26a	**	3.59
S + E + K	330.14bB	320.10cdB	337.50aB	334.16bcB	340.83bcB	339.24abcB	367.68aA	338.52ab	**	4.41
S + B + K	295.64cC	292.63efC	319.36bcdBC	344.96abAB	340.69bcB	325.26bcBC	380.00aA	328.36bcd	**	7.28
S + SW + K	269.87dD	282.54gfC	324.38abcA	310.00eB	315.75eAB	317.77cAB	315.70bAB	305.14e	**	2.21
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**		
%CV	2.54	3.31	3.15	3.34	3.36	4.69	6.77	6.11		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กเหมือนกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เหมือนกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 46 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในน้ำที่ได้จากการชะละลาย

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
<----- (mg kg ⁻¹) ----->									
S	4.79eB	7.61eA	6.28eAB	5.08eB	5.34eB	4.70dB	5.63	*	3.95
S + K	6.78eB	9.48eA	7.04eB	5.52eB	6.54deB	7.40bcdB	7.13	*	3.27
S + R	37.50abcA	27.75abB	17.30aC	13.08aCD	13.03abCD	10.64abcD	19.88	**	7.23
S + E	26.00dA	23.94bcdA	14.62bcB	11.79abB	14.30abB	10.57abcB	16.87	**	3.26
S + B	26.44dA	20.39dB	10.66dCD	9.44cdCD	11.88abcC	8.09bcdD	14.48	**	4.29
S + SW	33.14bcdA	24.82bcB	10.72dC	9.28cdC	9.17cdC	9.32bcC	16.07	**	8.47
S + R + K	43.69aA	31.22aB	14.27bcC	11.84abC	13.16abC	13.31aC	21.25	**	3.22
S + E + K	39.22abA	26.98bcB	15.00bC	11.25abcC	13.88abC	11.25abC	19.60	**	3.62
S + B + K	34.10abcdA	23.30cdB	11.26dCD	8.75dCD	15.25aC	6.80cdD	16.58	**	8.73
S + SW + K	28.99cdA	27.84abA	12.58cdB	10.58bcdBC	11.39bcB	6.77cdC	16.36	**	6.33
F-test	**	**	**	**	**	**	ns		
%CV	12.31	11.76	11.52	5.24	9.77	7.87	8.71		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 47 การเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
	<-----(mg kg^{-1})----->				
S	212.85eB	318.70dA	265.77	**	1.93
S + K	212.85eB	315.83dA	264.34	**	5.75
S + R	335.46aB	470.08abA	402.77	**	1.79
S + E	330.14bB	433.86bcA	382.00	**	5.98
S + B	295.64cB	408.69cA	352.16	**	6.53
S + SW	269.87dB	432.59bcA	351.23	**	3.12
S + R + K	335.46aB	456.33abA	395.89	**	2.99
S + E + K	330.14bB	479.97aA	405.06	**	3.73
S + B + K	295.64cB	433.38bcA	364.51	**	4.97
S + SW + K	269.87dB	404.59cA	337.23	**	8.18
F-test	**	**	ns		
%CV	2.54	5.83	25.72		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 48 การเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
<----- (mg kg ⁻¹) ----->					
S	242.99dB	318.70dA	280.84	**	8.47
S + K	279.10cB	315.83dA	297.47	*	5.47
S + R	355.86aB	470.08abA	412.97	**	1.95
S + E	344.62abB	433.86bcA	389.24	**	6.51
S + B	318.68bB	408.69cA	363.69	**	6.55
S + SW	321.97bB	432.59bcA	377.28	**	2.95
S + R + K	368.31aB	456.33abA	412.32	**	3.39
S + E + K	367.68aB	479.97aA	423.83	**	3.64
S + B + K	380.00aB	433.38bcA	406.69	ns	10.99
S + SW + K	315.70bB	404.59cA	360.15	**	7.72
F-test	**	**	ns		
%CV	6.77	5.83	16.93		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 50 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อระดับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดิน (mg kg^{-1})

คำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
<-----(mg kg^{-1})----->										
S	96.05eC	117.54bcAB	99.71bcdBC	105.69abABC	112.54eABC	123.79cA	107.65eABC	109.00	*	10.42
S + K	96.05eB	105.14cdB	87.78dB	85.92bB	104.96eB	129.25bcA	132.10dA	105.89	**	14.06
S + R	129.23bBC	144.86aB	94.95cdD	125.50aC	174.18abA	174.95aA	171.72abA	145.06	**	8.35
S + E	132.61aC	105.46cdD	106.35abcD	115.39aCD	183.11aA	157.63abB	157.49abcB	136.86	**	8.68
S + B	118.54dB	109.08bcdB	105.46abcB	119.75aB	163.06abcA	145.85abcA	163.60abcA	132.19	**	9.67
S + SW	122.88cBC	118.73bcBC	115.55aC	103.57abC	130.35deBC	143.40abcAB	160.08abcA	127.79	**	12.95
S + R + K	129.23bBC	122.50bC	100.55bcdC	116.40aC	153.30bcdAB	162.27abA	181.02aA	137.89	***	13.85
S + E + K	132.61aB	95.26dD	102.98abcCD	120.25aBC	125.02deB	129.71bcB	153.53bcdA	122.77	**	9.58
S + B + K	118.54dC	97.58dC	110.37abC	118.19aC	142.49cdB	170.34aA	154.59bcdAB	130.30	**	10.93
S + SW + K	122.88cBC	106.70cdC	109.28abcC	124.13aBC	150.17bcdA	146.04abcA	140.51cdAB	128.53	**	9.88
F-test	**	**	**	**	**	**	**	ns		
%CV	8.62	8.47	8.51	13.14	12.82	13.54	9.88	18.23		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 51 การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้(mg kg^{-1})ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ
เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการ ทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
<-----(mg kg^{-1})----->					
S	96.05fB	110.78A	103.41	**	2.10
S + K	96.05fB	114.87A	105.46	**	6.40
S + R	129.23b	124.05	126.64	ns	13.56
S + E	132.61a	119.22	125.91	ns	8.93
S + B	118.54cd	117.26	117.90	ns	7.82
S + SW	122.88	108.61	115.74	ns	11.28
S + R + K	129.23b	127.39	128.31	ns	14.06
S + E + K	132.61a	115.25	123.93	ns	8.58
S + B + K	118.54d	109.55	114.05	ns	9.38
S + SW + K	122.88c	131.61	127.24	ns	17.9
F-test	**	ns	ns		
%CV	8.62	16.09	7.15		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 52 การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กที่สกัดได้(mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่ บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตัวรับการทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
<-----(mg kg^{-1})----->					
S	107.65e	110.78	109.21	ns	4.68
S + K	132.10d	114.87	123.49	ns	14.55
S + R	171.72abA	124.05B	147.88	*	12.46
S + E	157.49abcA	119.22B	138.35	**	12.42
S + B	163.60abcA	117.26B	140.43	**	9.49
S + SW	160.08abcA	108.61B	134.34	*	16.01
S + R + K	181.02A	127.39B	154.21	**	12.98
S + E + K	153.53bcdA	115.25B	134.39	**	10.74
S + B + K	154.59bcdA	109.55B	132.07	**	9.67
S + SW+K	140.51cd	131.61	136.06	ns	16.96
F-test	**	ns	ns		
%CV	9.88	16.09	20.47		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 53 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณแมงกานีสที่เป็นประโยชน์ในดิน (mg kg^{-1})

คำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
<-----(mg kg^{-1})----->										
S	45.15eAB	49.36A	41.23bcBC	47.26cdA	47.39deA	41.19eBC	38.28eC	44.27ef	**	8.28
S + K	45.15e	47.78	35.22c	42.07d	45.88e	43.15de	39.96de	42.74f	ns	12.93
S + R	56.92bAB	47.82BC	43.80abcC	60.96abA	69.41aA	62.32abA	68.27aA	58.50ab	**	13.34
S + E	48.16dBC	50.78BC	43.31abcC	55.18bcAB	60.45bcA	52.64cdAB	54.02bcdAB	52.08bcd	**	10.21
S + B	58.69aAB	54.35B	43.03abcC	57.45bAB	57.82cAB	52.29cdB	63.31abA	55.27abc	**	9.67
S + SW	49.25cB	46.43BC	39.32bcC	43.68dBC	49.93deB	48.25cdeB	58.96abcA	47.97def	**	11.65
S + R + K	56.92bBCD	54.98CD	53.23aD	67.36aAB	67.11abAB	70.36aA	65.12abABC	62.15a	*	11.58
S + E + K	48.16dBC	50.42ABC	43.46abcC	55.48bcAB	57.71cA	48.92cdeABC	49.55cdeABC	50.53cde	*	10.79
S + B + K	58.69aAB	52.18BC	48.22abC	60.87abA	60.41bcAB	56.88bcAB	53.01bcdABC	55.75abc	*	9.09
S + SW + K	49.25cABC	44.43C	35.74cD	54.09bcA	53.63cdA	51.34cdAB	47.37cdeBC	47.98def	**	7.99
F-test	**	ns	*	**	**	**	**	**		
%CV	8.54	10.06	16.51	9.98	8.12	11.42	14.19	11.76		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 54 การเปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ (mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตัวรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
<-----(mg kg^{-1})----->					
S	45.15eA	40.90dB	43.03c	**	2.99
S + K	45.15e	43.54cd	44.34bc	ns	3.52
S + R	56.92b	58.98a	57.95a	ns	3.22
S + E	48.16d	46.47bc	47.32bc	ns	3.03
S + B	58.69aA	48.82bB	53.76ab	**	3.76
S + SW	49.25cA	44.48bcdB	46.86bc	*	4.53
S + R + K	56.92b	57.17a	57.04a	ns	4.37
S + E + K	48.16d	45.50bcd	46.83bc	ns	7.12
S + B + K	58.69aA	46.72bcB	52.70abc	**	4.09
S + SW+K	49.25c	46.05bc	47.65bc	ns	6.85
F-test	**	**	*		
%CV	8.54	6.66	7.89		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 55 การเปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้(mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ดำรับการทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
<-----(mg kg^{-1})----->					
S	38.28e	40.90d	39.59d	ns	6.42
S + K	44.96de	43.54cd	44.25cd	ns	3.86
S + R	68.28a	58.98a	63.63a	ns	14.73
S + E	54.02bcd	46.47bc	50.25abcd	ns	10.41
S + B	63.31abA	48.82bB	56.07abc	*	12.95
S + SW	58.97abA	44.48bcdB	51.72abcd	*	14.24
S + R + K	65.13abc	57.17a	61.15ab	ns	9.45
S + E + K	49.55cde	45.50bcd	47.53bcd	ns	13.21
S + B + K	53.01bcd	46.72bc	49.87abcd	ns	10.59
S + SW+K	47.38cde	46.05bc	46.71bcd	ns	8.38
F-test	**	**	*		
%CV	14.19	6.66	11.53		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 56 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดิน (mg kg^{-1})

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
<-----(mg kg^{-1})----->										
S	2.85eA	2.06D	2.43aBC	1.99D	2.40bBC	2.65AB	2.25CD	2.37	**	7.84
S + K	2.85eA	1.73D	2.34abBC	1.69D	2.25bC	2.60AB	2.49BC	2.28	**	7.93
S + R	2.94bA	1.48E	1.75cdeDE	2.14CD	2.56abABC	2.73AB	2.20BCD	2.26	**	15.95
S + E	2.92cA	1.73C	1.79cdeC	1.78C	2.41bB	2.38B	2.20B	2.17	**	10.56
S + B	2.86dA	1.80D	1.70deD	2.13C	2.66abAB	2.18C	2.53B	2.27	**	8.01
S + SW	3.06aA	2.03CD	2.15abcBCD	1.86D	2.43bBC	2.47B	2.56B	2.37	**	11.42
S + R + K	2.94bA	1.89D	1.95bcdeD	2.10CD	2.52abABC	2.68AB	2.36BCD	2.35	**	12.71
S + E + K	2.92cA	1.87BC	1.57eC	1.93BC	2.26bB	2.40B	2.18B	2.16	**	16.15
S + B + K	2.86dA	2.29ABC	1.74cdeC	2.01BC	2.51abAB	2.51AB	2.22ABC	2.31	*	17.79
S + SW + K	3.06aA	2.12BC	1.99bcdC	2.27BC	2.88aA	2.41B	2.32BC	2.43	**	9.13
F-test	**	ns	**	ns	*	ns	ns	ns		
%CV	8.63	9.59	12.78	13.18	9.81	13.02	14.5	18.08		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 57 การเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สกัดได้(mg kg^{-1})ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ
เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
	<-----(mg kg^{-1})----->				
S	2.85eA	1.90bcB	2.38	**	5.52
S + K	2.85eA	1.79bcB	2.32	**	12.54
S + R	2.94bA	1.96abB	2.45	**	5.19
S + E	2.92cA	1.56cdB	2.24	**	4.22
S + B	2.86dA	1.84bcB	2.35	**	12.02
S + SW	3.06aA	2.00abB	2.53	**	1.44
S + R + K	2.94bA	1.80bcB	2.37	**	7.96
S + E + K	2.92cA	1.67bcdB	2.29	**	2.22
S + B + K	2.86dA	1.41dB	2.13	**	2.45
S + SW + K	3.06aA	2.29aB	2.68	**	5.41
F-test	**	**	ns		
%CV	8.63	12.74	13.37		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 58 การเปรียบเทียบปริมาณทองแดงที่สกัดได้(mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
<-----(mg kg^{-1})----->					
S	2.25A	1.90bcB	2.07	*	6.86
S + K	2.49A	1.79bcB	2.14	*	13.83
S + R	2.20	1.96ab	2.08	ns	27.2
S + E	2.20A	1.56cdB	1.88	**	5.53
S + B	2.53A	1.84bcB	2.19	*	13.24
S + SW	2.56A	2.00abB	2.28	*	11.8
S + R + K	2.36A	1.80bcB	2.08	**	9.73
S + E + K	2.18	1.67bcd	1.92	ns	19.35
S + B + K	2.22A	1.41dB	1.81	**	9.39
S + SW + K	2.32	2.29a	2.30	ns	8.8
F-test	ns	**	ns		
%CV	18.08	12.74	18.96		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 59 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินในสภาพไม่ปลูกพืชต่อปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดิน (mg kg^{-1})

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)							ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	7	14	21	28	35	42			
	←-----(mg kg^{-1})-----→									
S	1.25eC	1.58bcC	1.32dC	2.04dB	2.10eB	2.49A	2.05bB	1.83c	**	13.39
S + K	1.25eC	1.23dC	1.34dC	2.17cdAB	2.04eB	2.52A	2.20bAB	1.82c	**	13.94
S + R	1.69cCD	1.46cdD	1.87bcdC	2.30cdB	2.59cA	2.62A	2.46bAB	2.14bc	**	7.68
S + E	1.56dB	1.61bcB	1.43cdB	2.17cdA	2.44cdA	2.20A	2.28bA	1.96c	**	10.15
S + B	2.24bC	2.27aC	2.20bcdC	2.86aB	3.15abA	2.36C	3.13aAB	2.60ab	**	7.01
S + SW	2.36aCD	2.17aD	2.38abcCD	2.47bcBCD	2.90bAB	2.70BC	3.17aA	2.60ab	**	11.42
S + R + K	1.69cD	1.83bCD	1.95bcdBCD	2.10dABC	2.40cdA	2.46A	2.29bAB	2.10c	**	10.97
S + E + K	1.56dC	1.64bcBC	1.78bcdABC	2.23cdA	2.22deA	2.20A	2.16bAB	1.97c	*	16.98
S + B + K	2.24b	2.21a	3.26a	2.78ab	3.17ab	2.56	2.99a	2.75a	ns	16.91
S + SW + K	2.36aC	2.23aC	2.55abBC	2.82aB	3.25aA	2.65BC	3.29aA	2.74a	**	10.23
F-test	**	**	**	**	**	ns	**	**		
%CV	10.23	10.15	10.97	9.02	7.28	17.35	10.92	18.29		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 60 การเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สกัดได้(mg kg^{-1})ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ
เมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการ ทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	0	42			
<-----(mg kg^{-1})----->					
S	1.25eB	1.34eA	1.29d	**	2.99
S + K	1.25e	1.45e	1.35cd	ns	15.03
S + R	1.69cB	1.91dA	1.80b	**	1.08
S + E	1.56d	1.67de	1.62bcd	ns	5.20
S + B	2.24b	2.61a	2.43a	ns	16.88
S + SW	2.36a	2.35ab	2.36a	ns	0.92
S + R + K	1.69c	1.85cd	1.77b	ns	6.68
S + E + K	1.56dB	1.71deA	1.64bc	*	5.00
S + B + K	2.24b	2.16bc	2.20a	ns	4.37
S + SW + K	2.36a	2.64a	2.50a	ns	8.15
F-test	**	**	**		
%CV	10.23	12.20	7.26		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 61 การเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่สกัดได้(mg kg^{-1}) ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่ บ่มเป็นระยะเวลา 42 วัน ในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการ ทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
<-----(mg kg^{-1})----->					
S	2.05bA	1.34eB	1.69	**	3.47
S + K	2.20bA	1.45eB	1.82	**	11.75
S + R	2.46bA	1.91cdB	2.19	**	2.9
S + E	2.28bA	1.67deB	1.98	**	10.14
S + B	3.13a	2.61a	2.87	ns	14.83
S + SW	3.17aA	2.35abB	2.76	*	16.38
S + R + K	2.29bA	1.85cdB	2.07	**	5.8
S + E + K	2.16bA	1.71deB	1.93	*	10.42
S + B + K	2.99aA	2.16bcB	2.57	**	5.37
S + SW+K	3.29aA	2.64aB	2.97	*	12.64
F-test	**	**	ns		
%CV	10.92	12.20	20.03		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 62 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินต่อการเจริญเติบโตทางใบของพืช

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
	<-----(ใบต่อต้น)----->								
S	2.00bC	2.75bcC	3.25cdBC	4.25dBC	6.75bcAB	8.25cdA	4.54	**	12.34
S + K	2.00bC	3.00bcC	4.75bcdBC	6.50bcdB	7.75bcAB	9.75bcdA	5.63	**	15.86
S + R	2.00bC	3.00bcC	5.50abcB	8.00abcA	8.50bA	10.25abcdA	6.21	**	15.96
S + E	2.25abD	3.00bcCD	3.25cdBCD	5.00cdBC	5.50cAB	7.50dA	4.42	**	13.54
S + B	2.00bD	2.00cD	2.50dD	3.75dC	5.50cB	6.75dA	3.75	**	11.75
S + SW	2.25abC	3.25abcC	7.00abB	9.25abAB	9.00abAB	12.00abA	7.13	**	17.33
S + R + K	2.75aE	4.75aD	7.75aC	10.50aB	11.25aB	13.50aA	8.42	**	15.59
S + E + K	2.50abC	4.00abBC	6.50abAB	8.00abcA	8.50bA	9.00bcdA	6.42	**	16.74
S + B + K	2.25abE	4.25abD	7.00abC	9.75aB	9.25abB	11.50abcA	7.33	**	11.13
S + SW + K	2.75aD	4.75aC	7.25abB	8.75abAB	9.25abAB	10.25abcdA	7.17	**	18.75
F-test	*	**	**	**	**	**	ns		
%CV	17.49	17.67	12.80	16.63	19.29	12.09	16.58		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 63 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของพืช

ตำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
<-----(เซนติเมตร)----->									
S	2.13bcC	3.00ABC	2.38cBC	2.50efBC	3.88fAB	4.38dA	3.04	*	10.75
S + K	2.25bcC	3.25C	3.25bcC	3.63cdeBC	5.00deB	6.63bcA	4.00	**	13.66
S + R	3.00aB	3.50B	3.50bcB	4.63abcdB	6.63abA	7.25abA	4.75	**	16.08
S + E	2.75abC	3.50BC	2.63bcC	2.63efC	4.38efB	6.25bcdA	3.69	**	18.27
S + B	2.00cB	2.75B	2.50cB	2.00fB	3.75fA	4.63cdA	2.94	**	12.25
S + SW	2.38abcD	3.75C	3.75abcC	4.00bcdC	5.00deB	6.50bcA	4.23	**	12.07
S + R + K	2.75abE	4.13D	4.88abCD	5.75aC	7.25aB	8.88aA	5.6	**	12.48
S + E + K	2.75abC	3.25C	3.13bcC	3.50deC	5.75bcdB	7.25abA	4.27	**	19.27
S + B + K	2.25bcD	4.00CD	3.75abcCD	4.88abC	6.38abcB	8.00abA	4.88	**	18.23
S + SW + K	3.00aC	4.00BC	5.75aAB	4.75abcBC	5.50cdAB	7.25abA	5.04	**	17.36
F-test	*	ns	*	**	**	**	ns		
%CV	17.02	10.26	19.08	10.11	12.99	19.41	17.38		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 64 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณมวลชีวภาพสดและแห้งของส่วนเหนือดินและใต้ดิน

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักสด		เฉลี่ย	น้ำหนักแห้ง		เฉลี่ย
	ส่วนเหนือดิน	ส่วนใต้ดิน		ส่วนเหนือดิน	ส่วนใต้ดิน	
	-----< (กรัมต่อต้น) >-----			-----< (กรัมต่อต้น) >-----		
S	1.96c	0.50d	1.23c	0.13d	0.05c	0.09c
S + K	2.65c	0.85cd	1.75bc	0.32cd	0.09bc	0.20bc
S + R	5.11a	1.64ab	3.38ab	0.62ab	0.18ab	0.40ab
S + E	2.67c	0.84cd	1.75bc	0.17d	0.03c	0.10c
S + B	2.58c	0.50d	1.54c	0.17d	0.04c	0.11c
S + SW	3.97b	1.06bcd	2.51abc	0.44bc	0.12bc	0.28bc
S + R + K	6.05a	1.84a	3.94a	0.78a	0.25a	0.51a
S + E + K	3.75b	1.15abcd	2.45abc	0.42bc	0.17ab	0.29bc
S + B + K	4.02b	1.35abc	2.68abc	0.52bc	0.19ab	0.36ab
S + SW + K	3.77b	0.91bcd	2.34abc	0.44bc	0.10bc	0.27bc
F-test	**	**	*	**	**	**
%CV	9.41	13.30	15.75	12.81	15.09	13.42

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 65 ผลการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ และระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณการดูดตั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของพืช

คำรับการ ทดลอง	ไนโตรเจน		เฉลี่ย	ฟอสฟอรัส		เฉลี่ย	โพแทสเซียม		เฉลี่ย
	ส่วนเหนือดิน	ส่วนใต้ดิน		ส่วนเหนือดิน	ส่วนใต้ดิน		ส่วนเหนือดิน	ส่วนใต้ดิน	
	<------(%)----->			<------(%)----->			<------(%)----->		
S	3.70c	2.41c	3.05c	0.37g	0.34e	0.35g	4.49d	4.44d	4.47d
S + K	4.09c	2.48c	3.29c	0.40gf	0.40de	0.40f	4.97cd	4.77cd	4.87cd
S + R	8.78a	8.11a	8.44a	0.58a	0.54ab	0.56ab	10.47ab	7.18ab	8.83ab
S + E	8.20ab	5.35b	6.78ab	0.54abc	0.47cd	0.50cd	8.98b	6.29bc	7.63abcd
S + B	4.18c	3.57c	3.87c	0.45ef	0.46cd	0.45e	5.45cd	5.97bcd	5.71bcd
S + SW	4.02c	2.83c	3.43c	0.54abc	0.53bc	0.53bc	5.05cd	4.81cd	4.93cd
S + R + K	8.43ab	8.42a	8.43a	0.56ab	0.61a	0.58a	11.42a	8.51a	9.96a
S + E + K	7.49ab	7.12a	7.30ab	0.52bcd	0.52bc	0.52c	9.14b	6.71b	7.93abc
S + B + K	5.67bc	5.05b	5.36bc	0.48de	0.47cd	0.47de	6.89c	6.09bcd	6.49bcd
S + SW + K	4.37c	2.49c	3.43c	0.50cde	0.49bc	0.49cde	5.22cd	4.98cd	5.10cd
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	*
%CV	10.38	8.33	8.10	7.78	8.99	4.64	6.89	7.2	9.63

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %
 ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน
 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 66 ผลของการใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆและระยะเวลาการบ่มดินต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกดูดซับในดินในสภาพไม่ปลูกพืช

คำรับ	ระยะเวลาการบ่มดิน (วัน)						ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7	14	21	28	35	42			
	<----- (mg kg ⁻¹) ----->								
S + K	228.46	226.80b	213.87	202.53	190.60	157.14bc	180.45c	ns	16.00
S(R) + K	241.41AB	265.74bA	192.99BC	143.77C	167.13C	176.27abC	197.88b	**	17.94
S(E) + K	203.73B	331.14aA	208.79B	190.35B	166.11BC	128.10bcC	204.70a	**	18.06
S(B) + K	222.06A	219.86bA	217.91A	183.46A	196.79A	121.53cB	193.60b	**	13.53
S(SW) + K	206.57	221.48b	191.50	179.28	189.94	192.68a	196.91b	ns	13.16
F-test	ns	**	ns	ns	ns	*	*		
%CV	9.91	15.18	16.54	15.79	18.1	19.94	21.65		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 67 การเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ดูดซับไว้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆเมื่อวันปลูกพืชและวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตำรับการ ทดลอง	ระยะเวลาการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	7 วัน	42 วัน			
	<------(mg kg ⁻¹)----->				
S + K	228.46A	158.45aB	193.46a	**	5.74
S(R) + K	241.41A	159.75aB	200.58a	**	8.23
S(E) + K	203.73A	134.01abB	168.87b	**	4.21
S(B) + K	222.06A	126.60bB	174.33b	**	6.10
S(SW) + K	206.57A	126.59bB	166.58b	**	5.87
F-test	ns	*	*		
%CV	9.91	13.05	10.14		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 68 การเปรียบเทียบปริมาณ โปแตสเซียมที่ดูดซับไว้ในดินที่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดต่างๆที่ บ่มเป็นระยะเวลา 42 วันในสภาพปลูกพืชและไม่ปลูกพืช

ตำรับการ ทดลอง	สภาพการบ่มดิน		ค่าเฉลี่ย	F-test	%CV
	ไม่ปลูกพืช	ปลูกพืช			
<----- (mg kg ⁻¹) ----->					
S + K	157.14bc	158.45a	157.80a	ns	4.56
S(R)+K	176.27abA	159.75aB	168.01a	*	6.83
S(E)+K	128.1bc	134.01ab	131.06b	ns	7.22
S(B)+K	121.53c	126.60b	124.07b	ns	10.59
S(SW)+K	192.68aA	126.59bB	159.64a	**	9.45
F-test	*	*	*		
%CV	19.94	13.05	10.72		

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ข้อมูลในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กร่วมกัน และข้อมูลในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

