



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศักยภาพในการนำวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม
และวัสดุธรรมชาติมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน

โดย ศาสตราจารย์ ดร.นันทกร บุญเกิด และคณะ

สิงหาคม 2548

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศักยภาพในการนำวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม
และวัสดุธรรมชาติ มาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน

คณะผู้วิจัย

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. ศ.ดร. นันทกร บุญเกิด (หัวหน้าโครงการ) | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี |
| 2. รศ.ดร. สมพร ชูณหะวัณ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 3. รศ.ดร.จักรกฤษณ์ หอมจันทร์ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 4. ผศ.ดร. อำพัน พรมศิริ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 5. นาย สกิด ปัญญาพฤษ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 6. นาย อารักษ์ ธีระอำพน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี |

ชุดโครงการวิจัย “ดินและพืชสวน”

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ได้ให้การสนับสนุนให้ทุนวิจัย
ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ขอขอบคุณคุณคุณปณณภา สุปโคกสูง และ คุณอภิญา รัตนะจิตร ที่ช่วยทำให้รายงานนี้เสร็จสมบูรณ์

ศ.ดร.นันทกร บุญเกิด
หัวหน้าโครงการ
สิงหาคม 2548

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้รัฐบาลมีนโยบายลดการนำเข้าปุ๋ยเคมี และสนับสนุนให้มีการผลิตปุ๋ยขึ้นใช้เอง งานวิจัยนี้จึงสอดคล้องกับนโยบายรัฐ โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญดังนี้ คือ 1. สำรวจแหล่งวัสดุธรรมชาติและโรงงานอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพที่สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้ 2. นำเอาวัสดุที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงมาศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชเมื่อใส่ลงสู่ดิน 3. หาวัสดุที่มีความสามารถในการปรับปรุงสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่มีประสิทธิภาพและยาวนาน 4. หาวิธีการนำเอาวัสดุต่างๆ มาผลิตเป็นปุ๋ย ผลงานวิจัยพบว่า ในภาคเหนือมีแหล่งผลิตวัสดุที่มีศักยภาพในการใช้เป็นปุ๋ยได้จำนวน 113 แห่ง วัสดุที่มีธาตุอาหารหลักสูง (คือ NPK) มี 6 ชนิด ได้แก่ ตะกอนบ่อบำบัด วัสดุเพาะเห็ด ตะกอนกากหม้อกรอง ใบยาสูบ ภาคกลางพบวัสดุที่สามารถใช้เป็นปุ๋ยได้ 27 แห่ง และที่มีธาตุอาหารหลักสูงมี 9 ชนิด ได้แก่ ขี้ดำ ขี้แดง sludge แดง กากหม้อกรอง กากน้ำตาล รำสกัดน้ำมัน แป้งกรอง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบจำนวน 53 แห่ง และที่มีธาตุอาหารพืชหลักสูงมี 11 ชนิด ได้แก่ เปลือกถั่วลิสง เปลือกมะเขือเทศ เปลือกมะม่วงหิมพานต์ กากหม้อกรอง รำอ่อนข้าวเหนียว ฯลฯ ได้นำเอาวัสดุที่มีธาตุอาหารพืชหลักสูงทั้งหมดทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก พบว่า ไม่มีวัสดุชนิดใดมีโลหะสูงเกินมาตรฐาน จึงได้นำเอาวัสดุดังกล่าวมาทำการศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชเมื่อใส่ลงสู่ดิน และพบว่าวัสดุดังกล่าวทั้งหมดสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารพืช N P K ได้ดีจึงได้คัดเลือกวัสดุเหล่านั้นทำการผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เพราะวัสดุที่ให้ธาตุอาหารสูงส่วนใหญ่เป็นวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรม และวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เมื่อนำปุ๋ยที่ผลิตได้ทำการทดสอบกับพืชที่ปลูกในเรือนทดลอง และในสภาพไร่เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี พบว่าให้ผลเท่าและดีกว่าปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ในปริมาณที่ให้ธาตุอาหารพืช N ใกล้เคียงกัน สำหรับวัสดุที่ใช้ในการปรับปรุงสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน พบวัสดุ 2 ชนิด คือ ชนิดแรก ได้แก่ กากหม้อกรองที่ผลิตน้ำตาลจากอ้อยที่มีแคลเซียมสูงสามารถปรับสภาพดินที่เป็นกรดได้ดี และเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ในขณะเดียวกัน ชนิดที่ 2 ได้แก่ หินปูนบดที่มีขนาดต่าง ๆ กัน มีความเหมาะสมมากในการใช้ปรับปรุงสภาพความเป็นกรดของดิน เพราะสามารถใช้ได้ในปริมาณมาก ๆ โดยทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และอยู่ในดินได้นาน และวัสดุดังกล่าวมีราคาถูกมากจึงเหมาะสมที่จะทำการใส่ครั้งเดียวในปริมาณมากๆ ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงดินที่เป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และสวนผลไม้

Abstract

At present the government has launched a policy on reducing the importation of chemical fertilizer and promoting the use of local materials to be formulated for fertilizer. Thus this research project corresponds with the government policy. The objectives of this project were; (1) to investigate the sources of material which had potential to be used to formulate fertilizer, (2) to study the release of N P K from the selected materials which contain high N, P, K, (3) to find materials which were suitable for improving soil acidity and (4) to find method for formulating fertilizer from those materials. It was found from this study that in the Northern Part there were 113 sources of materials and 6 of them contain high N, P, K for example sludge, mushroom waste, filter cake and tobacco leave. In the Central Part there were 27 sources and 9 contain high N, P, K for example black sludge, red sludge, yeast sediment, filter cake and rice brand cake. In the North-Eastern Part there were 53 sources and 11 contain high N, P, K for example peanut husk, tomato peel, cashew nut hull, filter cake, rice brand waste, kapok seed, bagasse ash, soybean hull and cassava peel. All materials containing high concentration of major plant nutrient elements were analyzed for heavy metals and found no one contain higher than the standard allowance. Therefore we selected these materials to study the ability of releasing N, P, K when applying into soil and found that all tested materials were able to release N, P, K at satisfactory level. Since most suitable materials were organic therefore the formulated fertilizers were organic fertilizer. These organic fertilizers were tested on plants grown both under greenhouse and field conditions in comparison with chemical fertilizer. Result showed that at equivalent N rate organic fertilizer produced from our project performed equal to or better than chemical fertilizer. For materials used for improving soil acidity we found two sources. First was filter cake containing high calcium could be used for correcting soil acidity and also at the same time it was organic fertilizes. The second was ground calcium carbonate containing various grain sizes were very suitable for improving soil acidity. Because this material could be used in large quantity with slowly increasing soil pH. At high quantity in soil various grain sizes of calcium carbonate could prolong neutralizing soil acidity. The cost of this material is cheap enough to be apply into soil in large quantity which is very suitable for pasture and horticulture crops.

สารบัญ

	หน้าที่
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์โครงการ	4
บทที่ 2 วิธีการทดลอง	
- วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อหาแหล่งวัสดุตามธรรมชาติ และจากโรงงาน อุตสาหกรรมที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน และเป็นปุ๋ย ได้	5
- วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติที่สามารถใช้ปรับปรุงบำรุง ดิน	5
- วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุ อาหารพืชจากวัสดุปุ๋ย	6
- วัตถุประสงค์ที่ 4 หาวิธีการ formulate เป็นปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ	6
บทที่ 3 ผลการทดลอง	
● วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อหาแหล่งวัสดุตามธรรมชาติ และจากโรงงาน อุตสาหกรรมที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน และเป็นปุ๋ย ได้	7
● วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติที่สามารถใช้ปรับปรุงบำรุง ดิน	41
● วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุ อาหารพืชจากวัสดุปุ๋ย	70
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	71
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น	77
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	90

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
บทที่ 3 ผลการทดลอง (ต่อ)	
● วัตถุประสงค์ที่ 4 ทาวิธีการ formulate เป็นปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ	118
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	118
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น	135
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	144
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	166

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
1	คำวิเคราะห์ธาตุต่างๆ จากวัสดุปรับปรุงดิน	2
2	Industrial wastes in Thailand	3
3	ประเภทโรงงานอุตสาหกรรมบริเวณภาคกลาง และชนิดของวัสดุพลอยได้ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นปุ๋ยได้	10
4	ตัวอย่างของวัสดุพลอยได้และวัสดุธรรมชาติที่เก็บรวบรวมได้จากแหล่งต่างๆ ในบริเวณ ภาคกลาง	12
5	พื้นที่แหล่งแร่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีศักยภาพในการนำผลพลอยได้มาใช้ทำปุ๋ย	16
6	ประเภทของโรงงานและชนิดของวัสดุพลอยได้ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	17
7	วัสดุธรรมชาติที่เป็นผลพลอยได้สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	18
8	ตัวอย่างวัสดุพลอยได้และวัสดุธรรมชาติที่เก็บรวบรวมได้จากแหล่งต่างๆ ในบริเวณภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ	19
9	ข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมในบริเวณภาคเหนือที่มีวัสดุพลอยได้ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นปุ๋ยได้	26
10	ผลการวิเคราะห์วัสดุจากธรรมชาติ เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	44
11	ผลการวิเคราะห์วัสดุจากธรรมชาติ เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น	45
12	ผลการวิเคราะห์วัสดุจากธรรมชาติ เขตภาคเหนือรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	47
13	ผลการวิเคราะห์วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลาง รับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	49
14	ผลวิเคราะห์วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น	51
15	ผลวิเคราะห์วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคเหนือรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
16	1. ผลการเรียงลำดับ %N จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงาน อุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	56
	2. ผลการเรียงลำดับ %P จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงาน อุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	56
	3. ผลการเรียงลำดับ %K จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงาน อุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	57
17	1. ผลการเรียงลำดับ %N จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงาน อุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น	57
	2. ผลการเรียงลำดับ %P จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงาน อุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น	58
	3. ผลการเรียงลำดับ %K จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงาน อุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น	58
18	1. ผลการเรียงลำดับ %N จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงาน อุตสาหกรรม เขตภาคเหนือรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	59
	2. ผลการเรียงลำดับ %P จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงาน อุตสาหกรรม เขตภาคเหนือรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	59
	3. ผลการเรียงลำดับ %K จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงาน อุตสาหกรรม เขตภาคเหนือรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	60
19	ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในวัสดุอินทรีย์ของตัวอย่างที่คัดเลือกแล้วว่ามีธาตุ อาหารหลัก (%N %P %K) สูงของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	64
20	ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในวัสดุอินทรีย์ของตัวอย่างที่คัดเลือกแล้วว่ามีธาตุ อาหารหลัก (%N %P %K) สูงของมหาวิทยาลัยขอนแก่น	65
21	ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในวัสดุอินทรีย์ของตัวอย่างที่คัดเลือกแล้วว่ามีธาตุ อาหารหลัก (%N %P %K) สูงของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	66
22	ผลของการใส่หินฟุ้งขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดิน ทราย (ชุดดิน โคราช) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	67
23	ผลของการใส่หินฟุ้งขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินทราย (ชุดดินบุรีรัมย์) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
24	ผลของการใส่หินฟุ้งขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินเนื้อหยาบ (ชุดดินน้ำพอง) ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น	68
25	ผลของการใส่หินฟุ้งขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น	68
26	ผลของการใส่หินฟุ้งขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินเนื้อหยาบ(ชุดดินน้ำพอง) ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	69
27	ผลของการใส่หินฟุ้งขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) ของ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	69
28	วัสดุที่คัดเลือกว่ามี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง เพื่อใช้สำหรับวัตถุประสงค์ที่ 3 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	73
29	สมบัติของดินที่ใช้ศึกษาความเป็นประโยชน์ของวัสดุและสินแร่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	74
30	ปริมาณ Mineralized-NH ₄ ⁺ ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช)ที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)	74
31	ปริมาณ Mineralized- NH ₄ ⁺ ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์)ที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)	74
32	ปริมาณ Mineralized-NO ₃ ⁻ ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช)ที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)	75
33	ปริมาณ Mineralized-NO ₃ ⁻ ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์) ที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)	75
34	ปริมาณ Mineralized-P ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช)ที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ ที่มี P และวัสดุธรรมชาติที่มี P สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)	75
35	ปริมาณ Mineralized-P ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์)ที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ ที่มี P และวัสดุธรรมชาติที่มี P สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)	76
36	ปริมาณ Mineralized-K ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช)ที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ ที่ มี K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี K สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
37	ปริมาณ Mineralized-K ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์)ที่ปลูกหมักด้วย วัสดุอินทรีย์ ที่มี K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี K สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี)	77
38	วัสดุที่คัดเลือกว่ามี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง เพื่อใช้สำหรับวัตถุประสงค์ที่ 3 ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น	79
39	ปริมาณ Mineralizable N P และ K ที่คำนวณได้จากการใส่วัสดุในอัตรา 5 ตัน/ไร่ ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น	80
40	ปริมาณน้ำที่เติมเพื่อปรับความชื้นที่ระดับ 75%FC ในการหมักวัสดุของ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	81
41	ปริมาณ Mineralized-NH ₄ ⁺ ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินน้ำพอง)ที่ปลูกหมักด้วย วัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)	82
42	ปริมาณ Mineralized-NH ₄ ⁺ ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินราชบุรี)ที่ปลูกหมักด้วย วัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)	83
43	ปริมาณ Mineralized-NO ₃ ⁻ ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินน้ำพอง)ที่ปลูกหมักด้วย วัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)	84
44	ปริมาณ Mineralized-NO ₃ ⁻ ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินราชบุรี)ที่ปลูกหมักด้วย วัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)	85
45	ปริมาณ Mineralized-P ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินน้ำพอง)ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุ อินทรีย์ที่มี N P และ K สูงและวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)	86
46	ปริมาณ Mineralized-P ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินราชบุรี)ที่ปลูกหมักด้วย วัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูงและวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)	87

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
47	ปริมาณ Mineralized-K ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินน้ำพอง) ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N P K สูง และวัสดุขรรพชาติที่มี P และ K สูง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)	88
48	ปริมาณ Mineralized-K ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินราชบุรี)ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N P K สูง และวัสดุขรรพชาติที่มี P และ K สูง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)	89
49	การเปลี่ยนแปลง pH ของดินเนื้อละเอียดที่ไม่ได้ปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้ เป็นเวลานาน 7 เดือน	91
50	การเปลี่ยนแปลง pH ของดินเนื้อหยาบที่ไม่ได้ปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้ เป็นเวลา 7 เดือน	92
51	การปลดปล่อย $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ของดินเนื้อละเอียดที่ไม่ได้ปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้เป็นเวลา 7 เดือน	93
52	การปลดปล่อย $\text{NO}_3^- \text{-N}$ ของดินเนื้อละเอียดที่ไม่ได้ปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้เป็นเวลา 7 เดือน	94
53	การปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในตัวอย่างดินละเอียดที่ไม่ปรับ pH ก่อนหมักวัสดุ	99
54	การปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในตัวอย่างดินเนื้อหยาบที่ไม่ปรับ pH ก่อนหมักวัสดุ	100
55	การเปลี่ยนแปลง pH ของดินเนื้อละเอียดที่ปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้ เป็นเวลานาน 6 เดือน	102
56	การเปลี่ยนแปลง pH ของดินเนื้อหยาบที่มีการปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้ เป็นเวลา 6 เดือน	102
57	การปลดปล่อย NH_4 ในดินเนื้อละเอียดที่มีการปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้ เป็นเวลานาน 6 เดือน	103
58	การปลดปล่อย $\text{NO}_3^- \text{-N}$ ในดินเนื้อละเอียดที่มีการปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้เป็นเวลานาน 6 เดือน	104
59	การปลดปล่อย $\text{NH}_4\text{-N}$ ในดินเนื้อหยาบที่มีการปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้เป็นเวลานาน 6 เดือน	107
60	การปลดปล่อย $\text{NO}_3\text{-N}$ ในดินเนื้อหยาบที่มีการปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้ เป็นเวลา 6 เดือน	107

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
61	การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสในตัวอย่างดินละเอียด	110
62	การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสในตัวอย่างดินเนื้อหยาบ	110
63	ปริมาณ Mineralized-N ในดินเนื้อละเอียด ที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ และ วัสดุธรรมชาติที่มี N P และ K สูง โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)	112
64	ปริมาณ Mineralized-N ในดินเนื้อหยาบ (ชุดดินสันทราย) ที่คลุกหมักด้วย วัสดุอินทรีย์ และวัสดุธรรมชาติที่มี N P และ K สูง โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)	113
65	ปริมาณ Mineralized-P ในดินเนื้อละเอียด ที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ และ วัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)	114
66	ปริมาณ Mineralized-P ในดินเนื้อหยาบ (ชุดดินสันทราย) ที่คลุกหมักด้วย วัสดุอินทรีย์ และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)	115
67	ปริมาณ Mineralized-K ในดินเนื้อละเอียด ที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ และ วัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)	116
68	ปริมาณ Mineralized-K ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินสันทราย) ที่คลุกหมักด้วย วัสดุอินทรีย์ และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)	117
69	ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักจากวัสดุพลอยได้ภายหลังการหมัก 1 เดือน ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้วัสดุที่คัดเลือกจากโครงการ สกว.	123
70	ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักโครงการ InWent ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุ รนารีที่ใช้วัสดุจากฟาร์ม มทส.	123
71	ความสูง และน้ำหนักสดของคะน้ำที่ปลูกในดินเหนียว และดินเหนียว + หิน ฝุ่น ในกระถางทดลอง	125
72	ความสูง และน้ำหนักสดของคะน้ำ ที่ปลูกในดินทรายและดินทราย + หินฝุ่น ในกระถางทดลอง	125
73	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นคะน้ำที่ปลูกในดินเหนียวใน กระถางทดลอง	126
74	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นคะน้ำที่ปลูกในดินทรายในกระถาง ทดลอง	126

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
75	ความสูง และน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งที่ปลูกในดินเหนียว และดินเหนียว+หินฝุ่น ในกระถางทดลอง	127
76	ความสูง และน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งที่ปลูกในดินทราย และดินทราย+หินฝุ่น ในกระถางทดลอง	128
77	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นกวางตุ้งที่ปลูกในดินเหนียวในกระถางทดลอง	129
78	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นกวางตุ้งที่ปลูกในดินทรายในกระถางทดลอง	129
79	ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช และจุลินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ และปุ๋ยหมักจากโครงการ สกว.	130
80	การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพกับคะน้ำ ที่แปลงทดลอง อ.วังน้ำเขียว	130
81	แสดงค่าเฉลี่ยความสูงข้าวโพดที่ปลูกในดินทรายและดินร่วนทราย+หินฝุ่น	132
82	ผลผลิตของข้าวโพด (กก./ไร่) ที่ปลูกในดินร่วนทราย	133
83	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนทราย	134
84	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในฝักข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนทราย+หินฝุ่น	134
85	ความสูงของต้นข้าวโพด (เซนติเมตร) ที่ปลูกในกระถางชุดดินน้ำพอง	138
86	น้ำหนักแห้งต้นของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในชุดดินน้ำพอง	138
87	ความสูงของข้าวโพด (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินราชบุรี (กระถาง)	139
88	น้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในดินราชบุรี (กระถาง)	139
89	ความสูง (ซม.) ของข้าวโพดที่ปลูกในแปลงทดลองที่ปลูกในชุดดินน้ำพอง	140
90	น้ำหนักแห้งต้น (กก./ไร่) ที่ปลูกในแปลงทดลองในชุดดินน้ำพอง	140
91	น้ำหนักแห้งของฝัก (กก./ไร่) ของข้าวโพดที่ปลูกในแปลงทดลองภายใต้ชุดดินน้ำพอง	141
92	ปริมาณธาตุไนโตรเจน (%) ในดินหลังการเก็บผลผลิตในแปลงทดลองชุดดินน้ำพอง	141
93	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm) ในดินหลังการเก็บผลผลิตในแปลงทดลองในดินชุดน้ำพอง	142
94	ปริมาณธาตุโปแตสเซียม (ppm) ในดินหลังการเก็บผลผลิตในแปลงทดลอง	142

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
95	ปริมาณเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดินหลังเก็บผลผลิตในแปลงทดลอง	143
96	ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินหลังเก็บผลผลิตในแปลงทดลอง	143
97	ผลการวิเคราะห์วัสดุหมักก่อนใส่ปลูกพืช	144
98	ความสูง, น้ำหนักแห้ง, ต้น, ฝัก และส่วนเหนือดินของข้าวโพดที่ปลูกในดิน เนื้อหยาบ ในกระถางทดลอง	146
99	ความสูง, น้ำหนักแห้ง, ต้น, ฝัก และส่วนเหนือดินของข้าวโพดที่ปลูกในดิน เนื้อละเอียดในกระถางทดลอง	148
100	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ต้นข้าวโพด ที่ปลูกในดินเหนียวใน กระถางทดลอง	151
101	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ต้นข้าวโพด ที่ปลูกในดินร่วนใน กระถางทดลอง	152
102	การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ต้น) ใน ต้นข้าวโพด ที่ปลูกในดินเหนียวใน กระถางทดลอง	152
103	การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ต้น) ใน ต้นข้าวโพด ที่ปลูกในดินร่วนใน กระถางทดลอง	153
104	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในฝักข้าวโพดที่ปลูกในดินเหนียวใน กระถางทดลอง	153
105	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ฝักข้าวโพด ที่ปลูกในดินร่วนใน กระถางทดลอง	154
106	การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ต้น) ใน ฝักข้าวโพด ที่ปลูกในดินเหนียวใน กระถางทดลอง	154
107	การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ต้น) ใน ฝักข้าวโพด ที่ปลูกในดินร่วนใน กระถางทดลอง	155
108	การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ต้น) ในส่วนที่อยู่เหนือดิน ที่ปลูกในดิน เหนียว ในกระถางทดลอง	155
109	การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ต้น) ในส่วนที่อยู่เหนือดิน ที่ปลูกในดินร่วน ในกระถางทดลอง	156
110	สมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดในกระถางทดลอง ในดินเนื้อละเอียด	156
111	สมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดในกระถางทดลอง ในดินเนื้อหยาบ	157

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้าที่
112	ความสูง, น้ำหนักสด, ต้น, ฝัก และส่วนเหนือดินของข้าวโพดที่ปลูกในแปลงทดลอง	161
113	ความสูง, น้ำหนักแห้ง, ต้น, ฝัก และส่วนเหนือดินของข้าวโพดที่ปลูกในแปลงทดลอง	162
114	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ต้นข้าวโพด ของการทดลองในแปลงทดลอง	162
115	การสะสมของธาตุอาหาร (กิโลกรัม/ไร่) ในต้นข้าวโพด ของการทดลองในแปลงทดลอง	163
116	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ฝักข้าวโพด ในแปลงทดลอง	163
117	การสะสมของธาตุอาหาร (กิโลกรัม/ไร่) ในฝักข้าวโพด ของการทดลองในแปลงทดลอง	164
118	การสะสมของธาตุอาหาร (กิโลกรัม/ไร่) ในส่วนเหนือดิน ของการทดลองในแปลงทดลอง	164
119	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในดิน ก่อนปลูกข้าวโพด ของการทดลองในแปลงทดลอง	165
120	ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในดิน หลังเก็บผลผลิต ของการทดลองในแปลงทดลอง	165

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้าที่
1	ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากการหมักดินเนื้อละเอียดด้วยวัสดุที่มีไนโตรเจนสูงชนิดต่าง ๆ	95
2	ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากการหมักด้วยดินเนื้อหยาบด้วยวัสดุที่มีไนโตรเจนสูงชนิดต่าง ๆ	96
3	การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินเนื้อละเอียด ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี P สูง โดยไม่มีการปรับ pH ให้เป็นกลางหลังคลุมหมักวัสดุกับดิน	97
4	การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินเนื้อหยาบ ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี P สูง โดยไม่มีการปรับ pH ให้เป็นกลาง	98
5	การปลดปล่อยโพแทสเซียมในดินเนื้อละเอียด ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี K สูง โดยไม่มีการปรับ pH ให้เป็นกลางหลังคลุมหมักวัสดุกับดิน	100
6	การปลดปล่อยโพแทสเซียมในดินเนื้อหยาบ ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี K สูง	101
7	ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากการหมักดินเนื้อละเอียดด้วยวัสดุที่มีไนโตรเจนสูงชนิดต่าง ๆ	105
8	ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากการหมักดินเนื้อหยาบด้วยวัสดุที่มีไนโตรเจนสูงชนิดต่าง ๆ โดยมีการปรับ pH ในระยะเวลา 1-6 เดือน	106
9	การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินเนื้อละเอียด ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี P สูง	108
10	การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินเนื้อหยาบ ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี P สูง โดยมีการปรับ pH ให้เป็นกลางหลังคลุมหมักวัสดุกับดิน	109
11	การปลดปล่อยโพแทสเซียมในดินเนื้อละเอียด ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี K สูง	111
12	รูปกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 หลังการหมัก 1 สัปดาห์	118
13	รูปกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 หลังการหมัก 1 เดือน	119
14	รูปกองปุ๋ยหมักกองที่ 2 หลังการหมัก 1 สัปดาห์	119
15	รูปกองปุ๋ยหมักกองที่ 2 หลังการหมัก 1 เดือน	120
16	รูปกองปุ๋ยหมักกองที่ 3 หลังการหมัก 1 สัปดาห์	120
17	รูปกองปุ๋ยหมักกองที่ 3 หลังการหมัก 1 เดือน	121
18	รูปกองปุ๋ยหมักกองที่ 4 หลังการหมัก 1 สัปดาห์	121
19	รูปกองปุ๋ยหมักกองที่ 4 หลังการหมัก 1 เดือน	122
20	รูปกองปุ๋ยหมักกองที่ 5 หลังการหมัก 1 สัปดาห์	122
21	รูปกองปุ๋ยหมักกองที่ 5 หลังการหมัก 1 เดือน	123

บทที่ 1

บทนำ

ดินเป็นปัจจัยที่สำคัญมากอันหนึ่งในการผลิตพืช เพราะว่าเป็นแหล่งให้พืชได้ขึ้นอยู่ และให้ธาตุอาหารพืชที่จำเป็นแก่พืช แต่การทำการเกษตรอย่างไม่ถูกต้อง มีผลทำให้ธาตุอาหารพืชในดินสูญเสียไป คุณสมบัติของดินเปลี่ยนไปในทางที่ไม่เหมาะสมแก่การปลูกพืช ทำให้ธาตุอาหารพืชลดลง ทำให้ดินเสื่อมโทรมและขาดความอุดมสมบูรณ์ การปรับปรุงบำรุงดินเพื่อให้มีสภาพเหมาะสมแก่การปลูกพืช สามารถกระทำได้ตามหลักวิชาการ เช่น เมื่อดินเป็นกรดสามารถแก้ไขได้โดยการใส่วัสดุหินปูน ขาดอินทรีย์ก็ทำการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หรือขาดธาตุอาหารพืชก็สามารถใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ได้เป็นต้น

เนื่องจากวัสดุที่นำมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินดังกล่าวที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไปมีราคาแพงมาก มีผลทำให้เกษตรกรไม่สามารถปฏิบัติได้อย่างครบถ้วน จึงมีผลทำให้การปรับปรุงบำรุงดินที่เกษตรกรปฏิบัติกันอยู่ทั่วไปไม่ได้ผล จากผลการวิจัยของนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีร่วมกับกรมปศุสัตว์ และกรมวิชาการเกษตร ในโครงการวิจัยพืชอาหารสัตว์ และการจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมะม่วงที่ได้รับการสนับสนุนจาก สกว. ส่วนหนึ่งของการวิจัยเป็นการหาวัสดุที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและมีราคาถูก เช่น การลดความเป็นกรดของดิน ถ้าส่งดินวิเคราะห์ตามหน่วยราชการจะแนะนำให้ใช้ปูนขาวซึ่งมีราคาแพง กิโลกรัมละประมาณ 1-1.5 บาท และต้องใส่ในปริมาณจำกัด จากผลการวิจัยพบว่า สามารถใส่หินฝุ่น-หินเกล็ดที่เป็นหินปูนใช้โรยถนนหรือทำอิฐบล็อก มีราคา กิโลกรัมละประมาณ 25-30 สตางค์ หรือตันละ 250-300 บาท และสามารถใช้ในปริมาณมากได้ มีผลระยะยาว อาจอยู่ได้นานถึง 5 ปี และการใส่มากๆ ไม่มีปฏิกริยากับดินอย่างเฉียบพลันจึงไม่เป็นอันตรายต่อพืช จึงเหมาะกับพืชอายุยาว เช่น ทุเรียนและไม้ผล นอกจากนี้ก็มีหินฟอสเฟต ซึ่งให้ธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งไม้ผลต่างๆ ไป ต้องการปริมาณสูงไม่มาก จึงเหมาะที่จะนำมาใช้กับไม้ผล เพราะสามารถใส่ในปริมาณมากๆ ครั้งเดียว แต่มีผลระยะยาว ค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสออกมา จึงไม่มีผลต่อการตกตะกอนกับธาตุ Fe และ Zn ดังเช่นการใส่ปุ๋ย TSP ที่มี % การละลายของ P_2O_5 สูง นอกจากนี้ยังมีวัสดุอื่นๆ อีกที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงบำรุงดิน และให้ธาตุอาหารพืชอื่นๆ อีกมาก และที่ได้นำตัวอย่างมาศึกษาข้างแล้วมีดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าวิเคราะห์ธาตุต่างๆ จากวัสดุปรับปรุงดิน

วัสดุ	Total-P %	Total-Ca %	Total-Mg %	S %	Zn ppm	Mn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	Ni ppm	Cr ppm
1. หินฟอสเฟต (บ้านคำ)	20.5	20.0	0.020	-	2,000	5,500	7,500	100	55.5	4.7	21	37.4	12.5
2. หินฟอสเฟต (บ่อหิน P ลำพูน)	24.0	20.0	0.020	-	2,000	1,300	23,000	240	71.5	5.7	286	14.9	20.8
3. หินฟอสเฟต (บ่อหิน P ลำพูน)	22.0	20.0	0.018	-	1,800	2,000	14,000	180	158	5.7	174	3.9	30.5
4. หินฟอสเฟต (เก็บข้างถนน ลำพูน)	9.0	18.0	0.450	-	500	4,500	14,000	120	66.8	3.3	302	15.2	42.2
5. FLY ASH แห้ง	6.8	2.5	0.650	0.83	140	820	51,000	40	98.6	T	184	14.6	27.5
6. ชีเส้าถ่านหินเปียก	6.2	1.5	0.375	0.34	80	720	3,800	40	89.6	T	370	3.5	30.6
7. ยิบซั่มจากเหมือง แม่เกาะ	1.0	18.0	0.200	5.88	20	120	800	20	79.2	T	165	9.4	T
8. ยิบซั่มจาก บ. สยามยิบซั่ม	2.7	18.0	0.012	21.88	20	100	200	20	83.7	T	169	T	T
9. โคลโลมิตต์จาก YVP	-	20.0	10.500	-	30	620	4,300	10	63.9	T	118	T	T
10. โคลโลมิตต์จากถุง 50 กก.	-	18.0	10.500	-	40	700	480	10	62.8	T	174	T	T
11. หินฝุ่น (เกร็ด) จากปากช่อง	-	33.0	4.500	-	40	780	1,400	20	64.7	T	126	17.8	T

ppm = part per million, ppb = part per billion, T = trace

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 1 เห็นได้ชัดเจนว่านอกจากจะมีคุณสมบัติในการปรับสภาพดิน และให้ธาตุอาหารหลักแก่พืชแล้ว ยังสามารถให้ธาตุอาหารพืชที่จำเป็นอื่นๆ อีกเป็นจำนวนมากที่จะต้องดูคือ โลหะหนักที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค เช่น Pb, Cd, Hg, Ni และ Cr จะต้องมียู่ในปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด

ในด้านวัสดุที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมที่อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินได้มีอยู่เป็นจำนวนมากเช่นกัน ดังที่ปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 Industrial wastes in Thailand

Products	Factory number	Organic wastes	
		Kinds	Amount (tons/year)
Beer	2	Effluent sediment	10,950
		Spent grain	40,150
		Brewer's yeast	7,300
Sugar	43	Bagasses	6,505,760
		Filter cake	604,805
Soda	2	Effluent sediment	803
Liquors	13	Molasses alcohol	109,500
Monosodium glutamate	3	Glutamic mother liquor slop	73,000
		Humus	7,300
		Effluent sediment	1,460
Rice meal	769	Rice brand	7,600,000
Canned Pineapple factories	15	Skin	365,000
Peanut dehaul factories	30	Husk	10,950
Vegetable oil factories			
1. Soybean	21	Soybean meal	131,400
2. Castor bean	1	Castor meal	18,250
3. Rice brand	5	Rice meal	182,500
4. Palm oil	20	Oil palm cake	47,450
5. Coconut	76	Coconut cake	9,855
6. Cotton seed	1	Cotton meal	27,375
7. Kapok seed	2	Kapok meal	5,840

Source : Nantakorn Boonkerd (1992). The application of bio and organic fertilizers in Thailand. p 88-101.

In : Proceedings of the Conference on the Conversion of Agriculture and Agro-Industrial Wastes into Fertilizer Manila, Philippines.

จากตารางที่ 2 เห็นได้ว่ามีวัสดุจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ปุ๋ยได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ ทั้งนี้จะต้องมีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชที่จำเป็นและโลหะหนักที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ วัสดุดังกล่าวที่ปรากฏในตารางที่ 1 และ 2 ส่วนใหญ่สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินได้โดยตรง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของดิน (ค่าวิเคราะห์ดิน) และค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารต่างๆ ในวัสดุดังกล่าว หรือสามารถนำวัสดุในตารางที่ 1 และ 2 มาผสมในสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สมดุลของธาตุอาหารพืช เพื่อใช้เป็นปุ๋ยรูปใหม่ หรือนำไปผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อให้มีคุณภาพสูง

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เป้าหมายของโครงการวิจัยนี้เพื่อค้นหาวัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และจากโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถให้ธาตุอาหารพืช และหาวิธีการนำวัสดุดังกล่าวที่สามารถนำมาผสมเป็นปุ๋ย มาทำการผสมเป็นปุ๋ยที่มีส่วนผสมของโลหะหนัก ต่ำกว่ามาตรฐาน

วัตถุประสงค์จำเพาะของโครงการมีดังนี้

1. เพื่อหาแหล่งวัสดุธรรมชาติ และจากโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินและ เป็นปุ๋ยที่มีอยู่ทุกภาคของประเทศไทย
2. เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติที่สามารถใช้ปรับปรุงดินและปริมาณธาตุอาหารพืช
3. เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชจากวัสดุดังกล่าว
4. เพื่อหาวิธีการ formulate เป็นปุ๋ยรูปแบบต่างๆ

บทที่ 2

วิธีการทดลอง

เพื่อให้การดำเนินงานตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ งานวิจัยนี้จะดำเนินงานเป็นขั้นตอน ตามวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ที่ 1 : เพื่อหาแหล่งวัสดุตามธรรมชาติ และจากโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน และเป็นปุ๋ยได้

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ส่วนนี้ การดำเนินงานวิจัยจะทำการเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : หาข้อมูลโดยใช้ระบบสื่อสาร

ทำการติดต่อหาข้อมูลจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง โรงงานอุตสาหกรรมและธุรกิจเอกชนต่างๆ ที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับปุ๋ยและวัสดุต่างๆ ว่าที่ใดมีการผลิตวัสดุอะไรบ้างที่เกี่ยวกับการนำของเสียที่สามารถใช้เป็นปุ๋ยได้หรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 : ออกสำรวจและเก็บตัวอย่างวิเคราะห์

โดยใช้ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 ออกทำการสำรวจแหล่งวัสดุดังกล่าวเพื่อให้ทราบถึงปริมาณ และความสะดวกในการขนส่ง พร้อมทั้งทำการเก็บตัวอย่างวัสดุดังกล่าว เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารพืชที่จำเป็นทุกธาตุ ได้แก่ N P K Ca Mg S Fe Mn Cu Zn B Mo Cl และโลหะหนัก เช่น Pb Hg Cd Ni และ Cr เป็นต้น การดำเนินงานจะทำพร้อมกันทั้ง 3 ภาค คือ ภาคเหนือ จะดำเนินงานโดยผู้ร่วมวิจัยจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยผู้ร่วมวิจัยจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น และภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีตัวอย่างที่ได้ทั้งหมดนำเสนอส่งคณะผู้วิจัยจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เพื่อทำการวิเคราะห์

วัตถุประสงค์ที่ 2 : เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติที่สามารถใช้ปรับปรุงบำรุงดิน

วัสดุที่ใช้ปรับปรุงดิน อาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรือวัสดุอินทรีย์ และมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่าง ๆ กัน จำเป็นต้องมีการศึกษาหาอัตราการ neutralize ของวัสดุดังกล่าวกับดินที่มี texture pH และ buffering capacity (CEC และ OM) ต่าง ๆ กัน วิธีการนำดินมาศึกษาใน Lysimeter ทำการเก็บดินวิเคราะห์เป็นระยะๆ เพื่อหาอัตรา neutralization และ persistency ของวัสดุดังกล่าวเมื่อทำปฏิกิริยากับดิน ใช้วัสดุ 5 ชนิดกับเนื้อดิน 2 ประเภท และ pH 2 ระดับ วางแผนแบบ RCB มี 3 ซ้ำ จึงมีจำนวน plots = $5 \times 2 \times 3 = 30$ เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ pH และธาตุอาหารพืชทุกๆ เดือน เป็นเวลา 30 เดือน เพราะฉะนั้น จำนวนตัวอย่าง = $30 \times 30 = 900$ ตัวอย่าง

วัตถุประสงค์ที่ 3 : เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชจากวัสดุปุ๋ย

นำวัสดุที่เลือกจากข้อ 1 ดังกล่าวมาทดสอบหาประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุอาหารพืช โดยทำการทดลองกับดินที่มี texture และ pH ที่ต่าง กัน เช่น ดินเหนียว ดินร่วนปนทราย แต่ละดินมี pH ต่ำ นำดินที่มีลักษณะดังกล่าว ทำการทดลองใน Lysimeter ขนาดเล็ก ใส่วัสดุทดสอบที่ต่างกัน และทำการวิเคราะห์ดินเพื่อหาการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในดินที่มีลักษณะต่าง กันในระยะเวลาต่างกัน ติดต่อกันเป็นเวลา 10 เดือน วางแผนงานวิจัยแบบ RCB 3 ซ้ำ

วัตถุประสงค์ที่ 4 : หาวิธีการ formulate เป็นปุ๋ยรูปแบบต่างๆ

เนื่องจากวัสดุที่สามารถใช้เป็นปุ๋ย อาจมีคุณสมบัติต่างๆ กัน เช่น ของเหลว ของแข็ง อินทรีย์วัตถุ และมีสภาพเป็นกรด-ด่าง ต่างๆ กัน จึงจำเป็นจะต้องดูว่าวัสดุชนิดใดจะเหมาะสมที่จะผสมกับวัสดุที่มี pH ต่ำ หรือของเหลวที่มี pH ต่ำกับอินทรีย์วัตถุ ดังนั้นปุ๋ยผสมที่ทำขึ้นอาจเป็นของเหลว ของแข็ง หรือวัสดุอินทรีย์ เพื่อให้ได้ปริมาณธาตุอาหารพืชที่สูงและสมดุล เมื่อได้แล้วต้องทำการวิเคราะห์หาธาตุอาหารพืชและโลหะหนักและทำการทดสอบความเหมาะสมที่จะเป็นปุ๋ยกับพืชซึ่งจะใช้พืชอายุสั้น เพื่อดูผลระยะสั้น - ยาว การทดลองอาจทำในเรือนทดลอง และสภาพไร่ จะดำเนินการทดสอบ 3 แห่ง คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จะทดสอบกับพืชผักและข้าวโพด สำหรับเชียงใหม่และขอนแก่นจะทดสอบกับข้าวโพด

บทที่ 3

ผลการทดลอง

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อหาแหล่งวัสดุในธรรมชาติ และจากโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินและเป็นปุ๋ยที่มีอยู่ทุกภาคของประเทศไทย

โดยทำการติดต่อหาข้อมูลจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง โรงงานอุตสาหกรรมและธุรกิจเอกชน ต่างๆ ที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับปุ๋ยและวัสดุต่างๆ ว่าที่ใดมีการผลิตวัสดุอะไรบ้างที่เกี่ยวกับการนำของเสียที่สามารถใช้เป็นปุ๋ยได้ แล้วออกสำรวจแหล่งวัสดุดังกล่าวเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารพืชที่จำเป็น และโลหะหนัก โดยตัวอย่างทั้งหมดจะทำการวิเคราะห์โดยคณะผู้วิจัยจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งได้ดำเนินงาน ดังนี้

1.1 สำรวจแหล่งวัตถุดิบ

1.1.1 การหาข้อมูล แหล่งของวัสดุธรรมชาติและประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีวัสดุพลอยได้ในปริมาณมากพอที่จะสามารถนำมาเป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดินได้โดยสืบหาข้อมูลจาก

- Web site ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม
(<http://www.diw.go.th>)
- สำนักงานอุตสาหกรรม 19 จังหวัดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.1.2 หาข้อมูลพื้นที่ที่มีศักยภาพแหล่งแร่ที่ใช้ทำปุ๋ยได้ (ประเสริฐ กุมารจันทร์ และคณะ, 2540)

1.2 ศึกษาชนิดและประเภทของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมและวัสดุธรรมชาติ โดยสืบหาข้อมูลจากทาง web site และห้องสมุดของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.3 คัดเลือกโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งของวัสดุธรรมชาติที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นตัวแทนในแต่ละพื้นที่หรือจังหวัด เพื่อความสะดวกและให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ต่อไป

1.4 ออกสำรวจและเก็บตัวอย่างวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมและวัสดุธรรมชาติทำ

การออกสำรวจและเก็บตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น

ภาคกลาง รับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.4.1 วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

- โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสับปะรด
- โรงงานเบียร์
- โรงงานเหล้า

- โรงงานไวน์
- โรงงานผงชูรส
- โรงงานน้ำตาล
- โรงงานผลิตเชื้อกระดาษ
- โรงงานซีอิ๊ว
- โรงงานน้ำมันพืช
- โรงงานแป้ง

1.4.2 วัสดุธรรมชาติ

- หินฝุ่นจากโรงงานไม้หิน
- ทรายหยาบจากโรงงานคูศทราย
- หินคลุกจากโรงงานคูศทราย
- ผลพลอยได้จากโรงงานปูน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.4.3 วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

- โรงงานผลิตเชื้อกระดาษ
- โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง
- โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย
- โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ
- โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะม่วงหิมพานต์
- โรงงานผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์
- โรงสีข้าว
- โรงงานผลิตสุรา
- โรงงานป่นปูน
- โรงงานสีลูกเคียวโรงงานผลิตปูนขาว

1.4.4 วัสดุธรรมชาติ

- หินฝุ่นจากโรงงานไม้หิน
- หินฝุ่นจากโรงงานหินกรวด
- ผลพลอยได้จากการทำเหมืองโปแตส
- หินฝุ่นจากโรงงานทำปูนขาว

ภาคเหนือ รับผิดชอบโดย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.4.5 วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

- โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด
- โรงงานน้ำตาล

1.5 การวิเคราะห์ธาตุอาหาร ตัวอย่างทั้งหมดที่เก็บมา จัดส่งไปวิเคราะห์ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้ทำการเตรียมตัวอย่างและวัสดุอุปกรณ์เพื่อทำการวิเคราะห์ (อบแห้ง บด ร่อน) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

1.6 การหาข้อมูลประกอบการวิจัยเพิ่มเติมโดยติดต่อขอข้อมูลเกี่ยวกับการสำรวจและวิเคราะห์วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและการนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นจาก กรมพัฒนาที่ดิน และภาคปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการดำเนินงาน

1. การสำรวจและรวบรวมข้อมูล และเก็บตัวอย่างวัสดุพลอยได้และวัสดุธรรมชาติในบริเวณภาคกลาง ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ

1.1 ภาคกลาง

การดำเนินงานในภาคกลาง ได้ทำการหาข้อมูลประกอบการวิจัยเพิ่มเติมและเก็บตัวอย่างวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 48 ตัวอย่าง และวัสดุธรรมชาติ จำนวน 8 ตัวอย่าง (ตารางที่ 3 และ 4)

1.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การดำเนินงานในภาคเหนือได้ทำการเก็บตัวอย่างวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 64 ตัวอย่าง และวัสดุธรรมชาติ จำนวน 29 ตัวอย่าง (ตารางที่ 5, 6, 7 และ 8)

1.3 ภาคเหนือ

การดำเนินงานในภาคเหนือ ได้เก็บตัวอย่างวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 10 ตัวอย่าง และได้วิเคราะห์ตัวอย่างที่เป็นของเหลวเพื่อหา total N และ imorganic N แล้ว จำนวน 6 ตัวอย่าง (ตารางที่ 9)

รวมตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 159 ตัวอย่าง แบ่งเป็นวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 122 ตัวอย่าง และวัสดุธรรมชาติ จำนวน 37 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3 ประเภทโรงงานอุตสาหกรรมบริเวณภาคกลาง และชนิดของวัสดุพลอยได้ที่สามารถนำมา
พัฒนาเป็นปุ๋ยได้

วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทโรงงาน	ชนิดของวัสดุพลอยได้
1. โรงงานผลิตเชื้อกระดาษ	1. น้ำเสีย 2. เศษเชื้อกระดาษ 3. ขี้เถ้าเคลือบจากก้นเตา (bottom ash) 4. ขี้เถ้าเคลือบจากขบวนการผลิต (ash)
2. โรงงานแป้ง	1. เปลือกมันร้อนผ่านตะแกรง 2. เปลือกมันที่ผ่านการ washing 3. กากมัน 4. รำข้าวโพด 5. รำข้าวสาลี
3. โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสับปะรดและผลไม้	1. เปลือกสับปะรด 2. กากสับปะรด 3. ใบสับปะรด 4. เปลือกผลไม้ตามฤดูกาล 5. สลัด (Sludge) 6. น้ำเสีย
4. โรงงานน้ำตาล	1. กากอ้อย 2. กากน้ำตาล 3. Filter cake
5. โรงงานผงชูรส	1. ขี้ด้า 2. ขี้แดง 3. ขี้เถ้าลิกไนต์ 4. น้ำปุ๋ยอินทรีย์บีแอลวัน
6. โรงงานซีอิ๊ว	1. กากซีอิ๊ว 2. กากซอส
7. โรงงานน้ำมันพืช	1. Spent earth 2. กากตะกอนของไอกรดจากการกลั่น
8. โรงงานเหล้า	1. น้ำเสียก่อนบ่ม 2. ปุ๋ยจากขี้เลี้ยงกับน้ำกากส่า 3. กากข้าวมอลต์ที่ได้จากการผลิตวิสกี

ประเภทโรงงาน	ชนิดของวัสดุพลอยได้
9. โรงงานเบียร์	1. แป้งกรอง 2. สลัด (Sludge) 3. กากข้าวมอลต์ 4. กากยีสต์จากการหมักเบียร์
10. โรงงานไวน์	1. กากอ์รุ่น 2. น้ำเสีย

วัสดุธรรมชาติ

ประเภทโรงงาน	ชนิดของวัสดุพลอยได้
1. โรงไม้หิน	1. หินฝุ่น 2. หินคลุก
2. โรงงานอุตสาหกรรม	1. ทรายหยาบ 2. ดินเลน 3. หินคลุก 4. ทรายถม
3. โรงงานปูน	1. หินฝุ่น

ตารางที่ 4 ตัวอย่างของวัสดุพลอยได้และวัสดุธรรมชาติที่เกิดขึ้นรวบรวมได้จากแหล่งต่าง ๆ ในบริเวณภาคกลาง

ตัวอย่างวัสดุพลอยได้จากโรงงาน

ลำดับ	ชื่อ /ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัสดุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัสดุเหลือใช้
1	อุตสาหกรรมสับประรดกระป๋องไทย จ.ประจวบคีรีขันธ์	เปลือกสับประรด			
2	อุตสาหกรรมสับประรดกระป๋องไทย จ.ประจวบคีรีขันธ์	กากตะกอนน้ำเสีย			
3	โคกลไทยแลนด์ จ.ประจวบคีรีขันธ์	ใบสับประรด			
4	โคกลไทยแลนด์ จ.ประจวบคีรีขันธ์	กากสับประรด			
5	อนันตศิลาเขาสางาม จ.ราชบุรี	หินดิน			
6	อนันตศิลาเขาสางาม จ.ราชบุรี	หินฝุ่น			
7	ราชบุรีธ จ.ราชบุรี	BL1			
8	ราชบุรีธ จ.ราชบุรี	จีดำ			
9	ราชบุรีธ จ.ราชบุรี	จีแดง			
10	ราชบุรีธ จ.ราชบุรี	จีดำลิกไนต์			
11	บ.ทรายปราโมทย์ 21/1แสงชูโต 5 ปากแพรก จ.กาญจนบุรี 71000 โทร.034-513786	ทรายถม			
12	บ.ทรายปราโมทย์ 21/1แสงชูโต 5 ปากแพรก จ.กาญจนบุรี 71000 โทร.034-513786	หินคลุก			
13	น้ำตาลท่ามะกา จ.กาญจนบุรี	กากอ้อย			
14	น้ำตาลท่ามะกา จ.กาญจนบุรี	กากน้ำตาล			
15	น้ำตาลคอนกรีต จ.สุพรรณบุรี	ทรายหยาบ			

ตารางที่ 4(ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ /ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุดิบที่ใช้
16	น้ำแองคอนกรีต จ.สุพรรณบุรี	ดินเลน			
17	ไทยเอเชียแปซิฟิก บรีวเวอรี่ จ.นนทบุรี	sludge			
18	ไทยเอเชียแปซิฟิก บรีวเวอรี่ จ.นนทบุรี	ชีสต์			
19	ไทยเอเชียแปซิฟิก บรีวเวอรี่ จ.นนทบุรี	กากข้าวแอลด์			
20	ไทยอมฤต บรีวเวอรี่ จ.กรุงเทพฯ ๑	sludge (เปียก)			
21	ทีพีโอ โพลีน จ.สระบุรี	เศษทราย			
22	ทีพีโอ โพลีน จ.สระบุรี	เศษทราย			
23	เจ้าคุณเกษมศรีผล จ.สระบุรี	เปลือกมันที่ร่อนผ่านตะแกรง			
24	เจ้าคุณเกษมศรีผล จ.สระบุรี	เปลือกมันที่ร่อนผ่านตะแกรงwashing			
25	เจ้าคุณเกษมศรีผล จ.สระบุรี	กากมัน			
26	น้ำตาลสระบุรี จ.สระบุรี	filter cake			
27	น้ำตาลสระบุรี จ.สระบุรี	กากอ้อย			
28	น้ำตาลสระบุรี จ.สระบุรี	กากน้ำตาล			
29	คาร์ลสเบิร์ก บรีวเวอรี่ จ.พระนครศรีอยุธยา	sludge			
30	คาร์ลสเบิร์ก บรีวเวอรี่ จ.พระนครศรีอยุธยา	แป้งกรอง			
31	เบียร์ไทย(1991) จำกัด จ.พระนครศรีอยุธยา	sludge แดง			
32	เบียร์ไทย(1991) จำกัด จ.พระนครศรีอยุธยา	แป้งกรอง			
33	อุตสาหกรรมแป้งสาลีไทย จำกัด จ.สมุทรปราการ	รำข้าวสาลี			
34	อุตสาหกรรมแป้งสาลีไทย จำกัด จ.สมุทรปราการ	รำข้าวสาลี			
35	สยามฟลาวัวแป้ง จำกัด จ.สมุทรปราการ	รำข้าวสาลี			

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
36	คิมเบอร์ลีย์-คลา๊ด แมมูแฟคเจอริง จำกัด จ.สมุทรปราการ	น้ำเสียดังโรงงานกระดาษ			
37	บ.กระดาษสหไทย จำกัด (มหาชน) 131 หมู่2 ต.บึงข้าว ต.บึงพลาญชัย อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	น้ำเสียดังโรงงานกระดาษ			
38	คิมเบอร์ลีย์-คลา๊ด แมมูแฟคเจอริง จำกัด จ.สมุทรปราการ	เศษเยื่อกระดาษ			
39	บ.กระดาษสหไทย จำกัด (มหาชน) 131 หมู่2 ต.บึงข้าว ต.บึงพลาญชัย อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	เศษเยื่อกระดาษ			
40	สุวิทย์ชัย จ.สมุทรปราการ	กากซีอิ๊ว			
41	สุวิทย์ชัย จ.สมุทรปราการ	กากชอส			
42	แสงโสม จำกัด จ.นครปฐม	น้ำเสียก่อนการบำบัดจากโรงงานเหล้า			
43	บ.มาลีสามพราน จำกัด(มหาชน) จ.นครปฐม	shudge จากโรงงานผลิตไม้กระเบื้อง			
44	บ.มาลีสามพราน จำกัด(มหาชน) 26/1 อ.สามพราน จ.สามพราน จ.สมุทรสาคร	เปลือกผลไม้			
45	บ.มาลีสามพราน จำกัด(มหาชน) 26/1 อ.สามพราน จ.สามพราน จ.สมุทรสาคร	กากสับประรด			
46	สยามไวเนอรี่ จ.สมุทรสาคร	กากองุ่น			

ตารางที่ 4(ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัสดุเหลือใช้
47	สยามไวเนอรี่ จ.สมุทรสาคร	น้ำเลี้ยงจากขั้นตอนการผสมไวน์			
48	สยามไวเนอรี่ จ.สมุทรสาคร	น้ำเลี้ยงจากโรงงานไวน์			
49	โอดีนจำกัด จ.สมุทรสาคร	spent earth จากโรงงานน้ำมันพืช			
50	โอดีนจำกัด จ.สมุทรสาคร	กากตะกอนดักไถกรดจากโรงงานน้ำมันพืช			
51	บ.สุรากระหิงแดง (1998)จำกัด 8 ถ.เศรษฐกิจ 1 หมู่ที่ 5 ต.นาดี อ.เมือง จ.สมุทรสาคร โทร.034-8304532	ปฏิกิริยาที่เกิดจากเชื้อยีสกับน้ำกากส่า			
52	บ.สุรากระหิงแดง (1998)จำกัด 8 ถ.เศรษฐกิจ 1 หมู่ที่ 5 ต.นาดี อ.เมือง จ.สมุทรสาคร โทร.034-8304532	กากข้าวของค์จากการผลิตวิสกี้			
53	แอ็ดวานซ์ จำกัด (มหาชน) จ.ปทุมธานี	ชี้น้ำเกลือจากก้อนเตา			
54	แอ็ดวานซ์ จำกัด (มหาชน) จ.ปทุมธานี	ชี้น้ำเกลือจากชั้นขบวนการผลิต (น้ำหมักเบ)			
55	ดี เค ที จำกัด จ.กรุงเทพฯ	แคลเซียมซัลเฟต			
56	ดี เค ที จำกัด จ.กรุงเทพฯ	แคลเซียมซัลเฟต			

ตารางที่ 5 พื้นที่แหล่งแร่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีศักยภาพในการนำผลพลอยได้มาทำปุ๋ย

พื้นที่ที่มีศักยภาพแหล่งแร่ที่ใช้ทำปุ๋ยได้

จังหวัด	ชื่อแร่	ที่ตั้ง
นครราชสีมา	แร่ทองแดง-เหล็ก พื้นที่ศักยภาพ 40 ตร.กม.	บริเวณทิศตะวันออกของอำเภอปากช่อง ห่างจากอำเภอปากช่องประมาณ 6-14 กิโลเมตร
ชัยภูมิ	เกลือโพแทช พื้นที่ศักยภาพ 43 ตร.กม.	ตั้งอยู่ในเขตอำเภอบำเหน็จณรงค์และอำเภอจัตุรัส
เลย	ทองแดง-เหล็ก พื้นที่ศักยภาพ 30 ตร.กม.	บริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอำเภอท่าลี่
	พื้นที่ศักยภาพ 31 ตร.กม.	บริเวณทิศตะวันตกของอำเภอเมือง
	ตะกั่ว-สังกะสี พื้นที่ศักยภาพ 121 ตร.กม.	บริเวณทิศตะวันออกของอำเภอท่าลี่ ห่างจากตัวอำเภอท่าลี่ประมาณ 8-14 กิโลเมตร
	แมงกานีส พื้นที่ศักยภาพ 121 ตร.กม.	บริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอำเภอปากชม (อยู่ห่างจากที่ตั้งอำเภอปากชมประมาณ 10-25 กิโลเมตร)
	ยิปซัม พื้นที่ศักยภาพ 15 ตร.กม.	อยู่ในเขตอำเภอวังสะพุง

ตารางที่ 6 ประเภทของโรงงานและชนิดของวัสดุพลอยได้ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทโรงงาน	ชนิดวัสดุพลอยได้
1. โรงงานผลิตเชื้อกระดาษ	1. ฟุ่นไม้ยูคาลิปตัส 2. เปลือกไม้ยูคาลิปตัส 3. สลัด (sludge) 4. ปูนขาว
2. โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง	1. เปลือกมันร้อนแห้ง 2. เปลือกมันร้อนเปียก 3. กากมันเปียก 4. กากมันแห้ง
3. โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากอ้อย	1. กากอ้อย 2. กากน้ำตาล 3. กากหมักรอง 4. ขี้เถ้า 5. ปูนขาว (ขี้ปูนขาว)
4. โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ	1. เปลือกมะเขือเทศ
5. โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะม่วงหิมพานต์	1. เปลือกมะม่วงหิมพานต์ 2. เชื้อเมล็ด
6. โรงงานผลิตอาหารสัตว์	1. ฟุ่นอาหาร 2. แกลบเผา
7. โรงสีข้าว	1. รำอ่อน 2. รำหยาบ 3. แกลบ
8. โรงงานผลิตสุรา	1. ต่ำเหล้า
9. โรงงานปั่นนุ่น	1. แกนนุ่น 2. เมล็ดนุ่น
10. โรงงานสีลูกเคียว	1. เปลือกลูกเคียว
11. โรงงานผลิตปูนขาว	1. ปูนดิบ 2. ขี้เถ้า 3. ปูนขาว

ตารางที่ 7 วัสดุธรรมชาติที่เป็นผลพลอยได้สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วัสดุธรรมชาติ

ประเภทโรงงาน	ชนิดวัสดุพลอยได้
1. หินฝุ่นจากโรงโม่หิน	1. หินฝุ่น
2. หินฝุ่นจากโรงงานโม่หินกรวด	1. หินฝุ่น
3. ผลพลอยได้จากการทำเหมืองโปแตส	1. วัสดุพลอยได้
4. หินฝุ่นจากโรงงานทำปูนขาว	1. หินฝุ่น

ตารางที่ 8 ตัวอย่างวัสดุพอลิไดและวัสดุธรรมชาติที่เก็บรวบรวมได้จากแหล่งต่างๆ ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตัวอย่างวัสดุพอลิไดจากโรงงานอุตสาหกรรม

ลำดับ	ชื่อ /ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
KKU W 1	บ.พินิค พลัส แอนด์ เพเพอร์ จ.ขอนแก่น	เปลือกไม้ยูคา			
KKU W 2	บ.พินิค พลัส แอนด์ เพเพอร์ จ.ขอนแก่น	ฝุ่นไม้ยูคา			
KKU W 3	บ.พินิค พลัส แอนด์ เพเพอร์ จ.ขอนแก่น	สลัด			
KKU W 4	บ.พินิค พลัส แอนด์ เพเพอร์ จ.ขอนแก่น	ปูนขาว			
KKU W 5	โรงสีข้าวเลียงเซ่งไถ่ จ.ขอนแก่น	เกลบ			
KKU W 6	บ.แก่นเจริญ จำกัด จ.ขอนแก่น	กากมันแห้ง			
KKU W 7	บ.สหพืชผล ด.ชนบทป่ารุง ด.บ้านฝ้อ อ.บ้านฝ้อ จ.ขอนแก่น	เปลือกถั่วเขียว			
KKU W 8	บ.สหพืชผล ด.ชนบทป่ารุง ด.บ้านฝ้อ อ.บ้านฝ้อ จ.ขอนแก่น	เปลือกถั่วเหลือง			
KKU W 9	บ.น้ำตาลมิตรภูเวียง ม.1 ด.มะลิวัลย์ ด.หนองเรือ อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	กากอ้อย			
KKU W 10	บ.น้ำตาลมิตรภูเวียง ม.1 ด.มะลิวัลย์ ด.หนองเรือ อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	กากหม้อกรอง			
KKU W 11	บ.น้ำตาลมิตรภูเวียง ม.1 ด.มะลิวัลย์ ด.หนองเรือ อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ขี้เถ้า			
KKU W 12	บ.น้ำตาลมิตรภูเวียง ม.1 ด.มะลิวัลย์ ด.หนองเรือ อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ปูนขาว(ญี่ปุ่นขาว)			
KKU W 13	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	กากอ้อย			
KKU W 14	บ.น้ำตาลขอนแก่น จ.ขอนแก่น	กากหม้อกรอง			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
KKU W 15	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	ชี้น้ำ			
KKU W 16	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	ปูนขาว			
KKU W 17	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	กากอ้อย			
KKU W 18	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	กากน้ำตาล			
KKU W 19	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	ปูนขาว			
KKU W 20	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	ชี้น้ำ			
KKU W 21	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	เปลือกมะพร้าว			
KKU W 22	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	กากมันแห้ง			
KKU W 23	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	เปลือกมันร้อนแห้ง			
KKU W 24	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	เปลือกมันร้อนเปียก			
KKU W 25	บ.น้ำตาลขอนแก่น 43 ม.10 ต.น้ำพอง อ.น้ำพอง จ.ขอนแก่น	กากอ้อย			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
KKU W 26	บ.รวมเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด 99 ค.โคกสะอาด อ.อุทัย จ.ชัยภูมิ	ซีเมนต์			
KKU W 27	บ.ชัยภูมิอุตสาหกรรม จำกัด จ.ชัยภูมิ	เปลือกมันร่อนแห้ง			
KKU W 28	บ.ชัยภูมิอุตสาหกรรม จำกัด จ.ชัยภูมิ	เปลือกมันร่อนเปียก			
KKU W 29	เล้งย่งช้าง จ.ชัยภูมิ	เปลือกข้าวโพด			
KKU W 30	ตรงกิจพืชผล จ.ชัยภูมิ	เปลือกถั่วเหลืองใหม่			
KKU W 31	ตรงกิจพืชผล จ.ชัยภูมิ	เปลือกถั่วเหลืองเก่า			
KKU W 32	ชัยยงพานิช จ.ชัยภูมิ	กากนุ่น			
KKU W 33	ชัยยงพานิช จ.ชัยภูมิ	เม็ดนุ่น			
KKU W 34	โรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์ 237 หมู่ที่ 2 ต.บุรีรัมย์-สาว เอ.ต.หินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ โทร.044-612775	กากน้ำตาล			
KKU W 35	โรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์ 237 หมู่ที่ 2 ต.บุรีรัมย์-สาว เอ.ต.หินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ โทร.044-612775	กากหม้อกรอง			
KKU W 36	โรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์ 237 หมู่ที่ 2 ต.บุรีรัมย์-สาว เอ.ต.หินเหล็กไฟ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ โทร.044-612775	กากช้อย			
KKU W 37	โรงสีไฟฟ้าพัฒนา 449 ม.22 ต.สตึก-เมืองแคว ต.นิคม อ.สตึก จ.บุรีรัมย์	เกล็ด			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ /ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุดิบใช้
KKU W 38	โรงสีหสมบูรณ์ จ.มหาสารคาม	แกลบ			
KKU W 39	โรงสีทองพยับ จ.มหาสารคาม	รำหยาบ(ข้าวเหนียว)			
KKU W 40	โรงสีทองพยับ จ.มหาสารคาม	รำอ่อน(ข้าวเหนียว)			
KKU W 41	โรงสีทองพยับ จ.มหาสารคาม	รำหยาบ(ข้าวเจ้า)			
KKU W 42	โรงสีทองพยับ จ.มหาสารคาม	รำอ่อน(ข้าวเจ้า)			
KKU W 43	โรงสีทองพยับ จ.มหาสารคาม	แกลบ			
KKU W 44	บ.มาบุญครองศิริชัย 25 ต.มะเกลือใหม่ อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา 30170	เปลือกมะม่วงหิมพานต์(แห้ง)			
KKU W 45	บ.มาบุญครองศิริชัย 25 ต.มะเกลือใหม่ อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา 30170	เปลือกมะม่วงหิมพานต์(ใหม่)			
KKU W 46	บ.มาบุญครองศิริชัย 25 ต.มะเกลือใหม่ อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา 30170	เห็ดเมล็ด			
KKU W 47	บ.อินตัสเตเรียล โปรดักส์ จำกัด 88/8 ม.1 มะเกลือใหม่ อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา 30170	เปลือกมะม่วงหิมพานต์สด			
KKU W 48	บ.อินตัสเตเรียล โปรดักส์ จำกัด 88/8 ม.1 มะเกลือใหม่ อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา 30170	เปลือกมะม่วงหิมพานต์แห้ง			
KKU W 49	บ.สงวนวงศ์ จำกัด จ.นครราชสีมา	เปลือกมันร้อนแห้ง			
KKU W 50	บ.สงวนวงศ์ จำกัด จ.นครราชสีมา	เปลือกมันร้อนเปลือกแรก			
KKU W 51	บ.สงวนวงศ์ จำกัด จ.นครราชสีมา	เปลือกมันร้อนเปลือกสอง			
KKU W 52	บ.สงวนวงศ์ จำกัด จ.นครราชสีมา	กากมันเปียก			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุเหลือใช้
KKU W 53	บ. น้ำตาลนครราชสีมา จ.นครราชสีมา	กากอ้อย			
KKU W 54	บ. น้ำตาลนครราชสีมา จ.นครราชสีมา	กากหม้อกรอง			
KKU W 55	บ. น้ำตาลนครราชสีมา จ.นครราชสีมา	กากน้ำตาล			
KKU W 56	บ. ก้าวหน้าโภคภัณฑ์ จ.อุบลราชธานี	กากเลนเผา			
KKU W 57	บ. ก้าวหน้าโภคภัณฑ์ จ.อุบลราชธานี	ฝุ่นอาหารสัตว์			
KKU W 58	บ. แก่นเจริญ จำกัด จ.ขอนแก่น	กากมันปืยก			
KKU W 59	บ. ซีพีเอสตาเรช จำกัด จ.ศรีสะเกษ	เปลือกถั่วมันร้อนแห้ง			
KKU W 60	บ. ซีพีเอสตาเรช จำกัด จ.ศรีสะเกษ	เปลือกถั่วมันร้อนเปียก			
KKU W 61	บ. ซีพีเอสตาเรช จำกัด จ.ศรีสะเกษ	กากมันแห้ง			
KKU W 62	บ. ทานตะวัน โฮมโปรดัคส์ จำกัด จ.ขอนแก่น	ปุ๋ยฝุ่น			
KKU W 63	บ. ทานตะวัน โฮมโปรดัคส์ จำกัด จ.ขอนแก่น	เมล็ดถั่ว			
KKU W 64	บ. แก่นขวัญ จำกัด จ.ขอนแก่น	ส่าหรี			

ตัวอย่างวัตถุธรรมชาติ

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุเหลือใช้
KKU R 1	โรงโม่หินศิลาต้อยต้ง จ.หนองบัวลำพู	หินฝุ่น			
KKU R 2	โรงโม่หินสากพัฒนา จ.หนองบัวลำพู	หินฝุ่น			
KKU R 3	โรงโม่หินสินวัง จ. หนองบัวลำพู	หินฝุ่น			
KKU R 4	โรงโม่หินบึงขิงกิจเดช จ.เลย	หินฝุ่น			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ ก/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุดิบใช้
KKU R 5	โรงโม่หินสหศิลาเลย จ.เลย	หินฝุ่น			
KKU R 6	โรงโม่หินสุรธรรม์การศิลา จ.เลย	หินฝุ่น			
KKU R 7	โรงโม่หินศิลาผาทอง จ.เลย	หินฝุ่น			
KKU R 8	บ.โพแทสอาเชียน จ.ชัยภูมิ	วัสดุพลอยได้จากการทำเหมือง			
KKU R 9	โรงโม่หินชุมแพรุ่งเรือง จ.ขอนแก่น	หินฝุ่น			
KKU R 10	โรงโม่หินผลิตภัณท์ศิลาศรีบุรี จ.ขอนแก่น	หินฝุ่น			
KKU R 11	โรงโม่หินสหภักดีแผ่นดินขอนแก่น จ.ขอนแก่น	หินฝุ่น			
KKU R 12	โรงโม่หินมุ่งเจริญ จ.สุรินทร์	หินฝุ่น			
KKU R 13	โรงโม่หินศิลาทิพย์ จ.สุรินทร์	หินฝุ่น			
KKU R 14	โรงโม่หินสุรินทร์เทพศิลา จ.สุรินทร์	หินฝุ่น			
KKU R 15	โรงโม่หินศิลาอุทอง จ.อุบลราชธานี	หินตลูก			
KKU R 16	โรงโม่หินศิลาชัย จ.บุรีรัมย์	หินฝุ่น			
KKU R 17	โรงโม่หินหินลาด จ.บุรีรัมย์	หินฝุ่น			
KKU R 18	โรงโม่หินสมบูรณ์สุข จ.บุรีรัมย์	หินฝุ่น			
KKU R 19	โรงโม่หินอ.โคกอุดมศักดิ์ จ.นครราชสีมา	หินฝุ่น			
KKU R 20	โรงผลิตปูนขาวอ.โคกอุดมศักดิ์ จ.นครราชสีมา	เศษหินก่อนโม่(หินฝุ่น)			
KKU R 21	โรงผลิตปูนขาวอ.โคกอุดมศักดิ์ จ.นครราชสีมา	ปูนดิบ(ทำปูนขาวไม่ได้)			
KKU R 22	โรงผลิตปูนขาวอ.โคกอุดมศักดิ์ จ.นครราชสีมา	ขี้เถ้าจากการทำปูนขาว			
KKU R 23	โรงผลิตปูนขาวอ.โคกอุดมศักดิ์ จ.นครราชสีมา	ปูนขาว			
KKU R 24	โรงโม่หินศิลาสาเกตพัฒนา จ.นครราชสีมา	หินฝุ่น			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุดิบที่ใช้
KKU R 25	โรงโม่หินสีลาพรพิรุณ จ.นครราชสีมา	หินฝุ่น			
KKU R 26	โรงโม่หินกัมพูชาวิทย์กุลกิจ จ.นครราชสีมา	หินฝุ่น			
KKU R 27	โรงโม่หินภูเงินเอ็นจินยี่ริง จ.ศรีสะเกษ	หินฝุ่น			
KKU R 28	บ้านหนองนาเจริญ จ.อุดรธานี	ดินบริเวณหลุมเจาะ (เหมืองโพแคต)			
KKU R 29	บ. หนองคายศิริทิพย์ จำกัด จ.หนองคาย	กรวดแม่น้ำโขง (หินฝุ่นจากการไม่กรวดแม่น้ำ)			

ตารางที่ 9 ข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมในบริเวณภาคเหนือที่มีวัสดุพลอยได้ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นรายได้
จังหวัดเชียงใหม่

ลำดับ	ชื่อ ก่อตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัสดุเหลือใช้
1	บ. เค. ซี. อุตสาหกรรมอาหาร จำกัด 191 หมู่ 1 ถนน สันป่าตอง-บ้านกรวด ต.ทุ่งสะโตก อ. สันป่า ตอง จ. เชียงใหม่	แปรรูปผัก ผลไม้กระป๋อง	พืชผัก ผลไม้ ข้าวโพด 10,405 ตัน มะเขือเทศ 5,700 ตัน มะม่วง 2,080 ตัน	ข้าวโพดกระป๋อง 161,404 ทิป น้ำมันพืช 157,433 ทิป	เปลือกและขี้ข้าวโพดเคี้ยว ละ 70 ตัน
2	บ. เชียงใหม่วันนิทัศน์ จำกัด 17/1 อ. จุฬาภิรมย์ หมู่ 5 ต. ฟ้ายาม อ. เมือง จ. เชียงใหม่	ผักและผลไม้คอง	ผลไม้สด 10 ตัน ลูกท้อสด 20 ตัน ผักกาด 10 ตัน กระเทียมสด 30 ตัน	ผลไม้คอง 10 ตัน ลูกท้อคอง 15 ตัน ผักคอง 5 ตัน กระเทียมคอง 25 ตัน	
3	หือปฟาร์มการเกษตร หมู่ 3 ซอยบ้านแม่หวาน ต. ป่าเมียง อ. คอยสะเกิด จ. เชียงใหม่	น้ำผลไม้	ผลไม้สด 156 ตัน น้ำตาลทราย 80 ตัน	น้ำฝรั่งพาสเจอร์ไรส์ 1,444,000 ขวด(250 ซีซี)	
4	บ. รอยเกษตรกรรม จำกัด 292 อ. เชียงใหม่-ฝาง หมู่ 1 ต. ริมเหนือ อ. ริมวิม จ. เชียงใหม่	ทำขนมมะเขือเทศและ ผลไม้กระป๋อง	มะเขือเทศ 3,000,000 กก. ข้าวโพด ฝักอ่อน 150,000 กก. ลิ้นจี่ 300,000 กก. ลำไย 200,000 กก.	ขนมมะเขือเทศ 25,000 ปีบ ข้าวโพดฝักอ่อน 1,000 ทิป ลิ้นจี่ 20,000 ทิป ลำไย 10,000 ทิป	
5	บ. เอรารีนฟู๊ด จำกัด 381/1 หมู่ 1 ต. แม่ข่า อ. ฝาง จ. เชียงใหม่	อาหารกระป๋องและคอง ผักผลไม้	ลิ้นจี่ 200,000 กก. ลำไย 150,000 กก. ข้าวโพดฝักอ่อน 200,000 กก.	ลิ้นจี่ 200,000 กก. ลำไย 150,000 กก. ข้าวโพดฝักอ่อน 200,000 กก.	
6	บ. อาหารภาคเหนือ จำกัด 323 อ. ลำพูน-สันป่า ตอง หมู่ 1 ต. หอนางทอง อ. หางดง จ. เชียงใหม่	ผักผลไม้กระป๋อง	ลำไย 30 ตัน เห็ดแชมปิญอง/ข้าวโพด ฝักอ่อน 10 ตัน หมนอไม้ 5 ตัน	ลำไย/ลิ้นจี่ 10,000 โหล เห็ด แชมปิญอง/ข้าวโพด 5,000 โหล หมนอไม้ 3,000 โหล	
7	บ. สันติภาพเทรดดิ้ง จำกัด 35 อ. หางดง-สะเมิง หมู่ 6 ต. หอนางทอง อ. หางดง จ. เชียงใหม่	แตงกวาคอง จิ้งคอง มะเขือคอง	แตงกวาสด 2,000 ตัน มะเขือสด 1,000 ตัน แตงกวาญี่ปุ่นสด 1,500 ตัน	แตงกวาคอง 1,125 ตัน มะเขือคอง 450 ตัน แตงคอง 675 ตัน	
8	บ. สหพัฒน์เทรด จำกัด หมู่ 13 อ. เชียงใหม่-พร้าว ต. แม่แฝดใหม่ อ. สันทราย จ. เชียงใหม่	ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ 1,000,000 กิโลกรัม			

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุดิบใช้
9	หจก. วิสัยทัศน์ อิมพอร์ต-เอกซ์พอร์ต หมู่ 2 ถ. เชียงใหม่-พร้าว ต.แม่หอพระ อ. แม่แตง	สกัดน้ำมันพืช			
10	บ.เกษตรนิคมอุตสาหกรรมอาหาร จำกัด 94 หมู่ 1 ถ. เชียงใหม่-ลำปาง อ.สารภี	ผลิตภัณฑ์ผลไม้บรรจุกระป๋อง			
11	หจก. โรงสีชัยศรีเชียงใหม่ 206 หมู่ 2 ถ.เชียงใหม่-ลำปาง ต.หนองผึ้ง อ.สารภี จ.เชียงใหม่ โทร.321270	สีข้าว 160 เกวียน/วัน			
12	บ.โรงสีข้าวเชียงใหม่ชัยวิวัฒน์ จำกัด หมู่ 1 ถ. เชียงใหม่-ฮอด ต.แม่ฮิอ อ.เมือง จ.เชียงใหม่	สีข้าว 120 เกวียน/วัน			
13	บ.น้ำตาลทรายเชียงใหม่ 54 หมู่ 1 ถ.สันกำแพง-ลำพูน ต.แม่ช้าง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ โทร. 248432	ผลิตน้ำตาลทราย			
14	บ. ขวามิ่ง หมู่ 3 ถ.สุขุมวิท 30 ต.ท่าศาลา อ.เมือง จ.เชียงใหม่ โทร.245683	ผลิตใบชาแห้งและใบชาผง			
15	โรงงานสุรา บ.ทิพย์นิมิตร หมู่ 2 ถ.เจริญประเทศ ต.ป่าแดด อ.เมือง จ.เชียงใหม่ โทร. 235211	ผลิตสุรากลั่นและสุราผสม			
16	โรงงานสุรา บ.สุรทิพย์วิญญู หมู่ 4 ถ.เชียงใหม่-สันทราย ต.แม่แฝด อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ โทร. 248402	ผลิตสุรากลั่นและสุราผสม			
17	บ.โรงเลื่อยจักรร้างผือ จำกัด 234 ถ.เชียงใหม่-ฮอด ต.แม่หิยะ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ โทร.281020	เลื่อยไม้(เครื่องจักรขนาด 142 แรงม้า)			
18	บ.ไซเอมโอบคไทยออร์คิดออร์ปอร์ชั่น จำกัด 384 หมู่ 5 ต.ศรีดงเย็น อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่	บ่มใบยาสูบ			

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัสดุเหลือใช้
19	บ.เรียงใหม่มีอิตตัง จำกัด 33 หมู่ 5 อ.เรียงใหม่-ลำปาง ค.ยางมิ่ง อ.สารภี จ.เชียงใหม่	ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแช่แข็ง			
20	บ.เสาคอมทอง จำกัด หมู่ 6 บ้านแท่นคอกไม้ อ.เรียงใหม่-สอ ค.สบเตี๊ยะ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ โทร.341326	ไม้เยื่อหุ้ม 146,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี			
21	โรงไม้หินสหพนสิทธ์ หมู่ 4 อ.หางดง-สะเมิง ค.บ้านปง อ.หางดง จ.เชียงใหม่	ไม้หิน			
22	โรงไม้สยามเงินทวี หมู่ 3 อ.เรียงใหม่-เชียงราย ค.เจียงคอย อ.คอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ โทร.245880	ไม้หิน			

จังหวัดเชียงราย

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัสดุเหลือใช้
1	บ.บี.บี.เวลลอปมันด์ จำกัด 99/1 หมู่ 1 อ.เชียงราย-ดงมะคะ ค.แม่กรณ์ อ.เมือง จ.เชียงราย	ผลิตภัณฑ์อาหารจากผักและผลไม้	สตรอเบอร์รี่ ลิ้นจี่ มะม่วง ฝรั่งขาวแดง ข้าวโพดสีก่อน ถั่วเหลือง ผลไม้ต่างๆ เช่น กล้วย ส้ม อย่างละ 100 ตัน ลำไย เสาวรส 400 ตัน	ผลไม้กระป๋อง 400 ตัน ผักบรรจุกระป๋อง 100 ตัน ผักของซีอิ๊ว 100 ตัน ผัก-ผลไม้แช่แข็ง 100 ตัน แยมต่างๆ 50 ตัน	
2	บ.ไทยพัฒนาพืชผล(2525) จำกัด 186 หมู่ 3 บ้านห้วยसानดอกจัน ค.จอมหมอกแก้ว อ.เมือง จ.เชียงราย	ดอกไม้และพืชผลการเกษตร	จิง 300 ตัน ผัก 400-500 ตัน บัว 100 ตัน	จิงสดแช่แข็ง 2,000 ตัน จิงคอง 1,000 ตัน บัวคอง 100 ตัน ผักคอง 500 ตัน	
3	บ.แผนสตา จำกัด หมู่ 1 บ้านสันมะเกิด อ.เชียงราย-เรียงใหม่ ค.หัวฝาย อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย	เห็ดอบแห้ง บรรจุเห็ดสด และเห็ดอบแห้งในถุง	เชื้อเห็ดจากไม้ยาพารา 850 ตัน ข้าวโพดป่น 36 ตัน ราข้าว 36 ตัน ปูนขาว 2,400 กก.	เห็ดบรรจุในภาชนะ 3 ตัน ก่อนเห็ดเห็ดสด 800,000 ก้อน	

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
4	บ.สหหลวงพืชไร่การเกษตร จำกัด หมู่ 5 บ้านป่าบางควีชัย อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย	ผักผลไม้คอง	ผักกาดขาวปลี 3,000 ตัน จิง 900 ตัน หน่อไม้ 60 ตัน แดงกว่า 60 ตัน	ผักกาดขาวปลีคอง 2,100 ตัน จิงคอง 630 ตัน หน่อไม้คอง 42 ตัน แดงกว่าคอง 56 ตัน	
5	ตลาดนิคมใบยาเบียงปง 109 หมู่ 2 อ.ป่าแดด จ.เชียงราย	บ่มใบยา		120,000 กก.	
6	โรงบ่มใบยาศรีถ้อย หมู่ 3 ต.แม่สรวย-เวียงป่าเป้า ต.ศรีถ้อย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย	บ่มใบยาสูบ		จำนวน 39 เต้า	
7	บ.สยามจากปอณิกฟลาวร์ จำกัด 111 หมู่ 3 ซ.ปอแก้ว-สันหลวง ต.แม่จัน-เวียงแสน ต.จอมสวรรค์ อ.แม่จัน จ.เชียงราย	อบเมล็ดพืช สีส้ม ผลิตแป้งข้าว		ผลิตแป้งข้าว ได้ปีละ 22,300 ตัน	
8	อาหารเวียงเหนือ จำกัด หมู่ 5 ต.เวียงราษฎร์เจริญใหม่ ต.เวียง อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย	ผักและผลไม้กระป๋อง			
9	บ.สันติภาพ(ฮั่วเฟิง 1958) จำกัด 208 หมู่ 4 ต.ประจักษ์ หมู่บ้าน โส๊ะ ต.แม่สรวย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย	แดงกว่าคอง จิงคอง และผักคองอื่น ๆ			
10	หจก.เหล้าเหลียง(1976) จำกัด 15 หมู่ 8 ต.พหลโยธิน ต.แม่จัน อ.แม่จัน จ.เชียงราย	สีข้าวชนิดแยกเกล็ดแคร์รา		120 เกรียน/วัน	
11	บ.โรงสีเสถียรรุ่งเรือง จำกัด 925-927 หมู่ 1 ต.พหลโยธิน ต.เมืองพาน อ.พาน จ.เชียงราย	สีข้าวชนิดแยกเกล็ดแคร์รา		90 เกรียน/วัน	
12	โรงสีพชรไพฑูรย์ 470 หมู่ 9 ต.พหลโยธิน ต.เมืองพาน อ.พาน จ.เชียงราย	สีข้าว		120 เกรียน/วัน	
13	หจก. โรงสี ก.พหลโยธิน 123 หมู่ 2 ต.พหลโยธิน ต.เมืองพาน อ.พาน จ.เชียงราย	สีข้าว		120 เกรียน/วัน	

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
14	หจก. โรงสรรนา โชติ 39 หมู่ 2 ถ.เชียงราย-เทิง ต.ท่าสาย อ.เมือง จ.เชียงราย	สีข้าว		90 ไร่/วัน	
15	บ.ขงพาณิชย์ 23 หมู่ 1 ถ.เชียงราย-เทิง ต.ท่าสาย อ.เมือง จ.เชียงราย	ทำเส้นมัน		เดือนละ 120 ตัน	
16	บ.จวีเจริญ ฟู้ดส์ จำกัด หมู่ 9 ซ.แม่มาลาว ต.เวียงกาหลง อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย	คองจิงและผลไม้			
17	บ. บี บี ดีเวลล็อปเม้นต์ จำกัด 99/1 หมู่ 1 ถ.เชียงราย-คงมะคะ ต.แม่กรณ์ อ.เมือง จ.เชียงราย	ทำผลิตภัณฑ์อาหารจากผักและผลไม้ เช่นอาหารแช่แข็ง อาหารกระป๋อง อาหารบรรจุขวด อาหารตากแห้ง			
18	บ.คอบคำผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด 117 หมู่ 6 ถ.พหลโยธิน ต.ป่าซาง อ.แม่จัน จ.เชียงราย	ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากผักและผลไม้ บรรจุอาหารกระป๋อง ผัก ผลไม้แช่แข็ง และแก๊งถ้วยเหลือง			
19	บ.ไทยศศิวิทย์แปรรูปเคจอร์รี่ จำกัด 326 หมู่ 4 ต.เวียงกอก อ.เมือง จ.เชียงราย	ผลิตภัณฑ์จากใบหญ้าหวาน			

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัดฉะเชิงเทรา

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สถานประกอบการ	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัสดุเหลือใช้
1	บ.ฟาร์มแฟรชแมนูแฟกเจอริง จำกัด 98 บ้านร่อง อ.บ้านปึก หมู่ 2 ต.หนองส้ม อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา	ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเข้มข้น	มะเขือเทศ 720 ตัน	น้ำมะเขือเทศเข้มข้น 120 ตัน	
2	บ.อาหารสากล จำกัด 64 อ.จุฬาภรณ์ไฮเวย์ หมู่ 1 ต.ปางแสน อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา	ผลิตภัณฑ์ปอกระดอง และอาหารกระป๋อง	ผักและผลไม้สด 18,712 ตัน	ผักและผลไม้กระป๋อง 626,486 หีบ	
3	บ.ลำปางฟู้ดโปรดักส์ จำกัด 150 หมู่ 4 ต.ท่าล้อ-หัวขี้ผึ้ง ต.บ้านป่า อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา	ผลิตภัณฑ์และผลไม้กระป๋อง	สับปะรด 15,600 ตัน หน่อไม้ 1,600 ตัน ข้าวโพดอ่อน 1,440 ตัน	ผักและผลไม้ 1,724,000 กระป๋อง	
4	บ้านฝั่ง-อินทจักร หมู่ 9 อ.สายท่าล้อ-หัวขี้ผึ้ง ต.บ้านเอื้อม อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา โทร.218276	ปมใบยาสูบ			
5	หจก. อินทจักรลำปาง หมู่ 4 อ.บ้านเจด-ท่าล้อ ต.ทุ่งกร้าว อ.เมืองปาน จ.ลำปาง	ปมใบยาสูบ			
6	หจก.สามัญญินิคมอุตสาหกรรม 123 หมู่ 12 ต.ชมพู อ.เมือง จ.ลำปาง โทร.218276	กะเพาะเปลือกกล้วย			
7	หจก.ลำปางปรวมจิตต์ 266 อ.พหลโยธิน ต.ชมพู อ.เมือง จ.ลำปาง	ปิ่นนุ่น และการทำตุ๊กตาเส้นใยฝ้ายสำหรับใช้ทำเบาะนอน			
8	โรงโม่หินเหมืองแม่เมาะ หมู่ 2 ต.แม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง	โม่ บด ข่อยหิน		โม่ บด ข่อยหิน ได้ปีละ 120,000 ตูบกาศก์เมตร	
9	บ.ที โอ ที คอนสตรัคชั่น จำกัด บริเวณป่าสงวนแห่งชาติแม่เมาะ ต.แม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง	โม่ บด ข่อยหิน		โม่ บด ข่อยหิน กำลังการผลิต 24,000 ตูบกาศก์เมตร/ปี	
10	บ.ไทยเมคซิม เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด หมู่ 4 อ.เกาะคา ต.ศรีบงกช อ.เกาะคา จ.ลำปาง	ทำน้ำตาลทรายแดง			

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
11	โรงงานน้ำตาลลำปาง เลขที่ 325 หมู่ 7 ถ.พหลโยธิน ต.ศาลา อ.เกาะคา จ.ลำปาง	ทำน้ำตาลทรายดิบและน้ำตาลทรายขาว		กำลังการผลิต 2,936 ตันต่อวัน	
12	บ.ภัทรรัตน์ เบลล์ แอนด์ มิเนอรัล (1992) จำกัด เลขที่ 80 หมู่ 15 ถ.ลำปาง-แจ้ห่ม ต.กล้วยแพะ อ.เมือง จ.ลำปาง	บดหินผุ			
13	บ.ลำปางกาลีน ไมนิ่ง จำกัด เลขที่ 140 หมู่ 3 ถ.ลำปาง-แจ้ห่ม ต.ทุ่งผาข อ.เมือง จ.ลำปาง	บดหินผุ			
14	บ.อุตสาหกรรมกระดูกสัตว์ จำกัด หมู่ 7 ต.แม่ไร่ อ.แม่ทะ จ.ลำปาง	ทำกระดูกป่น กระดูกเม็ด และอาหารสัตว์			

จังหวัดเพชรบูรณ์

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
1	บ.ไทยคอมมอดิตี จำกัด 83 หมู่ 5 ต.ฝายนาแซง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์	จึงดอง	จึงสด 1,000 ตัน แดงกว่า 80 ตัน	จึงดอง 740 ตัน แดงกว่าดอง 60 ตัน	
2	บ.อุตสาหกรรมเกษตรเขาค้อ จำกัด หมู่ 1 ต.สะเดา พง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์	ผลิตน้ำผลไม้กระป๋อง และผักบรรจุกระป๋อง	ผลไม้ 400 ตัน หน่อไม้ 12 ตัน ผัก 16 ตัน	น้ำผลไม้ 12 ตัน หน่อไม้ 10 ตัน ผัก 12 ตัน	

ตารางที่ ๑ (ต่อ)

จังหวัดแพร่

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
1	หจก.รัตนพาณิชย์เครื่องกระป๋อง อ.เด่นชัย จ.แพร่ หมู่ 2 ต.เด่นชัย อ.เด่นชัย จ.แพร่	ผลิตภัณฑ์ไม้บรรจุกระป๋อง หรือป๊อป	มะม่วง 33,000 กก. ลำไย 49,760 กก. มะพร้าว 80,000 กก. น้ำตาลทราย 8,000 กระสอบ	มะม่วงในน้ำเชื่อม 2,000 หีบๆ ละ 24 กระป๋อง ลำไยในน้ำเชื่อม 3,110 หีบๆ ละ 24 กระป๋อง มะพร้าว 3,000 หีบๆ ละ 24 กระป๋อง	
2	บ. โรงเลื่อยจักรแพร่ไพรวิน จำกัด 463 หมู่ 7 อ.เด่นชัย จ.แพร่	เลื่อยไม้			

จังหวัดน่าน

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
1	โรงบ่มใบยาสูบ 2 หมู่ 6 อ.เจ้าฟ้า ศ.ศรีสะเกษ อ.มา น้อย จ. น่าน	บ่มใบยาสูบ		บ่มใบยาสูบ 80,000 กก.	
2	น่านวงศวิกรมการเกษตร 548 หมู่ 5 อ.เชียงกลาง- บ้านท่าเวียง ต.เชียงกลาง-บ้านท่าเวียง อ.เชียงกลาง จ.น่าน	ทำมันเส้น		ทำมันเส้น ได้เดือนละ 200 ตัน	
3	บ.ลพไถ้ฟู้ดส์ จำกัด 89 หมู่ 8 อ.บ้านใหม่เจริญ อ.ใหม่เจริญ-สกลาค.สถาน อ.บัว จ.น่าน	คองคัก		ปีละ 7,000 ตัน	
4	อุทัยเกษตรคานสา 185 หมู่ 6 อ.นาบึง น่านคณ.นา บึง กิ่งอำเภอเพียง จ.น่าน	ทำกระดาดสา	กำลังการผลิต 200,000 แผ่น/ปี		

ตารางที่ ๑ (ต่อ)

จังหวัดอุดรธานี

ลำดับ	ชื่อที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
1	หจก.เต่าชุมเหือง 268 ถ.อินใจมี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุดรธานี	ลูกตาลเชื่อม หน่อไม้บรรจุกระป๋องและป๊อป	ลูกตาล หน่อไม้ น้ำตาลทราย	ลูกตาลเชื่อมบรรจุกระป๋อง 800 โหล ลูกตาลเชื่อมบรรจุปี๊บ 1,000 ปี๊บ หน่อไม้บรรจุกระป๋อง 700 โหล หน่อไม้บรรจุปี๊บ 5,000 ปี๊บ	
2	บ.มัลติเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด 2711 หมู่ 3 อ.พิบูลย์โลก-เด่นชัย ต.ทุ่งตะโก อ.เมือง จ.อุดรธานี	กะเพราและอบบเมล็ดพืช			
3	สหพืชผล 431 ถ.สำราญวัน ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุดรธานี	อบพืช		อบพืชได้ 8,400 ตัน/ปี	
4	โรงไม้แสนขัน 4 หมู่ 11 ต.บ่อทอง อ.ทองแสนขัน จ.อุดรธานี	ไม้บ่อหิน		กำลังการผลิต 40,000 ลูกบาศก์เมตร	
5	บ.อุตสาหกรรมแปรรูปมันแกวชุมชน หมู่ 6 บ้านแก่ง-น้ำอ่าง ต.น้ำอ่าง อ.ศรีนคร จ.อุดรธานี	ทำแป้งมันสำปะหลัง			
6	บ.น้ำตาลไทยเอกสิทธิ์ จำกัด 42/1 หมู่ 6 อ.พัฒนาชนบท ต.ทุ่งตะโก อ.เมือง จ.อุดรธานี	น้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์			
7	โรงงานน้ำตาลอุดรธานี 206 หมู่ 3 อ.อุดรธานี-วังกะพืด ต.วังกะพืด อ.เมือง จ.อุดรธานี	น้ำตาลทราย			1,736 ตัน/ช้อย

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ	ชื่อ /ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุเหลือใช้
1	บ.ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด 99 หมู่ 9 ทางหลวงสาย 2211 ต.ศรีเทพ จ.พิษณุโลก	น้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์			
2	หจก. โรงสีพิษณุโลกศิระชัยยะ 338 หมู่ 1 ถ.พิษณุโลก-บางกระทุ่ม ต.วัดพริก อ.เมือง จ.พิษณุโลก	สีข้าว		41 เกวียน/ปี	
3	ทรัพย์ทวีพืชผล หมู่ 3 ถ.พิษณุโลก-หล่มสัก ต.แม่่งโสภา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก	ทำวันแค้น		เดือนละ 240 ตัน	
4	บ.น้ำตาลพิษณุโลก จำกัด 8/8 หมู่ 8 ถ.สายคันติบรรเทิง-บางกระทุ่ม ต.ไผ่ล้อม อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก	ทำน้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์		11,994 ตัน/อ้อย	
5	โรงสีไฟฟ้าวังบือ 185 หมู่ 5 ซ.บ้านป่าสัก ต.มะตอง อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก	สีข้าวชนิดแยกเกล็ดแยกรำ		20 เกวียน/วัน	
6	บ.คาร์กิลล์สยาม จำกัด 149 หมู่ 8 ถ.พิษณุโลก-เด่นชัย ต.บ้านป่า อ.เมือง จ.พิษณุโลก	ผลิตภัณฑ์สัตว์ เช่น อาหารไก่ อาหารสุกร อาหารเป็ด			
7	บ.เจริญโภคภัณฑ์อุตสาหกรรม จำกัด 178 หมู่ 4 ถ.สายพิษณุโลก-หล่มสัก ต.สมอแข อ.เมือง จ.พิษณุโลก	ผลิตภัณฑ์สัตว์ผสมสำเร็จรูป			
8	บ.โรงสีภัทรพันธ์ จำกัด 14 ถ.เอกาทศรถ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก	สีข้าวและสีข้าวมัน		120 เกวียน/วัน	

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัดพะเยา

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
1	บ.สหชัยไทยพืชผล จำกัด 68 ถ.พหลโยธิน หมู่ 4 ต.แม่ปิ่น อ.เมือง จ.พะเยา	จึงดอง	จึงสด 160,000 ตัน เกลือ 900 ตัน	จึงดอง 12,000 ตัน	
2	บ.โภชนาการเกษตร จำกัด 201 หมู่ 1 ถ.พะเยา-เชียงราย ต.หัวฝาย อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา	ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเข้มข้น พืช ผัก และผลไม้กระป๋อง	มะเขือเทศ 13,000 ตัน ลำไย ลิ้นจี่ 3,500 ตัน ข้าวโพดอ่อน 2,250 ตัน	มะเขือเทศกระป๋อง 2,000 ตัน ลำไย ลิ้นจี่กระป๋อง 1,000 ตัน ข้าวโพดอ่อนกระป๋อง 1,500 ตัน	
3	เอส ที ฟรุ๊ต หมู่ 9 ถ.พหลโยธิน ต.ศรีด้อย อ.แม่ใจ จ.พะเยา	อาหารบรรจุกระป๋อง	ลิ้นจี่ 180 ตัน ลำไย 180 ตัน วานหางจระเข้ 2,000 ตัน สับปะรด 100 ตัน	ลิ้นจี่กระป๋อง ลำไยกระป๋อง	
4	สถานีปั่นใบยา 156 หมู่ 7 ถ.พหลโยธิน ต.ศรีด้อย อ.แม่ใจ จ.พะเยา	บ่มใบยาสูบ	ใบยาสูบ 73 ตัน	ใบยาสูบอบแห้ง	
5	หสน. โรงสีข้าวนาเกิดเจริญ 266/1 หมู่ 9 ถ.พะเยา-ขุน ด.หัวฝาย อ.จุน จ.พะเยา	สีข้าว	ข้าว 120 เกวียน/วัน		
6	บ.โรงสีฟ้ายุ้งหงส์ จำกัด หมู่ 3 ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา	สีข้าว	ข้าว 70 เกวียน/วัน		
7	บ.พะเยาศิลานภัณฑ์ จำกัด หมู่ 3 ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา	ไม่ บด ข่อยหิน	หิน	ข่อยหิน 480,000 ลูกบาศก์เมตร/ปี	
8	บ.พิสิษฐ์ธุรกิจ จำกัด หมู่ 3 ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา	ไม่ บด ข่อยหิน	หิน	ข่อยหิน 499,000 ลูกบาศก์เมตร/ปี	

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัดสุโขทัย

ลำดับ	ชื่อ ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
1	หจก. พรอานวทรัพย์ 61/4 ถ.พิชัย ต.เมืองสวรรคโลก อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	กะเพาแปรรูปกวนและร่อนถั่ว			
2	หจก.สหไทยการแปรรูปและฝ้าย 60/1 หมู่ 10 ถ.พิชัย ตัดใหม่ ต.ในเมือง อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	ป่นอัดฝ้ายและนุ่น โดยใช้เครื่องจักร			
3	บ.พี เอ เอส พืชผลส่งออกและไซโต 61/4 ถ.พิชัย ต.เมืองสวรรคโลก อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	สกัดน้ำมันพืช ทำน้ำมันพืชบริสุทธิ์			

จังหวัดพิจิตร

ลำดับ	ชื่อ ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
1	โรงสีปฎิรูปที่ดินจังหวัดพิจิตร หมู่ 2 ต.หนองโสน อ.สามง่าม จ.พิจิตร	สีข้าว		70 ครัวบ/วัน	
2	ศิริมงคลกับคัลลือ 21 หมู่ 3 ต.ทับคล้อ อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร	สีข้าวชนิดแยกแกลบแยกรำ		120 ครัวบ/วัน	
3	บ.จิตรพิชญ จำกัด ต.เนินปอ อ.สามง่าม จ.พิจิตร	ผลิตแป้งข้าวเปียก แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า และจำหน่ายพืชตระกูลถั่ว			

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัดกำแพงเพชร

ลำดับ	ชื่อ /ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัสดุเหลือใช้
1	หจก.สีลากำแพงเพชร หมู่ 9 ต.พราหมณ์ ต.อ.พราหมณ์ จ.กำแพงเพชร	ไม่ บด ย่อยหิน			
2	หจก.พราหมณ์ ต.อ.พราหมณ์ หมู่ 9 ต.พราหมณ์ ต.อ.พราหมณ์ จ.กำแพงเพชร	ไม่ บด ย่อยหิน		5,000 ลูกบาศก์เมตร/ปี	
3	บ.ศรีชุมทรัพย์นครินทร์ จำกัด 55/2 หมู่ 5 ต.พหลโยธิน ต.นครชุม อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	อาหารกระป๋อง เช่น ลำไย หน่อไม้ฝรั่ง ถั่วลิสง สับปะรดบรรจุกระป๋อง ผลไม้ตามฤดูกาล			
4	หจก.พระพรหมกำแพงเพชร หมู่ 5 ต.ไตรรงค์ อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	มันอัดแข็ง		ได้เดือนละ 1,000 ตัน	
5	หจก.สุริยวิทย์ หมู่ 2 ต.คลองสมบูรณ์ อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร	มันอัดแข็ง		ได้เดือนละ 2,400 ตัน	
6	หจก.โรงงานวันแสนกำแพงเพชร หมู่ 5 ต.สายท่ามะเขือ ต.เทพนคร อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	ทำวันแสน			
7	หจก.โรงงานวันแสนคลองขลุง 9 หมู่ 1 ต.พหลโยธิน ต.คลองขลุง อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร	ทำวันแสนและแป้งสาลี			
8	โรงงานน้ำตาลทรายแดงดวงปัญญาสว่าง 48 หมู่ 7 ต.วังเขม อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร	ทำน้ำตาลทรายแดง		ได้ปีละ 120 ตัน	
9	บ.น้ำตาลทรายกำแพงเพชร จำกัด 152 หมู่ 2 ต.ไตรรงค์ อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	ทำน้ำตาลทรายดิบ และ น้ำตาลทรายขาว			

ตารางที่ ๑ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ ก่อตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัสดุเหลือใช้
10	บ.น้ำตาลนครเพชร จำกัด 333 หมู่ 9 อ.กำแพงเพชร-ท่ามะเขือ ต.ทพนคร อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	ทำน้ำตาลทรายดิบ และ น้ำตาลทรายขาว		6,763 ตันช้อย/วัน	
11	บ.กำแพงเพชรอาหารสัตว์ จำกัด หมู่ 3 อ.กำแพงเพชร-พิจิตร ต.นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	บดขยอ้อย-ใบอ้อย สำหรับทำอาหารสัตว์			

จังหวัดนครสวรรค์

ลำดับ	ชื่อ ก่อตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัสดุเหลือใช้
1	หจก. โรงงานวันแสนนครสวรรค์ 168 หมู่ 1 ต.นครสวรรค์ตึก อ.เมือง จ.นครสวรรค์	ทำรุ่นเส้น			
2	บ.น้ำตาลเกษตรไทย จำกัด 1/1 หมู่ 1 ต.หนองโพ อ.ตากสิน จ.นครสวรรค์	ทำน้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์			
3	โรงงานสุรากรมสรรพสามิต จังหวัดนครสวรรค์ 1 หมู่ 6 ต.บ้านแคน อ.บรรพตพิสัย จ.นครสวรรค์	สุขาขาวและสุราผสมตามสัญญาที่ทำไว้กับกรมสรรพสามิต			
4	บ.ไพรีนน้ำตาลไม้สด จำกัด 259/6 หมู่ 1 อ.นครสวรรค์-ท่าตะโก ต.ท่าตะโก อ.ท่าตะโก จ.นครสวรรค์	ทำเครื่องต้มจากผัก พืช หรือผลไม้บรรจุในภาชนะที่ผนึก			
5	บ.รวมผลอุตสาหกรรมนครสวรรค์ 1 หมู่ 7 ต.มะเกลือ อ.เมือง จ.นครสวรรค์	น้ำตาลทรายดิบและ น้ำตาลทรายขาว		8,800 ตันช้อย	

ตารางที่ ๑ (ต่อ)

จังหวัดตาก

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
1	บ.แม่สอดอาหารกระป๋อง จำกัด 296 ถนนเอเชีย หมู่ 1 ต.ท่าสายลวด อ.แม่สอด จ.ตาก	ผลิตลูกดาว หน่อไม้ปิ้ง หน่อไม้กระป๋อง	ลูกดาว 45,000 กก. น้ำตาล 30,000 กก. หน่อไม้สด 300,000 กก.	ลูกดาวเชื่อม 2,812 ปี๊บ หน่อไม้บรรจุปี๊บ 15,000 ปี๊บ	
2	บ.แม่ระมาดโปรดัคส์ จำกัด ถ.แม่สอด-แม่ระมาด หมู่ 12 ต.แม่จะรา อ.แม่ระมาด จ.ตาก	ทำหน่อไม้บรรจุปี๊บ	หน่อไม้สดเปลือกเปลือก 3,600 ตัน พืชผักผลไม้อื่นๆ 3,600 ตัน	หน่อไม้บรรจุปี๊บ 180,000 ปี๊บ หน่อไม้บรรจุกระป๋อง 1,200,000 กระป๋อง	

จังหวัดลำพูน

ลำดับ	ชื่อ/ที่ตั้งโรงงาน/สำนักงาน	ประเภทผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ(ต่อปี)	กำลังการผลิต(ต่อปี)	วัตถุประสงค์ใช้
1	บ.ทรอปิคอลฟรุคส์เมียร์ฟรุคส์ จำกัด 1/3 ถ.คอยคี-ป่าขวาง ต.ป่าสัก อ.เมือง จ.ลำพูน	ผลิตน้ำมะเขือเทศเข้มข้น และอาหารกระป๋อง	น้ำมะเขือเทศ 1,400 ตัน ข้าวโพดหวาน 125 ตัน ลิ้นจี่ 120 ตัน	น้ำมะเขือเทศ 10,000 ปี๊บ ข้าวโพดอ่อนกระป๋อง 8,000 กล่อง ๆ ละ 2 โหล	
2	บ.ไทยกรีนฟรุคส์ จำกัด 16/5 หมู่ 4 ต.หนองจี่ อ.เมือง จ.ลำพูน	ผักผลไม้บรรจุกระป๋อง	ลำไยสด 2,000 ตัน ลิ้นจี่ 80 ตัน ข้าวโพดอ่อน 250 ตัน หน่อไม้ 300 ตัน มะเขือเทศ 200 ตัน		
3	บ.สนิย์แออนด์โก จำกัด 8 หมู่ 6 ต.มะกอก อ.เมือง จ.ลำพูน	ผักและผลไม้อบแห้ง	ลำไย 70 ตัน ส้มหอม 75 ตัน กะหล่ำปลีอบแห้ง 3 ตัน	ลำไยอบแห้ง 50 ตัน ส้มหอมอบแห้ง 5 ตัน กะหล่ำปลีอบแห้ง 3 ตัน	

วัตถุประสงค์ที่ 2 : เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติที่สามารถใช้ประโยชน์ปรับปรุงบำรุงดิน และทดสอบหาประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชจากวัสดุ

โดยนำตัวอย่างวัสดุพลอยได้ที่เก็บมาจากโรงงานอุตสาหกรรม (organic material) และวัสดุจากธรรมชาติ (inorganic material) ทั้งเขตภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งไปวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ที่ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ดำเนินการไปแล้ว ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่างๆของวัสดุ

1.1.1 การหาความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) และความเข้มข้นของ N , P, K, Ca, และ Mg ในตัวอย่างวัสดุจากธรรมชาติ

1.1.2 การหาความเข้มข้นของ N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu, Fe และ C ในตัวอย่างวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

1.2 การหาข้อมูลด้านวัตถุคิบ(ต่อปี) โดยติดต่อหาข้อมูลปริมาณวัสดุพลอยได้จากโรงงาน และวัสดุจากธรรมชาติ(ต่อปี)จากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งวัสดุธรรมชาติ เพื่อนำมาจัดลำดับความสำคัญในงานวิจัย

1.3 จัดเรียงลำดับข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาการคัดเลือกตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยโดยถ้าเป็นวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมจะพิจารณาจากความเข้มข้นของ N ,P และ K เป็นหลักรวมทั้งปริมาณวัตถุคิบ (ต่อปี) แต่ถ้าเป็นวัสดุจากธรรมชาติจะพิจารณาจาก P ,K ,Ca และ Mg และปริมาณวัตถุคิบ (ต่อปี) เป็นหลัก

1.4 การสำรวจชุดดิน โดยการหาข้อมูลชุดดินที่สำคัญและครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคต่างๆ ที่จะใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติดินเพื่อหาตัวอย่างดินที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันซึ่งจะนำมาใช้ในการทดสอบหาคุณสมบัติที่สามารถใช้ปรับปรุงบำรุงดินและหาประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชจากวัสดุพืช รวมทั้งหามาตรฐานของอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ และเพื่อให้เกิดความชำนาญสำหรับผู้วิเคราะห์

ผลการดำเนินงาน

2.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุและปริมาณวัตถุคิบต่อปี

2.1.1 วัสดุธรรมชาติจากเขตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือจำนวนทั้งสิ้น 10, 33 และ 21 ตัวอย่าง ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 10, 11 และ 12

2.1.2 วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมจากเขตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ จำนวนทั้งสิ้น 40, 59, และ 47 ตัวอย่าง ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 13, 14 และ 15

2.2 ผลการพิจารณาการคัดเลือกตัวอย่างวัสดุเพื่อใช้ในการวิจัย (จากการปรึกษาหารือ ร่วมกันของ คณะทำงาน)

2.2.1 ผลการพิจารณาการคัดเลือกตัวอย่างวัสดุเพื่อใช้ในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อ 2 ของ โครงการฯ (เลือกวัสดุสำหรับปรับปรุงดิน) วัสดุจากธรรมชาติที่จะใช้ในงานวิจัย คือ หิน ฝุ่น ส่วนวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม คือ กากหม้อกรอง(filter cake) เพราะ วัสดุดังกล่าวมีปริมาณ Ca สูง มีค่า pH สูง มีปริมาณมาก หาง่าย และราคาถูก (รายละเอียด แสดงในตารางที่ 10- 15) โดยมีการปรับเปลี่ยนแผนการทดลองใหม่เพื่อความเหมาะสม ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{แผนการทดลองเดิม} &= \text{วัสดุ} \times \text{เนื้อดิน} \times \text{pH} \times \text{จำนวนซ้ำ} \times \text{จำนวนครั้ง(เดือน) ของการเก็บ ตัวอย่าง} \\ &= 3 \times 3 \times 2 \times 3 \times 30 = 2,430 \text{ ตัวอย่าง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{แผนการทดลองใหม่} &= \text{วัสดุ} \times \text{เนื้อดิน} \times \text{จำนวนซ้ำ} \times \text{จำนวนครั้ง(เดือน) ของการเก็บตัวอย่าง} \\ &= 5 \times 2 \times 3 \times 30 = 900 \text{ ตัวอย่าง}\end{aligned}$$

โดยวัสดุที่เลือกมี 5 ระดับ คือ 1. หินฝุ่นที่มีขนาด 3 มม.

2. หินฝุ่นที่มีขนาดเม็ดเล็กกว่า 3 มม.
3. หินฝุ่นที่มีขนาดเม็ดใหญ่กว่า 3 มม.
4. หินฝุ่นทุกขนาด (กละขนาด)
5. กากหม้อกรอง(filter cake)

ส่วนเนื้อดิน มี 2 ระดับ คือ 1. ดินเหนียว (เนื้อละเอียด) ที่มี ค่า pH ต่ำ

2. ดินทราย (เนื้อดินหยาบ) ที่มีค่า pH ต่ำ

สาเหตุที่เปลี่ยนแผนการทดลองเพราะ ถ้าใช้แผนการทดลองเดิมอาจทำให้สิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์ แต่ถ้าใช้แผนการทดลองใหม่ จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ 2 ของโครงการฯ ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนตัวอย่างวิเคราะห์ที่ลดลงไป จะนำไปเพิ่มในแผนงานวิจัยของวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ของโครงการฯ ซึ่งแผนการทดลองใหม่นี้ จะถือเป็นแนวปฏิบัติร่วมกันของทั้งสามมหาวิทยาลัยที่รับผิดชอบแต่ละภาค โดยจะใช้วัสดุและเนื้อดินชนิดเดียวกันแต่จะแตกต่างกันเฉพาะแหล่งของวัตถุดิบในแต่ละภาคเท่านั้น

2.2.2 ผลการพิจารณาการคัดเลือกตัวอย่างวัสดุ เพื่อใช้ในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อ 3 ของโครงการฯ (เลือกวัสดุสำหรับปลดปล่อยธาตุอาหาร) โดยการตัดสินใจเลือกวัสดุ วิจัยได้ยึดหลักเกณฑ์ดังนี้

1. ปริมาณธาตุอาหารพืชหลัก ได้แก่ N P K โดยถ้าวัสดุนั้นเป็น inorganic matter จะต้อง มี %P(total), %K ตั้งแต่ 10% , 5% ขึ้นไป ตามลำดับ และถ้าวัสดุนั้นเป็น organic matter จะต้อง มี %N, %P และ %K ตั้งแต่ 2%, 1% และ 1.5% ขึ้นไป ตามลำดับ (อย่างน้อยหนึ่งธาตุหรือมากกว่า)

2. ปริมาณวัสดุนั้นๆ สามารถนำมาใช้ในเชิงธุรกิจได้จริงหรือมีปริมาณมากพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้
3. หาได้ง่าย หรือนำเอามาใช้ได้ง่าย สะดวก มีราคาที่สามารถนำมาดำเนินการทางธุรกิจได้

โดยแต่ละภาคได้ทำการคัดเลือกวัสดุโดยใช้หลักการดังกล่าว เมื่อเลือกได้แล้วจึงจะทำการวิเคราะห์หาธาตุโลหะหนักที่มีความเป็นพิษ ซึ่งผลการคัดเลือกจากการจัดลำดับของแต่ละภาค พบว่าวัสดุที่คัดเลือกรวมกันมีรวมทั้งสิ้น 68 ตัวอย่าง ประกอบด้วย organic matter 66 ตัวอย่าง (ตามรายละเอียดในตารางที่ 16, 17 และ 18) และ inorganic matter 2 ตัวอย่าง (ตามรายละเอียดในตารางที่ 10, 11 และ 12) โดยจำแนกตามเขตพื้นที่ภาคต่าง ๆ และปริมาณธาตุอาหารพืชหลักได้ดังนี้

- ภาคกลาง มีวัสดุที่คัดเลือกไว้ประเภท organic matter 24 ตัวอย่าง และ inorganic matter 1 ตัวอย่าง
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีวัสดุที่คัดเลือกไว้ประเภท organic matter 17 ตัวอย่าง และ ไม่มีตัวอย่างที่เป็น inorganic matter
- ภาคเหนือ มีวัสดุที่คัดเลือกไว้ประเภท organic matter 25 ตัวอย่าง และ inorganic matter 1 ตัวอย่าง

ซึ่งวัสดุที่คัดเลือกไว้ประเภท organic matter บางชนิดมี N, P, K อย่างใดอย่างหนึ่งสูง บางชนิดมีทั้ง N และ P สูง บางชนิดมี ทั้ง N และ K สูง และ บางชนิดมี ธาตุอาหารหลักสูงทั้งสามอย่าง ส่วนวัสดุประเภท inorganic matter ที่ผ่านตามเกณฑ์การคัดเลือกมีน้อยตัวอย่าง ทางคณะทำงานอาจจะพิจารณาหาแหล่งตัวอย่างที่คาดว่าจะมีแร่ธาตุฯ เพิ่มเติม เช่น เหมืองโปแตส เป็นต้น

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์วัสดุจากธรรมชาติ เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	pH	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	ปริมาณวัตถุติด(ต่อปี)	หมายเหตุ
1	SUT 6	หินปูน	8.06	0.016	0.05	0.027	24.96	3.637	*	
2	SUT 7	เศษหิน	8.01	0.05	0.077	0.076	19.63		*	
3	SUT 12	ทรายถม	8.08	0.016	0.047	0.095	1.35		*	
4	SUT 13	หินปูน	8.9	0.026	0.028	0.017	15.89		*	
5	SUT 16	ทรายหยาบ	8.19	0.016	0.02	0.022	0.02	0.019	*	
6	SUT 17	ดินถม	8.18	0.041	0.059	0.16	1.05		*	
7	SUT 22	หินปูน	8.48	0.02	0.059	0.049	27.36		*	
8	SUT 23	หินปูน	8.57	0.021	0.071	0.049	27.71		*	
9	SUT 59	ยิปซัม (CaSO ₄)	8.65(10:40)	0.141	0	0.003	14.71		*	
10	SUT 60	Rock phosphate	-	-	21.23	-	-		*	จากเหมืองที่จังหวัดกาญจนบุรี (เก็บจากตัวอย่างที่นำมาจำหน่ายที่ จ. นครราชสีมา)

* มีปริมาณมาก

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์วัสดุธรรมชาติ เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือรับผลิตขอโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	pH	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	ปริมาณวัตถุคืบ(ต่อปี)	หมายเหตุ
1	KKUR1	หินปูน	8.50	0.016	0.088	0.013	33.64		*	
2	KKUR2	หินปูน	8.53	0.016	0.029	0.028	30.87		*	
3	KKUR3	หินปูน	8.69	0.016	0.088	0.072	30.15		*	
4	KKUR4	หินปูน	8.61	0.023	0.044	0.138	25.04		*	
5	KKUR5	หินปูน	8.70	0.013	0.036	0.010	33.53		*	
6	KKUR6	หินปูน	8.75	0.020	0.043	0.020	29.66		*	
7	KKUR7	หินปูน	8.75	0.016	0.039	0.048	28.28		*	
8	KKUR8	หิน	7.60	0.008	0.015	0.068	2.21		*	
9	KKUR9	หินปูน	9.63	0.006	0.037	0.016	3.43		*	
10	KKUR10	หินปูน	9.41	0.018	0.029	0.057	3.65		*	
11	KKUR11	หินปูน	9.35	0.010	0.034	0.022	3.48		*	
12	KKUR12	หินปูน	9.90	0.006	0.344	0.156	1.61	2.37	*	
13	KKUR13	หินปูน	8.69	0.013	0.284	0.097	1.46	2.25	*	
14	KKUR14	หินปูน	8.28	0.010	0.259	0.035	0.98	1.37	*	
15	KKUR15	หินคูลูก	9.28	0.010	0.209	0.462	2.34	3.75	*	
16	KKUR16	หินปูน	9.45	0.005	0.285	0.093	1.47	2.12	*	
17	KKUR17	หินปูน	9.47	0.001	0.287	0.100	1.34	2.37	*	
18	KKUR18	หินปูน	9.44	0.007	0.367	0.083	1.23	2.37	*	

ตารางที่ 11(ต่อ) ผลการวิเคราะห์วัสดุธรรมชาติ เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือรับผลิตขอปโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	pH	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	ปริมาณวัตถุคิบ(ต่อปี)	หมายเหตุ
19	KKU R19	หินปูน	8.56	0.005	0.050	0.008	26.47		*	
20	KKU R20	เศษหินก้อนไม่	12.23	0.010	0.033	0.023	34.13		*	
21	KKU R21	หินดิบ	12.27	0.005	0.044	0.016	36.58		*	
22	KKU R22	ชี้ถ้ำของหิน	12.28(20:40)	0.023	0.055	0.249	15.56		*	
23	KKU R23	ปูนขาว	12.34(20:40)	0.008	0.033	0.024	38.70		*	
24	KKU R24	หินปูน	9.76	0.006	0.044	0.093	18.22		*	
25	KKU R25	หินปูน	9.27	0.003	0.029	0.010	21.00		*	
26	KKU R26	หินปูน	8.91	0.000	0.039	0.492	1.47	1.62	*	
27	KKU R27	หินปูน	8.80	0.003	0.422	0.447	1.50	1.75	*	
28	KKU R28	ดินบริเวณหลุมเจาะ	8.32	0.022	0.007	0.060	0.31	0.03	*	
29	KKU R29	กรวดแม่น้ำโขง	8.64	0.004	0.069	0.097	0.47	0.62		
30	KKU R30	ปูนขาว	12.44	0.000	0.030	0.156	37.38			
31	KKU R31	ปูนขาว	12.3(20:40)	0.025	0.043	0.273	35.87			
32	KKU R32	ปูนขาว	12.31(20:40)	0.000	0.017	0.015	41.56			
33	KKU R33	ปูนขาว	12.33(20:40)	0.003	0.022	0.025	40.94			

*มีปริมาณมาก

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์วัสดุธรรมชาติ เขตภาคเหนือรับผลิตของปทุมมาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	pH	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	ปริมาณวัตถุดิบ(ต่อปี)	หมายเหตุ
1	CMU R1	rock phosphate	8.91	0.01	16.797	0.083	26.90	0.02	*	
2	CMU R2	Mica-I	9.16	0.01	0.005	0.043	0.09	0.03	*	
3	CMU R3	Mica-II	8.78	0.01	0.042	0.152	0.25	0.16	*	
4	CMU R4	feldspar	8.14	0	0.000	0.009	0.01		*	
5	CMU R5	หินฝุ่น	8.76	0	0.015	0.766	22.57		*	
6	CMU R6	หินฝุ่น	6.45	0.02	0.060	0.726	0.10		*	
7	CMU R7	หินฝุ่น	6.23	0.05	0.037	0.199	15.46		*	
8	CMU R8	เม็ดถ่านลิกไนต์	9.97	0.08	0.134	0.328	1.56		*	
9	CMU R9	เม็ดถ่านลิกไนต์	9.14(20:40)	0.13	0.023	0.439	5.52		*	
10	CMU R10	ปิบขี้หมู	8.81	0.01	0.010	0.018	15.00	0.2		
11	CMU R11	ขี้เถ้าลอย	12.25	0.01	0.079	1.725	6.00			
12	CMU R12	ตะกอนบ่อน้ำเสีย	9.85(10:40)	0.03	0.044	1.508	4.04			
13	CMU R13	เศษหิน	8.65	0.01	0.029	0.755	21.25	0.04		
14	CMU R14	แร่ฟลูออไรท์	8.94	0.01	0.022	0.052	30.60	0.03		
15	CMU R15	เศษหินฝุ่น	8.80	0.01	0.015	0.036	28.39			
16	CMU W10	ทรายล้างขั้วยจุดที่ 1	9.01	0.01	0.015	0.131	0.06	0.06	70,000-80,000 ตัน/ปี	100 บาท/คัน
17	CMU W11	ดินล้างขั้วยจุดที่ 2	8.15(20:40)	0.19	0.114	0.361	0.34	0.16		
18	CMU W12	ดินล้างขั้วยจุดที่ 3	7.95(20:40)	0.41	0.166	0.438	0.49	0.2		

ตารางที่ 12(ต่อ) ผลการวิเคราะห์วัสดุจากธรรมชาติ เขตภาคเหนือรับผลิตขอโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	pH	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	ปริมาณวัตถุคิบ(ต่อปี)	หมายเหตุ
19	CMU W14	ตะกอนบ่อน้ำเสียสวนดอก	5.74(10:40)	4.30	1.622	0.280	1.08	0.2	*	
20	CMU R16	rock phosphate		0.016	0.036				*	
21	CMU R17	rock phosphate		0.008	0.011				*	

*มีปริมาณมาก

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ธาตุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณธาตุคืบ (ต่อปี)	หมายเหตุ
1	SUT 1	เปลือกสับปรด	1.22	0.214	3.44	77.17	0.428	0.139	0.020	0.010	0.002	0.018	44.759	32,182 ตัน/ปี	ขายให้ใช้เลี้ยงวัว ตันละ 25 บาท
2	SUT 4	ใบสับปรด	0.84	0.059	2.00	83.2	0.294	0.117	0.018	0.001	0.001	0.022	48.262	40,000 ตัน/ปี	-
3	SUT 5	กากสับปรด	1.03	0.139	1.20	75.8	0.284	0.085	0.008	0.015	0.002	0.027	43.976	18,250 ตัน/ปี	ขายให้เป็นวัตถุดิบอาหารเลี้ยงวัว ตันละ 100 บาท
4	SUT 9	ชีด้า	7.21	0.097	2.05	68.1	0.451	0.149	0.004	0.030	0.001	0.015	39.498	ประมาณ 6,000 ตัน/ปี	ทำปุ๋ยอินทรีย์
5	SUT 10	ชีดง	7.11	0.102	1.70	63.1	0.426	0.159	0.003	0.025	0.001	0.016	36.592	ประมาณ 6,000 ตัน/ปี	ทำปุ๋ยอินทรีย์
6	SUT 11	ชีด้าหินกลิ้งไนต์	0.06	0.000	1.95	3.4	0.810	0.150	0.007	0.004	0.007	1.994	1.989	*	
7	SUT 14	กากชื้อย	0.41	0.026	0.22	79.3	0.093	0.025	0.004	0.001	0.002	0.032	45.965	*	
8	SUT 15	กากน้ำตาก	0.70	0.008	3.17	68.7	0.680	0.290	0.000	0.004	0.000	0.052	39.829	54,000 ตัน/ปี	
9	SUT 18	sludge	3.36	5.560	0.32	30.2	3.060	0.308	0.030	0.035	0.003	0.116	17.539	12,000-15,000 ตัน/ปี	
10	SUT 20	กากข้าวลัด	5.44	0.730	0.13	77.1	0.339	0.155	0.003	0.010	0.002	0.025	44.724	15,000 ตัน/ปี	ขายเป็นอาหารสัตว์
11	SUT 24	เปลือกมันที่ร่อนผ่านตะแกรง	0.66	0.076	0.61	61.6	0.412	0.077	0.006	0.010	0.003	0.260	35.734	*	
12	SUT 25	เปลือกมันที่ผ่านการ washing	0.82	0.065	0.54	73.9	0.412	0.065	0.006	0.010	0.002	0.033	42.833	*	
13	SUT 26	กากมัน	0.34	0.007	0.16	85.8	0.365	0.087	0.002	0.010	0.001	0.011	49.747	*	
14	SUT 27	filter cake	2.45	1.250	0.54	42.9	2.996	0.290	0.065	0.010	0.005	0.759	24.894	60,000-80,000 ตัน/ปี	
15	SUT 28	กากชื้อย	0.43	0.019	0.10	73.3	0.217	0.029	0.002	0.010	0.005	0.053	42.514	*	
16	SUT 29	กากน้ำตาก	0.99	0.016	2.55	69.0	0.904	0.325	0.000	0.004	0.006	0.038	39.997	*	
17	SUT 30	sludge	0.90	0.026	0.35	5.9	0.159	0.045	0.002	0.015	0.001	0.684	3.434	*	
18	SUT 31	แป้งกรอง	6.17	2.910	0.80	45.3	1.719	0.308	0.021	0.030	0.004	0.130	26.280	650 ตัน/ปี	
19	SUT 32	sludge แดง	6.05	4.910	1.99	52.8	1.707	0.486	0.016	0.030	0.003	0.196	30.612	*	
20	SUT 33	แป้งกรอง	1.12	0.054	1.34	9.2	0.099	0.028	0.000	0.015	0.002	0.048	5.307	*	
21	SUT 36	รำข้าวโพด	2.28	0.654	0.92	81.3	0.022	0.160	0.006	0.035	0.001	0.021	47.166		
22	SUT 37	รำข้าวกลี	3.58	1.067	1.23	82.5	0.100	0.279	0.010	0.020	0.002	0.019	47.833		
23	SUT 38	รำข้าวกลี	3.18	1.050	1.45	73.9	0.087	0.278	0.010	0.020	0.003	0.019	42.874	10,000 ตัน/ปี	ใช้เป็นอาหารสัตว์
24	SUT 41	เศษเยื่อกระดาษ	0.89	0.099	0.05	74.3	0.216	0.348	0.002	0.020	0.002	0.094	43.065		

* มีปริมาณมาก

ตารางที่ 13(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ธาตุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณธาตุลิบ (ต่อปี)	หมายเหตุ
25	SUT 42	เศษเยื่อกระดาษ	0.50	0.056	0.22	41.7	11.428	0.050	0.002	0.015	0.003	0.082	24.163		
26	SUT 43	กากซีอิ๊ว	5.04	0.279	0.78	72.0	0.334	0.085	0.002	0.020	0.003	0.030	41.777	634-650 คม/ปี	ขายอาหารเลี้ยงสัตว์
27	SUT 44	กากชงรส	5.30	0.147	0.29	94.0	0.078	0.029	0.000	0.015	0.003	0.054	54.520	634 คม/ปี	
28	SUT 46	sludge จาก ร.ง.ผด.ไม้กระป๋อง	6.47	2.674	0.35	54.0	0.103	0.160	0.390	0.020	0.046	1.328	31.303	*	
29	SUT 47	เปลือกผลไม้ (ลิ้นจี่)	1.29	0.118	1.50	-8.5	2.449	0.199	0.006	0.001	0.001	0.033	-4.930	ปริมาณมาก (แล้วแต่ฤดูกาล)	
30	SUT 48	กากกับประทัด	0.99	0.122	1.28	82.2	0.304	0.072	0.021	0.015	0.001	0.022	47.699	*	
31	SUT 49	กากอู่น	2.28	0.027	1.07	65.2	0.267	0.097	0.006	0.020	0.003	0.041	37.839		
32	SUT 52	spent earth จาก ร.ง.น้ำมันพืช	0.11	0.584	0.25	37.7	1.056	0.319	0.007	0.020	0.002	0.097	21.883	*	
33	SUT 53	กากตะกอนจากโถกรองจาก ร.ง.น้ำมัน	0.28	0.014	0.04	48.8	4.840	0.025	0.001	0.025	0.002	0.166	28.287	*	
34	SUT 54	ปุ๋ยที่เกิดจากขี้เสี้ยนกับกากดำ	0.76	0.732	2.47	12.5	1.619	0.598	0.040	0.025	0.006	3.347	7.227	*	
35	SUT 55	กากข้าวหมกคั่วที่ได้จากการผลิตคั่ว	3.01	0.219	0.31	77.0	0.119	0.094	0.004	0.025	0.129	0.467	44.683	*	
36	SUT 57	ขี้เถ้าแกลบจาก bottom	0.09	0.423	1.77	4.94	4.108	0.025	0.089	0.004	0.010	0.298	2.865	*	
37	SUT 58	ขี้เถ้าแกลบแห้ง	0.02	0.300	1.07	1.96	1.662	0.026	0.082	0.002	0.001	0.129	1.137	*	
38	SUT 60	วัชพืชม	0.26	0.012	0.31	9.63	1.029	0.229	0.072	0.003	0.004	3.888	5.585		
39	SUT 61	ขี้เถ้าแกลบ	0.06	0.200	0.92	-1.71	0.234	0.037	0.007	0.002	0.001	0.080	-0.992	*	
40	SUT 62	รำน้ำมันตะกัก	2.94	2.228	1.97	79.06	0.108	0.577	0.008	0.005	0.001	0.033	45.855	14,760 คม/ปี	ขายเป็นอาหารสัตว์

* มีปริมาณมาก

ตารางที่ 14 ผลวิเคราะห์วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือรับผลิตขอปโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณวัตถุคืบ (ต่อปี)	หมายเหตุ
1	KKU W1	เศษไม้ยูคา	0.32	0.058	0.58	66.41	3.131	0.092	0.003	0.015	0.002	0.114	38.518	73,000.00	
2	KKU W2	ฝุ่นไม้ยูคา	0.28	0.017	0.46	76.89	0.739	0.050	0.041	0.015	0.002	0.041	44.596	18,200.00	
3	KKU W3	ถัก	0.62	0.176	0.15	77.6	1.868	0.149	0.048	0.020	0.010	0.055	45.008	3,600.00	
4	KKU W5	แกนบ	0.44	0.023	0.57	58.11	0.071	0.027	0.013	0.020	0.001	0.017	33.704	800.00	
5	KKU W6	กากมันแห้ง	0.28	0.021	0.55	78.12	0.465	0.075	0.000	0.020	0.002	0.025	45.310	900.00	
6	KKU W7	เปลือกถั่วเขียว	1.11	0.015	1.12	78.84	1.093	0.310	0.013	0.015	0.002	0.060	45.727	10.00	
7	KKU W8	เปลือกถั่วเหลือง	3.21	0.283	1.80	63.38	0.702	0.250	0.002	0.015	0.002	0.064	40.240	10.00	
8	KKU W9	กากอ้อย	1.22	0.036	0.21	73.04	0.178	0.029	0.005	0.025	0.009	0.177	42.363	95,578.00	
9	KKU W10	กากหมักกรอง	2.31	1.720	0.65	67.86	3.217	0.288	0.104	0.020	0.003	0.374	39.359	54,100.00	
10	KKU W13	ชีต้า	0.24	0.011	0.20	79.02	0.321	0.028	0.004	0.015	0.001	0.063	45.832	139,059.00	
11	KKU W14	กากหมักกรอง ✓	0.70	0.527	0.26	30.77	4.280	0.107	0.068	0.015	0.003	0.171	17.847	78,712.00	
12	KKU W15	ชีต้า	0.06	0.167	0.98	6.19	0.468	0.229	0.044	0.015	0.002	0.123	3.590	7,871.00	
13	KKU W17	กากอ้อย	0.34	0.009	0.23	69.81	0.117	0.019	0.004	0.015	0.001	0.026	40.490	78,262.00	
14	KKU W18	กากน้ำตาล	0.55	0.009	3.84	61.48	0.746	0.254	0.002	0.011	0.005	0.011	35.658	73,832.00	
15	KKU W20	ชีต้า	0.04	0.273	2.02	0.13	0.849	0.290	0.016	0.015	0.011	0.470	0.075	4,429.00	
16	KKU W21	เปลือกมะเขือเทศ	3.84	0.593	1.31	70.78	0.089	0.209	0.004	0.015	0.002	0.022	41.052	300.00	
17	KKU W22	กากมันแห้ง	0.47	0.011	0.54	66.94	1.327	0.060	0.002	0.010	0.002	0.190	38.825	12,558.00	
18	KKU W23	เปลือกมันร้อนแห้ง	0.51	0.056	0.95	23.94	0.450	0.075	0.011	0.010	0.002	1.841	13.885	500.00	
19	KKU W24	เปลือกมันร้อนเปลือก	0.56	0.011	0.91	35.8	0.408	0.067	0.020	0.010	0.002	1.873	20.764	500.00	
20	KKU W25	กากอ้อย	0.26	0.011	0.21	72.64	0.142	0.028	0.003	0.010	0.002	0.067	42.131	111,669.00	
21	KKU W26	ชีต้า	0.34	0.347	1.72	9.45	1.213	0.359	0.068	0.015	0.003	0.363	5.481	6,320.00	
22	KKU W27	เปลือกมันร้อนแห้ง	0.26	0.000	0.81	6.43	0.187	0.040	0.009	0.010	0.001	0.885	3.729	2,500.00	
23	KKU W28	เปลือกมันร้อนเปลือก ✓	0.61	0.075	0.73	32	0.345	0.099	0.004	0.010	0.001	0.526	18.560	2,500.00	
24	KKU W29	เปลือกข้าวโพด	0.41	0.032	0.70	82.5	0.138	0.069	0.001	0.010	0.001	0.026	47.850	300.00	

ตารางที่ 14(ต่อ) ผลวิเคราะห์วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณวัตถุบ (ต่อปี)	หมายเหตุ
25	KKU W30	เปลือกถั่วเขียวใหม่	0.58	0.076	0.67	74.88	0.140	0.092	0.002	0.010	0.001	0.012	43.430	100.00	
26	KKU W31	เปลือกถั่วเขียวเก่า	0.96	0.155	0.58	26.5	1.572	0.139	0.521	0.015	0.002	0.552	15.370	50.00	
27	KKU W32	กากมัน	1.65	0.255	1.67	70.13	1.025	0.258	0.001	0.015	0.002	0.055	40.675	10.00	
28	KKU W33	เมล็ดมัน	5.55	1.029	1.62	22.66	0.316	0.299	0.000	0.010	0.002	0.019	13.143	15.00	
29	KKU W34	กากมันคาก	0.54	0.009	1.59	63.5	0.468	0.233	0.002	0.007	0.006	0.008	36.830	47,675.00	
30	KKU W35	กากหมักกรอง	1.80	0.997	0.36	57.33	1.847	0.149	0.055	0.009	0.002	0.226	33.251	28,605.00	
31	KKU W36	กากชื้อย	0.33	0.015	0.19	83.77	0.107	0.032	0.005	0.015	0.001	0.070	48.587	50,536.00	
32	KKU W37	กากบ	0.35	0.011	0.52	65.49	1.847	0.017	0.012	0.015	0.002	0.018	37.984	2,693.00	
33	KKU W38	กากบ	0.33	0.009	0.42	66.17	0.131	0.018	0.021	0.015	0.002	0.016	38.379	1,825.00	
34	KKU W39	รำหยาบ(ข้าวเหนียว)	0.84	0.037	0.58	60.76	0.130	0.077	0.016	0.015	0.002	0.014	35.241	280.00	
35	KKU W40	รำอ่อน(ข้าวเหนียว)	2.47	1.516	1.27	94.35	0.095	0.338	0.009	0.020	0.001	0.015	54.723	280.00	
36	KKU W41	รำหยาบ(ข้าวเจ้า)	1.46	0.752	0.91	71.71	0.302	0.230	0.012	0.015	0.002	0.087	41.592	280.00	
37	KKU W42	รำอ่อน(ข้าวเจ้า)	2.06	0.810	0.65	83.65	0.016	0.174	0.001	0.015	0.001	0.010	48.517	280.00	
38	KKU W43	กากบ	0.46	0.014	0.46	60.17	0.075	0.019	0.017	0.020	0.001	0.019	34.899	935.00	
39	KKU W44	เปลือกแห้ง	1.00	0.043	0.67	58.83	0.166	0.110	0.002	0.020	0.001	0.060	34.121	1,000.00	
40	KKU W45	เปลือกอบแห้ง	2.16	0.053	0.77	62.57	0.754	0.279	0.001	0.015	0.003	0.144	36.291	1,000.00	
41	KKU W46	เปลือก	2.20	0.195	0.56	82.39	0.117	0.085	0.001	0.020	0.002	0.048	47.786	500.00	
42	KKU W47	เปลือกอบสด	0.71	0.036	0.60	74.09	0.069	0.065	0.001	0.010	0.001	0.028	42.972	1,500.00	
43	KKU W48	เปลือกอบแห้ง	1.41	0.055	0.49	53.17	0.131	0.075	0.021	0.010	0.001	0.022	31.152	1,500.00	
44	KKU W49	เปลือกอ่อนแห้ง	0.43	0.010	0.33	25.07	0.265	0.045	0.003	0.010	0.001	1.352	14.541	40,000.00	
45	KKU W50	เปลือกอ่อนเปียกแรก	0.85	0.026	0.51	77.42	0.385	0.092	0.003	0.015	0.001	0.034	44.904	40,000.00	
46	KKU W51	เปลือกอ่อนเปียกสอง	1.06	0.049	0.51	69.87	0.380	0.032	0.001	0.005	0.001	0.021	40.525	40,000.00	
47	KKU W52	กากมันเปียก	0.60	0.044	0.57	80.51	0.379	0.090	0.001	0.010	0.001	0.012	46.696	1,375,101.00	
48	KKU W53	กากชื้อย	0.24	0.010	0.17	80.06	0.115	0.017	0.001	0.010	0.001	0.029	46.435	82,284.00	
49	KKU W54	กากหมักกรอง	0.65	0.486	0.39	40.43	15.876	0.125	0.046	0.015	0.002	0.139	23.449	46,575.00	

ตารางที่ 14(ต่อ) ผลวิเคราะห์วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือรับผิดชอบมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณวัสดุคืบ (ต่อปี)	หมายเหตุ
50	KKU W55	กากน้ำตาล	0.57	0.009	2.69	63.6	0.617	0.221	0.000	0.019	0.004	0.013	36.888	77,626.00	
51	KKU W56	กากเบทา	0.20	0.437	0.87	10.38	0.309	0.145	0.080	0.025	0.001	0.075	6.020	175.00	
52	KKU W57	ฝุ่นอาหารสัตว์	5.76	1.708	0.86	64.73	3.835	0.209	0.006	0.025	0.002	0.211	37.543	48.00	
53	KKU W58	กากมันเปียก	0.35	0.021	0.62	80.06	0.514	0.107	0.000	0.002	0.001	0.029	46.435	900.00	
54	KKU W59	เปลือกกร่อนเปียกแรก	0.34	0.014	0.38	17.93	0.202	0.072	0.092	0.004	0.002	6.676	10.399	500.00	
55	KKU W60	เปลือกกร่อนเปียกสอง	1.25	0.158	1.36	41.43	0.772	0.125	0.011	0.010	0.002	0.782	24.041	500.00	
56	KKU W61	กากมันแห้ง	0.35	0.014	0.50	40.64	0.286	0.037	0.000	0.010	0.001	0.089	23.571	17,790.00	
57	KKU W62	ปุ๋ยหมัก	0.61	0.023	0.57	86.37	0.293	0.037	0.000	0.003	0.002	0.070	50.095	10.00	
58	KKU W63	เมล็ดมัน	5.63	1.048	1.76	97.63	0.292	0.299	0.001	0.002	0.002	0.075	56.625	10.00	

ตารางที่ 15 ผลวิเคราะห์วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคเหนือรับผลิตขอโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณวัสดุ (ต่อปี)	หมายเหตุ
1	CMU W1	KC1 กากจากบ่อกระเบื้อง	4.94	0.233	0.38	91.33	0.396	0.040	0.001	0.050	0.030	0.244	52.970		
2	CMU W3	KC3 ตะกอนจากบ่อน้ำ	9.05	2.283	0.50	68.47	1.500	0.210	0.008	0.040	0.036	0.120	39.710		
3	CMU W4	KC4 เศษเมล็ดข้าวโพดที่ติดกับน้ำเสีย	2.40	0.188	0.37	92.61	0.209	0.035	0.000	0.010	0.001	0.081	53.720		
4	CMU W7	กากถ่านหิน	5.55	0.731	0.74	99.34	0.482	0.240	0.000	0.005	0.002	0.019	57.620		
5	CMU W8	กากตะกอนหมักกรองน้ำย่อย	1.96	2.670	1.13	38.24	5.915	0.350	0.055	0.020	0.003	1.904	22.180	70,000-80,000 ตัน/ปี	100 บาท/ตันรถ
6	CMU W9	ขี้เถ้า	0.15	0.233	1.78	8.27	0.509	0.145	0.021	0.010	0.001	0.702	4.800		
7	CMU W18	แกลบ	1.85	0.871	0.96	59.04	0.204	0.269	0.029	0.010	0.001	0.474	34.250		
8	CMU W19	แกลบ	0.35	0.014	0.52	37.38	0.224	0.027	0.039	0.002	0.001	2.744	21.680		
9	CMU W20	ใบตม	1.77	0.347	3.18	77.18	2.490	0.248	0.009	0.005	0.002	0.166	44.760		
10	CMU W21	เศษกะเทียม	1.47	0.171	0.74	63.05	1.760	0.120	0.000	0.001	0.001	0.054	36.570		
11	CMU W22	bagass A วัสดุสีน้ำตาล	0.39	0.020	0.24	77.42	0.292	0.027	0.003	0.001	0.001	0.040	44.900		
12	CMU W23	bagass B วัสดุสีดำ	0.42	0.199	0.82	28.15	1.230	0.219	0.038	0.003	0.006	0.846	16.320		
13	CMU W24	ขี้เถ้า	0.02	0.006	1.21	0.00	6.028	0.619	0.043	0.008	0.003	7.146	0.000		39630 บาท/ก.ก.
14	CMU W25	เปลือกข้าว (แกลบ)	0.40	0.006	0.46	67.39	0.016	0.023	0.006	0.004	0.001	0.016	39.090		2961.50 บาท/ก.ก.
15	CMU W26	รำข้าว	1.59	0.696	0.88	69.70	0.084	0.199	0.012	0.003	0.002	0.042	40.430		8865.00 บาท/ก.ก.
16	CMU W27	รำอ่อน	2.64	2.521	2.09	90.93	0.037	0.617	0.008	0.010	0.001	0.015	52.740		
17	CMU W28	เปลือกมะพร้าว	1.64	0.202	0.82	93.29	0.409	0.105	0.007	0.002	0.001	0.037	54.110	6 ตัน/วัน	
18	CMU W29	เปลือกส้มแปรรูป	1.26	0.131	1.70	79.22	0.420	0.169	0.027	0.001	0.001	0.015	45.950		
19	CMU W31	ขี้	0.40	0.004	0.99	22.66	0.283	0.169	0.008	0.002	0.001	0.028	13.140	180 ตัน/ปี	
20	CMU W32	กากขี้	0.47	0.018	0.40	79.36	0.586	0.030	0.004	0.003	0.001	0.549	46.030	345,000 ตัน/ปี	เผาให้พลังงานความร้อนในโรงงาน
21	CMU W33	filter cake	1.55	2.000	0.92	39.29	3.405	0.288	0.124	0.010	0.003	1.360	22.790	57,500 ตัน/ปี	ขายเพื่อทำปุ๋ยหมัก
22	CMU W34	เปลือกส้มแปรรูป	1.00	0.113	2.39	76.92	0.759	0.259	0.026	0.002	0.001	0.022	44.610	ประมาณ 25 ตัน/วัน	
23	CMU W35	กากหัด	1.56	1.366	0.86	85.99	1.175	0.338	0.008	0.010	0.001	0.089	49.870		
24	CMU W36	ตะกอนก้นบ่อกระเบื้อง	6.04	0.093	0.35	54.30	1.775	0.025	0.000	0.002	0.002	0.183	31.490		
25	CMU W38	ขี้เถ้า (ขี้ต่าง)	0.22	0.025	0.33	8.50	0.126	0.027	0.017	0.007	0.001	0.062	4.930		

ตารางที่ 15(ต่อ) ผลวิเคราะห์วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตเหนือรับผิดชอบมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Cm	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณวัสดุ (ต่อปี)	หมายเหตุ
26	CMU W39	แกนหมอบ	0.79	0.214	0.68	73.26	0.036	0.075	0.006	0.005	0.001	0.032	42.490		2 บาท/ก.ก.
27	CMU W40	แกนอ่อน(ร)	2.83	2.665	1.93	89.94	0.143	0.638	0.008	0.005	0.001	0.024	51.900		5 บาท/ก.ก.
28	CMU W41	กากย่อย	0.34	0.018	0.35	87.72	0.118	0.019	0.002	0.002	0.001	0.034	50.880		
29	CMU W42	ใบธัญ	0.94	0.149	1.53	86.00	0.290	0.082	0.002	0.002	0.001	0.024	49.880		
30	CMU W44	ชี้น้ำเกลบ	0.33	0.002	0.67	1.46	1.005	0.012	0.006	0.001	0.001	0.012	0.850		
31	CMU W45	เกลบ	0.52	0.068	0.55	69.03	0.156	0.040	0.008	0.002	0.017	0.017	40.040		
32	CMU W46	ชี้น้ำเกลบ	0.22	0.008	0.50	5.71	0.052	0.057	0.013	0.010	0.001	0.042	3.310	120 กิโลกรัม/วัน	ถังละ 100 บาท
33	CMU W47	แกนข้าวญี่ปุ่น													
34	CMU W48	รำหยาบข้าวญี่ปุ่น	1.25	0.365	0.76	69.35	0.127	0.105	0.012	0.004	0.001	0.024	40.220		
35	CMU W49	ขี้ข้าวโพดหวาน	2.13	0.342	0.94	94.84	0.052	0.114	0.002	0.010	0.001	0.018	55.010		
36	CMU W50	เปลือกข้าวโพด	1.37	0.197	1.38	87.99	0.101	0.087	0.001	0.002	0.002	0.031	51.030		
37	CMU W51	เศษข้าวโพดอ่อน	6.32	0.856	2.51	77.45	0.402	0.279	0.007	0.002	0.002	0.021	44.920	500 กก./วัน	
38	CMU W52	กากซีอิ้ว	4.71	0.131	0.34	99.71	0.278	0.032	0.002	0.001	0.003	0.013	57.830	600*6 ก.ก./สัปดาห์	
39	CMU W53	กากเบียร์หัวเหลือง	3.02	0.179	1.36	88.72	0.452	0.169	0.000	0.001	0.001	0.058	51.460	200*6 ก.ก./สัปดาห์	
40	CMU W54	ชี้น้ำเฉพาะเหล็กแก้ว	2.29	1.196	0.43	80.41	0.932	0.520	0.008	0.025	0.001	0.164	46.640		
41	CMU W56	เปลือกมันฝรั่ง	1.60	0.153	1.15	84.75	0.157	0.076	0.006	0.005	0.002	0.032	49.160		
42	CMU W57	กากตะกอนบ่อน้ำบาด	4.20	0.713	0.45	51.39	0.180	0.122	0.003	0.030	0.013	0.008	29.810		
43	CMU W58	เศษเปลือกหัวเหลือง	3.62	0.333	1.07	93.28	0.455	0.160	0.000	0.006	0.001	0.057	54.100		
44	CMU W59	ตะกอน	1.48	0.183	0.30	81.84	0.028	0.013	0.000	0.012	0.002	0.038	47.470		
45	CMU W60	กากมัน	1.98	0.113	1.26	81.21	0.259	0.097	0.001	0.005	0.001	0.051	47.100		
46	CMU W61	หัวมันฝรั่งเสียหน้า	1.80	0.292	2.65	78.73	0.005	0.050	0.000	0.005	0.001	0.018	45.660		
47	CMU W62	หัวมันฝรั่งเสียลอกเปลือก	2.16	0.259	2.47	81.23	0.011	0.060	0.002	0.004	0.001	0.039	47.120		

ตารางที่ 16.1 ผลการเรียงลำดับ %N จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Fe	%C	ปริมาณหัตถ์ (ต่อลิ)
1	SUT 9	ชีล่า	7.21	0.097	2.05	68.1	0.451	0.149	0.004	0.030	0.001	0.015	ประมาณ 6,000 ตัน/ปี
2	SUT 10	จีแดง	7.11	0.102	1.70	63.1	0.426	0.159	0.003	0.025	0.001	0.016	ประมาณ 6,000 ตัน/ปี
3	SUT 46	sludge จาก ร.ส.ส.ไม่กระป๋อง	6.47	2.674	0.35	54.0	0.103	0.160	0.390	0.020	0.046	1.328	*
4	SUT 31	แป้งกรอง	6.17	2.910	0.80	45.3	1.719	0.308	0.021	0.030	0.004	0.130	26.280
5	SUT 32	Sludge แดง	6.05	4.910	1.99	52.8	1.707	0.486	0.016	0.030	0.003	0.196	30.612
6	SUT 20	กากข้าวสาลี	5.44	0.730	0.13	77.1	0.339	0.155	0.003	0.010	0.002	0.025	44.724
7	SUT 44	กากขอส	5.30	0.147	0.29	94.0	0.078	0.029	0.000	0.015	0.003	0.054	634 ตัน/ปี
8	SUT 43	กากซีอิ้ว	5.04	0.279	0.78	72.0	0.334	0.085	0.002	0.020	0.003	0.030	41.777
9	SUT 37	รำข้าวสาลี	3.58	1.067	1.23	82.5	0.100	0.279	0.010	0.020	0.002	0.019	47.833
10	SUT 18	sludge	3.36	5.560	0.32	30.2	3.060	0.308	0.030	0.035	0.003	0.116	17.539
11	SUT 38	รำข้าวสาลี	3.18	1.050	1.45	71.9	0.087	0.278	0.010	0.020	0.003	0.019	42.874
12	SUT 55	กากข้าวสาลีที่ได้จากการผลิตซีอิ้ว	3.01	0.219	0.31	77.0	0.119	0.094	0.004	0.025	0.129	0.467	44.683
13	SUT 62	รำคั่วคั่วมัน	2.94	2.228	1.97	79.06	0.108	0.577	0.008	0.005	0.001	0.033	45.855
14	SUT 27	filter cake	2.45	1.250	0.54	42.9	2.996	0.290	0.065	0.010	0.005	0.759	24.894
15	SUT 36	รำข้าวโพด	2.28	0.654	0.92	81.3	0.022	0.160	0.006	0.035	0.001	0.021	47.166
16	SUT 49	กากสุ่น	2.28	0.027	1.07	65.2	0.267	0.097	0.006	0.020	0.003	0.041	37.839

ตารางที่ 16.2 ผลการเรียงลำดับ %P จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Fe	%C	ปริมาณหัตถ์ (ต่อลิ)
1	SUT 18	sludge	3.36	5.560	0.32	30.2	3.060	0.308	0.030	0.035	0.116	17.539	12,000-15,000 ตัน/ปี
2	SUT 32	sludge แดง	6.05	4.910	1.99	52.8	1.707	0.486	0.016	0.030	0.196	30.612	*
3	SUT 31	แป้งกรอง	6.17	2.910	0.80	45.3	1.719	0.308	0.021	0.030	0.004	0.130	26.280
4	SUT 46	sludge จาก ร.ส.ส.ไม่กระป๋อง	6.47	2.674	0.35	54.0	0.103	0.160	0.390	0.020	0.046	1.328	31.303
5	SUT 62	รำคั่วคั่วมัน	2.94	2.228	1.97	79.06	0.108	0.577	0.008	0.005	0.001	0.033	45.855
6	SUT 27	filter cake	2.45	1.250	0.54	42.9	2.996	0.290	0.065	0.010	0.005	0.759	24.894
7	SUT 37	รำข้าวสาลี	3.58	1.067	1.23	82.5	0.100	0.279	0.010	0.020	0.002	0.019	47.833
8	SUT 38	รำข้าวสาลี	3.18	1.050	1.45	71.9	0.087	0.278	0.010	0.020	0.003	0.019	42.874

ตารางที่ 16.3 ผลการเรียงลำดับ %K จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณหาค่า (ต่อปี)
1	SUT 1	เปลือกหอยปะดะ	1.22	0.214	3.44	77.17	0.428	0.139	0.020	0.010	0.002	0.018	44.759	32,182 ตัน/ปี
2	SUT 15	กากน้ำตาล	0.70	0.008	3.17	68.7	0.680	0.290	0.000	0.004	0.000	0.052	39.829	54,000 ตัน/ปี
3	SUT 29	กากน้ำตาล	0.99	0.016	2.55	69.0	0.904	0.325	0.000	0.004	0.006	0.038	39.997	*
4	SUT 54	พืชที่เกิดจากเชื้อราบนกากน้ำตาล	0.76	0.732	2.47	12.5	1.619	0.598	0.040	0.025	0.006	3.347	7.227	*
5	SUT 9	ชีต้า	7.21	0.097	2.05	68.1	0.451	0.149	0.004	0.030	0.001	0.015	39.498	ประมาณ 6,000 ตัน/ปี
6	SUT 4	ใบตมปะดะ	0.84	0.059	2.00	83.2	0.294	0.117	0.018	0.001	0.001	0.022	48.262	40,000 ตัน/ปี
7	SUT 32	sludge แดง	6.05	4.910	1.99	52.8	1.707	0.486	0.016	0.030	0.003	0.196	30.612	*
8	SUT 62	กากคั่วมัน	2.94	2.228	1.97	79.06	0.108	0.577	0.008	0.005	0.001	0.033	45.855	14,760 ตัน/ปี
9	SUT 11	ชีสที่กินดิบในคัส	0.06	0.000	1.95	3.4	0.810	0.150	0.007	0.004	0.007	1.994	1.989	*
10	SUT 57	ชีสที่เก็บจาก bottom	0.09	0.423	1.77	4.94	4.108	0.025	0.089	0.004	0.010	0.298	2.865	*
11	SUT 10	ชีสแดง	7.11	0.102	1.70	63.1	0.426	0.159	0.003	0.025	0.001	0.016	36.592	ประมาณ 6,000 ตัน/ปี
12	SUT 47	เปลือกผลไม้(ลิ้นจี่)	1.29	0.118	1.50	-8.5	2.449	0.199	0.006	0.001	0.001	0.033	-4.930	ปริมาณมาก(แล้วแต่ฤดูกาล)

ตารางที่ 17.1 ผลการเรียงลำดับ %N จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณหาค่า (ต่อปี)
1	KKU W37	ฟ่อนการเคี้ยว	5.76	1.708	0.86	64.73	3.835	0.209	0.006	0.025	0.002	0.211	37.543	48.00
2	KKU W63	เมล็ดมัน	5.63	1.048	1.76	97.63	0.292	0.299	0.001	0.002	0.002	0.075	56.625	10.00
3	KKU W33	เมล็ดมัน	5.55	1.029	1.62	22.66	0.316	0.299	0.000	0.010	0.002	0.019	13.143	15.00
4	KKU W21	เปลือกมะเขือเทศ	3.84	0.593	1.31	70.78	0.089	0.209	0.004	0.015	0.002	0.022	41.052	300.00
5	KKU W8	เปลือกถั่วเหลือง	3.21	0.283	1.80	69.38	0.702	0.250	0.002	0.015	0.002	0.064	40.240	10.00
6	KKU W40	ฟ่อน(ข้าวเหนียว)	2.47	1.516	1.27	94.35	0.095	0.338	0.009	0.020	0.001	0.015	54.723	280.00
7	KKU W10	กากหมักกรอง	2.31	1.720	0.65	67.86	3.217	0.288	0.104	0.020	0.003	0.374	39.359	54,100.00
8	KKU W46	เชื้อ	2.20	0.195	0.56	82.39	0.117	0.085	0.001	0.020	0.002	0.048	47.786	500.00
9	KKU W45	เปลือกคนแห้ง	2.16	0.053	0.77	62.57	0.754	0.279	0.001	0.015	0.003	0.144	36.291	1,000.00
10	KKU W42	ฟ่อน(ข้าวเจ้า)	2.06	0.810	0.65	83.65	0.016	0.174	0.001	0.015	0.001	0.010	48.517	280.00

ตารางที่ 17.2 ผลการเรียงลำดับ %P จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%OM	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณหัตถ์ (ต่อปี)
1	KKU W10	กากหมักกรอง	2.31	1.720	0.65	67.86	3.217	0.288	0.104	0.020	0.003	0.374	39.359	54,100.00
2	KKU W57	ฝุ่นอาหารสัตว์	5.76	1.708	0.86	64.73	3.835	0.209	0.006	0.025	0.002	0.211	37.543	48.00
3	KKU W40	ฟ้ายอน(ข้าวเหนียว)	2.47	1.516	1.27	94.35	0.095	0.338	0.009	0.020	0.001	0.015	54.723	280.00
4	KKU W63	เมล็ดป่าน	5.63	1.048	1.76	97.63	0.292	0.299	0.001	0.002	0.002	0.075	56.625	10.00
5	KKU W33	เมล็ดป่าน	5.55	1.029	1.62	22.66	0.316	0.299	0.000	0.010	-0.002	0.019	13.143	15.00
6	KKU W35	กากหมักกรอง	1.80	0.997	0.36	57.33	1.847	0.149	0.055	0.009	0.002	0.226	33.251	28,605.00

ตารางที่ 17.3 ผลการเรียงลำดับ %K จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%OM	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณหัตถ์ (ต่อปี)
1	KKU W18	กากน้ำตาล	0.55	0.009	3.48	61.48	0.746	0.254	0.002	0.011	0.005	0.011	35.638	73,832.00
2	KKU W55	กากน้ำตาล	0.57	0.009	2.69	63.6	0.617	0.221	0.000	0.019	0.004	0.013	36.888	77,626.00
3	KKU W20	ขี้เถ้า	0.04	0.273	2.02	0.13	0.849	0.290	0.016	0.015	0.011	0.470	0.075	4,429.00
4	KKU W8	เปลือกถั่วเหลือง	3.21	0.283	1.08	69.38	0.702	0.250	0.002	0.015	0.002	0.064	40.240	10.00
5	KKU W63	เมล็ดป่าน	5.63	1.048	1.76	97.63	0.292	0.299	0.001	0.002	0.002	0.075	56.625	10.00
6	KKU W26	ขี้เถ้า	0.34	0.347	1.72	9.45	1.213	0.359	0.068	0.015	0.003	0.363	5.481	6,320.00
7	KKU W32	กากป่าน	1.65	0.255	1.67	70.13	1.025	0.258	0.001	0.015	0.002	0.055	40.675	10.00
8	KKU W33	เมล็ดป่าน	5.55	1.029	1.62	22.66	0.316	0.299	0.000	0.010	0.002	0.019	13.143	15.00
9	KKU W34	กากน้ำตาล	0.54	0.009	1.59	63.5	0.468	0.233	0.002	0.007	0.006	0.008	36.830	47,675.00

ตารางที่ 18.1 ผลการเรียงลำดับ %N จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณหัตถ์ดิบ (ต่อปี)
1	CMU W3	KC3 ตะกอนจากบ่อบำบัด	9.05	2.283	0.50	68.47	1.500	0.210	0.008	0.040	0.036	0.120	39.710	
2	CMU W51	เศษข้าวโพดอ่อน	6.32	0.856	2.51	77.45	0.402	0.279	0.007	0.002	0.002	0.021	44.920	500 กก./วัน
3	CMU W36	ตะกอนก้นบ่อขยะ	6.04	0.093	0.35	54.30	1.775	0.025	0.000	0.002	0.002	0.183	31.490	
4	CMU W7	กากถ่าน	5.55	0.731	0.74	99.34	0.482	0.240	0.000	0.005	0.002	0.019	57.620	
5	CMU W1	KC1 กากจากบ่อขยะบึง	4.94	0.233	0.38	91.33	0.396	0.040	0.001	0.050	0.030	0.244	52.970	
6	CMU W32	กากซีอิ๊ว	4.71	0.131	0.34	99.71	0.278	0.032	0.002	0.001	0.003	0.013	57.830	600*6กก./ปี
7	CMU W57	กากตะกอนบ่อบำบัด	4.20	0.713	0.45	51.39	0.180	0.122	0.003	0.030	0.013	0.008	29.810	
8	CMU W38	เศษเปลือกถั่วเหลือง	3.62	0.333	1.07	93.28	0.455	0.160	0.000	0.006	0.001	0.057	54.100	
9	CMU W33	กากเมล็ดถั่วเหลือง	3.02	0.179	1.36	88.72	0.452	0.169	0.000	0.001	0.001	0.058	51.460	200*6กก./ปี
10	CMU W40	แกนธั่ว (งั่ว)	2.83	2.665	1.93	89.94	0.143	0.638	0.008	0.005	0.001	0.024	51.900	
11	CMU W27	รำอ่อน	2.64	2.521	2.09	90.93	0.037	0.617	0.008	0.010	0.001	0.015	52.740	
12	CMU W4	KC4 เศษเมล็ดข้าวโพดที่ติดกับเปลือก	2.40	0.188	0.37	92.61	0.209	0.035	0.000	0.010	0.001	0.081	53.720	
13	CMU W54	ชีสเค็มเพาะที่เคี้ยว	2.29	1.196	0.43	80.41	0.932	0.520	0.008	0.025	0.001	0.164	46.640	
14	CMU W62	หัวมันฝรั่งเปลือกปอกเปลือกออก	2.16	0.259	2.47	81.23	0.011	0.060	0.002	0.004	0.001	0.039	47.120	
15	CMU W49	ขี้ข้าวโพดหวาน	2.13	0.342	0.94	94.84	0.052	0.114	0.002	0.010	0.001	0.018	55.010	

ตารางที่ 18.2 ผลการเรียงลำดับ %P จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคเหนือรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%O.M	%Ca	%Mg	%Mn	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณหัตถ์ดิบ (ต่อปี)
1	CMU W8	กากตะกอนบ่อกรองน้ำเสีย	1.96	2.670	1.13	38.24	5.915	0.350	0.055	0.020	0.003	1.904	22.180	70,000-80,000 ตัน/ปี
2	CMU W40	แกนธั่ว (งั่ว)	2.83	2.665	1.93	89.94	0.143	0.638	0.008	0.005	0.001	0.024	51.900	
3	CMU W27	รำอ่อน	2.64	2.521	2.09	90.93	0.037	0.617	0.008	0.010	0.001	0.015	52.740	
4	CMU W3	KC3 ตะกอนจากบ่อบำบัด	9.05	2.283	0.50	68.47	1.500	0.210	0.008	0.040	0.036	0.120	39.710	
5	CMU W33	filter cake	1.55	2.000	0.92	39.29	3.405	0.288	0.124	0.010	0.003	1.360	22.790	57,500 ตัน/ปี
6	CMU W35	กากเมล็ด	1.56	1.366	0.86	85.99	1.175	0.338	0.008	0.010	0.001	0.089	49.870	
7	CMU W54	ชีสเค็มเพาะที่เคี้ยว	2.29	1.196	0.43	80.41	0.932	0.520	0.008	0.025	0.001	0.164	46.640	

ตารางที่ 18.3 ผลการเรียงลำดับ %K จากมากไปน้อยของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เขตภาคกลางรับผิดชอบโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตัวอย่างที่	รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่าง	%N	%P	%K	%OM	%Ca	%Mg	%Al ₂ O ₃	%Zn	%Cu	%Fe	%C	ปริมาณหัตถุอื่น (ต่อลิ)
1	CMU W20	ใบตุง	1.77	0.347	3.18	77.18	2.490	0.248	0.009	0.005	0.002	0.166	44.760	
2	CMU W61	หัวมันฝรั่งสีน้ำตาล	1.80	0.292	2.65	78.73	0.005	0.050	0.000	0.005	0.001	0.018	45.660	
3	CMU W51	เศษข้าวโพดอ่อน	6.32	0.856	2.51	77.45	0.402	0.279	0.007	0.002	0.002	0.021	44.920	500 ก.ก./วัน
4	CMU W62	หัวมันฝรั่งเปลือกนอกเปลือกออก	2.16	0.259	2.47	81.23	0.011	0.060	0.002	0.004	0.001	0.039	47.120	
5	CMU W34	เปลือกกับประท	1.00	0.113	2.39	79.92	0.759	0.259	0.026	0.002	0.001	0.022	44.610	ประมาณ 25 ตัน/วัน
6	CMU W27	ข้าวอ่อน	2.64	2.521	2.09	90.93	0.037	0.617	0.008	0.010	0.001	0.015	52.740	
7	CMU W40	แกนเข่าน (ง่า)	2.83	2.665	1.93	89.94	0.143	0.638	0.008	0.005	0.001	0.024	51.900	
8	CMU W9	ชีสใส่เตา	0.15	0.233	1.78	8.27	0.509	0.145	0.021	0.010	0.001	0.702	4.800	
9	CMU W42	เปลือกกับประท	1.26	0.131	1.70	79.22	0.420	0.169	0.027	0.001	0.001	0.015	45.950	
10	CMU CMU W42	ใบอ้อย	0.94	0.149	1.53	86.00	0.290	0.082	0.002	0.002	0.001	0.024	49.880	

หมายเหตุ * = มีปริมาณมาก

การคัดเลือกวัสดุพลอยได้

การคัดเลือกวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม แต่ละมหาวิทยาลัยคัดเลือกจำนวน 9 แหล่งตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจนสูง 3 ตัวอย่าง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูง 3 ตัวอย่าง และปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูง 3 ตัวอย่าง ประกอบกับวัสดุธรรมชาติ 2 ชนิด (rock phosphate และ potassium feldspar) เป็นตัวแทนในการศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่ 3 และ 4

การคัดเลือกตัวอย่างวัสดุเพื่อใช้ในวัสดุประสงค์ที่ 3 ตามหลักเกณฑ์มี %N, %P และ %K ตั้งแต่ 2%, 1% และ 1.5% ขึ้นไปตามลำดับ มีการวางแผนการทดลองแบบ RCB ดังนี้

แผนการทดลอง = วัสดุ $\times$ เนื้อดิน $\times$ จำนวนซ้ำ $\times$ จำนวนครั้ง(เดือน)ของการเก็บเกี่ยว

$$= 12 \times 2 \times 3 \times 30 = 2,160 \text{ ตัวอย่าง}$$

ตัวอย่างวัสดุพลอยได้อินทรีย์ที่คัดเลือกไว้ ผลการคัดเลือกของมหาวิทยาลัยขอนแก่น เช่น เปลือกมะเขือเทศ กากหม้อกรอง กากน้ำตาล ส่วนผลการคัดเลือกของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เช่น ขี้ดำ ขี้แดง กากหม้อกรอง กากน้ำตาล และผลการคัดเลือกของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เช่น วัสดุเพาะเห็ด กากตะกอนจากบ่อบำบัด กากหม้อกรอง ใบยาสูบ เพราะว่าผลการวิเคราะห์โลหะหนักมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในวัสดุอินทรีย์ของตัวอย่างที่คัดเลือกแล้วว่ามีธาตุอาหารหลัก (%N, %P และ %K) สูง ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดังตารางที่ 19, 20 และ 21 ตามลำดับ

2.3 ผลของการเลือกตัวอย่างเนื้อดิน (ชุดดิน) ที่จะใช้ในงานวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้ทำการคัดเลือกดิน 2 ชนิด คือ ดินเหนียว ที่มีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ (pH = 4.82) และ ดินทราย ที่มีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ (pH = 5.19) และคัดเลือกหินฝุ่นจากโรงงานโมหินที่พีไอโพลิน อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา (pH = 8.84) และคัดเลือกกากหม้อกรอง (filter cake) จากบริษัทโรงงานน้ำตาลครบุรี อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา (pH = 7.71, ในสภาพ air dry)

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จากการคัดเลือกตัวแทนของดิน 2 ชนิด คือ ชุดดินน้ำพอง เป็นตัวแทนดินเนื้อหยาบ มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ต่ำ และชุดดินราชบุรี เป็นตัวแทนของดินเนื้อละเอียด ที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ต่ำ และคัดเลือกหินฝุ่นจากโรงโมหินผลิตภัณฑ์ศิลาครบุรี อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น (pH = 9.41) เป็นตัวแทนของหินฝุ่น, และในกรณีของวัสดุพลอยได้อินทรีย์ ได้คัดเลือกกากหม้อกรอง (filter cake) จากบริษัทโรงงานน้ำตาลขอนแก่น จำกัด ซึ่งมี pH = 8.16 (ในสภาพ air dry) เป็นตัวแทนของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การทดลองใช้ดิน 2 ชนิด ที่มี pH ต่ำคือดินเหนียว (pH 5.0) และดินทราย (pH 4.86) incubate ด้วยหินปูน โดยใช้หินปูนขนาดแตกต่างกัน วัสดุที่ใช้ปรับปรุง pH ของดินที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ใช้เพียงชนิดเดียวคือ หินปูนของบริษัท PD ที่อำเภอจอมทอง ซึ่งมี pH 8.19 เนื่องจาก filter cake ของภาคเหนือมี pH ไม่ถึง 7.0 จึงไม่ได้ใช้เป็นวัสดุปรับปรุง pH ของดิน

ประสิทธิภาพในการปรับ pH ของดินด้วยหินปูน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การศึกษาค่าความเปลี่ยนแปลงของ pH พบว่า ค่า pH ของดิน ทั้งดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช) และดินเนื้อละเอียด (ชุดดินบุรีรัมย์) เพิ่มขึ้นหรือลดลงเล็กน้อย เมื่อวัดค่า pH ในเดือนที่ 12 หลังการคลุกหมักดินด้วยหินปูน 4 ขนาด และดินที่คลุกหมักด้วยกากหม้อกรอง และค่า pH ของดินเฉลี่ยตลอดช่วง 12 เดือน (ตาราง 22 และ 23) ซึ่งพบว่ากากหม้อกรองมีผลทำให้ pH ของดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช) เพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 7 และค่า pH จะลดลงในเดือนที่ 8 และลดลงเป็นลำดับจนถึงเดือนที่ 12 ในดินเนื้อละเอียด (ชุดดินบุรีรัมย์)กากหม้อกรองทำให้ pH เพิ่มขึ้นได้จนถึงเดือนที่ 8 แล้วค่อยๆลดลงจากเดือนที่ 9 จนถึงเดือนที่ 12 ตามลำดับ สำหรับหินปูนพบว่าสามารถทำให้ pH ของดินเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในตำรับทดลองที่ใส่หินปูนขนาด > 3 มม.พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของ pH น้อยที่สุดทั้งในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช) และดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์) เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการศึกษาค่าความเปลี่ยนแปลงของ pH พบว่าโดยภาพรวม ค่า pH ของดิน ทั้งดินเนื้อหยาบ (ชุดดินน้ำพอง) และดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) เพิ่มขึ้นหรือลดลงเล็กน้อย เมื่อวัดค่า pH ในเดือนที่ 18 หลังการคลุกหมักดินด้วยหินปูน 4 ขนาด และดินที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ pH สูง (กากหม้อกรอง) และค่า pH ของดินเฉลี่ยตลอดช่วง 18 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 24 และ 25 อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยละเอียดพบว่าการใช้กากหม้อกรองมีผลทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นเกือบ 0.7 หน่วยในเดือนที่ 1 ในดินทั้งสองชนิด ก่อนที่ค่า pH จะค่อยๆลดลงเป็นลำดับจนถึงเดือนที่ 18 ในดินเนื้อหยาบ (ชุดดินน้ำพอง)ในขณะที่ค่า pH ของดินจะถูกตรึงไว้จนถึงปลายเดือนที่ 8 ก่อนที่จะลดลงอย่างต่อเนื่องในดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) ในกรณีของหินปูน พบว่าโดยภาพรวมแล้วค่า pH ของดินจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และมีค่าสูงสุดในเดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 5 ก่อนที่ค่า pH จะปรับตัวลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนที่ 18 โดยการลดลงของ pH ในดินเนื้อหยาบ (ชุดดินน้ำพอง) ตลอดระยะเวลาการตรวจสอบจะมากกว่า และจะชัดเจนกว่าดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) นอกจากนี้ยังพบว่า หินปูนที่มีขนาดใหญ่มากกว่าเม็ดถั่วเขียว (>3 มม.)มีผลทำให้ค่า pH ของดินทั้งสองประเภทมีค่าสูงกว่าค่า pH เมื่อเริ่มต้นการทดสอบเล็กน้อย (หรือมีค่า pHเปลี่ยนแปลงน้อย

ที่สุด) ตลอดช่วงเวลา 18 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับหินปูนอีก 3 ขนาดซึ่งเปรียบเทียบกันแล้ว หินปูนขนาดเท่าแมงกืดตัวเขียว (3 มม.) ตรีค่า pH ของดินไว้ได้ดีกว่าหินคละรวมทุกขนาด และหินปูนขนาดเล็กกว่าแมงกืดตัวเขียว (<3 มม.) ข้อมูลการเปลี่ยนแปลง pH ของดินในช่วง 18 เดือนแสดงไว้ในตารางที่ 24 และ 25

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลการศึกษาความเปลี่ยนแปลงของ pH พบว่าโดยภาพรวม ค่า pH ของดิน ทั้งดินเนื้อหยาบ (ชุดดินน้ำพอง) และดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) เพิ่มขึ้นหรือลดลงเล็กน้อย เมื่อวัดค่า pH ในเดือนที่ 12 หลังการคลุกหมักดินด้วยหินปูน 4 ขนาด และดินที่คลุกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ pH สูง (กากหม้อกรอง) และค่า pH ของดินเฉลี่ยตลอดช่วง 12 เดือน แสดงไว้ในตารางที่ 26 และ 27 ซึ่งพบว่า กากหม้อกรองมีผลทำให้ pH ของดินเนื้อหยาบ (ชุดดินน้ำพอง) ลดลงตั้งแต่เดือนที่ 2 ซึ่งการลดจะลดแบบขึ้น ๆ ลง ๆ จนถึงเดือนที่ 12 ส่วนในดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) กากหม้อกรองทำให้ pH เพิ่มขึ้นจนถึงเดือนที่ 3 และเริ่มลดลงตั้งแต่เดือนที่ 4 ถึงเดือนที่ 12 สำหรับหินปูนพบว่า โดยรวมแล้วค่า pH ของดินจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่เดือนที่ 2 จนถึงเดือนที่ 12 ตลอดระยะเวลาการทดสอบจะเห็นว่าในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินน้ำพอง)จะเพิ่มขึ้นชัดเจนกว่าดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) เมื่อเปรียบเทียบหินปูนทั้ง 4 ขนาด จะเห็นได้ว่า หินปูนขนาด < 3 มม. จะตรีค่า pH ของดินได้ดีกว่าหินปูนขนาด 3 มม. และหินปูนขนาด > 3 มม.

จากผลการทดลองทั้ง 3 แห่ง พบว่า วัสดุที่มี CaCO_3 เป็นองค์ประกอบทั้ง filter cake และหินที่มี pH สูงสามารถนำมาใช้ปรับสภาพดินกรดได้ และปริมาณที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณ CaCO_3 ในวัสดุนั้น ๆ และ pH และเนื้อดิน การใช้หินปูนที่มีขนาดคละกันนับว่าเหมาะสมในการนำมาใช้ เพราะหาง่าย มีราคาถูก และทำให้การปรับสภาพของดินมีความต่อเนื่อง และสามารถใส่ได้ในปริมาณมากตั้งแต่ 1.3-1.5 ตันต่อไร่ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) 2.5-3 ตันต่อไร่ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) และ 8-40 ตันต่อไร่ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) ในกรณีมหาวิทยาลัยขอนแก่น ถึงแม้ว่าจะให้ pH เริ่มต้นประมาณ 7 เมื่อใส่หินเกล็ด 8-40 ตันต่อไร่ก็ยังทำให้ pH ของดินอยู่ในระดับที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักจนถึง 18 เดือน แสดงให้เห็นว่าการปรับ pH ของดินด้วยหินเกล็ดขนาดต่าง ๆ สามารถใส่ได้ในปริมาณมากซึ่งเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เพราะว่าหินเกล็ดมีราคาถูก และสามารถอยู่ในดินได้นานถ้าใส่ในปริมาณดังกล่าว อาจอยู่ได้ 5-10 ปี โดยไม่ต้องมีการปรับ pH ของดินซึ่งเหมาะสมกับการปลูกไม้ยืนต้น และทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในวัสดุอินทรีย์ของตัวอย่างที่คัดเลือกแล้วว่ามีความปลอดภัย (%N %P %K) สูงของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตัวอย่างที่	Code	ตัวอย่าง	ppm Co	ppm Cr	ppm Cd	ppm Pb	ppm Ni
1	SU1	เปลือกสับประรด	0	0	0	86	0
2	SU4	ใบสับประรด	0	0	1	61	11
3	SU9	ขี้คั่ว	0	0	0	70	6
4	SU10	ขี้แดง	0	0	0	52	0
5	SU11	ขี้เถ้าหินลิกไนต์	0	0	2	61	15
6	SU15	กากน้ำตาล	0	0	0	75	0
7	SU18	sludge	0	0	0	61	0
8	SU20	กากข้าวหมอลด	0	0	0	70	0
9	SU27	filter cake	0	0	0	79	0
10	SU29	กากน้ำตาล	0	0	2	83	0
11	SU31	แป้งกรอง	0	0	3	52	0
12	SU32	sludge แดง	0	0	8	142	15
13	SU36	รำข้าวโพด	0	0	1	122	12
14	SU37	รำข้าวสาลี	0	0	0	140	0
15	SU38	รำข้าวสาลี	0	0	0	122	0
16	SU43	กากซีอิ๊ว	0	0	0	61	0
17	SU44	กากขอส	0	0	0	98	0
18	SU46	sludge จาก ร.ง.ผลไม้กระป๋อง	0	0	4	107	0
19	SU47	เปลือกผลไม้ลื่นจี	0	0	0	195	0
20	SU49	กากองุ่น	0	0	0	140	0
21	SU54	ปุ๋ยที่เกิดจากขี้เลื่อยกับน้ำกากส่า	0	0	4	88	0
22	SU55	กากข้าวหมอลดที่ได้จากการผลิตวิสกี	0	0	11	79	0
23	SU57	ขี้แกลบจาก bottom	0	0	0	0	0
24	SU62	รำสะกิดน้ำมัน	0	0	0	0	0

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในวัตถุดิบหรือของตัวอย่างที่คัดเลือกแล้วว่ามิใช่อาหาร
หลัก (%N %P %K) สูงของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตัวอย่างที่	Code	ตัวอย่าง	ppm Co	ppm Cr	ppm Cd	ppm Pb	ppm Ni
1	KKU W8	เปลือกถั่วเหลือง	0	0	5	122	0
2	KKU W10	กากหม้อกรอง	0	0	0	61	0
3	KKU W18	กากน้ำตาล	0	0	0	43	0
4	KKU W20	ขี้เถ้า	0	0	0	79	0
5	KKU W21	เปลือกมะเขือเทศ	0	0	1	122	8
6	KKU W26	ขี้เถ้า	0	0	3	89	0
7	KKU W32	กากนุ่น	0	0	6	79	0
8	KKU W33	เมล็ดนุ่น	0	0	0	43	0
9	KKU W34	กากน้ำตาล	0	0	0	77	14
10	KKU W35	กากหม้อกรอง	0	0	6	88	0
11	KKU W40	รำอ่อน(ข้าวเหนียว)	0	0	5	86	0
12	KKU W42	รำอ่อน(ข้าวเจ้า)	0	0	0	141	0
13	KKU W45	เปลือกบดแห้ง	0	0	0	122	0
14	KKU W46	เยื่อ	0	0	0	0	0
15	KKU W55	กากน้ำตาล	0	0	0	29	4
16	KKU W57	ฝุ่นอาหารสัตว์	0	0	0	14	0
17	KKU W63	เมล็ดนุ่น	0	0	0	0	0

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในวัสดุอินทรีย์ของตัวอย่างที่คัดเลือกแล้วว่ามีความปลอดภัย (%N %P %K) สูงของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตัวอย่างที่	Code	ตัวอย่าง	ppm Co	ppm Cr	ppm Cd	ppm Pb	ppm Ni
1	CMU W1	KC 1	0	0	0	23	35
2	CMU W3	KC 3	0	0	0	23	0
3	CMU W4	KC 4	0	0	0	0	0
4	CMU W7	กากกลานนา 2	0	0	0	0	0
5	CMU W8	กากตะกอน	0	0	0	14	15
6	CMU W9	ขี้เถ้าเตา	0	0	0	23	0
7	CMU W20	ใบยาสูบ	0	0	0	28	0
8	CMU W27	รำอ่อน	0	0	0	0	0
9	CMU W29	เปลือกสับปะรด	0	0	0	28	0
10	CMU W33	Filter cake	0	0	0	0	0
11	CMU W34	เปลือกสับปะรด	0	0	0	47	0
12	CMU W35	กากเห็ด	0	0	0	85	0
13	CMU W36	ตะกอนบ่อเกรอะ	0	0	0	23	0
14	CMU W40	แกลบอ่อน	0	0	0	0	0
15	CMU W42	ใบอ้อย	0	0	0	47	0
16	CMU W49	ขังข้าวโพดหวาน	0	0	0	27	0
17	CMU W51	เศษข้าวโพดอ่อน	0	0	0	0	0
18	CMU W52	กากซีอิ๊ว	0	0	0	0	0
19	CMU W53	กากเมล็ดถั่วเหลือง	0	0	0	28	0
20	CMU W54	ขี้เลื่อยเพาะเห็ดหอมแล้ว	0	0	0	28	0
21	CMU W57	กากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสีย	0	0	0	0	25
22	CMU W58	เศษเปลือกถั่วเหลือง	0	0	0	0	8
23	CMU W61	หัวมันฝรั่งเน่า	0	0	0	0	0
24	CMU W62	หัวมันฝรั่งเสียลอกเปลือกออก	0	0	0	28	0

ตารางที่ 22 ผลของการใส่หินปูนขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินทราย
(ชุดดิน โคราช) ของมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี

Treatment	ระยะเวลา (เดือน) หลังการใส่หินปูน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กากหม้อกรอง	7.40	7.81	7.80	7.81	7.80	7.82	7.85	7.74	7.70	7.63	7.55	7.21
หินปูนคละขนาด	5.59	6.23	6.31	6.34	6.35	6.33	6.40	6.37	6.47	6.61	6.43	6.54
หินปูนขนาด < 3 มม.	5.40	5.32	5.17	5.76	5.81	5.86	5.69	5.83	5.88	5.85	6.00	6.02
หินปูนขนาด 3 มม.	5.12	5.28	5.53	5.55	5.53	5.54	5.57	5.55	5.65	5.73	5.86	5.89
หินปูนขนาด > 3 มม.	5.03	5.14	5.46	5.47	5.46	5.45	5.62	5.60	5.72	5.72	5.70	5.71

*ค่าเฉลี่ยของ 3 ซ้ำ

ตารางที่ 23 ผลของการใส่หินปูนขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินทราย
(ชุดดินบุรีรัมย์) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Treatment	ระยะเวลา (เดือน) หลังการใส่หินปูน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กากหม้อกรอง	7.23	7.62	7.66	7.59	7.62	7.65	7.58	7.60	7.52	7.53	7.28	7.20
หินปูนคละขนาด	5.94	6.10	6.23	6.35	6.43	6.45	6.62	6.55	6.60	6.59	6.64	6.66
หินปูนขนาด < 3 มม.	5.80	5.81	6.02	6.08	6.10	6.13	6.26	6.30	6.22	6.37	6.35	6.38
หินปูนขนาด 3 มม.	5.77	5.89	5.94	5.95	6.00	6.00	6.08	6.14	6.20	6.13	6.20	6.18
หินปูนขนาด > 3 มม.	5.80	5.83	5.79	5.82	5.80	5.82	5.96	5.90	5.87	5.96	5.98	5.93

*ค่าเฉลี่ยของ 3 ซ้ำ

ตารางที่ 24 ผลของการใส่หินปูนขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินเนือหยาบ (ชุดดินน้ำพอง) ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

Treatment	ระยะเวลา (เดือน) หลังการใส่หินปูน																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
กากหมักกรอง	7.79	7.64	7.60	7.51	7.30	7.53	7.35	7.28	7.2	7.06	6.96	6.98	7.01	7.16	7.12	7.01	7.11	7.09
หินปูนละเอียดขนาด	7.06	7.16	7.43	7.25	7.10	7.36	7.23	7.17	7.26	6.88	6.75	6.90	7.02	7.14	7.15	7.16	7.19	7.15
หินปูนขนาด < 3 มม.	7.01	7.20	7.43	7.31	6.98	7.28	7.08	7.08	6.99	6.78	6.81	6.75	6.93	6.87	6.99	7.06	7.01	7.00
หินปูนขนาด 3 มม.	7.04	7.15	7.40	7.36	7.18	7.43	7.35	7.27	7.20	6.98	6.97	6.95	6.89	6.97	7.14	7.22	7.23	7.19
หินปูนขนาด > 3 มม.	6.98	7.11	7.30	7.34	7.16	7.46	7.21	7.16	7.24	6.95	6.92	7.01	6.94	6.98	7.07	7.01	7.05	7.02

ตารางที่ 25 ผลของการใส่หินปูนขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

Treatment	ระยะเวลา (เดือน) หลังการใส่หินปูน																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
กากหมักกรอง	7.84	7.61	7.65	7.51	7.66	7.68	7.66	7.67	7.37	7.07	7.05	7.04	7.07	7.03	7.10	7.23	7.29	7.26
หินปูนละเอียดขนาด	7.31	7.47	7.41	7.40	7.71	7.52	7.44	7.25	7.20	7.14	7.03	7.09	7.11	7.08	7.07	7.24	7.27	7.16
หินปูนขนาด < 3 มม.	7.64	7.50	7.56	7.49	7.92	7.60	7.58	7.59	7.51	7.43	7.37	7.31	7.18	7.19	7.09	7.13	7.00	7.06
หินปูนขนาด 3 มม.	7.21	7.29	7.32	7.32	7.63	7.54	7.35	7.33	7.25	7.18	7.10	7.00	7.38	7.20	7.05	7.11	7.15	7.13
หินปูนขนาด > 3 มม.	7.11	7.19	7.31	7.32	7.40	7.27	7.21	7.19	7.20	7.25	7.12	7.27	7.20	7.14	7.20	7.32	7.32	7.22

ตารางที่ 26 ผลของการใส่หินปูนขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินเนื้อหยาบ
(ชุดดินน้ำพอง) ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Treatment	ระยะเวลา (เดือน) หลังการใส่หินปูน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กากหมักกรอง	4.62	4.52	4.58	4.52	4.40	4.59	4.47	4.47	4.48	4.20	4.61	4.43
หินปูนคละขนาด	4.40	4.95	4.55	4.73	4.98	4.71	4.51	4.77	4.47	4.73	4.67	5.49
หินปูนขนาด < 3 มม.	4.52	4.90	4.91	5.07	4.96	5.07	4.81	54.99	4.97	5.03	4.79	5.84
หินปูนขนาด 3 มม.	4.32	4.50	4.37	4.49	4.50	4.44	4.41	4.46	4.38	4.43	4.11	4.95
หินปูนขนาด > 3 มม.	4.27	4.57	4.40	4.61	4.60	4.54	4.39	4.48	4.43	4.39	4.16	4.95

*ค่าเฉลี่ยของ 3 ซ้ำ

ตารางที่ 27 ผลของการใส่หินปูนขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินเนื้อละเอียด
(ชุดดินราชบุรี) ของ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Treatment	ระยะเวลา (เดือน) หลังการใส่หินปูน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กากหมักกรอง	4.56	4.52	4.58	4.37	4.37	4.37	4.31	4.34	4.17	4.01	4.32	4.28
หินปูนคละขนาด	5.17	5.17	5.28	5.28	5.58	5.38	5.00	4.99	5.11	5.03	5.59	5.23
หินปูนขนาด < 3 มม.	6.21	6.23	6.23	6.36	6.41	6.18	5.94	6.10	6.30	6.09	6.66	6.25
หินปูนขนาด 3 มม.	4.92	4.70	4.69	4.65	4.67	4.33	4.55	4.46	4.42	4.41	5.28	4.71
หินปูนขนาด > 3 มม.	4.63	4.48	4.46	4.64	4.63	4.33	4.59	4.44	4.35	4.30	5.17	4.90

*ค่าเฉลี่ยของ 3 ซ้ำ

วัตถุประสงค์ที่ 3 การศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชจากวัสดุพลอยได้ที่มี N P และ K สูง และ วัสดุอินแร่ธรรมชาติที่มี P และ K สูง

นำวัสดุที่เลือกจากวัตถุประสงค์ที่ 1 ดังกล่าวมาทดสอบหาประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุอาหารพืช โดยทำการทดลองกับดินที่มี texture และ pH ต่างๆ กัน เช่น ดินเหนียว ดินร่วน ดินร่วนปนทราย แต่ละดินมี pH 3 ระดับ สูง กลาง และต่ำ นำดินที่มีลักษณะดังกล่าว ทำการทดลองใน lysimeter หรือในพื้นที่แปลงขนาดเล็ก ใส่วัสดุทดสอบต่างๆ กัน และทำการวิเคราะห์ดินเพื่อหาการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในดินที่มีลักษณะต่างๆ กันในระยะเวลาต่างๆ กัน ติดต่อกันเป็นเวลา 2-3 ปี วางแผนงานวิจัยแบบ RCB 3 ซ้ำ

การศึกษาคือประโยชน์ของวัสดุพลอยได้และสินแร่ธรรมชาติในการปรับปรุงดิน

จากการประชุมของกลุ่มนักวิจัยที่ร่วมโครงการจาก 3 สถาบัน ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้มีการเลือกชนิดของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม และสินแร่ธรรมชาติ เพื่อใช้ในการศึกษาศักยภาพในการใช้ปรับปรุงดิน หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกที่เหมาะสม คือ ปริมาณธาตุอาหารพืชและโลหะหนักที่มีอยู่ในวัสดุและสินแร่ และปริมาณของวัสดุและสินแร่เพื่อการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน ในแง่ของความเหมาะสมในด้านปริมาณธาตุอาหาร

ใช้การทดลองในห้องปฏิบัติการภายใต้อุณหภูมิห้อง โดยการแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง การทดลองแรกเป็นการศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนจากวัสดุพลอยได้ ส่วนการทดลองที่สองและสามเป็นการศึกษาการปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมจากวัสดุพลอยได้ และสินแร่ธรรมชาติตามลำดับ ดินแต่ละชนิดจะตากให้แห้งในร่ม บด และร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มม. ก่อนการใช้งาน ส่วนวัสดุพลอยได้จะอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. สำหรับสินแร่ธรรมชาติผ่านการบดและร่อนมาแล้วเช่นกัน

การศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนจากวัสดุพลอยได้

ในการศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนจากวัสดุพลอยได้ใช้วิธีการศึกษาโดยการ incubate ดินกับวัสดุพลอยได้ในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิด รักษาระดับความชื้นของดินให้อยู่ในระดับ 75% ของความชื้นที่ระดับ field capacity ตลอดการทดลอง

การวิเคราะห์หาปริมาณ NH_4^+ และ NO_3^- -N ในตัวอย่างดิน โดยใช้สารละลาย KCl 2 M เป็นน้ำยาสกัดและใช้ดินต่อน้ำยาสกัดในอัตราส่วน 1: 10 เขย่า ½ ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และวิเคราะห์หา NH_4^+ และ NO_3^- -N ในสารละลายที่ได้จากการสกัดดินโดยการกลั่นด้วย MgO และ devarda alloy

การศึกษาการปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจากวัสดุพลอยได้และสินแร่ธรรมชาติ

การศึกษาการปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจากวัสดุและหินฟอสเฟตใช้วิธีการศึกษาโดยการ incubate ดินกับวัสดุหรือหินฟอสเฟตในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิด รักษาระดับความชื้นของดินให้อยู่ในระดับ 75% ของความชื้นที่ระดับ field capacity

การตรวจสอบปริมาณ available P ในดินที่ใช้ในการทดลองศึกษาการปล่อยฟอสฟอรัสจากวัสดุพลอยได้และหินฟอสเฟตทุก 1 เดือน โดยใช้น้ำยาสกัดดิน Bray No 2 และใช้การหาความเข้มข้นของ P ในสารละลายที่ได้จากการสกัดดิน โดยวิธีการพัฒนาสีด้วยวิธี ascorbic acid และอ่านความเข้มข้นด้วย spectrophotometer ในการศึกษาการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากวัสดุและสินแร่จะวิเคราะห์ปริมาณ exchangeable K ในดินทุกตัวรับทุก 1 เดือน โดยใช้ NH_4OAc 1 M pH 7 เป็นน้ำยาสกัดดิน และอ่านความเข้มข้นของ K ในสารละลายที่ได้จากการสกัดดินด้วย flame photometer

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้ทำการคัดเลือกวัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง 3 ชนิด และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง 2 ชนิด ซึ่งได้มีการเก็บตัวอย่างวัสดุอินทรีย์มาใหม่และได้ทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารใหม่ซึ่งได้ปริมาณธาตุใกล้เคียงกันกับตัวอย่างเดิมก่อนนำมาใช้ได้ อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. ส่วนวัสดุธรรมชาติใช้ตัวอย่างเดียวกันกับการบดและร่อนเช่นกัน และเนื่องจากต้องใช้ดินเป็นปริมาณมาก จึงได้มีการเก็บตัวอย่างดินใหม่แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ของดินดังแสดงไว้ในตารางที่ 29 แล้วทำการหมักวัสดุแต่ละชนิดกับดินทั้งดินเนื้อหยาบ(ดินชุดโคราช) และดินเนื้อละเอียด(ดินชุดบุรีรัมย์) ในถังพลาสติกที่มีฝาปิด ในอัตราส่วน 1:1 โดยมีดินที่ไม่ได้ใส่วัสดุพลอยได้เป็นคำรับควบคุมด้วย หลังจากการคลุกเคล้าดินกับวัสดุพลอยได้แต่ละชนิดจนเข้ากันดี ปรับความชื้นของดินให้อยู่ในระดับ 75% ของความชื้นดินที่ field capacity incubate ดินและวัสดุเป็นเวลา 6 เดือนและวิเคราะห์หาปริมาณ NH_4^+ และ NO_3^- -N ในตัวอย่างทุกเดือน และทำการทดลองเหมือนกันในการศึกษาการปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจากวัสดุพลอยได้ และวัสดุธรรมชาติ

การศึกษาความเป็นประโยชน์ของวัสดุพลอยได้ และสินแร่ธรรมชาติในการปรับปรุงดิน

การวิเคราะห์หาปริมาณ Mineralized-N P และ K ในดิน 2 ชนิด คือดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช) และดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์)ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N P K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง ได้แก่หินฟอสเฟต และ เฟลสปาร์ โดยใช้ดินถึงละ 20 กิโลกรัมและรักษาความชื้นที่ระดับ 75 %FC และใช้ 3 ซ้ำทุกคำรับทดลอง และทำการวิเคราะห์ปริมาณ Mineralized-N P และ K จากดินตัวอย่างทุกเดือน ค่าวิเคราะห์ปริมาณ Mineralized-N P และ K ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช) และดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์) มีผลการทดลองดังนี้ คือ

1. ปริมาณ Mineralized -N

การปลดปล่อย N เป็นไปในแนวทางเดียวกันทั้งในดินเนื้อหยาบ (ชุดดินโคราช) และดินเนื้อละเอียด (ชุดดินบุรีรัมย์) (ตารางที่ 30 31 32 และ 33) แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงในดินเนื้อละเอียดมากกว่าในดินเนื้อหยาบ ซึ่งจากทุกคำรับการทดลองมีการปลดปล่อย N ออกมาจากวัสดุอินทรีย์ทุกชนิดทำให้ปริมาณ NH_4^+ และ NO_3^- -N ในดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในเดือนที่ 1-4 หลังจากใส่วัสดุเมื่อเปรียบเทียบกับคำรับควบคุม โดยในคำรับที่ใส่ขี้ค้ำ, ขี้แฉะ ในดินมีปริมาณ NH_4^+ มากกว่า NO_3^- -N แต่ในคำรับที่ใส่ sludge แฉะ มีปริมาณ NO_3^- -N มากกว่า NH_4^+ แต่พบว่าในเดือนที่ 3 มีการปลดปล่อย N ลดลงในคำรับที่ใส่ sludge แฉะ และลดลงในเดือนที่ 5 ในคำรับที่ใส่ขี้ค้ำ

2. ปริมาณ Mineralized -P

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ available P ตารางที่ 34 และ 35 ในดินเนื้อหยาบ (ชุดดินโคราช) พบว่าปริมาณ P ที่ถูกปลดปล่อยจากวัสดุอินทรีย์ คือ กากหมักกรอง sludge และแป้งกรอง มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์) และในคำรับที่มีการใส่กากหมักกรองทำให้มี available P เพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอินทรีย์อีกสองชนิดในดินทั้งสองชนิด และการใส่หินฟอสเฟตลงไปดินทั้งดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช) และเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์) ทำให้ available P เพิ่มขึ้นเช่นกัน

3. ปริมาณ Mineralized -K

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ exchangeable K ในดินเนื้อหยาบ (ชุดดินโคราช)และดินเนื้อละเอียด (ชุดดินบุรีรัมย์) ตารางที่ 36 และ 37 พบว่าในดินทั้งสองชนิดในคำรับที่ใส่วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูงในคำรับที่ใส่ขี้ค้ำและคำรับที่ใส่ sludge แฉะ มี exchangeable K เพิ่มขึ้นในช่วงเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 4 หลังจากใส่วัสดุ แสดงว่าวัสดุอินทรีย์สามารถปลดปล่อย K ให้เป็นประโยชน์ได้ภายในเวลา 1-3 เดือนหลังการใส่วัสดุ ส่วนคำรับที่ใส่ร่ำสัคน้ำมัน มี exchangeable K เพิ่มขึ้นในเดือนที่ 1-3 หลังจากใส่วัสดุ แต่มี exchangeable K ลดลงในเดือนที่ 4 ส่วนคำรับการทดลองที่ใส่แร่เฟลด์สปาร์ตลอดช่วงเวลา 6 เดือน ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์)พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง exchangeable K ส่วนในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช)การใส่แร่เฟลด์สปาร์ทำให้ดินมี

exchangeable K สูงขึ้นเพียงเล็กน้อยในเดือนที่ 6 ในช่วง 5 เดือนแรกไม่มีการเปลี่ยนแปลง exchangeable K แสดงว่าแร่เฟลด์สปาร์มีการสลายตัวปลดปล่อยให้ exchangeable K ออกมาน้อยมาก

ตารางที่ 28 วัสดุที่คัดเลือกว่ามี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง เพื่อใช้สำหรับวัตถุประสงค์ที่ 3 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่างวัสดุคัดเลือก			
วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง		%N	%P	%K
8	ขี้ค้ำ	7.30	0.95	2.10
9	ขี้แดง	7.13	0.11	1.59
18	sludge แดง	6.06	4.90	1.92
วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง		%P	%N	%K
26	กากหมักกรอง (filter cake)	1.27	2.55	0.50
17	sludge	5.56	3.20	0.35
30	แป้งกรอง	2.90	6.00	0.89
วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง		%K	%N	%P
8	ขี้ค้ำ	2.10	7.30	0.95
31	sludge แดง	1.92	6.06	4.90
59	ร่าสกัดน้ำมัน	1.92	2.86	2.34
วัสดุธรรมชาติ 2 ชนิด				
วัสดุที่มี P สูง	rockphosphate	*		
วัสดุที่มี K สูง	feldspar	*		
ค่ารับทดลองที่ไม่ได้คลุกหมักกับวัสดุ (control)		-		

*ค่าวิเคราะห์แสดงไว้ในรายงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เพราะใช้วัสดุธรรมชาติจากแหล่งเดียวกัน

ตารางที่ 29 สมบัติของดินที่ใช้ศึกษาความเป็นประโยชน์ของวัสดุและสินแร่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สมบัติของดิน	ดินชุดโคราช	ดินชุดบุรีรัมย์
pH	4.60	5.51
Available P (Bray II)	6 mg/kg	17.5 mg/kg
Exchangeable K (NH_4OAc 1 N pH7)	61 mg/kg	173 mg/kg
Organic matter (Walkley and Black)	1.57%	1.92%

ตารางที่ 30 ปริมาณ Mineralized- NH_4^+ (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-10) ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินโคราช) ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

ตัวอย่าง	เดือนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง										
1.1 ขี้คั่ว (SUT 9)	44.23	29.67	49.21	50.26	34.26	26.55	26.01	25.89	25.85	25.91
1.2 ขี้แสด (SUT 10)	36.90	31.06	35.19	40.08	40.00	38.26	25.69	23.68	23.04	23.21
1.3 sludge แสด (SUT 32)	31.01	35.63	37.88	42.13	34.67	33.26	30.59	30.00	31.62	29.55
2. Control ชุดดินโคราช	6.39	6.40	6.44	6.35	6.38	18.93	19.06	18.79	18.88	19.01

ตารางที่ 31 ปริมาณ Mineralized- NH_4^+ (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-10) ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์) ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

ตัวอย่าง	เดือนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง										
1.1 ขี้คั่ว (SUT 9)	47.26	61.02	70.11	67.32	47.86	40.23	38.12	43.06	39.26	38.16
1.2 ขี้แสด (SUT 10)	34.26	43.00	40.07	48.66	34.69	33.52	31.09	31.62	34.00	32.54
1.3 sludge แสด (SUT 32)	16.80	29.07	33.12	43.31	38.26	30.02	33.16	33.09	30.61	30.03
2. Control ชุดดินบุรีรัมย์	12.23	14.00	13.78	14.01	13.95	13.99	13.85	13.74	13.95	13.88

ตารางที่ 32 ปริมาณ Mineralized-NO₃⁻ (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-10) ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดิน
โคราช)ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

ตัวอย่าง	เดือนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง										
1.1 ขี้คั่ว (SUT 9)	85.78	81.97	68.84	70.30	54.27	45.01	44.03	43.44	42.17	40.91
1.2 ขี้แฉะ (SUT 10)	58.16	79.61	61.42	66.65	65.59	58.39	43.24	41.89	39.48	39.24
1.3 sludge แฉะ (SUT 32)	62.08	84.60	93.22	85.75	74.98	70.52	65.59	62.56	67.22	63.77
2. Control ชุดดินโคราช	23.27	25.18	25.32	25.46	25.23	25.23	25.40	25.45	25.44	25.44

ตารางที่ 33 ปริมาณ Mineralized-NO₃⁻ (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-10) ในดินเนื้อละเอียด(ชุด
ดินบุรีรัมย์) ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

ตัวอย่าง	เดือนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง										
1.1 ขี้คั่ว (SUT 9)	81.27	97.5	101.38	101.58	76.07	60.56	60.58	66.67	61.71	59.04
1.2 ขี้แฉะ (SUT 10)	74.18	77.16	75.23	77.72	61.03	54.80	54.65	55.18	58.12	55.61
1.3 sludge แฉะ (SUT 32)	46.87	63.84	73.34	89.94	70.42	61.90	68.78	65.57	61.61	59.92
2. Control ชุดดินบุรีรัมย์	28.53	30.94	30.42	32.65	33.51	32.60	32.89	33.20	32.99	33.190

ตารางที่ 34 ปริมาณ Mineralized-P (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-10) ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดิน
โคราช)ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ ที่มี P และวัสดุธรรมชาติที่มี P สูง (มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีสุรนารี)

ตัวอย่าง	เดือนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง										
1.1 กากหม้อกรอง (SUT 27)	14.30	22.00	49.45	54.62	53.65	55.49	65.23	62.40	58.11	53.61
1.2 sludge (SUT 18)	20.20	37.50	36.85	44.26	47.35	42.61	46.69	49.35	45.76	45.50
1.3 แป้งกรอง (SUT 31)	14.50	28.00	43.22	52.60	55.66	50.23	44.41	40.26	42.59	45.57
2. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง										
rockphosphate	111.00	164.30	166.49	182.25	196.32	202.42	218.38	219.03	219.68	219.46
3. Control ชุดดินโคราช	5.78	6.10	6.03	6.15	6.21	6.18	6.18	6.15	6.19	6.20

ตารางที่ 35 ปริมาณ Mineralized-P (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-10) ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดิน
บุรีรัมย์)ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ ที่มี P และวัสดุธรรมชาติที่มี P สูง (มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีสุรนารี)

ตัวอย่าง	เดือนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง										
1.1 คากหม้อกรอง (SUT 27)	27.00	36.00	52.63	53.26	61.43	74.26	88.53	80.35	82.41	83.16
1.2 sludge (SUT 18)	38.00	45.00	43.80	47.43	46.58	56.23	63.18	61.56	60.85	59.27
1.3 แป้งกรอง (SUT 31)	26.00	40.25	36.59	46.32	56.78	69.45	71.56	56.23	51.30	46.84
2. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง										
rockphosphate	134.00	164.00	189.65	209.54	221.63	227.04	234.58	230.57	225.64	229.86
3. Control ชุดดินบุรีรัมย์	16.80	17.50	17.40	17.79	18.02	18.11	19.1	18.74	18.62	19.00

ตารางที่ 36 ปริมาณ Mineralized-K (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-10) ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดิน
โคราช)ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ ที่มี K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี K สูง
(มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

ตัวอย่าง	เดือนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง										
1.1 ขี้คั่ว (SUT 9)	122.00	117.00	148.52	146.37	133.46	129.74	120.47	118.67	120.63	115.82
1.2 sludge แดง (SUT 32)	135.00	153.00	124.55	137.24	118.65	113.20	104.28	102.38	109.62	111.37
1.3 รำสัคน้ำมัน (SUT 62)	106.00	121.00	130.05	110.58	98.56	89.69	87.52	80.26	67.95	55.36
2. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง										
feldspar	185.00	156.00	87.59	85.42	86.35	87.43	85.94	86.34	85.23	84.65
3. Control ชุดดินโคราช	76.0	70.00	73.00	74.21	74.59	76.82	76.89	76.22	76.49	75.94

ตารางที่ 37 ปริมาณ Mineralized-K (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-10) ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดินบุรีรัมย์) ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ ที่มี K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี K สูง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)

ตัวอย่าง	เดือนที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง										
1.1 จีดำ (SUT 9)	264.00	284.00	296.11	298.32	274.36	256.84	255.36	250.69	246.38	242.77
1.2 sludge แดง (SUT 32)	291.00	267.00	274.00	277.65	280.34	262.50	255.00	258.61	248.63	240.31
1.3 วัสดุคั่วมัน (SUT 62)	252.00	255.00	259.34	254.66	251.13	240.26	229.58	219.35	215.44	206.75
2. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง										
feldspar	340.00	304.00	192.67	195.73	194.62	198.56	197.45	192.34	199.37	199.72
3. Control ชุดดินบุรีรัมย์	188.00	184.00	187.00	188.56	187.92	189.32	190.01	190.08	188.62	187.63

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คัดเลือกวัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง อย่างละ 3 ชนิด และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง 2 ชนิด (ตารางที่ 38) ทำการหมักวัสดุแต่ละชนิดลงในถังพลาสติก บรรจุเนื้อดินหยาบ(ชุดดินน้ำพอง) หรือดินเนื้อละเอียด(ชุดดินราชบุรี) ถึงละ 20 กิโลกรัม โดยใช้อัตราการใช้ 5 ตัน/ไร่ เท่ากันทั้งหมดและใช้ 3 ซ้ำทุกดาร์บ เหตุผลในการใส่วัสดุอัตรานี้เพราะต้องการติดตามผลของกระบวนการ mineralization ในเดือนที่ 1 ปริมาณวัสดุที่ใส่ต่อดิน 20 กิโลกรัม เท่ากับ 297 กรัม และปริมาณน้ำที่เติมเพื่อปรับความชื้นใช้ที่ระดับ 75% FC ปริมาณที่คำนวณได้ของ mineralizable N P และ K แสดงไว้ในตารางที่ 39 และ 40 ตามลำดับ ทั้งนี้ได้จัดทำดาร์บความคืบหน้าที่ไม่ใส่วัสดุไว้ด้วยเพื่อการเปรียบเทียบ

วิเคราะห์ปริมาณ Mineralizable-N P และ K ในดินทั้งสองชุดคือ ดินเนื้อหยาบ(ชุดดินน้ำพอง) และดินเนื้อละเอียด(ชุดดินราชบุรี) ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N P K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง ได้แก่ หินฟอสเฟต และเฟลสปาร์ ในอัตรา 5 กิโลกรัม/ไร่ โดยใช้ดินถึงละ 20 กิโลกรัม และใช้ 3 ซ้ำทุกดาร์บการทดลอง ค่าวิเคราะห์ปริมาณ Mineralizable-N P และ K ในเนื้อดินหยาบ(ชุดดินน้ำพอง) หรือดินเนื้อละเอียด(ชุดดินราชบุรี) เป็นเวลา 9 เดือน ผลการศึกษามีดังนี้ คือ

1. ปริมาณ Mineralized-N

ปริมาณ N ที่ถูกปลดปล่อยจากวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุ N สูง ที่ถูกห่มกักกับดินที่อัตรา 5 ตันต่อไร่ ที่ระดับความชื้นดิน 75 % field capacity พบว่า ทั้งในดินเนื้อหยาบชุดดินน้ำพอง และดินเนื้อละเอียดชุดดินราชบุรี จะปลดปล่อย N ในรูป NH_4^+ -N ปริมาณมากในช่วง 2 เดือนแรก และเริ่มลดลงเมื่อตรวจวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนที่ 3 และจะปลดปล่อยในปริมาณที่สม่ำเสมอตั้งแต่เดือนที่ 3 จนถึงเดือนที่ 9 และมีปริมาณสูงกว่าในคำรับทดลองที่ไม่ได้ห่มกัก (ตารางที่ 41, 42 (ในกรณีของการปลดปล่อย NO_3^- -N ทั้งในดินเนื้อหยาบชุดดินน้ำพองและดินเนื้อละเอียดชุดดินราชบุรี มีปริมาณสูงกว่าดินที่ไม่มีการห่มกักด้วยวัสดุอินทรีย์ การปลดปล่อย NO_3^- -N ในคำรับทดลองที่ห่มกักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณ N สูงจะมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่เดือนที่ 3 และสูงขึ้นอย่างชัดเจนในเดือนที่ 4 จนถึงเดือนที่ 9 ตารางที่ 43, 44 (แสดงให้เห็นว่า NO_3^- -N ในดินเกิดขึ้นจากกระบวนการ nitrification ที่จุลินทรีย์จากดิน Oxidize NH_4^+ -N ให้เป็น NO_3^- -N

การปลดปล่อย N เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งในดินเนื้อหยาบชุดดินน้ำพองและดินเนื้อละเอียดชุดดินราชบุรี ซึ่งจากผลการศึกษา จึงได้คัดเลือกวัสดุอินทรีย์เปลือกมะเขือเทศเป็นวัสดุในการศึกษา ตามวัตถุประสงค์ที่ 4 ต่อไป เนื่องจากที่ปริมาณมากพอและมีราคาถูกกว่าวัสดุอื่น

2. ปริมาณ Mineralized-P

ผลการศึกษาในการห่มกักวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุ P สูง ในดินเนื้อหยาบชุดดินน้ำพอง (ตารางที่ 45) พบว่า ปริมาณ P ที่ถูกปลดปล่อยจากวัสดุอินทรีย์และวัสดุหินแร่ธรรมชาติที่มี P สูง (rock phosphate) เกิดขึ้นมากกว่าคำรับทดลองอื่น ๆ และคำรับทดลองที่ไม่ได้ห่มกักด้วยวัสดุอินทรีย์ โดยจะปลดปล่อยมากขึ้น ตั้งแต่เดือนที่ 2 ในกรณีห่มกักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณ P สูง และตั้งแต่เดือนที่ 3 ในกรณีห่มกักด้วยวัสดุหินแร่ธรรมชาติ (rock phosphate) การปลดปล่อย P ในการศึกษาในดินเนื้อละเอียดชุดดินราชบุรี ตารางที่ 46 จะมีปริมาณต่ำกว่าการศึกษาในดินเนื้อหยาบ ทั้งการห่มกักด้วยวัสดุอินทรีย์และวัสดุหินแร่ธรรมชาติ แต่มีปริมาณสูงกว่าคำรับทดลองที่ไม่ได้ห่มกักด้วยวัสดุอินทรีย์ ซึ่งจากผลการศึกษาได้คัดเลือกวัสดุอินทรีย์กากหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล เป็นวัสดุเพื่อใช้ในการศึกษาในวัตถุประสงค์ที่ 4 ต่อไป เนื่องจากมีปริมาณมาก หาได้ง่ายและราคาถูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3. ปริมาณ Mineralized-K

การปลดปล่อย K ในรูป exchangeable K เกิดขึ้นในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันทั้งในดินเนื้อหยาบ (ชุดดินน้ำพอง) และดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) โดยพบว่าการปลดปล่อย K เกิดขึ้นในดินที่ห่มกักด้วยวัสดุอินทรีย์ทุกประเภท และสูงกว่าคำรับทดลองที่ไม่ได้ห่มกักด้วยวัสดุอินทรีย์) ตารางที่ 47, 48 การปลดปล่อย K ในคำรับทดลองที่ห่มกักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่คัดเลือกเป็นตัวแทนวัสดุที่มีปริมาณ K สูง คือ ขี้เถ้าอ้อย ,เปลือกถั่วเหลือง และเปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียกสอง จะมีปริมาณสูง ตั้งแต่เดือนที่ 3 เป็นต้นไป และในกรณีที่ดินเนื้อหยาบชุดดินน้ำพอง จะ

ปลดปล่อยลดลงและมีแนวโน้มคงที่ตั้งแต่เดือนที่ 5 จนถึงเดือนที่ 9 สำหรับคาร์บอนที่ลดลงที่ลดลงด้วยวัสดุหินแร่คือ K-feldspar ผลการวิเคราะห์การปลดปล่อยไม่มีความแตกต่างกับคาร์บอนที่ลดลงควบคุม แสดงว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ไม่เหมาะสม หรือการปลดปล่อย K จากวัสดุหินแร่นี้ดังกล่าวดังกล่าวอาจต้องใช้เวลา ซึ่งจะทําวิธีการศึกษาต่อไป และในการศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือก เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียกสองเป็นวัสดุอินทรีย์ในการศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่ 4 ต่อไป เนื่องจากมีปริมาณมาก ราคาถูก และหาได้ง่ายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 38 วัสดุที่คัดเลือกกว่ามี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง เพื่อใช้สำหรับวัตถุประสงค์ที่ 3 ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่างวัสดุคัดเลือก	
วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง		%N
KKU W80	เปลือกถั่วลิสง	4.46
KKU W21	เปลือกมะเขือเทศ	3.84
KKU W45	เปลือกมะม่วงหิมพานต์บด	2.16
วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง		%P
KKU W10	กากหม้อกรอง (filter cake)	1.72
KKU W40	รำอ่อนข้าวเหนียว	1.51
KKU W33	เมล็ดถั่ว	1.029
วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง		%K
KKU W20	ขี้เถ้าอ้อย	2.02
KKU W8	เปลือกถั่วเหลือง	1.8
KKU W60	เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียกสอง	1.36
วัสดุธรรมชาติ 2 ชนิด		
วัสดุที่มี P สูง	rockphosphate	*
วัสดุที่มี K สูง	feldspar	*
คาร์บอนที่ ไม่ได้ลดลงกับวัสดุ (control)		-

*ค่าวิเคราะห์แสดงไว้ในรายงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เพราะใช้วัสดุธรรมชาติจากแหล่งเดียวกัน

ตารางที่ 39 ปริมาณ mineralizable N P และ K ที่คำนวณได้จากการใส่วัสดุในอัตรา 5 ตัน/ไร่
ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่างวัสดุคัดเลือก	
วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง		ppmN
KKU W80	เปลือกถั่วลิสง	664
KKU W21	เปลือกมะเขือเทศ	571
KKU W45	เปลือกมะม่วงหิมพานต์บด	321
วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง		ppmP
KKU W10	กากหมักกรอง (filter cake)	258
KKU W40	รำอ่อนข้าวเหนียว	223
KKU W33	เมถุน	153
วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง		ppmK
KKU W20	ขี้เถ้าอ้อย	303
KKU W8	เปลือกถั่วเหลือง	202
KKU W60	เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียกสอง	267
วัสดุธรรมชาติ 2 ชนิด		
วัสดุที่มี P สูง	rockphosphate	*
วัสดุที่มี K สูง	feldspar	*
ค่ารับทดลองที่ไม่ได้คลุมหมักกับวัสดุ (control)		-

*ค่าวิเคราะห์แสดงไว้ในรายงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เพราะใช้วัสดุธรรมชาติจากแหล่งเดียวกัน

ตารางที่ 40 ปริมาณน้ำที่เติมเพื่อปรับความชื้นที่ระดับ 75%FC ในการหมักวัสดุของมหาวิทยาลัย
ขอนแก่น

รหัสตัวอย่าง	ตัวอย่างวัสดุคัดเลือก	ปริมาณ (ลิตร/ดิน 20 กิโลกรัม)	
		ชุดดินน้ำพอง (ดินเนื้อหยาบ)	ชุดดินราชบุรี (ดินเนื้อละเอียด)
วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง			
KKU W80	เปลือกถั่วลิสง	2.72	5.03
KKU W21	เปลือกมะเขือเทศ	2.72	5.03
KKU W45	เปลือกมะม่วงหิมพานต์บด	2.72	5.03
วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง			
KKU W10	กากหม้อกรอง (filter cake)	2.72	5.03
KKU W40	รำอ่อนข้าวเหนียว	2.72	5.03
KKU W33	เมล็ดนุ่น	2.72	5.03
วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง			
KKU W20	ขี้เถ้าอ้อย	2.72	5.03
KKU W8	เปลือกถั่วเหลือง	2.72	5.03
KKU W60	เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียก	2.72	5.03
	สอง		
วัสดุธรรมชาติ 2 ชนิด			
วัสดุที่มี P สูง	rockphosphate	2.72	5.03
วัสดุที่มี K สูง	feldspar	2.72	5.03
ค่ารับทดลองที่ไม่ได้คักถูกหมักกับวัสดุ (control)		2.72	5.03

*ค่าวิเคราะห์แสดงไว้ในรายงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เพราะใช้วัสดุธรรมชาติจากแหล่งเดียวกัน

ตารางที่ 41 ปริมาณ Mineralized-NH₄⁺ (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-9) ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดิน
น้ำพอง)ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K
สูง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ตัวอย่าง	เดือนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง									
1.1 เปลือกถั่วลิสง	10.42	15.97	7.45	6.09	5.68	5.58	6.27	7.43	6.18
1.2 เปลือกมะเขือเทศ	15.57	12.68	6.27	7.54	7.47	11.70	9.86	10.25	11.37
1.3 เปลือกมะม่วงหิมพานต์บด	5.27	5.54	4.80	7.99	8.76	6.98	7.25	8.15	8.73
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง									
2.1 กากหมักรอง	8.54	10.51	6.14	8.98	9.00	7.96	8.26	8.63	8.88
2.2 รำอ่อนข้าวเหนียว	59.80	16.00	5.59	15.39	6.34	10.79	9.40	10.55	10.30
2.3 เมล็ดถั่ว	153.63	51.10	5.51	9.18	3.97	5.27	6.73	7.60	6.89
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง									
3.1 ขี้เถ้าอ้อย	6.18	6.35	6.56	7.46	6.85	5.91	6.25	5.48	6.87
3.2 เปลือกถั่วเหลือง	6.65	5.08	5.33	5.77	4.26	6.67	5.49	6.33	5.13
3.3 เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปลือกสอง	5.91	5.95	5.27	5.76	5.38	8.21	7.34	8.11	7.28
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง rockphosphate	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง feldspar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่ารับทดสอบที่ไม่ได้คลุมหมักกับวัสดุ	3.80	3.45	3.80	3.07	4.21	4.11	4.05	3.85	3.95

ตารางที่ 42 ปริมาณ Mineralized-NH₄⁺ (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-9) ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดิน ราชบุรี)ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ตัวอย่าง	เดือนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง									
1.1 เปลือกถั่วลิสง	20.41	19.92	7.45	9.48	9.73	8.64	9.53	8.55	9.00
1.2 เปลือกมะเขือเทศ	13.25	8.39	6.27	14.86	7.59	10.69	9.45	8.65	10.29
1.3 เปลือกมะม่วงหิมพานต์บด	14.50	6.23	4.80	8.22	7.85	13.79	11.12	12.57	11.57
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง									
2.1 ถากหม้อกรอง	8.79	9.06	6.14	5.13	6.60	5.02	6.34	6.74	5.94
2.2 รำอ่อนข้าวเหนียว	47.96	16.41	5.59	10.77	9.96	7.97	8.13	9.67	8.44
2.3 เมล็ดนุ่น	57.10	31.21	5.51	8.91	12.34	10.28	11.98	11.56	10.65
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง									
3.1 ขี้เถ้าอ้อย	5.46	4.65	6.56	14.12	12.42	19.51	18.67	17.45	16.99
3.2 เปลือกถั่วเหลือง	6.11	4.28	5.33	14.39	16.88	16.00	15.78	16.68	16.11
3.3 เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียกสอง	10.89	3.30	5.27	10.78	10.78	13.76	11.98	12.24	12.86
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง									
rockphosphate	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง									
feldspar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่ารับทดลองที่ไม่ได้คลุมหมักกับวัสดุ	5.53	4.84	3.80	4.71	5.64	5.75	5.75	5.75	5.75

ตารางที่ 43 ปริมาณ Mineralized-NO₃⁻ (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-9) ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดิน
น้ำพอง)ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K
(มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ตัวอย่าง	เดือนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง									
1.1 เปลือกถั่วลิสง	10.66	13.51	21.66	44.99	67.17	64.68	65.87	68.30	70.20
1.2 เปลือกมะเขือเทศ	31.83	32.07	35.31	57.96	59.17	68.55	69.43	68.56	65.93
1.3 เปลือกมะม่วงหิมพานต์บด	38.96	40.49	42.04	61.72	77.98	78.79	80.14	79.44	76.86
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง									
2.1 กากหมักอ้อย	12.77	13.55	13.29	17.01	39.27	60.20	55.48	54.78	59.00
2.2 รำอ่อนข้าวเหนียว	50.01	56.33	24.50	31.26	24.10	42.32	41.30	40.13	43.67
2.3 เมล็ดปุ่น	46.46	37.11	24.23	29.72	20.73	19.32	20.58	22.11	19.75
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง									
3.1 ขี้เถ้าอ้อย	25.73	19.90	16.47	30.29	48.09	34.66	35.76	38.62	37.99
3.2 เปลือกถั่วเหลือง	8.36	18.80	13.86	28.32	36.59	38.30	38.88	39.25	37.56
3.3 เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปลือกสอง	8.92	17.36	16.26	39.97	40.30	41.88	40.13	41.23	42.11
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง rockphosphate	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง feldspar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่ารับทดลองที่ไม่ได้ปลูกหมักกับวัสดุ	12.39	12.14	13.05	12.93	13.79	13.86	13.55	13.24	13.67

ตารางที่ 44 ปริมาณ Mineralized-NO₃⁻ (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-9) ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดิน
ราชบุรี)ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K
(มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ตัวอย่าง	เดือนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง									
1.1 เปลือกถั่วลิสง	17.62	48.04	89.13	97.23	67.23	95.21	80.56	87.55	90.25
1.2 เปลือกมะเขือเทศ	28.82	35.56	49.30	50.25	54.05	76.56	70.33	72.56	70.16
1.3 เปลือกมะม่วงหิมพานต์บด	27.03	45.12	51.50	70.59	80.61	70.18	71.33	72.43	70.11
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง									
2.1 กากหมักกรอง	21.07	21.19	22.60	59.94	39.67	95.87	96.77	80.67	78.78
2.2 รำอ่อนข้าวเหนียว	34.10	54.74	59.06	110.00	123.21	102.36	101.89	99.24	98.44
2.3 เมล็ดนุ่น	31.08	91.48	32.20	60.25	65.34	60.13	62.77	58.70	60.23
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง									
3.1 ขี้เถ้าฮ้อย	35.29	39.46	32.69	53.16	52.36	83.38	70.56	68.79	70.45
3.2 เปลือกถั่วเหลือง	18.54	21.50	22.00	40.23	64.15	76.58	75.88	70.77	68.34
3.3 เปลือกมันสำปะหลังร่อนเปียกสอง	21.21	27.44	25.07	50.25	76.12	71.10	70.76	68.66	69.46
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง rockphosphate	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง feldspar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่ารับทดลองที่ไม่ได้ปลูกหมักกับวัสดุ	14.21	14.43	14.43	15.01	14.88	14.68	14.77	14.56	14.24

ตารางที่ 45 ปริมาณ Mineralized-P (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-9) ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินน้ำ
พอง)ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ ที่มี N P และ K สูงและวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K
สูง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ตัวอย่าง	เดือนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง									
1.1 เปลือกถั่วลิสง	31.05	37.17	51.09	49.42	35.57	37.23	39.58	42.54	48.23
1.2 เปลือกมะเขือเทศ	31.10	37.23	24.50	24.34	19.38	20.15	23.55	27.33	30.21
1.3 เปลือกมะม่วงหิมพานต์ค	29.16	34.87	27.29	22.00	18.72	25.64	28.37	27.21	22.46
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง									
2.1 กากหมักกรอง	77.77	105.29	179.01	93.41	98.66	101.25	103.55	98.56	97.21
2.2 รำอ่อนข้าวเหนียว	161.83	189.63	192.12	163.76	177.47	179.56	187.21	172.15	186.55
2.3 เมล็ดคูน	59.79	69.93	72.04	84.75	88.59	90.21	89.99	89.57	90.25
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง									
3.1 ชี้น้ำอ้อย	59.27	70.95	72.30	80.31	40.25	55.48	58.33	47.26	49.58
3.2 เปลือกถั่วเหลือง	18.02	21.57	20.14	29.06	15.91	20.46	19.21	22.55	21.23
3.3 เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียกสอง	16.65	19.93	27.41	30.37	23.87	25.65	27.35	28.46	24.60
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง									
rockphosphate	224.00	231.03	354.27	358.96	370.25	371.25	381.46	359.88	361.55
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง									
feldspar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่ารับทดลองที่ไม่ได้ถูกหมักกับวัสดุ	15.72	16.11	16.39	16.54	16.61	16.61	16.61	16.61	16.61

ตารางที่ 46 ปริมาณ Mineralized-P (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-9) ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดิน
ราชบุรี)ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ ที่มี N P และ K สูงและวัสดุธรรมชาติที่มี P และ
K สูง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ตัวอย่าง	เดือนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง									
1.1 เปลือกถั่วลิสง	7.13	8.53	15.37	7.45	11.83	10.55	9.49	9.88	10.49
1.2 เปลือกมะเขือเทศ	6.13	7.82	9.37	5.99	6.46	7.57	7.88	6.93	6.99
1.3 เปลือกมะม่วงหิมพานต์บด	5.46	6.92	8.69	5.05	6.24	6.58	6.79	7.05	6.98
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง									
2.1 กากหม้อกรอง	14.58	14.60	20.46	39.01	28.08	29.55	29.89	29.55	28.14
2.2 รำอ่อนข้าวเหนียว	18.93	30.07	32.57	21.20	22.46	22.15	21.87	21.33	22.15
2.3 เมล็ดนุ่น	10.76	11.30	11.72	12.36	11.37	12.66	11.95	12.16	11.59
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง									
3.1 ขี้เถ้าฮ้อย	16.68	19.96	20.89	9.74	11.23	10.25	11.05	11.15	11.69
3.2 เปลือกถั่วเหลือง	5.62	5.98	9.70	5.43	6.13	7.27	7.85	7.55	7.99
3.3 เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียกสอง	5.73	8.49	9.70	7.77	6.46	6.23	6.59	7.01	7.15
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง									
rockphosphate	204.55	224.31	223.63	224.55	180.23	189.54	201.37	234.21	225.12
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง									
feldspar	5.55	8.07	8.45	8.99	8.78	8.43	8.25	8.90	8.76
ค่ารับทดลองที่ไม่ได้ถูกหมักกับวัสดุ	5.05	5.13	5.70	5.52	5.62	5.73	5.46	5.87	5.59

ตารางที่ 47 ปริมาณ Mineralized-K (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-9) ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินน้ำ
 หอง)ที่ปลูกหมักด้วยวัตถุดิบที่มี N P K สูง และวัตถุดิบที่มี P และ K สูง
 (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ตัวอย่าง	เดือนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. วัตถุดิบที่มี N สูง									
1.1 เปลือกถั่วลิสง	67.43	76.13	94.90	99.70	91.30	90.11	91.26	92.55	90.23
1.2 เปลือกมะเขือเทศ	92.80	92.86	103.47	110.53	115.14	111.79	114.66	108.89	112.22
1.3 เปลือกมะม่วงหิมพานต์บด	107.80	111.04	124.53	120.12	95.09	104.88	99.00	95.78	103.55
2. วัตถุดิบที่มี P สูง									
2.1 กากหม้อกรอง	70.70	71.86	96.25	129.15	105.25	110.79	107.65	105.78	104.99
2.2 รำอ่อนข้าวเหนียว	208.60	231.52	246.27	226.05	191.54	201.68	204.55	206.99	199.69
2.3 เมล็ดป่น	154.83	167.96	208.17	169.00	163.09	170.67	169.85	166.54	160.45
3. วัตถุดิบที่มี K สูง									
3.1 จี๋เจ้าฮ้อย	125.13	128.86	166.55	113.78	111.89	112.87	111.66	113.66	111.32
3.2 เปลือกถั่วเหลือง	92.03	107.97	142.40	144.67	122.45	127.65	122.67	123.52	119.56
3.3 เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียก สอง	164.63	179.92	193.93	163.09	111.89	121.65	114.69	119.65	121.76
4. วัตถุดิบที่มี P สูง									
rockphosphate	38.83	41.00	43.43	45.55	47.68	45.79	43.89	47.34	48.57
5. วัตถุดิบที่มี K สูง									
feldspar	36.93	43.43	45.70	46.60	48.25	48.63	49.88	47.89	49.55
ค่ารับทดลองที่ไม่ได้ปลูกหมักกับวัสดุ	37.67	39.60	40.40	41.72	42.24	40.13	42.16	41.21	41.26

ตารางที่ 48 ปริมาณ Mineralized-K (ppm) วิเคราะห์ทุกเดือน (1-9) ในดินเนื้อละเอียด(ชุดดิน
ราชบุรี)ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มี N P K สูง และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง
(มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ตัวอย่าง	เดือนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง									
1.1 เปลือกถั่วลิสง	122.67	126.39	137.25	137.08	167.00	154.23	160.45	165.24	159.46
1.2 เปลือกมะขามเทศ	134.87	133.65	145.20	154.11	179.00	178.26	179.21	175.37	178.90
1.3 เปลือกมะม่วงหิมพานต์บด	107.16	108.12	117.47	141.95	129.14	130.44	142.56	132.50	135.45
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง									
2.1 กากหมักรอง	105.27	105.43	106.83	101.32	111.35	109.46	110.12	112.16	111.46
2.2 รำอ่อนข้าวเหนียว	154.71	160.67	166.37	167.42	171.00	170.57	171.26	171.55	170.90
2.3 เมล็ดถั่วเขียว	107.97	116.99	119.07	123.26	135.71	130.12	130.56	131.32	129.35
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง									
3.1 ขี้เถ้าอ้อย	114.08	115.30	146.77	156.59	166.50	157.36	160.48	162.65	164.79
3.2 เปลือกถั่วเหลือง	156.43	155.78	197.93	176.90	171.00	172.56	175.47	176.26	176.88
3.3 เปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียกสอง	102.17	106.43	122.11	125.36	137.88	135.25	137.57	136.56	137.85
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง									
rockphosphate	91.80	68.58	76.03	67.32	77.98	75.84	74.89	78.48	77.14
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง									
feldspar	64.73	67.78	77.10	88.60	87.98	80.96	87.54	88.46	89.25
ค่ารับทดลองที่ไม่ได้ปลูกหมักกับวัสดุ	63.47	67.24	66.30	67.33	67.85	67.55	67.49	67.39	67.66

ตารางที่ 26 ผลของการใส่หินปูนขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินเนื้อหยาบ (ชุดดินน้ำพอง) ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Treatment	ระยะเวลา (เดือน) หลังการใส่หินปูน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กากหม้อกรอง	4.62	4.52	4.58	4.52	4.40	4.59	4.47	4.47	4.48	4.20	4.61	4.43
หินปูนกละขนาด	4.40	4.95	4.55	4.73	4.98	4.71	4.51	4.77	4.47	4.73	4.67	5.49
หินปูนขนาด < 3 มม.	4.52	4.90	4.91	5.07	4.96	5.07	4.81	54.99	4.97	5.03	4.79	5.84
หินปูนขนาด 3 มม.	4.32	4.50	4.37	4.49	4.50	4.44	4.41	4.46	4.38	4.43	4.11	4.95
หินปูนขนาด > 3 มม.	4.27	4.57	4.40	4.61	4.60	4.54	4.39	4.48	4.43	4.39	4.16	4.95

*ค่าเฉลี่ยของ 3 ซ้ำ

ตารางที่ 27 ผลของการใส่หินปูนขนาดต่างๆ ในการปรับ pH (ดิน:น้ำ = 1:1) ของดินเนื้อละเอียด (ชุดดินราชบุรี) ของ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Treatment	ระยะเวลา (เดือน) หลังการใส่หินปูน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กากหม้อกรอง	4.56	4.52	4.58	4.37	4.37	4.37	4.31	4.34	4.17	4.01	4.32	4.28
หินปูนกละขนาด	5.17	5.17	5.28	5.28	5.58	5.38	5.00	4.99	5.11	5.03	5.59	5.23
หินปูนขนาด < 3 มม.	6.21	6.23	6.23	6.36	6.41	6.18	5.94	6.10	6.30	6.09	6.66	6.25
หินปูนขนาด 3 มม.	4.92	4.70	4.69	4.65	4.67	4.33	4.55	4.46	4.42	4.41	5.28	4.71
หินปูนขนาด > 3 มม.	4.63	4.48	4.46	4.64	4.63	4.33	4.59	4.44	4.35	4.30	5.17	4.90

*ค่าเฉลี่ยของ 3 ซ้ำ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ชุด คือ (1) ความเป็นประโยชน์ของวัสดุพลอยได้และวัสดุธรรมชาติในดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบที่ไม่ปรับ pH และ (2) ปรับ pH

1. ความเป็นประโยชน์ของวัสดุพลอยได้และวัสดุธรรมชาติในดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบที่ไม่ปรับ pH

1.1 การเปลี่ยนแปลง pH

pH ของดินทั้งดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนสูง มีการเปลี่ยนแปลงหลังการหมักในลักษณะเดียวกันคือ pH ลดลงตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 7 โดยมีการลดลงอย่างต่อเนื่องและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อบ่มดินไว้นานขึ้น โดยเฉพาะในดินเนื้อละเอียด (ตารางที่ 49) ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุต่างๆ มี pH เริ่มต้นค่อนข้างต่ำ ได้แก่ ดินที่ปลูกหมักด้วยตะกอนบ่อบำบัดทั้งอัตรา 200 และ 400 mg N/kg ดินที่ปลูกหมักด้วยตะกอนหมักกรองน้ำตาล และดินที่ปลูกหมักด้วยใบชาสูบ ส่วนดินที่ปลูกหมักด้วยวัสดุเพาะเห็ดในอัตรา 200 mg N/kg และ 400 mg N/kg ที่มี pH เริ่มต้นค่อนข้างสูง กล่าวคือ หลังจากหมัก 1 เดือน มี pH อยู่ที่ 6.5 และ 7.1 ตามลำดับ ในดินที่มีวัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mg N/kg นั้น pH ของดินจะเพิ่มสูงขึ้นจาก 6.5 เป็นประมาณ 6.6 และ 6.7 ในเดือนที่ 3 และ 4 จากนั้นจะลดลงเป็นประมาณ 6.2 ในเดือนที่ 7 แต่ในดินที่มีวัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mg N/kg pH ของดินเพิ่มจาก 7.1 ในเดือนที่ 1 ไปเป็น 7.3 ในเดือนที่ 4 เดือนที่ 6 และเดือนที่ 7 ตามลำดับ

สำหรับในดินเนื้อหยาบ (ตารางที่ 50) ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุต่างๆ แล้วไม่ได้ปรับ pH ให้เป็นกลางพบว่า pH ของดินโดยเฉลี่ยจะสูงกว่าในดินเนื้อหยาบในทุกวัสดุที่ใช้ในการหมักและการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของ pH มีไม่สูงมากนัก เมื่อดูตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 7 ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม โดย pH ของดินที่ปลูกหมักด้วยตะกอนบ่อบำบัดที่อัตรา 200 และ 400 mg N/kg อยู่ที่ประมาณ 5.9 และ 5.7 ตามลำดับ แต่เมื่อถึงเดือนที่ 7 pH จะเปลี่ยนแปลงเป็นประมาณ 5.6 และ 5.4 ตามลำดับ ในขณะที่วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 และ 400 mg N/kg ทำให้ pH ของดินเมื่อครบ 1 เดือนอยู่ที่ประมาณ 7.2 และ 7.4 ตามลำดับ และเมื่อถึงเดือนที่ 7 pH อยู่ที่ประมาณ 7.2 และ 7.6 ตามลำดับ ซึ่งเกือบจะไม่เปลี่ยนแปลงเลย ส่วนตะกอนหมักกรองน้ำตาล pH หลังจากหมัก 1 เดือนอยู่ที่ 5.4 แต่เมื่อถึงเดือนที่ 7 จะลดลงเล็กน้อยมาอยู่ที่ประมาณ 5.2 เช่นเดียวกันในดินที่ปลูกหมักด้วยใบชาสูบที่หลังจากหมักครบ 7 เดือน ทำให้ pH ลดลงจาก 6.8 ในเดือนที่ 1 มาอยู่ที่ประมาณ 6.3 ในเดือนที่ 7 อย่างไรก็ตามโดยรวมแล้วอาจกล่าวได้ว่า pH ของดินไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก หลังจากหมักตั้งแต่ 1 เดือนถึง 7 เดือน แต่ pH แตกต่างกันระหว่างวัสดุที่ใช้หมัก

ตารางที่ 49 การเปลี่ยนแปลง pH ของดินเนื้อละเอียดที่ไม่ได้ปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้
เป็นเวลานาน 7 เดือน

เดือน	pH						
	Tr 1	Tr 2	Tr 3	Tr 4	Tr 5	Tr 6	Tr 7
1	4.74 a	4.78 a	6.51 b	7.10 cd	4.71 a	6.12 a	4.94 a
2	4.41 b	4.39 b	6.46 b	7.00 d	4.58 a	6.18 a	4.96 a
3	4.37 bc	4.32 bc	6.64 a	7.18 bc	4.31 b	5.90 a	4.78 ab
4	4.28 cd	4.27 c	6.68 a	7.30 a	4.26 b	5.55 b	4.63 bc
5	4.13 ef	4.01 e	6.46 b	7.06 d	4.07 c	5.10 c	4.41 cd
6	4.06 f	4.00 e	6.25 c	7.32 a	3.98 c	4.70 d	4.38 d
7	4.21 de	4.14 d	6.27 c	7.25 ab	3.98 c	4.63 d	4.41 cd
Mean	4.31	4.27	6.48	7.17	4.27	5.45	4.64
F-test	**	**	**	**	**	**	**
CV(%)	1.56	1.38	1.05	0.91	2.29	3.08	3.02

**ตัวอักษรเหมือนกันในสัณคมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $p \leq 0.09$

Tr1 = ตะกอนบ่อบำบัด อัตรา 200 mgN Kg^{-1} , Tr2 = ตะกอนบ่อบำบัด อัตรา 400 mgN Kg^{-1} ,

Tr3 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mgN Kg^{-1} , Tr4 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mgN Kg^{-1} ,

Tr5 = ตะกอนหมักกรองน้ำตาล, Tr6 = ใบชาสุบ, Tr7 = ใบชาสุบ

ตารางที่ 50 การเปลี่ยนแปลง pH ของดินเนื้อหยาบที่ไม่ได้ปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้ เป็นเวลานาน 7 เดือน

เดือน	pH						
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7
1	6.63 a	6.47 a	6.17 a	7.51 ab	7.59 b	6.94 a	7.35 a
2	6.37 bc	6.17 b	6.04 a	7.38 bc	7.45 c	6.75 b	6.97 b
3	6.27 c	6.13 bc	5.85 b	7.40 bc	7.42 c	6.61 cd	6.82 bc
4	6.39 bc	6.26 b	6.10 a	7.57 a	7.63 b	6.68 bc	6.75 c
5	6.43 b	5.94 c	5.73 bc	7.34 c	7.64 b	6.60 cd	6.52 d
6	6.45 b	5.93 c	5.69 c	7.49 ab	7.75 a	6.58 d	6.54 d
Mean	6.42	6.15	5.93	7.45	7.58	6.69	6.82
F-test	**	**	**	**	**	**	**
CV(%)	1.11	1.89	1.31	1.01	0.67	0.76	1.39

**ตัวอักษรเหมือนกันในสัปดาห์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $p \leq 0.09$

Tr1 = ตะกอนบ่อบำบัด อัตรา 200 mgN Kg⁻¹, Tr2 = ตะกอนบ่อบำบัด อัตรา 400 mgN Kg⁻¹,

Tr3 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mgN Kg⁻¹, Tr4 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mgN Kg⁻¹,

Tr5 = ตะกอนหมักกรองน้ำตาล, Tr6 = ใบยาสูบ, Tr7 = ใบยาสูบ

1.2 การปลดปล่อยไนโตรเจน

1.2.1 การปลดปล่อย NH₄-N และ NO₃-N ในดินเนื้อละเอียด

ในดินเนื้อละเอียดที่หมักด้วยวัสดุต่างๆ เมื่อทำการวิเคราะห์เพื่อดูการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปของ NH₄-N พบว่า ในช่วง 1 เดือนแรกดินที่หมักด้วยตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 200 และ 400 mg N/kg และดินที่หมักด้วยวัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 และ 400 mg N/kg มีการปลดปล่อย NH₄-N มากที่สุด และแตกต่างกันอย่างชัดเจน ($p \leq 0.01$) จากเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 7 ส่วนการหมักดินด้วยกากหมักกรองน้ำตาล การปลดปล่อย NH₄-N มีปริมาณสูงในเดือนที่ 2 และ 3 และลดลงในเดือนที่ 4 ถึงเดือนที่ 7 ในขณะที่ในดินที่หมักด้วยใบยาสูบการปลดปล่อยจะมีปริมาณสูงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 5 หลังจากนั้นจึงลดลง (ตารางที่ 51)

ตารางที่ 52 การปลดปล่อย NO_3^- -N ของดินเนื้อละเอียดที่ไม่ได้ปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้ เป็นเวลา 7 เดือน

เดือน	ปริมาณการปลดปล่อย NO_3^- -N (ppm)						
	Tr 1	Tr 2	Tr 3	Tr 4	Tr 5	Tr 6	Tr 7
1	21.30 f	24.97 e	1.20 b	0.91 c	13.24 f	3.83 d	10.09 d
2	41.50 ef	52.38 d	4.67 b	4.24 c	45.02 e	8.60 d	20.47 cd
3	50.78 de	60.03 d	2.48 b	0.00 c	65.79 d	37.69 cd	30.77 c
4	66.80 cd	71.08 d	1.74 b	2.19 c	104.97 c	70.75 c	34.04 c
5	78.87 c	11.91 c	12.12 b	0.09 c	171.47 a	135.19 b	31.66 c
6	134.00 b	132.67 b	56.67 a	37.00 b	149.67 b	189.67 a	55.00 b
7	162.33 a	233.67 a	59.33 a	59.67 a	156.00 ab	180.67 a	113.33 a
Mean	79.37	97.96	19.74	14.87	100.88	89.49	42.20
F-test	**	**	**	**	**	**	**
CV(%)	14.62	11.34	55.24	23.40	9.20	24.02	24.82

**ตัวอักษรเหมือนกันในสัณคภเค็ชวกัน ไม้แตกค่างกันทางสถิติที่ $p \leq 0.09$

Tr1 = ตะกอนบ่อบำบัด อัตรา 200 mgN Kg⁻¹, Tr2 = ตะกอนบ่อบำบัด อัตรา 400 mgN Kg⁻¹,

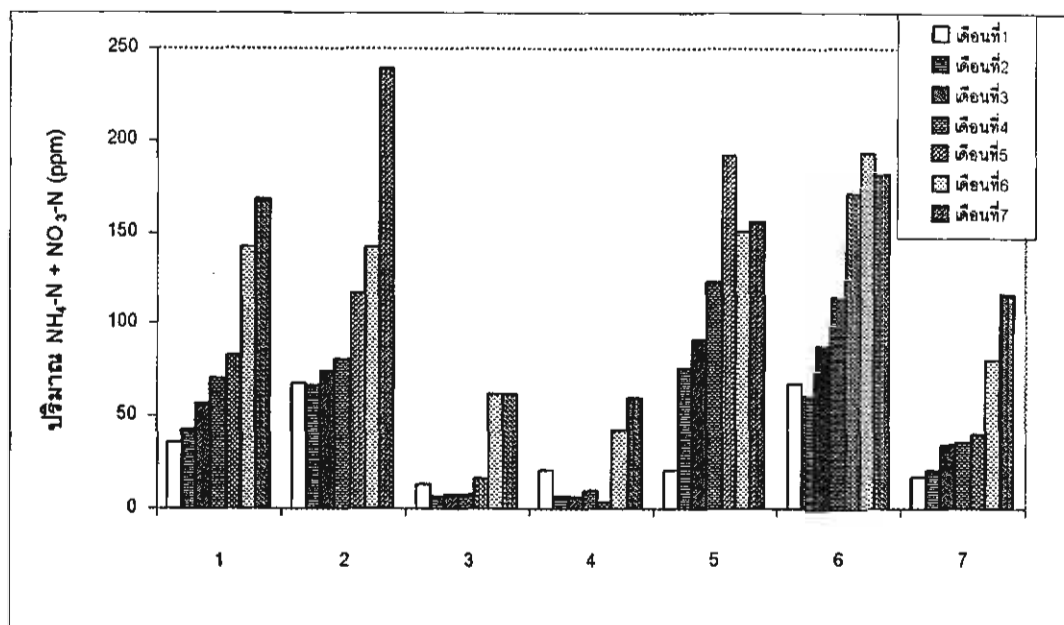
Tr3 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mgN Kg⁻¹, Tr4 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mgN Kg⁻¹,

Tr5 = ตะกอนหมักกรองน้ำตาล,

Tr6 = ใบชาสุบ, Tr7 = ใบชาสุบ

เมื่อดูโดยรวมของการปลดปล่อยไนโตรเจน ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) (รูปที่ 1) จะเห็นได้ชัดเจนว่าไนโตรเจนถูกปลดปล่อยออกมามากขึ้นเมื่อหมักไว้นานขึ้น ดังนั้นคือ การหมักดินด้วยตะกอนบ่อบำบัดในอัตรา 400 mg N/kg มีการปลดปล่อยไนโตรเจนมากกว่าการใช้ในอัตรา 200 mg N/kg ในเกือบทุกเดือน ยกเว้นในเดือนที่ 6 ที่อัตราไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการปลดปล่อยไนโตรเจนของตะกอนบ่อบำบัดขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนของอินทรีย์วัตถุที่ใช้ในการหมักและมีการปลดปล่อยออกมาอย่างสม่ำเสมออย่างต่อเนื่อง มีลักษณะการปลดปล่อยและปริมาณใกล้เคียงกันกับการหมักดินด้วยตะกอนหมักกรองน้ำตาลและใบชาสุบ แต่ตะกอนหมักกรองน้ำตาลและใบชาสุบมีไนโตรเจนปลดปล่อยออกมาสูงสุดในเดือนที่ 5 และ 6 ตามลำดับ และหลังจากนั้นจะลดลง แต่ในดินที่หมักด้วยวัสดุเพาะเห็ด พบว่า มีการปลดปล่อยไนโตรเจนน้อยมาก

รูปที่ 1 ปริมาณการปลดปล่อย ไนโตรเจนจากการหมักดินเนื้อละเอียดด้วยวัสดุที่มี
ไนโตรเจนสูงชนิดต่างๆ



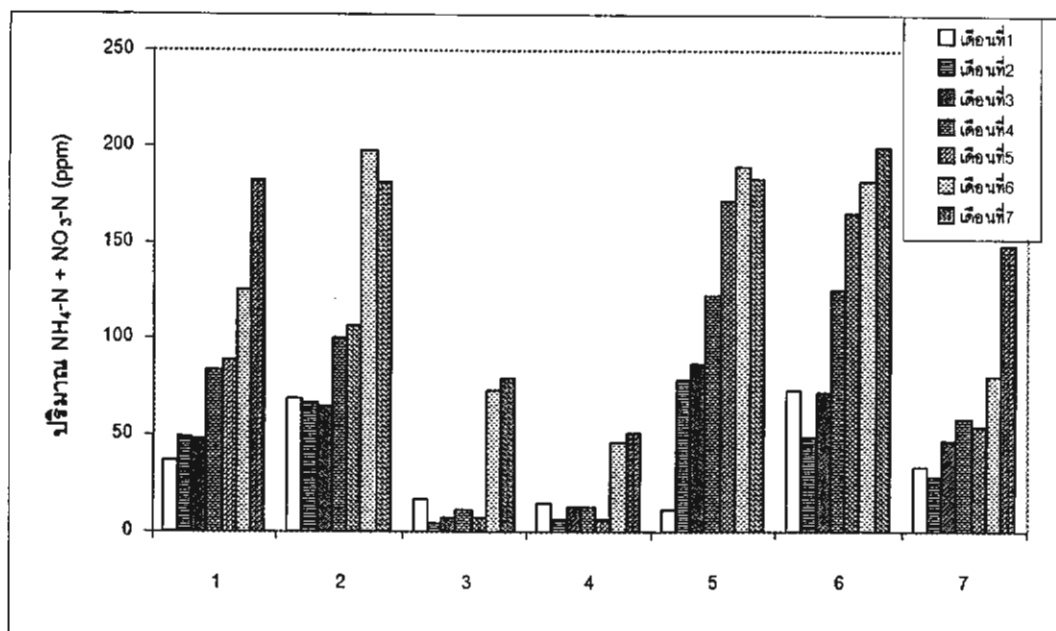
Tr1 = ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 200 mg N/kg, Tr2 = ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 400 mg N/kg
 Tr3 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mg N/kg, Tr4 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mg N/kg
 Tr5 = ตะกอนหมักกรองน้ำตาล Tr6 = ใบชาสุบ Tr7 = control

ทั้งที่ใส่ในอัตรา 200 และ 400 mg N/kg ถึงแม้ว่าจะมีการปลดปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องก็ตาม แต่ก็
 ไม่มีความแตกต่างกันในปริมาณไนโตรเจนจากวัสดุทั้ง 2 อัตราดังกล่าว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวัสดุ
 เพาะเห็ดประกอบด้วยขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งเป็นหลัก การสลายตัวจึงเกิดขึ้นช้ามากและปริมาณ
 ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมายังน้อยกว่าในดินที่ไม่ได้ใส่วัสดุอินทรีย์อีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่า จุลิน
 ทรีย์ที่ย่อยสลายวัสดุเพาะเห็ดดึงเอาไนโตรเจนบางส่วนไปใช้ในการเจริญเติบโตจึงทำให้
 ไนโตรเจนในรูปของอนินทรีย์ไนโตรเจนโดยรวมลดลง

1.2.2 การปลดปล่อย $\text{NH}_4\text{-N}$ และ $\text{NH}_4\text{-N}$ ในดินเนื้อหยาบ

การปลดปล่อยไนโตรเจนในดินเนื้อหยาบ(รูปที่ 2) มีลักษณะ(pattern) เหมือนกับในดิน
 เนื้อละเอียด กล่าวคือ ไนโตรเจนถูกปลดปล่อยออกมาเพิ่มขึ้นเมื่อวัสดุถูกหมักไว้นานขึ้น ยกเว้นใน
 ดินที่หมักด้วยตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 400 mg N/kg ปริมาณการปลดปล่อยจะสูงที่สุดเมื่อครบ 6
 เดือน และในดินที่หมักด้วยวัสดุเพาะเห็ดก็มีการปลดปล่อยไนโตรเจนทำนองเดียวกับในดินเนื้อ
 ละเอียด แต่ดูเหมือนว่าการใส่วัสดุมากขึ้น(อัตรา 400 mg N/kg) ทำให้มีอนินทรีย์ไนโตรเจนน้อย
 กว่าในอัตรา 200 mg N/kg ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมื่อมีอินทรีย์วัตถุที่ย่อยยากมากขึ้น จุลินทรีย์ก็ยังคง
 ไนโตรเจนไปใช้มากขึ้นหรือเกิด immobilization มากขึ้นนั่นเอง

รูปที่ 2 ปริมาณการปลดปล่อย ไนโตรเจนจากการหมักดินเนื้อหยาบด้วยวัสดุที่มี
ไนโตรเจนสูงชนิดต่างๆ



Tr1 = ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 200 mg N/kg,

Tr2 = ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 400 mg N/kg

Tr3 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mg N/kg,

Tr4 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mg N/kg

Tr5 = ตะกอนหมักกรองน้ำตาล

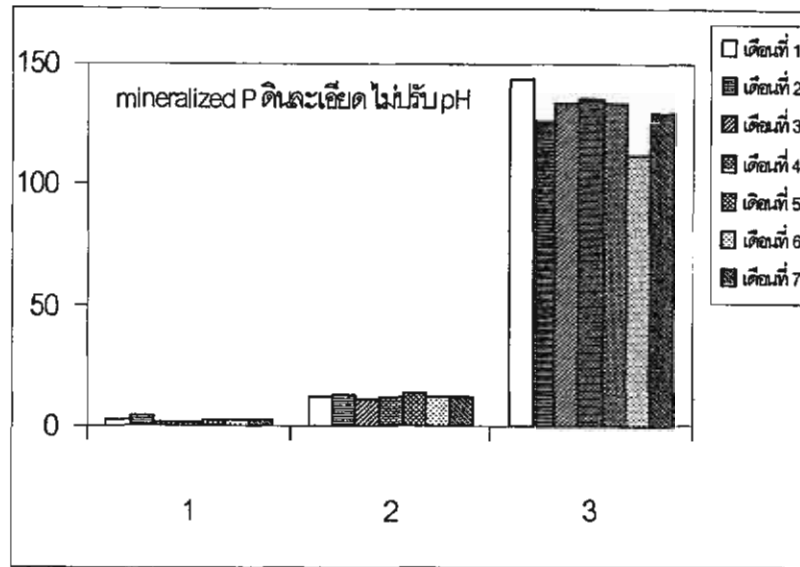
Tr6 = ใบยาสูบ Tr7 = control

1.3 การปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

1.3.1 การปลดปล่อยฟอสฟอรัส

จากการคลุกหมักดินด้วยวัสดุที่มีฟอสฟอรัสสูง ได้แก่ ตะกอนหมักกรองน้ำตาล(filter cake) และหินฟอสเฟต เมื่อทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ available P เป็นระยะๆ ทุก 1 เดือน เป็นเวลา 7 เดือน พบว่า ในดินเนื้อละเอียด (รูปที่ 3) และดินเนื้อหยาบ (รูปที่ 4) มีการปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาในลักษณะเดียวกันคือ ปลดปล่อยออกมาตั้งแต่เดือนที่ 1 หลังจากนั้น การปลดปล่อยตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 7 จะไม่เพิ่มขึ้นมากไปกว่าเดือนที่ 1 ทั้งดินที่คลุกหมักด้วย ตะกอนหมักกรองน้ำตาลและหินฟอสเฟต เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวัสดุที่ใช้คลุกหมักพบว่า หิน ฟอสเฟตปลดปล่อยฟอสฟอรัสมากที่สุดโดยในดินเนื้อละเอียดปลดปล่อยอยู่ระหว่าง

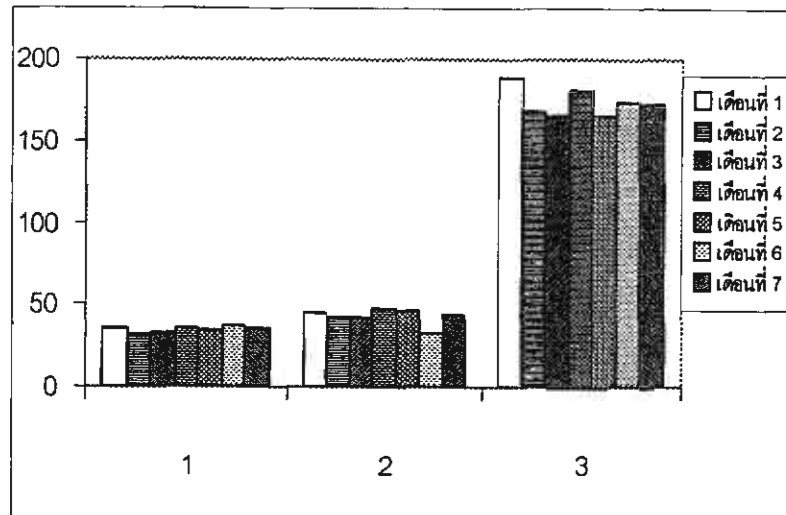
รูปที่ 3 การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินเนื้อละเอียด ที่คลุกหมักด้วยวัสดุที่มี P สูง โดยไม่มีการปรับ pH ให้เป็นกลางหลังคลุกหมักวัสดุกับดิน



1 = control, 2 = ตะกอนหมักกรอง, 3 = หินฟอสเฟต

ประมาณ 100 ถึง 144 ppm (ตารางที่ 53) ขณะที่ดินเนื้อหยาบปลดปล่อยอยู่ระหว่างประมาณ 190 ppm (ตารางที่ 53) สำหรับดินที่คลุกหมักด้วยตะกอนหมักกรองมีการปลดปล่อยฟอสฟอรัสในปริมาณที่น้อยกว่าหินฟอสเฟตค่อนข้างมากคือ ในดินเนื้อละเอียดปลดปล่อยออกมาประมาณ 12 ถึง 14 ppm ขณะที่ในดินเนื้อหยาบปลดปล่อยประมาณ 33 ถึง 48 ppm ส่วนในดินที่ไม่มีการคลุกหมักวัสดุมีการปลดปล่อยฟอสฟอรัสบ้างเหมือนกันแต่ปริมาณค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะในดินเนื้อละเอียดมีประมาณ 2-4 ppm เท่านั้น ในขณะที่ในดินเนื้อหยาบมีประมาณ 32-36 ppm

รูปที่ 4 การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินเนื้อหยาบ ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี P สูง โดยไม่มีการปรับ pH ให้เป็นกลางหลังคลุมหมักวัสดุกับดิน



1 = control, 2 = ตะกอนหมักกรอง, 3 = หินฟอสเฟต

1.3.2 การปลดปล่อยโพแทสเซียม

การปลดปล่อยโพแทสเซียมในดินที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มีโพแทสเซียมสูงได้แก่ ใบยาสูบ และแร่เฟลด์สปาร์ พบว่าทั้งดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบที่คลุมหมักด้วยใบยาสูบมีโพแทสเซียมที่สกัดได้(extractable K) มากกว่าแร่เฟลด์สปาร์ (รูปที่ 5 และรูปที่ 6) โดยลักษณะการปลดปล่อยคล้ายกับฟอสฟอรัสคือการปลดปล่อยเริ่มพบมากในเดือนที่ 1 และการปลดปล่อยจะใกล้เคียงกันตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 7 ซึ่งในดินเนื้อละเอียดที่คลุมหมักด้วยใบยาสูบพบการปลดปล่อยอยู่ในช่วง 168 ppm ถึงประมาณ 227 ppm ในขณะที่แร่เฟลด์สปาร์ มีการปลดปล่อยออกมาในปริมาณ 43 ppm ถึง 90 ppm ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับดินที่ไม่ได้คลุมวัสดุใดๆ (control) สำหรับในดินเนื้อหยาบพบว่า ดินที่คลุมหมักด้วยใบยาสูบมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมอยู่ที่ประมาณ 250 ppm ถึง 385 ppm ขณะที่ในดินที่คลุมหมักด้วยแร่เฟลด์สปาร์มีการปลดปล่อยโพแทสเซียมอยู่ที่ประมาณ 160 ถึง 280 ppm และในดินที่ไม่ได้คลุมหมักด้วยวัสดุมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมอยู่ระหว่าง 160 ถึง 240 ppm จากผลที่ได้นี้ดูเหมือนว่าในดินเนื้อหยาบมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมมากกว่าดินเนื้อละเอียด แต่เมื่อพิจารณาจากการเพิ่มขึ้นเหนือ control ซึ่งน่าจะเป็น

โพแทสเซียมต้นทุน ก็พบว่าค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมในดินเนื้อละเอียดที่มีใบยาสูบเพิ่มขึ้นมากกว่าใน control ประมาณ 142 ppm ในขณะที่ในดินเนื้อหยาบเพิ่มขึ้นจาก control ประมาณ 134 ppm ในส่วนดินที่มีแร่ฟอสฟอรัสพบว่า ในดินเนื้อละเอียดมีค่าเฉลี่ยในปริมาณพอๆ กับ control ขณะที่ในดินเนื้อหยาบมีการปลดปล่อยมากกว่า control อยู่ประมาณ 30 ppm แสดงให้เห็นว่า การคลุมหมักด้วยใบยาสูบซึ่งถือว่าเป็นวัสดุอินทรีย์ในดินเนื้อละเอียดจะมีการปลดปล่อยโพแทสเซียมมากกว่าดินเนื้อหยาบ แต่ถ้าเป็นวัสดุอนินทรีย์ (แร่ฟอสฟอรัส) มีการปลดปล่อยจากดินเนื้อหยาบมากกว่า

ตารางที่ 53 การปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในตัวอย่างดินละเอียดที่ไม่ปรับ pH ก่อนหมักวัสดุ

เดือน	Available P(ppm)			Soluble K(ppm)		
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr1	Tr2	Tr3
1	2.56 c	71.67 b	217.67 ab	59.33 c	12.38 bc	144.17 a
2	4.04 a	53.67 cd	198.00 b	60.33 c	12.91 b	126.58 bc
3	1.90 d	60.33 c	209.33 ab	61.00 c	11.55 d	133.92 ab
4	2.07 d	49.28 d	168.04 c	43.21 d	12.24 bc	136.42 ab
5	2.83 b	90.64 a	227.08 a	90.93 a	14.00 a	134.00 ab
6	3.00 b	71.67 b	226.67 a	73.33 b	12.00 cd	112.33 c
7	3.00 b	70.00 b	216.00 ab	60.67 c	12.00 cd	129.67 ab
Mean	2.77	66.75	208.97	64.12	12.44	131.01
f-test	**	**	**	**	**	*
C.V.(%)	5.45	7.15	7.11	9.80	3.09	6.34

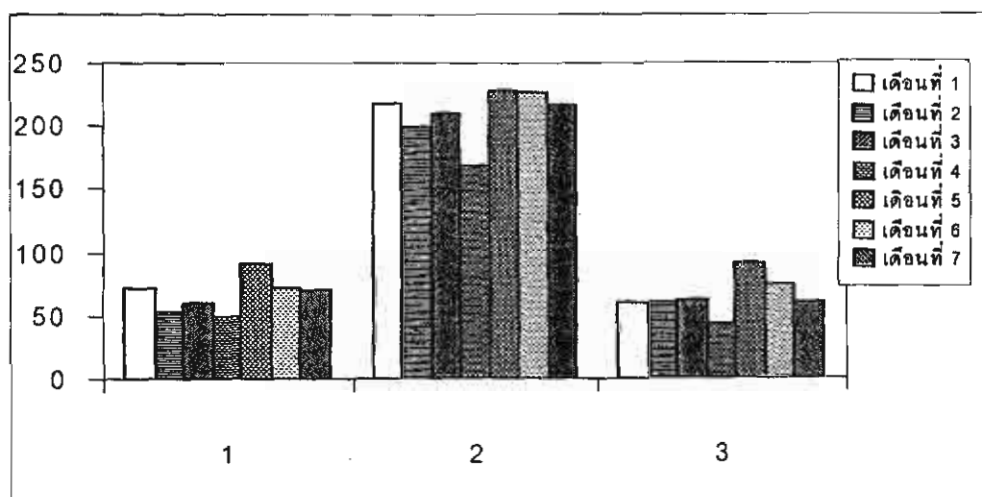
Tr1 = control Tr2 = ตะกอนหมักกรอง Tr3 = หินฟอสเฟต

ตารางที่ 54 การปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในตัวอย่างดินหยาบที่ไม่ปรับ pH ก่อนหมักวัสดุ

เดือน	Available P(ppm)			Soluble K(ppm)		
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr1	Tr2	Tr3
1	35.75 ab	44.54 ab	189.50	192.33	380.33 a	260.67 abc
2	31.82 c	42.19 b	169.33	188.67	300.67 b	210.00 cd
3	32.46 c	41.65 b	166.33	204.33	343.00 ab	218.00 bc
4	35.99 a	48.09 a	181.50	158.46	249.18 c	158.58 d
5	33.34 bc	46.33 ab	165.33	243.00	353.92 a	239.50 abc
6	36.33 a	33.00 c	174.67	236.00	376.00 a	269.00 ab
7	35.33 ab	43.00 ab	173.33	227.67	385.33 a	276.67 a
Mean	34.43	42.69	174.29	207.21	341.20	233.20
f-test	**	**	ns	ns	**	**
C.V.(%)	4.06	7.38	10.24	15.67	7.66	13.35

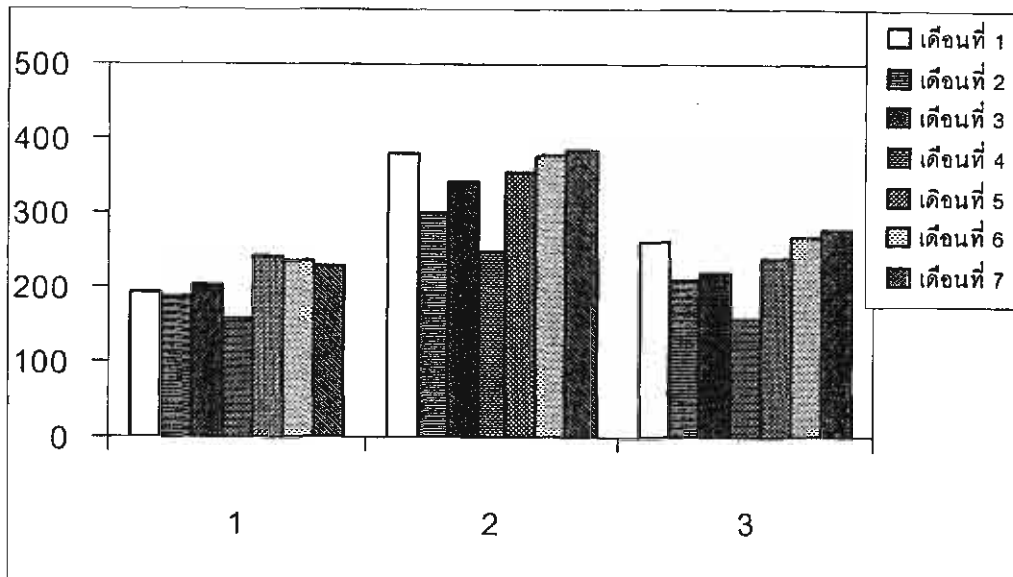
Tr1 = ตะกอนหมักกรอง Tr2 = หินฟอสเฟต Tr3 = control

รูปที่ 5 การปลดปล่อยโพแทสเซียมในดินเนื้อละเอียด ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี K สูง โดยไม่มีการปรับ pH ให้เป็นกลางหลังคลุมหมักวัสดุกับดิน



1 = control, 2 = ไรโซบium, 3 = แร่ฟอสเฟต

รูปที่ 6 การปลดปล่อยโพแทสเซียมในดินเนื้อหยาบ ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี K สูง



1 = control, 2 = ไลบยาสูบ, 3 = แร่ฟอสฟอรัส

2. ความเป็นประโยชน์ของวัสดุย่อยได้และวัสดุธรรมชาติในดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบที่ปรับ pH

2.1 การเปลี่ยนแปลง pH

เมื่อปรับ pH ของดินให้เป็นกลางทั้งดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบแล้วคลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนสูงพบว่า pH ของดินมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้คือ ในดินเนื้อละเอียด pH ของดินที่คลุมหมักด้วยวัสดุเกือบทุกชนิดลดลงเล็กน้อยอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 6 ยกเว้นในดินที่คลุมหมักด้วยวัสดุเพาะเห็ดทั้ง 2 อัตรา คือ 200 และ 400 mg N/kg ที่มี pH ที่มี pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเกือบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งเดือนที่ 6 [ตารางที่ 55 ดินละเอียดปรับ pH (pH)] สำหรับในดินเนื้อหยาบ พบว่าการเปลี่ยนแปลง pH เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับในดินเนื้อละเอียด แต่โดยเฉลี่ยแล้ว หลังจากหมัก 1 เดือน pH จะสูงกว่าในดินเนื้อละเอียดเล็กน้อย (ตารางที่ 56 ดินหยาบปรับ pH (pH))

ตารางที่ 55 การเปลี่ยนแปลง pH ของดินเนื้อละเอียดที่ปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้ เป็น
เวลานาน 6 เดือน

Month	pH						
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7
1	6.47 a	6.17 a	7.51 ab	7.59 b	6.94 a	7.35 a	6.63 a
2	6.17 b	6.04 a	7.38 bc	7.45 c	6.75 b	6.97 b	6.37 bc
3	6.13 bc	5.85 b	7.40 bc	7.42 c	6.61 cd	6.82 bc	6.27 c
4	6.26 b	6.10 a	7.57 a	7.63 b	6.68 bc	6.75 c	6.39 bc
5	5.94 c	5.73 bc	7.34 c	7.64 b	6.60 cd	6.52 d	6.43 b
6	5.93 c	5.69 c	7.49 ab	7.75 a	6.58 d	6.54 d	6.45 b
Mean	6.15	5.93	7.45	7.58	6.69	6.82	6.42
f-test	**	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	1.89	1.31	1.01	0.67	0.76	1.39	1.39

ตารางที่ 56 การเปลี่ยนแปลง pH ของดินเนื้อหยาบที่มีการปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้
เป็นเวลานาน 6 เดือน

Month	pH						
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7
1	6.55 a	6.39 a	7.57 ab	7.60 c	7.05 a	7.31 a	6.96 a
2	6.44 b	6.27 b	7.47 cd	7.48 e	6.88 b	7.04 b	6.65 bc
3	6.27 c	6.05 c	7.46 d	7.45 e	6.86 bc	6.98 bc	6.58 d
4	6.44 b	6.24 bb	7.52 bc	7.54 d	6.81 cd	6.93 c	6.60 cd
5	6.18 d	5.99 cd	7.46 d	7.72 b	6.71 e	6.77 d	6.61 bcd
6	6.23 c	5.92 d	7.57 ab	7.87 a	6.78 d	6.75 d	6.66 b
Mean	6.35	6.41	7.51	7.61	6.85	6.97	6.68
f-test	**	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	0.31	1.02	0.35	0.35	0.45	0.57	0.49

Tr1 = ตะกอนบ่อน้ำบำบัดอัตรา 200 mg N/kg,

Tr2 = ตะกอนบ่อน้ำบำบัดอัตรา 400 mg N/kg

Tr3 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mg N/kg,

Tr4 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mg N/kg

Tr5 = ตะกอนหมักกรองน้ำคาล

Tr6 = ใบยาสูบ Tr7 = control

2.2. การปลดปล่อยไนโตรเจน

2.2.1. การปลดปล่อย $\text{NH}_4\text{-N}$ และ $\text{NO}_3\text{-N}$ ในดินเนื้อละเอียด

ในดินเนื้อละเอียดที่ปรับ pH ให้เป็นกลาง แล้วคลุกหมักด้วยวัสดุต่างๆ พบว่าดินที่คลุกหมักด้วยตะกอนบ่อบำบัด มีไนโตรเจนในรูปของ $\text{NH}_4\text{-N}$ ในปริมาณน้อยมาก โดยในช่วงเช่น ในเดือนที่ 4 และ 6 ไม่พบไนโตรเจนในรูปของ $\text{NH}_4\text{-N}$ เลย และปริมาณโดยเฉลี่ยของ $\text{NH}_4\text{-N}$ อยู่ที่ 4-5 ppm เท่านั้น ในดินที่คลุกหมักด้วยวัสดุเพาะเห็ด ปริมาณ $\text{NH}_4\text{-N}$ อัตรา 400 kg N/kg ตั้งแต่เดือนที่ 2-3 หลังจากนั้นจะลดลง ในขณะที่คลุกหมักด้วยวัสดุเพาะเห็ด อัตรา 400 kg N/kg พบมากที่สุดในเดือนที่ 5 ส่วนตะกอนหม้อกรองน้ำตาล ให้ $\text{NH}_4\text{-N}$ สูงสุดในเดือนที่ 4 และใบยาสูบ ให้ $\text{NH}_4\text{-N}$ สูงสุดในเดือนที่ 1 แล้วหลังจากนั้นลดลงจนไม่พบเลยในเดือนที่ 6 อย่างไรก็ตามโดยเฉลี่ยแล้ว ใบยาสูบและวัสดุเพาะเห็ด ให้ $\text{NH}_4\text{-N}$ มากกว่าวัสดุอื่น คือ อยู่ที่ประมาณ 12 ppm (ตารางที่ 57)

ตารางที่ 57 การปลดปล่อย $\text{NH}_4\text{-N}$ ในดินละเอียดที่มีการปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้เป็นเวลานาน 6 เดือน

Month	pH						
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7
1	6.17 b	8.69 a	4.96 c	5.80 c	7.33 b	30.73 a	7.78 a
2	9.10 a	9.04 a	10.52 b	16.59 b	1.36 cd	10.46 c	7.87 a
3	6.37 b	10.49 a	26.66 a	16.59 b	4.95 bc	11.28 c	5.43 ab
4	0.00 d	0.00 b	0.00 d	10.00 c	13.17 a	19.05 b	0.00 c
5	3.33 c	2.00 b	10.33 b	24.67 a	7.00 b	2.00 d	3.33 b
6	0.00 d	0.00 b	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 c
Mean	4.16.	5.04	8.75	12.27	5.63	12.25	4.07
f-test	**	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	35.17	35.12	17.78	21.85	40.93	21.69	39.62

Tr1 = ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 200 mg N/kg,

Tr3 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mg N/kg,

Tr5 = ตะกอนหม้อกรองน้ำตาล

Tr2 = ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 400 mg N/kg

Tr4 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mg N/kg

Tr6 = ใบยาสูบ Tr7 = control

การปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปของ $\text{NO}_3\text{-N}$ (ตารางที่ 52 ดินละเอียดปรับ pH ($\text{NO}_3\text{-N}$) ในดินที่คลุมหมักด้วยวัสดุแต่ละชนิด พบว่าการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปของ $\text{NO}_3\text{-N}$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามระยะเวลาการหมัก กล่าวคือ ในดินที่คลุมหมักด้วย

ตารางที่ 58 การปลดปล่อย $\text{NO}_3\text{-N}$ ในดินละเอียดที่มีการปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้เป็นเวลานาน 6 เดือน

Month	pH						
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7
1	85.68 d	100.38 c	11.02 c	1.66 b	37.43 d	67.94 e	48.95 d
2	120.22 b	163.80 ab	12.74 c	2.39 b	54.92 c	163.47 d	79.24 bc
3	141.42 a	156.13 b	25.54 c	4.32 b	57.56 c	190.73 cd	89.74 b
4	136.60 a	178.92 ab	66.67 b	12.95 b	77.85 b	224.55 b	83.68 bc
5	140.00 a	191.33 a	122.00 a	70.67 a	70.33 b	200.33 bc	118.33 a
6	102.00 c	126.67 c	66.67 b	70.00 a	91.3. a	262.00 a	73.33 c
Mean	120.99	152.87	50.94	27.00	64.90	184.84	82.21
f-test	**	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	6.54	10.24	29.43	53.70	9.50	9.71	10.51

Tr1 = ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 200 mg N/kg,

Tr2 = ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 400 mg N/kg

Tr3 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mg N/kg,

Tr4 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mg N/kg

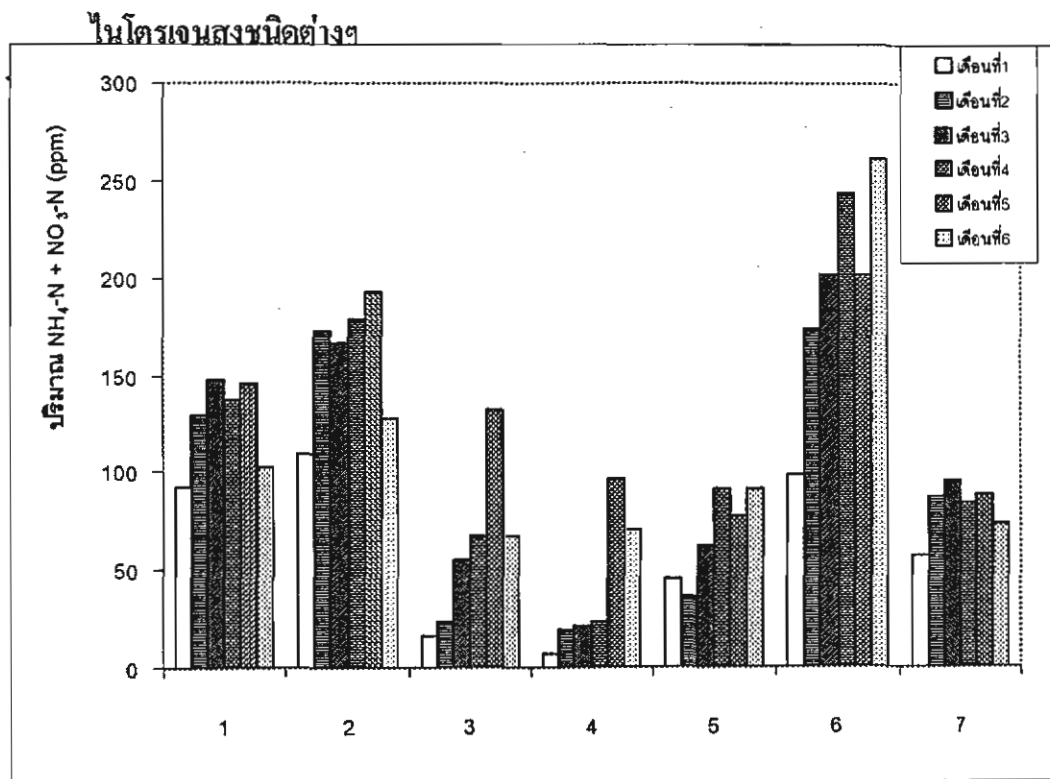
Tr5 = ตะกอนหม้อกรองน้ำตาล

Tr6 = ใบยาสูบ Tr7 = control

ตะกอนบ่อบำบัด อัตรา 200 mg N/ kg มี $\text{NO}_3\text{-N}$ เกิดขึ้นมากที่สุดตั้งแต่เดือนที่ 3-5 หลังจากนั้นจะลดลง ในขณะที่ตะกอนบ่อบำบัด อัตรา 400 mg N/ kg ปลดปล่อย $\text{NO}_3\text{-N}$ ออกมามากตั้งแต่เดือนที่ 2-5 แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 อัตรา พบว่าปริมาณ $\text{NO}_3\text{-N}$ ในอัตรา 400 mg N/ kg มีมากกว่า อัตรา 200 mg N/ kg แสดงให้เห็นว่าการปลดปล่อย $\text{NO}_3\text{-N}$ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใส่ลงไป แต่ลักษณะการปลดปล่อย $\text{NO}_3\text{-N}$ เช่นนี้ ไม่พบในดินที่คลุมหมักด้วยวัสดุเพาะเห็ด เพราะในดินที่มีวัสดุเพาะ

เห็นปริมาณน้อย กลับมี $\text{NO}_3\text{-N}$ มากกว่าในวัสดุปริมาณมาก ยิ่งไปกว่านั้น ยังพบอีกว่าปริมาณ $\text{NO}_3\text{-N}$ มีน้อยกว่าในดินที่ไม่ได้ใส่วัสดุอินทรีย์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ pH ของดินที่หมักด้วยวัสดุเพาะเห็ด มี

รูปที่ 7 ปริมาณการปลดปล่อย ไนโตรเจนจากการหมักดินเนื้อละเอียดด้วยวัสดุที่มี



1=ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 200 mgN/Kg, 2=ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 400 mgN/Kg

3=วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mgN/Kg, 4=วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mgN/Kg, 5=ตะกอนหม้อกรองน้ำตาล

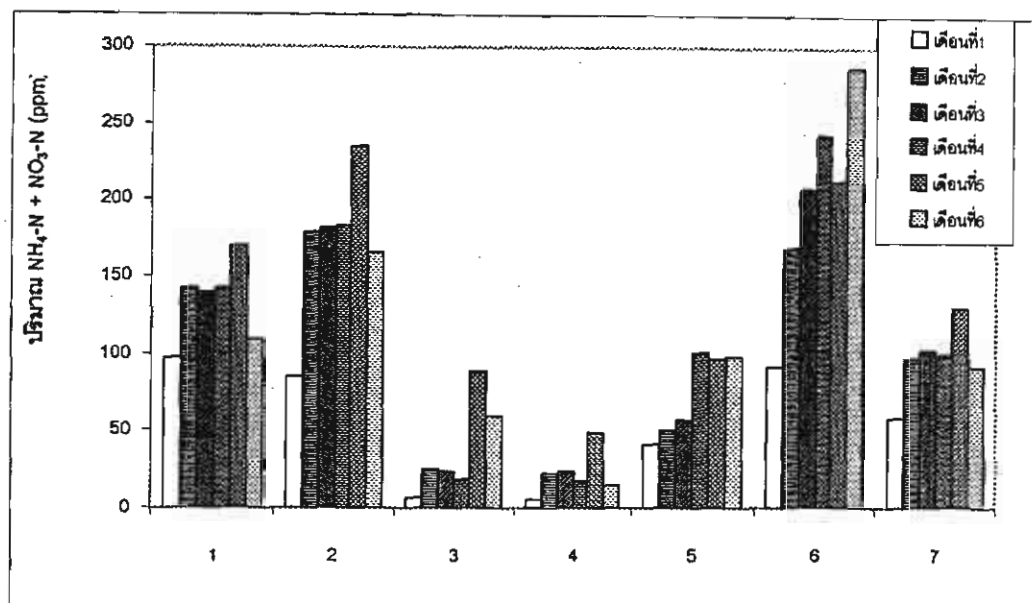
6=ใบชาสุบ 7=control

pH ค่อนข้างเป็นด่าง ทำให้ไนโตรเจนสูญเสียไปในรูปของก๊าซแอมโมเนีย ก่อนที่จะเกิดกระบวนการ nitrification เปลี่ยนเป็น $\text{NO}_3\text{-N}$ เช่นเดียวกับตะกอนหม้อกรอง ที่ pH ในเดือนแรกก็สูงด้วย ส่วนในดินที่หมักด้วยใบชาสุบ พบว่าการปลดปล่อยให้ $\text{NO}_3\text{-N}$ มากกว่าวัสดุอื่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ (รูปที่ 7)

2.2.2. การปลดปล่อย $\text{NH}_4\text{-N}$ และ $\text{NO}_3\text{-N}$ ในดินเนื้อหยาบ

การปลดปล่อย $\text{NH}_4\text{-N}$ และ $\text{NO}_3\text{-N}$ มีลักษณะเช่นเดียวกับในดินเนื้อละเอียด กล่าวคือ พบการปลดปล่อยเพิ่มมากขึ้นในเดือนที่ 2 เป็นต้นไป และลดลงในเดือนที่ 6 และปริมาณ

รูปที่ 8 ปริมาณการปลดปล่อย ไนโตรเจนจากการหมักดินเนื้อหยาบด้วยวัสดุที่มี
ไนโตรเจนสูงชนิดต่างๆโดยมีการปรับ pH ในระยะเวลา 1-6 เดือน



1=ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 200 mgN/Kg, 2=ตะกอนบ่อบำบัดอัตรา 400 mgN/Kg

3=วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mgN/Kg, 4=วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mgN/Kg, 5=ตะกอนหมักกรองน้ำตาล

6=ใบยาสูบ, 7=ใบยาสูบ

$\text{NH}_4\text{-N}$ (ตารางที่ 59) มีไม่มากนัก แต่มี $\text{NO}_3\text{-N}$ ค่อนข้างสูง (ตารางที่ 60) ยกเว้นในดินที่หมักด้วย วัสดุเพาะเห็ด ทั้ง 2 อัตรา โดยเฉพาะในวัสดุเพาะเห็ด อัตรา 400 mg N/ kg ให้ค่าเฉลี่ย $\text{NO}_3\text{-N}$ น้อย ที่สุด ในขณะที่ใบยาสูบ มีถึงเกือบ 200 ppm และเมื่อพิจารณาโดยรวมของการปลดปล่อย ไนโตรเจนทั้งหมด (รูปที่ 8) มีลักษณะเช่นเดียวกับในดินเนื้อละเอียด

ตารางที่ 59 การปลดปล่อย $\text{NH}_4\text{-N}$ ในดินเนื้อหยาบที่มีการปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้เป็นเวลานาน 6 เดือน

Month	PHN						
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7
1	6.84 b	3.61 bc	5.11 de	4.63 d	6.46 bc	6.87 bc	4.04 b
2	11.21 a	11.75 a	18.11 a	16.41 bc	3.60 cd	11.28 b	8.56 a
3	11.36 a	13.21 a	17.52 ab	19.50 b	8.89 b	2.52 cd	5.58 ab
4	0.00 c	0.00 c	7.33 cd	12.33 c	19.76 a	22.87 a	0.00 c
5	9.33 ab	5.00 b	12.00 bc	27.67 a	4.00 c	4.33 cd	6.00 ab
6	0.00 c	0.00 c	0.00 e	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 c
Mean	6.46	5.60	10.01	13.42	6.95	7.98	4.03
f-test	**	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	23.88	47.47	31.6	28.58	30.36	31.83	50.12

Tr1 = ตะกอนบ่อน้ำบาดาลอัตรา 200 mg N/kg,

Tr2 = ตะกอนบ่อน้ำบาดาลอัตรา 400 mg N/kg

Tr3 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 200 mg N/kg,

Tr4 = วัสดุเพาะเห็ดอัตรา 400 mg N/kg

Tr5 = ตะกอนหมักกรองน้ำตาล,

Tr6 = ใบยาสูบ

Tr7 = control

ตารางที่ 60 การปลดปล่อย $\text{NO}_3\text{-N}$ ในดินเนื้อหยาบที่มีการปรับ pH แล้วหมักด้วยวัสดุพลอยได้เป็นเวลานาน 6 เดือน

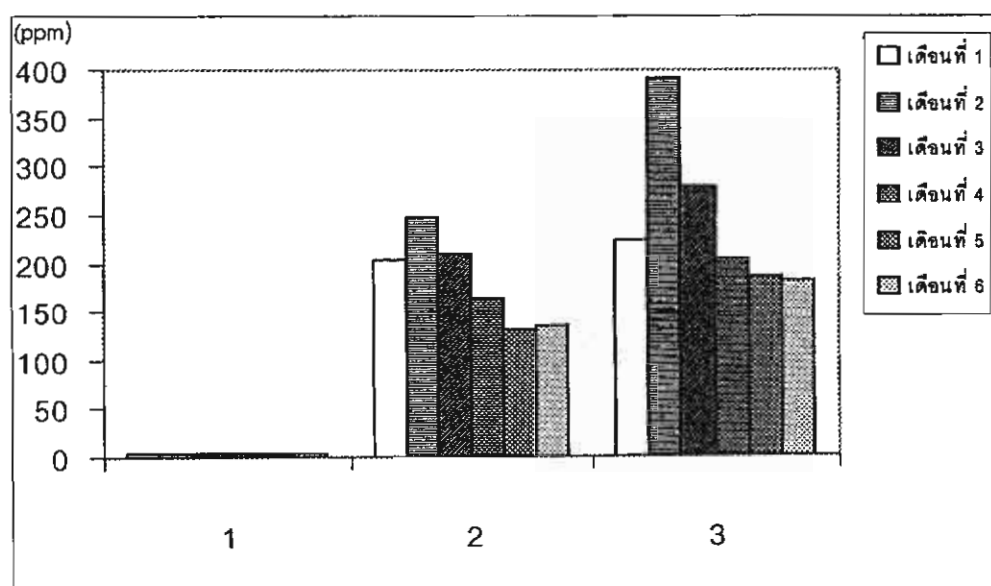
Month	PHN						
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7
1	89.41 d	80.82 c	2.04 c	1.01 c	35.75 d	84.60 d	52.73 c
2	130.80 b	168.06 b	7.12 cd	5.87 bc	46.53 c	157.02 c	88.61 b
3	128.31 b	168.48 b	6.61 dc	4.45 bc	47.73 c	202.72 b	96.52 b
4	141.46 ab	183.52 b	11.27 c	4.51 bc	81.03 b	219.90 b	100.20ab
5	161.00 a	229.67 a	77.00 a	24.33 a	93.00 a	208.00 a	124.33 a
6	108.33 b	165.33 b	59.67 b	14.00 ab	98.67 a	287.33 a	91.00 b
Mean	126.55	165.98	27.28	9.03	67.12	193.26	92.33
f-test	**	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	7.71	13.74	18.46	71.54	5.53	6.70	15.57

2.3 การปลดปล่อยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

2.3.1 การปลดปล่อยฟอสฟอรัส

จากการคลุกหมักวัสดุที่มีฟอสฟอรัสสูง ในดินที่มีการปรับ pH ให้เป็นกลาง พบว่า ในดินเนื้อละเอียด (ตารางที่ 61) ที่คลุกหมักด้วยตะกอนหม้อกรองน้ำตาล และหินฟอสเฟต มีฟอสฟอรัสปลดปล่อยออกมาสูงสุดในเดือนที่ 2 หลังจากนั้น จึงลดลง (รูปที่ 9) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตะกอนหม้อกรองน้ำตาล และหินฟอสเฟต พบว่าหินฟอสเฟตปลดปล่อยออกมา มากกว่าตะกอนหม้อกรองน้ำตาล โดยมีค่าเฉลี่ย เมื่อหักลบกับดินที่ไม่ได้คลุกหมักแล้ว มี Available P ที่ปริมาณ 240 และ 178 ppm ตามลำดับ

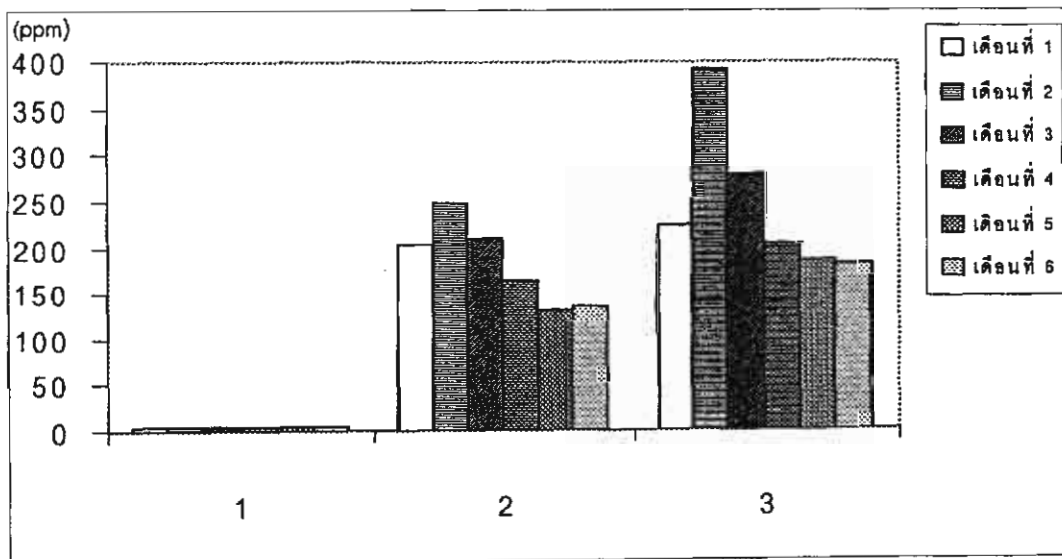
รูปที่ 9 การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินเนื้อละเอียด ที่คลุกหมักด้วยวัสดุที่มี P สูง



1 = control, 2 = ใบยาสูบ, 3 = หินฟอสเฟต

ในดินเนื้อหยาบ (ตารางที่ 62) พบว่ามีการปลดปล่อยฟอสฟอรัสในลักษณะเดียวกันกับดินเนื้อละเอียด โดยมีการปลดปล่อยมากที่สุด ในเดือนที่ 2 ทั้งดินที่คลุมหมักด้วยตะกอนหม้อกรองน้ำตาล และหินฟอสเฟต หลังจากนั้นการปลดปล่อยจะลดลง ในดินที่ตะกอนหม้อกรองน้ำตาล มีการปลดปล่อยอยู่ระหว่างประมาณ 150-342 ppm ขณะที่หินฟอสเฟตมีการปลดปล่อยระหว่างประมาณ 260-500 ppm (รูปที่ 10) และเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยทั้ง 6 เดือน ที่หักลบด้วยปริมาณฟอสฟอรัส ในดินที่ไม่ได้คลุมวัสดุ พบว่า ดินที่คลุมหมักด้วยตะกอนหม้อกรองมีฟอสฟอรัสประมาณ 189 ppm ขณะที่ดินที่คลุมหมักด้วยหินฟอสเฟต มีฟอสฟอรัสปลดปล่อยออกมา 290 ppm ซึ่งปริมาณดังกล่าว สูงกว่าในดินเนื้อละเอียดเล็กน้อย

รูปที่ 10 การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินเนื้อหยาบ ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี P สูง
โดยมีการปรับ pH ให้เป็นกลางหลังคลุมหมักวัสดุกับดิน



1 = control, 2 = ไบชาสบูบ, 3 = หินฟอสเฟต

ตารางที่ 61 การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสในตัวอย่างดินละเอียด

เดือน	Available P(ppm)			Soluble K(ppm)		
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr1	Tr2	Tr3
1	3.33 b	203.33 b	223.00 b	76.67 b	184.50 c	109.50 b
2	5.22 a	246.88 a	390.42 a	48.50 c	140.42 d	43.00 d
3	3.74 b	208.85 b	277.86 b	147.08 a	268.33 a	145.00 a
4	3.67 b	164.00 c	203.33 b	86.33 b	214.00 b	73.33 c
5	3.67 b	131.00 c	185.67 b	75.67 b	195.67 bc	72.00 c
6	4.00 b	134.67 c	181.67 b	73.33 b	188.67 bc	42.00 d
Mean	3.94	181.46	243.66	84.60	198.60	80.81
f-test	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	13.81	11.76	23.18	14.12	7.50	14.76

ตารางที่ 62 การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสในตัวอย่างดินหยาบ

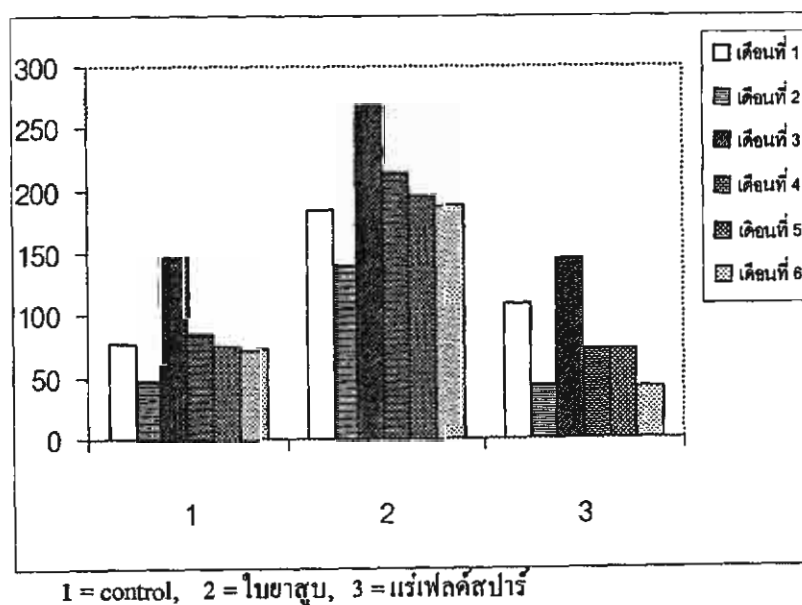
เดือน	Available P(ppm)			Soluble K(ppm)		
	Tr1	Tr2	Tr3	Tr1	Tr2	Tr3
1	39.67	258.67 b	343.00 bc	220.67 b	312.33 c	226.67 b
2	39.53	341.67 a	506.25 a	148.25 c	209.67 d	153.33 c
3	42.82	279.17 b	367.19 b	262.92 a	465.00 a	393.33 a
4	38.00	183.67 c	260.67 c	263.33 a	382.67 b	232.00 b
5	38.33	149.67 c	253.00 c	240.33 ab	389.00 b	218.33 b
6	40.67	159.33 c	254.00 c	222.33 b	371.00 b	231.00 b
Mean	39.84	228.70	330.68	226.31	354.94	242.44
f-test	ns	**	**	**	**	**
C.V.(%)	4.61	10.69	14.96	6.93	8.94	10.85

2.3.2 การปลดปล่อยโพแทสเซียม

ในดินเนื้อละเอียดที่คลุมหมักด้วยใบชาสุบ และแร่เฟลด์สปาร์ (ตารางที่ 61) พบว่าการปลดปล่อยโพแทสเซียม มีมากที่สุดในเดือนที่ 3 หลังจากนั้นจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงเดือนที่ 6 (รูปที่ 11) โดยในดินที่คลุมหมักด้วยใบชาสุบมีโพแทสเซียมปลดปล่อยออกมา มากกว่าในดินที่มีแร่เฟลด์สปาร์ ซึ่งเกือบจะไม่มีโพแทสเซียมละลายออกมาเลย เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ได้คลุมวัสดุ

สำหรับในดินเนื้อหยาบดูเหมือนว่าเป็นดินที่มีโพแทสเซียมค่อนข้างสูง เมื่อพิจารณาจากการปลดปล่อยโพแทสเซียมในดินที่ไม่ได้คลุมวัสดุ ในดินที่คลุมหมักด้วยใบชาสุบ มีค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยโพแทสเซียมมากกว่าดินที่ไม่ได้คลุมหมักวัสดุอยู่ประมาณ 130 ppm ขณะที่ดินที่คลุมหมักด้วยแร่เฟลด์สปาร์ มีโพแทสเซียมปลดปล่อยออกมามากกว่าดินที่ไม่มีการคลุมวัสดุประมาณ 16 ppm (ตารางที่ 62) การปลดปล่อยโพแทสเซียม มีมากที่สุดในเดือนที่ 3 หลังจากนั้นจะลดลงเหมือนกันทั้งดินที่คลุมหมักด้วยวัสดุ และไม่ได้คลุมหมักด้วยวัสดุ (รูปที่ 12)

รูปที่ 11 การปลดปล่อยโพแทสเซียมในดินเนื้อละเอียด ที่คลุมหมักด้วยวัสดุที่มี K สูง



ตารางที่ 63 ปริมาณ Mineralized-N ในดินเนื้อละเอียด ที่ตกหล่นด้วยวัสดุอินทรีย์ และวัสดุธรรมชาติที่มี N P และ K สูง โดยมีค่าปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ตัวอย่าง	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4			เดือนที่ 5			เดือนที่ 6		
	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง																		
1.1 ตะกอนบ่อบัวบก อัตรา 200 mgN/kg	6.47	6.17	85.68	6.17	9.10	120.22	6.13	6.37	141.42	6.26	0.00	137.00	5.94	5.00	140.00	5.93	0.00	102.00
1.1 ตะกอนบ่อบัวบก อัตรา 400 mgN/kg	6.17	8.69	100.38	6.04	9.04	163.80	5.86	9.43	156.88	6.10	0.00	179.00	5.73	2.00	191.00	5.69	0.00	127.00
1.3 วัสดุเพาะเห็ด อัตรา 200 mgN/kg	7.51	4.96	11.02	7.38	10.52	12.74	7.49	25.46	30.02	7.57	0.00	67.00	7.34	10.00	122.00	7.49	0.00	67.00
1.4 วัสดุเพาะเห็ด อัตรา 400 mgN/kg	7.59	5.80	1.66	7.45	16.59	2.39	7.42	16.59	4.32	7.63	10.00	13.00	7.64	25.00	71.00	7.75	0.00	70.00
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง																		
2.1 ตะกอนหมักกรองน้ำคาว	6.94	7.33	37.43	6.75	1.36	54.92	6.61	4.95	57.56	6.68	13.00	78.00	6.60	7.00	70.00	6.58	0.00	91.00
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง																		
3.1 ใบชาสุบ	7.35	30.70	67.94	6.97	10.46	163.47	6.82	11.28	190.73	6.75	19.00	225.00	6.52	2.00	200.00	6.54	0.00	262.00
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง																		
4.1 หินฟอสเฟต	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง																		
5.1 feldspar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Control	6.63	7.78	48.95	6.37	7.87	79.24	6.27	5.43	89.74	6.39	0.00	84.00	6.43	3.00	85.00	6.45	0.00	73.00

ตารางที่ 64 ปริมาณ Mineralized-N ในดินนื้อหยาบ(ชุดดินสันทราย) ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ และวัสดุธรรมชาติที่มี N P และ K สูง โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ตัวอย่าง	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4			เดือนที่ 5			เดือนที่ 6		
	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm	pH	NH ₄ ⁺ ppm	NO ₃ ⁻ ppm
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง 1.1 ตะกอนบ่อน้ำบด อัตรา 200 mgN/kg 1.1 ตะกอนบ่อน้ำบด อัตรา 400 mgN/kg 1.3 วัสดุเพาะเห็ด อัตรา 200 mgN/kg 1.4 วัสดุเพาะเห็ด อัตรา 400 mgN/kg	6.55	6.84	89.41	6.44	11.21	130.80	6.27	11.36	128.31	6.44	0.00	141.46	6.18	9.33	161.00	6.23	0.00	108.33
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง 2.1 ตะกอนหมักกรองน้ำคาว	6.39	3.61	80.82	6.27	11.75	168.06	6.05	13.21	168.48	6.24	0.00	183.52	5.94	5.00	229.67	5.92	0.00	165.33
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง 3.1 ใบยาสูบ	7.57	5.11	2.04	7.47	18.11	7.12	7.46	17.52	6.61	7.52	7.33	11.25	7.46	12.00	77.00	7.57	0.00	59.67
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง 4.1 หินฟอสเฟต	7.60	4.63	1.01	7.48	16.41	5.87	7.45	19.50	4.45	7.54	12.33	4.51	7.72	27.66	22.00	7.87	0.00	14.00
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง 5.1 feldspar	7.05	5.46	35.75	6.88	3.60	46.53	6.86	8.89	47.73	6.81	19.76	81.03	6.71	4.00	93.00	6.78	0.00	98.67
6. Control	7.31	6.87	84.60	7.04	11.28	157.02	6.98	3.79	202.72	6.91	22.87	219.90	6.77	4.33	208.00	6.75	0.00	287.33
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.96	5.04	52.76	6.65	8.56	88.64	6.58	5.58	96.52	6.96	0.00	100.20	6.61	6.00	124.33	6.66	0.00	91.00

ตารางที่ 65 ปริมาณ Mineralized-P ในดินเนื้อละเอียด ที่คลุมหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ตัวอย่าง	เดือนที่ 1		เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5		เดือนที่ 6	
	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1 ตะกอนป๋อบำบัด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 200 mgN/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1 ตะกอนป๋อบำบัด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 400 mgN/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3 วัสดุเพาะเห็ด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 200 mgN/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4 วัสดุเพาะเห็ด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 400 mgN/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง	6.94	203.33	6.75	246.88	6.61	208.85	6.68	164.00	6.58	131.00	6.58	134.67
2.1 ตะกอนหมักกรองน้ำคาว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.1 ใบชาสุบ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง	6.85	223.00	6.84	390.42	6.63	277.86	6.71	203.33	6.59	185.67	6.59	181.66
4.1 หินฟอสเฟต	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.1 feldspar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Control	6.63	3.33	6.37	5.22	6.27	3.74	6.39	7.00	6.45	3.66	6.45	4.00

ตารางที่ 66 ปริมาณ Mineralized-P ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินสีนทราย) ที่ถูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง
โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ตัวอย่าง	เดือนที่ 1		เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5		เดือนที่ 6	
	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง												
1.1 ตะกอนบ่อน้ำค	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 200 mgN/kg												
1.1 ตะกอนบ่อน้ำค	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 400 mgN/kg												
1.3 วัสดุเพาะเห็ด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 200 mgN/kg												
1.4 วัสดุเพาะเห็ด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 400 mgN/kg												
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง												
2.1 ตะกอนหมักกรองน้ำคาล	7.05	258.67	6.88	341.67	6.81	279.19	6.81	183.67	6.71	149.67	6.78	159.33
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง												
3.1 ใบยาสูบ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง												
4.1 หินฟอสเฟต	7.05	343.00	6.84	506.25	6.84	367.19	6.88	200.67	6.78	253.00	6.78	254.00
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง												
5.1 feldspar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Control	6.96	39.67	6.65	39.53	6.65	42.82	6.96	38.00	6.61	38.33	6.66	40.67

ตารางที่ 67 ปริมาณ Mineralized-K ในดินเมื่อละเอียด ที่กลุ่มนกด้วยวัสดุอินทรีย์ และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ตัวอย่าง	เดือนที่ 1		เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5		เดือนที่ 6	
	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง												
1.1 ตะกอนบ่อน้ำบัก	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 200 mgN/kg												
1.1 ตะกอนบ่อน้ำบัก	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 400 mgN/kg												
1.3 วัสดุเพาะเห็ด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 200 mgN/kg												
1.4 วัสดุเพาะเห็ด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 400 mgN/kg												
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง												
2.1 ตะกอนบ่อน้ำบัก	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง												
3.1 ใบชาสูบ	7.35	184.50	6.97	14.42	6.82	268.33	6.75	214.00	6.52	195.67	6.54	188.67
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง												
4.1 หินฟอสเฟต	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง												
5.1 feldspar	6.73	109.50	6.49	43.03	6.48	145.00	6.48	73.33	6.36	72.00	6.35	42.00
6. Control	6.63	76.67	6.37	48.50	6.27	147.08	6.39	86.33	6.23	75.67	6.45	73.33

ตารางที่ 68 ปริมาณ Mineralized-K ในดินเนื้อหยาบ(ชุดดินสนทราย) ที่ปลูกหมักด้วยวัสดุอินทรีย์ และวัสดุธรรมชาติที่มี P และ K สูง

โดยมีการปรับ pH (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ตัวอย่าง	เดือนที่ 1		เดือนที่ 2		เดือนที่ 3		เดือนที่ 4		เดือนที่ 5		เดือนที่ 6	
	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm	pH	ppm
1. วัสดุอินทรีย์ที่มี N สูง												
1.1 ตะกอนเปื้อนน้ำค	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 200 mgN/kg												
1.1 ตะกอนเปื้อนน้ำค	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 400 mgN/kg												
1.3 วัสดุเพาะเห็ด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 200 mgN/kg												
1.4 วัสดุเพาะเห็ด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อัตรา 400 mgN/kg												
2. วัสดุอินทรีย์ที่มี P สูง												
2.1 ตะกอนหมักกรองน้ำค	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. วัสดุอินทรีย์ที่มี K สูง												
3.1 ใบชาสูบ	7.31	312.33	7.04	209.67	6.98	465.00	6.91	382.67	6.77	389.00	6.75	371.00
4. วัสดุธรรมชาติที่มี P สูง												
4.1 หินฟอสเฟต	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. วัสดุธรรมชาติที่มี K สูง												
5.1 feldspar	6.89	226.67	6.63	153.33	6.56	393.33	6.71	232.00	6.53	218.33	6.56	231.00
6. Control	6.97	220.67	6.65	148.25	6.58	262.92	6.60	263.33	6.61	240.33	6.66	222.33

**วัตถุประสงค์ที่ 4 การผลิตและทดสอบปุ๋ยที่ใช้วัสดุอินทรีย์ที่มี N P และ K สูง และวัสดุอินแร่
ธรรมชาติที่มี P และ K สูงเป็นวัตถุดิบ**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การผลิตปุ๋ยหมัก

- สูตรที่ 1. ขี้ด้า+กากหม้อกรอง+rock phosphate
 2. ขี้แดง+กากหม้อกรอง+rock phosphate
 3. Sludge แแดง+กากหม้อกรอง+rock phosphate
 4. ตะกอนยีสต์+กากหม้อกรอง+rock phosphate
 5. Sludge แแดง+เปลือกมันสำปะหลัง+กากหม้อกรอง+rock phosphate

โดยนำวัสดุดังกล่าวมาผสมกันในอัตราส่วน 1:1 การใส่ rock phosphate ได้ใส่ในอัตรา 10% โดยน้ำหนัก กองวัสดุปลูกมีความชื้นเริ่มต้น 60% กองสูง 60 เซนติเมตร ทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คลุมกองด้วยพลาสติก ทำการกลับกองทุกๆ 7 วัน หลังจากกลับกองครั้งสุดท้าย สัปดาห์ที่ 4 ประมาณ 28 วัน ซึ่งขบวนการหมักใกล้สิ้นสุดลงแล้ว ทำการหมักต่อโดยให้ขนาดกองสูง 30 เซนติเมตร อีก 6-7 วัน จนอุณหภูมิในกองหมักเท่ากับอุณหภูมิภายนอก แสดงว่ากระบวนการหมักเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว และทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก N, P และ K

กองที่ 1 ส่วนผสม : ขี้ด้า+กากหม้อกรอง +rock phosphate



รูปที่ 12 กองปุ๋ยหมักกองที่ 1 หลังการหมัก 1 สัปดาห์

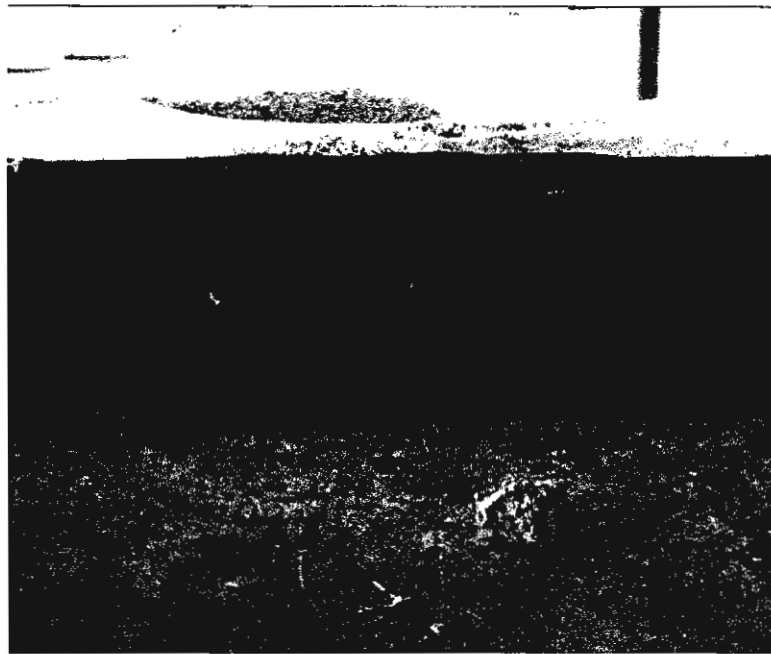


รูปที่ 13 กองปุ๋ยหมักกองที่ 1 หลังการหมัก 1 เดือน

กองที่ 2 ส่วนผสม : ขี้เถ้า+กากหม้อกรอง+rock phosphate



รูปที่ 14 กองปุ๋ยหมักกองที่ 2 หลังการหมัก 1 สัปดาห์



รูปที่ 15 กองปุ๋ยหมักกองที่ 2 หลังการหมัก 1 เดือน

กองที่ 3 ส่วนผสม : Sludge แดง+กากหม้อกรอง+rock phosphate



รูปที่ 16 กองปุ๋ยหมักกองที่ 3 หลังการหมัก 1 สัปดาห์



รูปที่ 17 กองปุ๋ยหมักกองที่ 3 หลังการหมัก 1 เดือน

กองที่ 4 ส่วนผสม : เปลือกมันสำปะหลัง+กากหม้อกรอง +rock phosphate



รูปที่ 18 กองปุ๋ยหมักกองที่ 4 หลังการหมัก 1 สัปดาห์



รูปที่ 21 กองปุ๋ยหมักกองที่ 5 หลังการหมัก 1 เดือน

ตารางที่ 69 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักจากวัสดุพลอยได้ภายหลังการหมัก 1 เดือน ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยใช้วัสดุที่คัดเลือกจากโครงการ สกว.

ลำดับที่	ตัวอย่าง	pH	%N	%P	%K	%OM	C/N ratio
1	ปุ๋ยกองที่ 1	6.20	5.94	3.882	2.81	37.84	3.7
2	ปุ๋ยกองที่ 2	6.61	5.23	4.631	2.07	39.02	4.5
3	ปุ๋ยกองที่ 3	5.99	4.95	4.04	1.17	30.26	3.6
4	ปุ๋ยกองที่ 4	6.74	3.76	5.01	1.09	40.57	14.0
5	ปุ๋ยกองที่ 5	6.55	5.74	4.61	1.49	43.01	4.4

ตารางที่ 70 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักโครงการ InWent ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ใช้วัสดุจากฟาร์ม มทส.

Compost	pH	%N	%P	%K	%O.M.	C/N ratio
Corn waste compost+ manure 1:1	7.46	1.92	2.96	0.98	37.89	11.7
Filtercake + manure 1:1	7.35	1.83	4.24	179	39.00	12.7
Cassava waste + manure 1:1	7.14	1.74	3.01	1.08	35.00	12.1
Rice straw + manure 1:1	7.44	2.50	2.66	1.38	38.25	9.0
Cassava waste + manure 1:1	7.46	1.92	2.96	0.98	37.89	11.7

การปลูกในกระถางทดลอง

การปลูกผักคะน้าและผักกวางตุ้ง ในดินทรายและดินเหนียวในแปลงกระถางทดลองโดยมีวิธีการทดลองดังนี้

1. ใช้แผนการทดลองแบบ Split plot

Main plot ประกอบไปด้วย 2 ดำรับการทดลอง คือ (1) ไม่ใส่หินฝุ่น และ (2) ใส่หินฝุ่นขนาดเล็กกว่า 3 มม.

Sub plot ประกอบด้วย 7 ดำรับการทดลอง

- (1) ไม่ใส่ปุ๋ย
- (2) ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่
- (3) ใส่ปุ๋ยหมักกองที่ 1 อัตรา 500 กก./ไร่
- (4) ใส่ปุ๋ยหมักกองที่ 2 อัตรา 500 กก./ไร่
- (5) ใส่ปุ๋ยหมักกองที่ 3 อัตรา 500 กก./ไร่
- (6) ใส่ปุ๋ยหมักกองที่ 4 อัตรา 500 กก./ไร่
- (7) ใส่ปุ๋ยหมักกองที่ 5 อัตรา 500 กก./ไร่

ผลการทดลอง มีดังนี้

การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า

1. ความสูง

การเจริญเติบโตของต้นคะน้าที่ปลูกในดินเหนียว และดินเหนียว+หินฝุ่น (ตารางที่ 71) จะพบว่า ในปุ๋ยหมักกองที่ 5 ที่ประกอบไปด้วย Sludge แดง+เปลือกมันสำปะหลัง+กากหม้อกรอง +rock phosphate จะเจริญเติบโตดีกว่าตัวรับอื่น ๆ แต่ถึงจะเจริญดีกว่าตัวรับอื่น ๆ แต่ความสูงเฉลี่ยของดินที่ไม่ใส่และใส่หินฝุ่นในดำรับการทดลองจะไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 22.911 และ 23.200 ตามลำดับ ส่วนที่ปลูกในดินทรายทั้งไม่ใส่และใส่หินฝุ่น (ตารางที่ 72) พบว่า จะมีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 21.67 และ 21.85 ตามลำดับ ซึ่งเปรียบเทียบกับที่ปลูกในดินเหนียวจะเห็นว่า เจริญได้ดีกว่าเล็กน้อย

2. น้ำหนัก

ในดินเหนียวที่ใส่และไม่ใส่หินฝุ่น ในทุกดำรับการทดลอง (ตารางที่ 71) พบว่า ในดำรับที่ใส่ปุ๋ยกองที่ 3, 4 และ 5 จะให้น้ำหนักมากที่สุด ซึ่งดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี ส่วนในดินทรายที่ใส่และไม่ใส่หินฝุ่นในทุกดำรับการทดลอง จะให้ผลเช่นเดียวกับการปลูกในดินเหนียว (ตารางที่ 72)

ตารางที่ 71 ความสูง และน้ำหนักสดของกะน้าที่ปลูกในดินเหนียว และดินเหนียว + หินฝุ่น ใน
กระถางทดลอง

ตัวอย่าง	ความสูง (ซม.)		น้ำหนัก (กรัม/ต้น)	
	ดินเหนียว	ดินเหนียว+หินฝุ่น	ดินเหนียว	ดินเหนียว+หินฝุ่น
Control	18.000b	20.125b	10.590d	8.720c
ปุ๋ยเคมี	23.150ab	22.000b	25.270c	27.040b
ปุ๋ยหมักกองที่ 1	20.075b	20.650b	17.092d	22.300b
ปุ๋ยหมักกองที่ 2	19.850b	21.100b	38.150b	27.660b
ปุ๋ยหมักกองที่ 3	24.550ab	26.105a	48.800a	48.150a
ปุ๋ยหมักกองที่ 4	24.325ab	25.940a	43.880a	42.410a
ปุ๋ยหมักกองที่ 5	30.425a	26.525a	49.300a	47.270a
ค่าเฉลี่ย	22.911	23.200	33.290	31.930
F-test	**	**	**	**
CV(%)	22.598	11.24	13.16	14.89

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 72 ความสูง และน้ำหนักสดของกะน้า ที่ปลูกในดินทรายและดินทราย + หินฝุ่น ในกระถาง
ทดลอง

ตัวอย่าง	ความสูง (ซม.)		น้ำหนัก (กรัม/ต้น)	
	ดินทราย	ดินทราย+หินฝุ่น	ดินทราย	ดินทราย+หินฝุ่น
control	18.075d	20.150b	10.890c	11.010c
ปุ๋ยเคมี	23.00abc	22.455a	21.010b	22.900b
ปุ๋ยหมักกองที่ 1	17.250d	19.895b	15.350bc	20.180b
ปุ๋ยหมักกองที่ 2	19.450dc	20.710b	26.320ab	22.550b
ปุ๋ยหมักกองที่ 3	24.725ab	23.000a	30.370a	31.240a
ปุ๋ยหมักกองที่ 4	25.600a	23.925a	21.960b	20.730b
ปุ๋ยหมักกองที่ 5	23.625ab	22.859a	31.290a	29.000a
ค่าเฉลี่ย	21.67	21.85	22.45	22.51
F-test	**	**	*	**
CV(%)	13.0225	14.57	16.09	20.34

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. การสะสมธาตุอาหารในต้นคะน้า

จากการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn ในต้นคะน้า (ตารางที่ 73 และ 74) พบว่า ปริมาณธาตุอาหารทุกตัวที่ทำการวิเคราะห์ในต้นคะน้าที่ปลูกในดินทรายกับดินเหนียวในกระถางทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งต้นคะน้าที่ปลูกในดินที่ใส่หินฟุ้งและไม่ใส่หินฟุ้ง รวมทั้งที่ใส่และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักต่าง ๆ ด้วย

ตารางที่ 73 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นคะน้าที่ปลูกในดินเหนียว ในกระถางทดลอง

ค่ารับการทดลอง	% N	% P	% K	% Ca	%Mg	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Zn(mg/kg)
Control	3.63	0.30	2.00	1.63	0.57	164.00	36.0	14.1	26.0
ปุ๋ยเคมี	3.69	0.34	2.01	1.63	0.57	165.7	47.0	17.3	33.0
ปุ๋ยหมักกองที่ 1	3.51	0.27	2.09	1.55	0.62	170.2	41.0	15.9	30.0
ปุ๋ยหมักกองที่ 2	3.57	0.25	2.16	1.57	0.66	162.5	43.0	16.1	29.0
ปุ๋ยหมักกองที่ 3	3.59	0.30	1.97	1.62	0.65	177.8	47.0	15.8	32.0
ปุ๋ยหมักกองที่ 4	3.62	0.22	2.11	1.50	0.63	170.2	45.0	17.0	34.0
ปุ๋ยหมักกองที่ 5	3.60	0.30	1.89	1.58	0.58	169.7	40.0	16.3	30.0
ค่าเฉลี่ย	3.60	0.28	2.03	1.58	0.61	168.59	42.7	16.07	30.57
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	5.68	4.37	4.61	3.46	5.09	3.25	4.39	2.29	3.59

* = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 74 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นคะน้าที่ปลูกในดินทราย ในกระถางทดลอง

ค่ารับการทดลอง	% N	% P	% K	% Ca	%Mg	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Zn(mg/kg)
Control	3.57	0.24	1.97	1.57	0.50	156.8	40.0	15.2	28.9
ปุ๋ยเคมี	3.64	0.34	2.23	1.62	0.58	164.0	47.0	16.9	33.2
ปุ๋ยหมักกองที่ 1	3.53	0.31	2.16	1.50	0.47	159.2	45.0	15.4	30.1
ปุ๋ยหมักกองที่ 2	3.50	0.22	2.21	1.54	0.40	160.1	42.0	16.0	30.8
ปุ๋ยหมักกองที่ 3	3.67	0.37	2.24	1.65	0.59	163.8	48.0	16.7	36.5
ปุ๋ยหมักกองที่ 4	3.60	0.31	2.19	1.62	0.57	166.2	46.0	15.2	34.3
ปุ๋ยหมักกองที่ 5	3.59	0.29	2.17	1.60	0.63	160.7	46.0	16.3	34.7
ค่าเฉลี่ย	3.59	0.30	2.17	1.59	0.53	161.54	44.86	15.96	32.64
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	5.84	4.67	7.44	5.04	3.78	7.74	6.25	4.51	3.71

* = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้ง

1. ความสูง

การเจริญเติบโตของกวางตุ้งที่ปลูกในดินเหนียว และดินเหนียว+หินปูน (ตารางที่ 75) จะพบว่า ความสูงจะไม่แตกต่างกันมากนักระหว่างดินเหนียวที่ใส่และไม่ใส่หินปูน ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 24.989 และ 26.180 ตามลำดับ ถ้าเปรียบเทียบระหว่างคำรับการทดลองจะ พบว่า ในปุ๋ยหมักกองที่ 3 จะให้ความสูงมากกว่าคำรับการทดลองอื่น ๆ และปุ๋ยหมักกองที่ 4 กับ 5 จะมีความสูงมากกว่าปุ๋ยหมักกองที่ 2 กับ 1 และการใส่ปุ๋ยเคมีกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ส่วนการเจริญเติบโตของกวางตุ้งในดินทรายและดินทราย + หินปูน (ตารางที่ 76) พบว่า ความสูงในดินทั้งสองมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

2. น้ำหนัก

กวางตุ้งที่ปลูกในดินเหนียวที่ใส่และไม่ใส่หินปูน ในทุกคำรับการทดลอง (ตารางที่ 75) พบว่า ปุ๋ยหมักในกองที่ 3 จะให้น้ำหนักมากที่สุด แต่ในดินเหนียวที่ไม่ใส่หินปูนจะให้น้ำหนักมากกว่าดินเหนียวที่มีการใส่หินปูน ส่วนที่ปลูกในดินทรายที่ใส่และไม่ใส่หินปูน (ตารางที่ 76) พบว่า กระถางที่ปลูกด้วยดินทรายจะให้น้ำหนักเยือกกว่าดินทรายที่ใส่หินปูน ถ้าเปรียบเทียบคำรับการทดลอง จะเห็นว่าปุ๋ยหมักกองที่ 3 จะให้น้ำหนักเยือกที่สุด

ตารางที่ 75 ความสูง และน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งที่ปลูกในดินเหนียว และดินเหนียว+หินปูน ในกระถางทดลอง

ตัวอย่าง	ความสูง (ซม.)		น้ำหนัก (กรัม/ต้น)	
	ดินเหนียว	ดินเหนียว+หินปูน	ดินเหนียว	ดินเหนียว+หินปูน
Control	14.500d	16.320d	33.920d	31.250d
ปุ๋ยเคมี	27.225b	27.110b	66.810c	71.340bc
ปุ๋ยหมักกองที่ 1	19.175dc	21.625c	40.010d	50.910c
ปุ๋ยหมักกองที่ 2	21.775c	23.075c	47.910d	50.250c
ปุ๋ยหมักกองที่ 3	36.300a	35.065a	157.470a	142.260a
ปุ๋ยหมักกองที่ 4	27.925b	29.955b	85.970b	100.570b
ปุ๋ยหมักกองที่ 5	28.025b	30.150b	96.500b	97.750b
ค่าเฉลี่ย	24.989	26.180	75.510	77.760
F-test	**	**	**	*
CV(%)	13.958	12.731	16.831	20.16

ตารางที่ 76 ความสูง และน้ำหนักสดของผักกวางตุ้งที่ปลูกในดินดินทราย และดินทราย+หินฝุ่น ใน
กระถางทดลอง

ตัวอย่าง	ความสูง (ซม.)		น้ำหนัก (กรัม/ต้น)	
	ดินทราย	ดินทราย+หินฝุ่น	ดินทราย	ดินทราย+หินฝุ่น
Control	23.925b	20.985c	50.320c	59.080c
ปุ๋ยเคมี	36.950a	33.975b	127.600b	95.370b
ปุ๋ยหมักกองที่ 1	35.475a	33.170b	85.680c	60.180c
ปุ๋ยหมักกองที่ 2	36.200a	30.255b	118.820b	56.540c
ปุ๋ยหมักกองที่ 3	38.000a	40.105a	155.790a	141.600a
ปุ๋ยหมักกองที่ 4	39.075a	39.025a	127.960b	108.920b
ปุ๋ยหมักกองที่ 5	42.450a	42.550a	120.460b	107.933b
ค่าเฉลี่ย	36.0107	34.29	112.37	89.94
F-test	*	**	**	**
CV(%)	14.321	11.09	15.45	16.16

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. การสะสมธาตุอาหารในผักกวางตุ้ง

จากการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn ในผักกวางตุ้ง (ตารางที่ 77 และ 78) พบว่า ปริมาณธาตุอาหารทุกตัวที่ทำการวิเคราะห์ในผักกวางตุ้งที่ปลูกในดินทรายกับดินเหนียวในกระถางทดลอง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งผักกวางตุ้งที่ปลูกในดินที่ใส่หินฝุ่นและไม่ใส่หินฝุ่น รวมทั้งที่ใส่และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักต่าง ๆ ด้วย

ตารางที่ 77 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นกวางตุ้งที่ปลูกในดินเหนียว ในกระถางทดลอง

ตัวรับการทดลอง	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Zn(mg/kg)
Control	3.22	0.20	1.66	1.33	0.48	122.0	14.4	15.10	30.50
ปุ๋ยเคมี	3.57	0.31	1.84	1.40	0.50	126.0	14.1	18.00	33.00
ปุ๋ยหมักกองที่ 1	3.42	0.25	1.80	1.36	0.51	127.0	11.2	13.30	30.20
ปุ๋ยหมักกองที่ 2	3.40	0.24	1.52	1.31	0.44	118.0	10.7	12.50	34.00
ปุ๋ยหมักกองที่ 3	3.59	0.30	1.83	1.29	0.52	123.0	10.5	12.80	27.00
ปุ๋ยหมักกองที่ 4	3.58	0.29	1.79	1.26	0.4	114.0	12.00	14.70	29.00
ปุ๋ยหมักกองที่ 5	3.49	0.32	1.71	1.30	0.43	121.0	11.1	17.00	30.70
ค่าเฉลี่ย	3.47	0.28	1.74	1.32	0.47	121.57	12.00	14.77	30.63
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	3.82	4.16	4.58	3.89	5.09	4.73	5.38	5.45	4.34

* = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 78 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นกวางตุ้งที่ปลูกในดินทราย ในกระถางทดลอง

ตัวรับการทดลอง	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Zn(mg/kg)
Control	3.41	0.31	1.54	1.45	0.36	130.0	11.5	16.2	32.0
ปุ๋ยเคมี	3.6	0.32	1.63	1.42	0.52	141.0	14.0	18.0	33.7
ปุ๋ยหมักกองที่ 1	3.52	0.35	1.79	1.40	0.47	136.0	13.8	18.7	32.4
ปุ๋ยหมักกองที่ 2	3.57	0.29	1.74	1.39	0.44	138.0	12.5	18.5	31.8
ปุ๋ยหมักกองที่ 3	3.7	0.33	1.82	1.43	0.59	147.0	13.3	19.1	33.6
ปุ๋ยหมักกองที่ 4	3.58	0.34	1.80	1.40	0.55	139.0	13.7	19.6	30.9
ปุ๋ยหมักกองที่ 5	3.63	0.34	1.79	1.47	0.58	145.0	14.2	18.4	31.7
ค่าเฉลี่ย	3.57	0.33	1.73	1.42	0.50	139.43	13.29	18.36	32.30
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	5.92	6.78	4.93	5.38	4.45	3.23	3.34	4.71	3.70

* = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดลองในไร่

ได้นำเอาปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากโครงการ สกว. ทำการทดลองผลิตค่น้ำในการปลูกพืชระบบเกษตรอินทรีย์ที่ อ.วังน้ำเขียว โดยให้เกษตรกรทำเองเพื่อต้องการทราบผลการใช้ได้จริง โดยเกษตรกรซึ่งคำวิเคราะห์ปุ๋ย แสดงไว้ในตารางที่ 79 และตารางที่ 80

ตารางที่ 79 ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช และจุลินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ และปุ๋ยหมักจาก
โครงการ สกว.

ชนิดปุ๋ย	N(%)	P(%)	K(%)	<i>Azotobacter</i> sp. (cell/s/g)	<i>Azospirillum</i> sp. (cells/g)	<i>Trichoderma</i> sp. (cells/g)
ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ	2.96	1.67	1.92	1.8×10^7	4.3×10^7	1.3×10^5
ปุ๋ยหมัก สกว.	5.23	4.63	2.03	nd	nd	nd

nd = not determine

จากตารางที่ 79 มีความชัดเจนว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตในระบบนี้มีคุณภาพสูงกว่ามาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตร และกรมพัฒนาที่ดินกำหนดไว้คือ มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูง และจุลินทรีย์ที่เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ใส่ลงไปมีปริมาณสูงเกิน 10 ล้านเซลล์ต่อกรัมปุ๋ย การที่ปุ๋ยอินทรีย์ให้ธาตุอาหารหลักสูงก็เนื่องจากการคัดเลือกวัตถุดิบที่ได้นำมาผลิตปุ๋ย จากผลงานวิจัยที่รับทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เพื่อหาวัสดุธรรมชาติที่สามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้มีปริมาณธาตุ N, P และ K สูง พบว่าสามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนสูงกว่า 5% ฟอสฟอรัสสูงถึง 4.6% และโพแทสเซียมสูง 2.03% (ตารางที่ 79)

การที่จะทราบว่าปุ๋ยที่ผลิตได้มีประสิทธิภาพในการให้ปุ๋ยกับพืชได้มากน้อยเพียงใด จำเป็นต้องทำการทดสอบกับพืชด้วย (Bioefficacy testing) โดยใช้พืชผักเป็นพืชทดสอบ ผลการทดลองอยู่ในตารางที่ 73 เป็นการทดลองในสภาพไร่เกษตรกรที่อำเภอวังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา

ตารางที่ 80 การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพกับคะน้า ที่แปลงทดลอง อ.วังน้ำเขียว

ปุ๋ย	น้ำหนักสดของคะน้า	
	ขนาดต้น (กรัม/ต้น)	ผลผลิต (กก./ไร่)
ไม่ใส่ปุ๋ย	11.3 b	201 b
ปุ๋ยเคมี 15-15-15 (30 กก./ไร่)	20.3 b	363 b
ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ (1000 กก./ไร่)	55.0 a	977 a
ปุ๋ยอินทรีย์ สกว. (500 กก./ไร่)	56.0 a	990 a

จากตารางที่ 80 เห็นได้ชัดเจนว่าปุ๋ยที่ผลิตมีคุณภาพสูงและสามารถให้ธาตุอาหารแก่พืชได้ดี เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยคะน้ามีขนาดต้นเล็ก และผลผลิตต่ำที่สุด เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ขนาดต้นคะน้าใหญ่ขึ้น และผลผลิตสูงขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงให้เห็นว่า

ปุ๋ยที่ให้ 30 กิโลกรัมต่อไร่ยังไม่พอ เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ 1000 กิโลกรัมต่อไร่ เห็นได้ชัดเจนว่าคะนามีขนาดต้นใหญ่มาก และผลผลิตสูงกว่ามากอย่างเห็นได้ชัดเจนเนื่องจากว่า ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยมีปริมาณสูงกว่าปุ๋ยเคมีเมื่อใช้อัตรานี้ และข้อได้เปรียบของปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอีกประการหนึ่งก็คือ ให้วัสดุอินทรีย์แก่ดินและธาตุอาหารที่จำเป็นอื่น ๆ ครบ รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ใส่ไปด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากโครงการ สกว. ที่ใช้เพียง 500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลเท่ากัน ทั้งนี้เพราะว่าปุ๋ยที่ผลิตจากโครงการนี้มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่าประมาณเท่าตัว แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชในอัตราใช้ที่เหมาะสมอยู่ที่ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยนั้น ๆ

การปลูกในแปลงทดลอง

การปลูกข้าวโพดหวานในดินทรายและดินเหนียวในแปลงทดลองโดยมีวิธีการทดลองดังนี้

1. ใช้แผนการทดลองแบบ Split plot

Main plot ประกอบไปด้วย 2 ดำรับการทดลอง คือ (1) ไม่ใส่หินปูน และ (2) ใส่หินปูนขนาดเล็กกว่า 3 มม.

Sub plot ประกอบด้วย 5 ดำรับการทดลอง

- (1) ไม่ใส่ปุ๋ย
- (2) ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่
- (3) ใส่วัสดุหมัก 75% ของ treatment 4
- (4) ใส่วัสดุหมักให้ได้ N เท่ากับปุ๋ยเคมี (N 7.5 กก./ไร่)
- (5) ใส่วัสดุหมัก 125% ของ treatment 4

หมายเหตุ : วัสดุหมักใช้ปุ๋ยกองที่ 1-5 ผสมรวมกัน แล้วทำการวิเคราะห์ N P K ใหม่ได้ $N = 5.23\%$, $P = 4.63\%$, $K = 2.03\%$

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด

1. ความสูง

การเจริญเติบโตของข้าวโพดในส่วนของความสูง(ตารางที่ 81) พบว่า การปลูกข้าวโพดหวานในดินร่วนทรายทั้งที่ใส่หินปูนและไม่ใส่หินปูนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักในอัตราต่าง ๆ ทำให้ต้นข้าวโพดมีส่วนสูงมากกว่าไม่ใส่ปุ๋ย และมีแนวโน้มว่าข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ใส่หินปูนมีความสูงมากกว่าดินที่ไม่ใส่หินปูน ส่วนเมื่อทำการเปรียบเทียบช่วงอายุ พบว่า ข้าวโพดอายุ 1-45 วันจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในวัสดุหมัก 125% แต่หลังจาก 45 วันแล้วจะเห็นว่าข้าวโพดที่ให้ปุ๋ยเคมีจะเจริญเติบโตดีกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวัสดุหมัก 125% จะมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมามากจึงทำให้ธาตุอาหารถูกใช้หมดไปก่อนที่จะพืชจะเจริญเติบโตเต็มที่จึงทำให้การเจริญเติบโต

ลดน้อยกว่าในปุ๋ยเคมีซึ่งจะปลดปล่อยออกมาไม่มากแต่สามารถให้ธาตุอาหารได้ระยะเวลายาวกว่าวัสดุหมัก 125%

ตารางที่ 81 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงข้าวโพด (ซม.) ที่ปลูกในดินร่วนทรายและดินร่วนทราย+หินฟูน

ตัวอย่าง	30 วัน		45 วัน		60 วัน	
	ดินร่วนทราย	ดินร่วนทราย +หินฟูน	ดินร่วนทราย	ดินร่วนทราย +หินฟูน	ดินร่วนทราย	ดินร่วนทราย +หินฟูน
Control	59.95c	66.33c	86.53e	86.53e	174.22c	148.00d
ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ	76.20bc	74.58c	111.03d	148.93c	180.44c	247.33a
วัสดุหมัก 75%	84.63b	90.00b	122.43c	133.90d	213.44a	201.33c
วัสดุหมัก 100%	93.83ab	98.33b	142.40b	164.33b	203.56b	215.00bc
วัสดุหมัก 125%	104.00a	112.15a	166.45a	184.40a	202.78b	224.00b
ค่าเฉลี่ย	83.72	88.27	125.76	143.61	194.88	207.13
F-test	**	**	**	**	**	**
CV.(%)	7.55	6.49	3.27	2.645	4.475	4.459

* = ตัวอักษรเหมือนกันในสัปดาห์เดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในสัปดาห์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลผลิตข้าวโพด(ตารางที่ 82)

จากการรวบรวมผลผลิตข้าวโพดที่ได้จากการปลูกในแปลงทดลองเปรียบเทียบผลผลิต พบว่าในดินที่ไม่ใส่หินฟูน การใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยทั้งในรูปที่เป็นปุ๋ยเคมีและวัสดุปลูกทุกอัตรา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ในวัสดุหมัก 125% ข้าวโพดมีผลผลิตสูงสุด คือ 482.8 กก./ไร่ ในขณะที่การใส่วัสดุหมักอัตรา 100 และ 75 ที่ใส่ปุ๋ยเคมี และไม่ใส่อะไรเลยได้ผลผลิต 400.4 และ 387 กก./ไร่ โดยข้าวโพดที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่ปุ๋ยได้ผลผลิต 382.2 และ 242.8 กก./ไร่ ส่วนในดินที่ใส่หินฟูน ข้าวโพดมีน้ำหนักฝักแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือในวัสดุหมัก 100% จะให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ที่ 508.8 กก./ไร่ รองลงมาคือ วัสดุหมัก 125% และปุ๋ยเคมี และเมื่อดูค่าเฉลี่ยโดยรวมของการใส่และไม่ใส่หินฟูนพบว่า การใส่หินฟูนทำให้ข้าวโพดมีน้ำหนักฝักแห้ง สูงกว่าในดินที่ไม่ใส่หินฟูนโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 440.8 และ 380.4 กก./ไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 82 ผลผลิตของข้าวโพด (กก./ไร่)ที่ปลูกในดินร่วนทราย

ดำรับการทดลอง	ดินร่วนทราย	ดินร่วนทราย+หินปูน
control	242.8 c	394.4 c
ปุ๋ยเคมี	383.2 b	428.8 bc
หมัก 75%	392.8 b	385.6 c
หมัก 100%	400.4 ab	508.8 a
หมัก 125%	482.8 a	486.0 a
ค่าเฉลี่ย	380.4	440.8
F-test	**	*
CV. (%)	15.73	20.16

* = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. การสะสมธาตุอาหารในต้นข้าวโพด (ตารางที่ 83)

จากการคำนวณหาการสะสมธาตุอาหารพืชในต้นข้าวโพด โดยคิดจากการสะสมน้ำหนักแห้งของต้น ปรากฏว่าข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนทราย มีการสะสมของธาตุอาหารต่าง ๆ ทั้งที่ใส่หินปูนและไม่ใส่หินปูนรวมกับการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักในอัตราต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4. การสะสมธาตุอาหารในฝักข้าวโพด (ตารางที่ 83)

จากการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn ในฝักข้าวโพด พบว่าปริมาณธาตุอาหารทุกตัวที่ทำการวิเคราะห์ในฝักข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนทราย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ใส่หินปูนและไม่ใส่หินปูน รวมทั้งที่ใส่และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และที่ใส่วัสดุหมักในอัตราส่วนต่าง ๆ ด้วย

ตารางที่ 83 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนทราย

ค่ารับการทดลอง	% N	% P	% K	% Ca	%Mg	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Zn(mg/kg)
Control	3.08	0.35	1.58 b	0.523	0.210	208.11	36.0	4.98	33.7
ปุ๋ยเคมี	3.17	0.31	1.72 a	0.429	0.260	217.05	35.0	5.02	40.5
หมัก 75%	3.09	0.39	1.75 a	0.477	0.220	223.74	30.0	3.11	36.7
หมัก 100%	3.26	0.31	1.81 a	0.501	0.200	212.55	24.0	4.20	30.4
หมัก 125%	3.24	0.39	1.72 a	0.496	0.300	220.13	28.0	4.03	30.8
ค่าเฉลี่ย	3.17	0.33	1.71	0.485	0.238	216.32	30.6	4.27	34.42
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	3.27	3.86	5.73	4.49	3.24	5.17	5.56	4.32	5.19

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 84 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในฝักข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนทราย+ หินฝุ่น

ค่ารับการทดลอง	% N	% P	% K	% Ca	%Mg	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Zn(mg/kg)
Control	2.97	0.37	1.63	0.410	0.147	200.97	30.0	4.02	30.5
ปุ๋ยเคมี	3.28	0.42	1.69	0.452	0.240	209.80	29.0	5.11	39.2
หมัก 75%	3.11	0.41	1.71	0.471	0.310	197.55	26.0	4.43	30.7
หมัก 100%	3.23	0.41	1.68	0.489	0.280	210.42	29.0	4.21	33.4
หมัก 125%	3.16	0.41	1.60	0.450	0.280	203.59	33.0	4.17	33.5
ค่าเฉลี่ย	3.15	0.40	1.66	0.454	0.251	204.47	29.4	4.39	33.46
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV. (%)	3.88	2.64	5.17	4.99	2.68	2.49	3.87	4.27	6.09

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ทดสอบการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การศึกษาผลของการใช้วัสดุหมักอัตราต่างๆ เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานพันธุ์ขอนแก่นหวานสลับลี โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระดับ คือ ในระดับเรือนทดลอง เป็นการทดสอบในกระถาง โดยใช้ดิน 2 ชนิด คือ ดินเนือหยาบชุดดินน้ำพอง และดินเนื้อละเอียดชุดดินราชบุรี ใช้แผนการทดลองแบบ Split plot (Main-sub) in Completely Randomized Design (CRD) และการทดสอบในระดับแปลงทดลองในดินเนือหยาบชุดดินน้ำพอง ใช้แผนการทดลองแบบ Split plot (Main-sub) in Randomized Completed Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยหลักเป็นการใส่หินฟืนและไม่ใส่หินฟืน ประกอบด้วยค่ารับทดลอง ดังนี้คือ

1. ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)
2. ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำสำหรับข้าวโพดหวาน คือ ปุ๋ยเกรด 15-15-15 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่
3. ใส่วัสดุหมัก 75% ของค่ารับทดลองที่ 4
4. ใส่วัสดุหมักให้มีปริมาณ $N-P_2O_5-K_2O$ เท่ากับ ค่ารับทดลองที่ 2 (100%)
5. ใส่วัสดุหมัก 125% ของค่ารับทดลองที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการผลวิเคราะห์ปุ๋ยในการทดลอง

%N = 1.87% %P₂O₅ = 1.05 %K₂O = 2.02

การศึกษาในระดับเรือนทดลองในชุดดินน้ำพอง

การเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวโพด เมื่อใส่หินฟืนมีแนวโน้มสูงกว่าการไม่ใส่หินฟืน และการใส่วัสดุหมักในอัตราที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสูงของข้าวโพดสูงขึ้น และในค่ารับทดลองที่มีการใส่วัสดุหมักให้มีปริมาณ $N-P_2O_5-K_2O$ เท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี (100%) และการใส่วัสดุหมักอัตรา 125% จะให้ความสูงของข้าวโพดไม่แตกต่างกับค่ารับทดลองการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่หินฟืน ร่วมกับปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักมีแนวโน้มทำให้ความสูงของข้าวโพดเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 85

ปริมาณน้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในดินชุดน้ำพองซึ่งแสดงในตารางที่ 86 ตอบสนองต่อการใส่วัสดุหมักไปในทางเดียวกันกับความสูงของข้าวโพด การใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักในอัตราต่าง ๆ ให้ปริมาณน้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงกว่าค่ารับทดลองควบคุม การใส่วัสดุหมักในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำหนักแห้งของข้าวโพดมากขึ้น

การศึกษาในระดับเรือนทดลองในชุดดินราชบุรี

ผลของการศึกษาความสูงของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินราชบุรีในดำรับทดลองที่ไม่ใส่หินฝุ่นและในใส่หินฝุ่น ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ การใส่วัสดุหมักที่ระดับ 125% จะให้ความสูงของข้าวโพดสูงสุดที่ 170.50 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักร่วมกับการใส่หินฝุ่นและไม่ใส่หินฝุ่น แสดงผลแตกต่างกันในทางสถิติ การใส่วัสดุหมักที่ 125% ร่วมกับใส่หินฝุ่นและไม่ใส่หินฝุ่นให้ความสูงของข้าวโพดมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 87

การปลูกข้าวโพดในดำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำและดำรับทดลองที่ใส่วัสดุหมัก 125% ให้ปริมาณน้ำหนักรากสูงสุดและการใส่หินฝุ่นไม่ทำให้ปริมาณน้ำหนักรากของข้าวโพดแตกต่างกับการไม่ใส่หินฝุ่น แต่ดำรับทดลองที่ใส่หินฝุ่นร่วมกับปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักมีแนวโน้มให้ปริมาณน้ำหนักรากสูงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 88

การศึกษาในระดับแปลงทดลองในชุดดินน้ำพอง

ด้านการเจริญเติบโต

ผลของการศึกษาในระดับภาคสนามพบว่าการเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวโพดในดำรับทดลองที่มีการใส่หินฝุ่นมีแนวโน้มสูงกว่าดำรับทดลองที่ไม่มีการใส่หินฝุ่น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ดำรับทดลองที่ใส่วัสดุหมักที่ระดับ 125% จะให้ความสูงของข้าวโพดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ กับดำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ และการใส่หินฝุ่นร่วมกับปุ๋ยเคมี และวัสดุหมักมีแนวโน้มให้ความสูงของข้าวโพดไม่แตกต่างกับดำรับทดลองที่ไม่ใส่หินฝุ่น (ตารางที่ 89) แต่ผลการศึกษาถึงปริมาณน้ำหนักรากของข้าวโพดในดำรับทดลองที่ใส่หินฝุ่นจะสูงกว่าดำรับทดลองที่ไม่ใส่หินฝุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำจะให้ปริมาณน้ำหนักรากสูงสุด และการใส่วัสดุหมักในอัตราที่เพิ่มขึ้นจะให้ปริมาณน้ำหนักรากของข้าวโพดเพิ่มขึ้น การใส่หินฝุ่นร่วมกับปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักในอัตราต่างๆมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักรากของข้าวโพดสูงกว่าในดำรับทดลองที่ไม่ใส่หินฝุ่น ดังแสดงในตารางที่ 90 สำหรับปริมาณน้ำหนักรากของฝัก (กิโลกรัม/ไร่) แสดงผลเช่นเดียวกันกับปริมาณน้ำหนักรากของต้น (ตารางที่ 91) การใส่หินฝุ่นส่งผลต่อปริมาณน้ำหนักรากฝัก ซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าดำรับทดลองที่ไม่ใส่หินฝุ่น ดำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำจะให้ปริมาณน้ำหนักรากฝัก (ผลผลิต) ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับดำรับทดลองที่ใส่วัสดุหมัก 125% และการใส่หินฝุ่นร่วมกับวัสดุหมักในอัตราที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ได้ปริมาณน้ำหนักรากฝักสูงขึ้น

ปริมาณธาตุอาหาร

ในการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในดินหลังการเก็บผลผลิตในดำรับทดลองต่าง ๆ พบว่าดำรับทดลองที่ใส่หินฝุ่นจะมีปริมาณคงเหลือหรือการสะสมปริมาณธาตุไนโตรเจน (%) ไว้ในดินสูงกว่าดำรับทดลองที่ไม่ใส่หินฝุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณธาตุไนโตรเจนในดำรับทดลองที่

ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำจะมีการสะสมมากกว่าได้รับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่หินฟูนร่วมกับปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักในอัตราต่างๆส่งผลให้มีการสะสมธาตุไนโตรเจนไว้ในดินมากกว่าได้รับทดลองที่ไม่ใส่หินฟูน (ตารางที่ 92)

ตารางที่ 93 เป็นการแสดงผลของปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่สะสมไว้ในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตของข้าวโพด พบว่า การใส่หินฟูนจะส่งผลให้มีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสไว้ในดินหลังการเก็บผลผลิตมากกว่าการไม่ใส่หินฟูน ได้รับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำจะสะสมฟอสฟอรัสมากที่สุด 18.20 (ppm) รองลงมาคือได้รับทดลองที่ใส่วัสดุหมักที่ 125% การใส่หินฟูนร่วมกับปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักในอัตราต่าง ๆ ส่งผลให้มีการสะสมฟอสฟอรัสในดินหลังเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การสะสมโปแตสเซียมในดินหลังการเก็บผลผลิตข้าวโพดแสดงไว้ในตารางที่ 94 ซึ่งจะแสดงผลในทางตรงข้ามกับปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ได้รับทดลองที่ไม่ใส่หินฟูนจะมีการสะสมปริมาณธาตุโปแตสเซียมในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมากกว่าได้รับทดลองที่มีการใส่หินฟูน ทั้งนี้ธาตุโปแตสเซียมอาจถูกตรึงด้วยธาตุอาหารบางตัวที่มีปลดปล่อยออกมาจากหินฟูน การสะสมปริมาณธาตุโปแตสเซียมในได้รับทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำจะมีปริมาณสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับได้รับทดลองที่ใส่วัสดุหมัก 125% การใส่หินฟูนและไม่ใส่หินฟูนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักในอัตราต่าง ๆ มีการสะสมธาตุโปแตสเซียมในดินแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 95 เป็นการแสดงผลการสะสมอินทรีย์วัตถุในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้รับทดลองที่มีการใส่หินฟูนจะมีการสะสมอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าได้รับทดลองที่ไม่ใส่หินฟูน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้การใส่หินฟูนในได้รับทดลองต่างๆอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการละลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน แต่ทั้งนี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สะสมในดินในได้รับทดลองต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินในได้รับทดลองที่ใส่หินฟูนจะสูงกว่าได้รับทดลองที่ไม่ใส่หินฟูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเป็นกรด-ด่างของดินในได้รับทดลองที่ใส่หินฟูนร่วมกับปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักในอัตราต่าง ๆ มีแนวโน้มสูงกว่าได้รับทดลองที่ไม่ใส่หินฟูน ดังแสดงในตารางที่ 96

จากผลการศึกษาในวัตถุประสงค์ที่ 4 ในการใช้วัสดุหมักที่ผลิตจากวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณมากพอและหาได้ง่ายมีราคาถูกในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินและผลผลิตของพืช ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้แสดงผลทางด้านบวก และน่าจะมีโครงการวิจัยเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงการค้าต่อไป

ตารางที่ 85 ความสูงของต้นข้าวโพด (เซนติเมตร) ที่ปลูกในกระถางชุดดินน้ำพอง

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	118.33 ^{ns}	144.67 ^a	126.67 ^{ns}	141.67 ^{ns}	148.33 ^{ns}	135.93 ^{ns}
ใส่หินฟูน	123.33 ^{ns}	143.33 ^{ns}	135.67 ^{ns}	146.33 ^{ns}	149.33 ^{ns}	139.59 ^{ns}
เฉลี่ย	120.83 ^c	144.00 ^A	131.17 ^B	144.00 ^A	148.83 ^A	137.76
CV (Main - plots) = 7.39 %						
CV (Sub - plots) = 3.83%						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$

เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 86 น้ำหนักแห้งต้นของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในชุดดินน้ำพอง

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	19.47 ^{ns}	35.51 ^{ns}	23.07 ^{ns}	29.98 ^{ns}	35.53 ^{ns}	28.71 ^{ns}
ใส่หินฟูน	22.16 ^{ns}	31.81 ^{ns}	26.16 ^{ns}	30.05 ^{ns}	30.19 ^{ns}	28.07 ^{ns}
เฉลี่ย	20.82 ^C	33.66 ^A	24.61 ^B	30.01 ^A	32.86 ^A	28.39
CV (Main - plots) = 14.76 %						
CV (Sub - plots) = 10.21%						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$

เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 87 ความสูงของข้าวโพด (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินราชบุรี (กระถาง)

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	130.33 ^a	168.00 ^{ab}	148.00 ^{cd}	154.00 ^c	170.67 ^a	154.06 ^{ns}
ใส่หินฟูน	121.67 ^f	166.33 ^{ab}	142.00 ^d	161.67 ^b	170.33 ^a	152.40 ^{ns}
เฉลี่ย	126.00 ^D	167.17 ^A	145.00 ^C	157.83 ^B	170.50 ^A	153.23
CV (Main - plots) = 2.51 %						
CV (Sub - plots) = 2.34%						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$
เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 88 น้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/ต้น) ที่ปลูกในดินราชบุรี (กระถาง)

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	21.21 ^{ns}	40.24 ^{ns}	29.23 ^{ns}	36.82 ^{ns}	40.44 ^{ns}	33.59 ^{ns}
ใส่หินฟูน	20.46 ^{ns}	41.17 ^{ns}	30.61 ^{ns}	36.78 ^{ns}	40.99 ^{ns}	34.00 ^{ns}
เฉลี่ย	20.83 ^D	40.71 ^A	29.92 ^C	36.80 ^B	40.71 ^A	33.80
CV (Main - plots) = 7.12 %						
CV (Sub - plots) = 4.09%						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$
เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 89 ความสูง (เซนติเมตร) ของข้าวโพดที่ปลูกในแปลงทดลองที่ปลูกในชุดดินน้ำพอง

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	128.67 ^{ns}	165.67 ^{ns}	136.00 ^{ns}	151.67 ^{ns}	168.33 ^{ns}	150.07 ^{ns}
ใส่หินฟูน	131.67 ^{ns}	161.67 ^{ns}	139.33 ^{ns}	152.67 ^{ns}	167.33 ^{ns}	150.53 ^{ns}
เฉลี่ย	130.17 ^D	163.67 ^A	137.67 ^C	152.17 ^B	167.83 ^A	150.30
CV (Main - plots) = 1.76 %						
CV (Sub - plots) = 2.45%						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$

เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 90 น้ำหนักแห้งต้น (กก./ไร่) ที่ปลูกในแปลงทดลองในชุดดินน้ำพอง

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	273.13 ^{ns}	408.68 ^{ns}	327.18 ^{ns}	340.49 ^{ns}	387.46 ^{ns}	347.39 ^Y
ใส่หินฟูน	308.50 ^{ns}	456.47 ^{ns}	343.31 ^{ns}	405.98 ^{ns}	441.69 ^{ns}	391.19 ^X
เฉลี่ย	290.81 ^B	432.58 ^A	335.25 ^D	373.23 ^C	414.57 ^B	369.29
CV (Main - plots) = 1.91 %						
CV (Sub - plots) = 3.91%						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$

เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 91 น้ำหนักแห้งของฝัก (กก./ไร่) ของข้าวโพดที่ปลูกในแปลงทดลองภายใต้ชุดดินน้ำพอง

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	197.77ns	292.85ns	232.96ns	246.84ns	289.17ns	251.92ns
ใส่หินฟูน	203.83ns	300.78ns	230.30ns	247.13ns	291.61ns	254.73ns
เฉลี่ย	200.80c	296.82a	231.63b	246.98b	290.39a	253.32
CV (Main - plots) = 3.28 %						
CV (Sub - plots) = 5.69%						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$

เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 92 ปริมาณธาตุไนโตรเจน (%) ในดินหลังการเก็บผลผลิตในแปลงทดลองชุดดินน้ำพอง

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	0.0080b	0.0157a	0.0077b	0.0083b	0.0110c	0.0101 ^y
ใส่หินฟูน	0.0120bc	0.0150a	0.0160a	0.0140ab	0.0133abc	0.0141 ^x
เฉลี่ย	0.0100c	0.0153a	0.0118b	0.0112bc	0.0122b	0.0121
CV (Main - plots) = 17.00 %						
CV (Sub - plots) = 11.69%						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$

เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 93 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm) ในดินหลังการเก็บผลผลิตในแปลงทดลองในดินชุดน้ำพอง

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	5.38d	18.29a	6.94cd	6.81cd	7.00cd	8.88ns
ใส่หินฟูน	6.93cd	18.11a	7.60c	7.95c	13.92b	10.90ns
เฉลี่ย	6.16c	18.20a	7.27c	7.38c	10.46b	9.89
CV (Main - plots) = 16.42%						
CV (Sub - plots) = 11.45%						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$

เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 94 ปริมาณธาตุโปแตสเซียม (ppm) ในดินหลังการเก็บผลผลิตในแปลงทดลอง

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	34.05d	54.65a	43.94bc	41.58bc	46.72b	44.19ns
ใส่หินฟูน	38.41cd	40.41bc	40.89bc	38.04cd	41.45bc	39.84ns
เฉลี่ย	36.23c	47.53a	42.41b	39.81bc	44.09ab	42.01
CV (Main - plots) = 11.91 %						
CV (Sub - plots) = 7.92 %						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$

เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 95 ปริมาณเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินหลังเก็บผลผลิตในแปลงทดลอง

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	0.307ns	0.345ns	0.321ns	0.332ns	0.289ns	0.319 ^x
ใส่หินฟูน	0.292ns	0.264ns	0.290ns	0.248 ^{ns}	0.258ns	0.271 ^y
เฉลี่ย	0.299ns	0.304ns	0.305ns	0.290ns	0.273ns	0.295
CV (Main - plots) = 8.59 %						
CV (Sub - plots) = 10.01 %						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$

เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 96 ระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินหลังเก็บผลผลิตในแปลงทดลอง

ปัจจัย	ค่ารับทดลอง					เฉลี่ย
	ควบคุม (Control)	ปุ๋ยเคมีตาม อัตราแนะนำ	วัสดุหมัก 75%	วัสดุหมัก 100%	วัสดุหมัก 125%	
ไม่ใส่หินฟูน	5.71ns	5.30ns	6.15ns	5.83ns	5.89ns	5.77 ^y
ใส่หินฟูน	6.90ns	6.97ns	6.99ns	7.22ns	6.92ns	7.00 ^x
เฉลี่ย	6.30ns	6.13ns	6.57ns	6.52ns	6.40ns	6.38
CV (Main - plots) = 3.85 %						
CV (Sub - plots) = 4.45 %						

หมายเหตุ (1) ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $P > 0.05$

(2) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P = 0.05$

เปรียบเทียบโดย Duncan's new multiple range test (DMRT)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.ทดสอบการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในภาคเหนือ

การทดสอบในกระถางทดลอง

ผลของอัตราการใช้วัสดุหมักต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการสะสมธาตุอาหารพืชของต้นข้าวโพดหวาน

จากการทดลองปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ อาร์โกในกระถางทดลองในดินเนื้อหยาบและเนื้อละเอียด โดยมีกรรมวิธีในการทดลองดังนี้คือ

1. ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)
2. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำสำหรับข้าวโพดหวานคือ ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่
3. ใส่วัสดุหมัก 75% ของ treatment 4
4. ใส่วัสดุหมักให้ได้ $N-P_2O_5-K_2O$ เท่ากับปุ๋ยเคมี (5.345 กก./ไร่)
5. ใส่วัสดุหมัก 125% ของ treatment 4

วางแผนการทดลองแบบ RCB ทำ 4 ซ้ำ

ตารางที่ 97 ผลการวิเคราะห์วัสดุหมักก่อนใส่ปลูกพืช

pH	% O.M	Total		
		% N	% P	% K
7.07	20.99	1.29	0.478	0.469

ผลการทดลองมีดังนี้คือ

1. ดินเนื้อหยาบ

1.1 การเจริญเติบโตและผลการผลิตของข้าวโพด

1.1.1 ความสูง (ตารางที่ 98)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดในส่วนของความสูงพบว่า การปลูกข้าวโพดหวานในดินเนื้อหยาบทั้งที่ใส่หินฝุ่นและไม่ใส่หินฝุ่นรวมกับการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักในอัตราต่าง ๆ ทำให้ต้นข้าวโพดมีส่วนสูงมากกว่าไม่ใส่ปุ๋ย และมีแนวโน้มว่าข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่หินฝุ่นมีความสูงมากกว่ากล่าวคือค่าเฉลี่ยเท่ากับ 182.75 และ 146.75 ซม. ตามลำดับ

1.1.2 น้ำหนักต้นแห้ง (ตารางที่ 98)

ข้าวโพดที่ปลูกทั้งในดินที่ใส่และไม่ใส่หินฝุ่น รวมกับการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุปลูกทุกอัตราไม่ทำให้น้ำหนักของต้นข้าวโพดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่

ที่ 71.15 และ 104.90 กรัม/ตัน จากค่าเฉลี่ยดังกล่าวจะเห็นว่าข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่หินฟูนมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าดินที่ใส่หินฟูน

1.1.3 น้ำหนักฝักแห้ง((ตารางที่ 98)

การปลูกข้าวโพดในดินที่ไม่ใส่หินฟูน พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวโพดมีน้ำหนักฝักแห้งสูงที่สุด รองลงมาได้แก่การใส่วัสดุหมักซึ่งการใส่วัสดุหมักทุกอัตราไม่ทำให้ฝักข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็ยังสูงกว่าข้าวโพดที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย สำหรับข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ใส่หินฟูนก็ได้ผลเช่นเดียวกันกับข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่หินฟูน แต่เมื่อดูค่าเฉลี่ยโดยรวมแล้ว ข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่หินฟูนมีน้ำหนักแห้งฝักเฉลี่ยสูงกว่าในดินที่ใส่หินฟูนเกือบเท่าตัว กล่าวคือในดินที่ไม่ใส่หินฟูนมีน้ำหนักฝัก 71.15 กรัม/ตัน ในขณะที่ในดินที่ใส่หินฟูนมีน้ำหนักอยู่ที่ 41.39 กรัม/ตัน

1.1.4 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน(ตารางที่ 98)

เมื่อนำน้ำหนักแห้งต้นและฝักมาคำนวณรวมกันเป็นน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินพบว่าการใส่ปุ๋ยและวัสดุหมักทุกอัตรามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ย โดยที่การใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักทุกอัตราไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ใส่และไม่ใส่หินฟูน โดยน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่หินฟูนมีค่าเฉลี่ยโดยรวมมากกว่าในดินที่ใส่หินฟูนเมื่อพิจารณาโดยรวม จากผลที่ได้จากการทดลองปลูกข้าวโพดหวานในดินเนื้อหยาบทั้งในส่วนของความสูง น้ำหนักแห้งต้น ผลผลิตในรูปของน้ำหนักแห้งฝัก และน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน ในดินที่ไม่ใส่หินฟูนมีค่าเฉลี่ยโดยรวมสูงกว่าดินที่ใส่หินฟูน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในดินที่ไม่ใส่หินฟูนมี pH ที่เหมาะสมต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีกว่าในดินที่ใส่หินฟูนซึ่ง pH ของดินเพิ่มสูงขึ้นจากเดิม (ตารางที่ 110)

ตารางที่ 98 ความสูง, น้ำหนักแห้ง, ต้น, ฝัก และส่วนเหนือดินของข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อหยาบ
ในกระถางทดลอง

การทดลอง	ความสูง (ซม.)		น.น.แห้งต้น (กรัม/ต้น)		น.น.แห้งฝัก (กรัม/ต้น)		น.น.แห้งส่วนเหนือดิน (กรัม/ต้น)	
	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน
Control	170.25	125.75 b	86.48	50.47	41.05 c	19.97 c	127.52 b	70.44 b
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	181.25	161.50 a	103.87	83.73	120.85 a	67.52 a	224.76 a	151.25 a
วัสดุหมัก 75%	183.00	142.25 ab	114.11	73.96	79.87 b	46.22 ab	193.98 a	120.17 a
วัสดุหมัก 100%	194.00	143.75 ab	108.56	68.13	84.75 b	40.72 bc	193.31 a	108.84
วัสดุหมัก 125%	185.25	160.5 a	111.49	79.47	76.76 b	32.53 bc	188.25 a	111.99 ab
เฉลี่ย	182.75	146.75	104.90	71.15	80.66	41.39	185.56	112.54
F-test	ns	*	ns	ns	**	*	**	*
%CV	13.44	10.99	13.70	20.41	23.87	40.35	15.35	25.23

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2 ดินเนื้อละเอียด

2.1 ความสูง (ตารางที่ 99)

ความสูงของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดที่ใส่และไม่ใส่หินปูนร่วมกับปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักทุกอัตรา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย แต่ความสูงโดยเฉลี่ยของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่หินปูนมีความสูงมากกว่าดินที่ใส่หินปูนแต่แตกต่างไม่มากนักโดยมีความสูงเฉลี่ยที่ 166.99 และ 155.55 ซม. ตามลำดับ

2.2 น้ำหนักต้นแห้ง (ตารางที่ 99)

น้ำหนักแห้งต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่หินปูนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีในการทดลองโดยพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่วัสดุหมักทั้ง 3 อัตรา มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการปลูกในดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย และมีแนวโน้มว่าการใส่วัสดุหมักมากขึ้น น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดมากขึ้นด้วยทั้งที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับในดินที่ใส่หินปูน น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดมีความแปรปรวนเล็กน้อยในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมัก โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ต้นข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งมากที่สุดรองลงมาได้แก่ การใส่วัสดุหมักอัตรา 125% โดยการปลูกข้าวโพดในดินที่ไม่ใส่ปุ๋ย ต้นข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด และค่าเฉลี่ยโดยรวมของน้ำหนักแห้งที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่หินปูนและใส่หินปูนมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ที่ 78.69 และ 77.28 กรัม/ต้น

2.3 น้ำหนักฝักแห้ง (ตารางที่ 99)

จากการรวบรวมฝักข้าวโพดที่ได้จากการปลูกในกระถางทดลองมาอบให้แห้งเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตในรูปของน้ำหนักฝักแห้งพบว่าในดินที่ไม่ใส่หินฟูน การใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยทั้งในรูปแบบที่เป็นปุ๋ยเคมีและวัสดุปลูกทุกอัตรา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวโพดมีน้ำหนักฝักแห้งสูงสุดอยู่ที่ 90-60 กรัม/ต้น ในขณะที่การใส่วัสดุปลูกอัตรา 75 , 100 และ 125% ฝักข้าวโพดมีน้ำหนักแห้ง 77.12 , 72.62 และ 82.91 กรัม/ต้นตามลำดับ โดยข้าวโพดที่ปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยมีน้ำหนักฝักแห้งอยู่ที่ 34.12 กรัม/ต้น ส่วนในดินที่ใส่หินฟูน ข้าวโพดมีน้ำหนักฝักแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างการใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย แต่ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุปลูกทุกอัตรา น้ำหนักแห้งของฝักข้าวโพดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 65.4 ถึง 90.60 กรัม/ต้น ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 36.81 กรัม/ต้น และเมื่อดูค่าเฉลี่ยโดยรวมของการใส่และไม่ใส่หินฟูนพบว่า การใส่หินฟูนทำให้ข้าวโพดมีน้ำหนักฝักแห้ง สูงกว่าในดินที่ไม่ใส่หินฟูนโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.43 และ 68.53 กรัม/ต้น ตามลำดับ

2.4 การสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (ตารางที่ 99)

เมื่อนำน้ำหนักแห้งของดิน และฝักข้าวโพดมาคำนวณรวมกันเป็นการสะสมน้ำหนักแห้ง ส่วนเหนือดินพบว่าในดินที่ไม่ใส่หินฟูนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของน้ำหนักแห้งเฉพาะระหว่างการใส่ปุ๋ยและการใส่วัสดุปลูกกับการปลูกในดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเท่านั้น ส่วนดินที่ใส่ปุ๋ยและใส่วัสดุปลูกทุกอัตราไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 156.41 ถึง 173.16 กรัม/ต้น ขณะที่ในดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย มีการสะสมน้ำหนักแห้งเพียง 77.16 กรัม/ต้น เท่านั้น สำหรับในดินที่ใส่หินฟูนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับในดินที่ไม่ใส่หินฟูน กล่าวคือในดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย ข้าวโพดมีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมี การสะสมน้ำหนักแห้งมากที่สุด รองลงมาได้แก่การใส่วัสดุปลูกทั้ง 3 อัตราที่มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าเฉลี่ยโดยรวมพบว่าการใส่หินฟูนทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงกว่าไม่ใส่หินฟูนเล็กน้อยโดยมีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 153.70 และ 147.23 กรัม/ต้นตามลำดับ

ตารางที่ 99 ความสูง, น้ำหนักแห้ง, ต้น, ฝัก และส่วนเหนือดินของข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดในกระถางทดลอง

คำรับการทดลอง	ความสูง (ซม.)		น.น.แห้งต้น (กรัม/ต้น)		น.น.แห้งฝัก (กรัม/ต้น)		น.น.แห้งส่วนเหนือดิน (กรัม/ต้น)	
	ไม่ใส่หินฟูน	ใส่หินฟูน	ไม่ใส่หินฟูน	ใส่หินฟูน	ไม่ใส่หินฟูน	ใส่หินฟูน	ไม่ใส่หินฟูน	ใส่หินฟูน
Control	150.00	143.25	43.05 b	55.72 c	34.12	36.81 b	77.16 b	92.53 c
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	163.75	160.25	75.72 a	98.01 a	90.60	99.45 a	166.32 a	197.45 a
วัสดุหมัก 75%	165.88	165.50	78.08 a	77.12 b	78.06	88.89 a	156.41 a	166.00 ab
วัสดุหมัก 100%	173.75	166.50	97.91 a	72.62 bc	65.40	74.17 a	163.30 a	146.79 b
วัสดุหมัก 125%	181.55	142.25	98.70 a	82.91 ab	74.46	82.82 a	173.16 a	165.75 ab
เฉลี่ย	166.99	155.55	78.69	77.28	68.53	76.43	147.23	153.70
F-test	ns	ns	*	**	ns	*	**	**
%CV	16.09	13.53	24.81	16.11	36.66	27.21	20.45	14.64

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์ต้นข้าวโพดเพื่อหาองค์ประกอบที่เป็นธาตุอาหารพืชหลักได้แก่ N, P และ K ของข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อละเอียด (ตารางที่ 100) พบว่าในต้นข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์ N ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกคำรับการทดลองทั้งที่ปลูกในดินที่คลุกและไม่คลุกหินฟูน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.71 % และ 0.75 % ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์ P พบว่าถ้าปลูกในดินที่ไม่ใส่หินฟูนทำให้ต้นข้าวโพดมี P แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่วัสดุหมัก 125 % ต้นข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์ P สูงสุด รองลงมาคือการใส่วัสดุหมัก 100 % ในขณะปลูกในดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยมี P ต่ำสุดคือ 0.07 % แต่ถ้าปลูกในดินที่ใส่หินฟูนไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ P แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าระหว่าง 0.08 ถึง 0.19% อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ P ทั้งที่ปลูกโดยไม่ใส่หินฟูนและใส่หินฟูนไม่แตกต่างกันมากนักอยู่ที่ 0.11 และ 0.13 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับเปอร์เซ็นต์ K พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกคำรับการทดลองทั้งที่ใส่หินฟูนและไม่ใส่หินฟูน โดยที่ปลูกในดินไม่ใส่หินฟูนมีค่าเฉลี่ยที่ 2.13 % ในขณะที่ใส่หินฟูนมีค่าเฉลี่ยที่ 2.06 %

ผลการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ N, P และ K ในต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อหยาบ (ตารางที่ 101) พบว่าการปลูกในดินเนื้อหยาบโดยไม่ใส่หินฟูน ต้นข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์ N แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกล่าวคือการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ต้นข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์ N มากที่สุดที่ 0.86% ส่วนการใส่วัสดุหมักทั้ง 3 อัตราไม่ทำให้ต้นข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์ N แตกต่างกันและไม่แตกต่างจากปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย และเมื่อใส่หินฟูนก่อนปลูกข้าวโพด พบว่าไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ N แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.42% เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างดินเนื้อละเอียดกับดินเนื้อหยาบ พบว่าเปอร์เซ็นต์ N โดยเฉลี่ยในต้นข้าวโพดที่

ปลูกในดินเนื้อละเอียดมีค่าสูงกว่าในดินเนื้อหยาบ สำหรับผลวิเคราะห์ฟอสฟอรัส พบว่าถ้าไม่ใส่หินปูนจะไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ P ในดินข้าวโพดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 0.09% ในขณะที่ใส่หินปูนในดินเนื้อหยาบ ทำให้เปอร์เซ็นต์ P แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในดินข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ไม่ใส่หินปูน

ส่วน K นั้น มีปริมาณในดินข้าวโพดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ปลูกโดยใส่หินปูนและไม่ใส่หินปูน กล่าวคือ การใส่วัสดุหมักอัตรา 100% มี เปอร์เซ็นต์ K สูงสุด รองลงมาได้แก่การใส่วัสดุหมักอัตรา 75 % และ 100 % ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่ปุ๋ย (Control) แต่โดยเฉลี่ยแล้วเปอร์เซ็นต์ K ในดินข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อหยาบที่ไม่ใส่หินปูนมีค่าสูงกว่าดินที่ใส่หินปูนเล็กน้อย

การสะสมธาตุอาหารในต้นข้าวโพด

จากการคำนวณหาการสะสมธาตุอาหารพืชหลักในต้นข้าวโพด (ตารางที่ 102 และ 103) โดยคิดจากการสะสมน้ำหนักแห้งของต้น ปรากฏว่าข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อละเอียด (ตารางที่ 100) มีการสะสม N , P และ K ทั้งในดินที่ใส่หินปูนและไม่ใส่หินปูนมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน กล่าวคือมีการสะสมไนโตรเจนเท่ากับ 0.53 และ 0.59 สะสมฟอสฟอรัส 0.10 และ 0.11 และสะสมโพแทสเซียม 1.74 และ 1.59 กรัมต่อต้นตามลำดับแต่เมื่อดูจากค่ารับการทดลอง การใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มในการสะสมธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ธาตุสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ย

สำหรับในดินเนื้อหยาบ (ตารางที่ 103) การสะสมไนโตรเจนและโพแทสเซียม มีลักษณะคล้ายกันคือการใส่ปุ๋ยทำให้ข้าวโพดมีการสะสมมากกว่าไม่ใส่ปุ๋ย และโดยเฉลี่ยต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อหยาบที่ไม่ใส่หินปูนมีการสะสมมากกว่าดินที่ใส่หินปูน ส่วนฟอสฟอรัสนั้น การปลูกในดินเนื้อหยาบที่ใส่หินปูนต้นข้าวโพดมีการสะสมฟอสฟอรัสโดยเฉลี่ยมากกว่าปลูกในดินที่ไม่ใส่หินปูน โดยที่การปลูกในดินร่วนที่ไม่ใส่หินปูนมีการสะสมฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่วัสดุหมักมากขึ้นทำให้มีการสะสมมากขึ้น

การสะสมธาตุอาหารในฝักข้าวโพด

จากการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ N , P และ K ในฝักข้าวโพดพบว่าปริมาณ N ในฝักข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อละเอียด (ตารางที่ 104) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ใส่หินปูนและไม่ใส่หินปูน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.60 และ 1.63% ขณะที่ในดินเนื้อหยาบมีค่าเท่ากับ 1.50 และ 1.45% ตามลำดับ (ตารางที่ 105) ส่วนฟอสฟอรัสนั้นพบว่าการปลูกข้าวโพดในดินเนื้อละเอียดทั้งที่ใส่หินปูนและไม่ใส่หินปูน (ตารางที่ 104) ทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใส่วัสดุหมักทำให้ฝักข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์ P มากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีและการปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ยซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.27% ส่วนในดินเนื้อหยาบนั้นได้ผล

คล้ายกันกับในดินเนื้อละเอียด (ตารางที่ 105) แต่แตกต่างกันตรงที่การใส่หินปูนร่วมด้วยเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในผักข้าวโพดทั้งที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบร่วมกับการใส่และไม่ใส่หินปูนไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยในดินเนื้อละเอียดมีค่าเฉลี่ยที่ 1.22 และ 1.08% (ตารางที่ 104) แต่ในดินเนื้อหยาบมีค่าเฉลี่ยมากกว่าเล็กน้อยอยู่ที่ 1.59 และ 2.13% ตามลำดับ (ตารางที่ 105)

เมื่อพิจารณาการสะสมธาตุอาหารในผักโดยคำนวณจากน้ำหนักแห้งพบว่าการสะสมไนโตรเจนในผักข้าวโพดที่ปลูกในดินเหนียวทั้งใส่และไม่ใส่หินปูนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่วัสดุหมักทุกอัตรามีการสะสมไนโตรเจนสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ย โดยการใส่ปุ๋ยเคมี มีการสะสมไนโตรเจนสูงสุดคือ 1.68 และ 1.56 กรัมต่อต้นตามลำดับ และการใส่วัสดุหมักมีการสะสมรองลงมา (ตารางที่ 106) เช่นเดียวกัน การสะสมไนโตรเจนในผักข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อหยาบ พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้มีการสะสมไนโตรเจนมากที่สุด (ตารางที่ 107) รองลงมาได้แก่การใส่วัสดุหมัก โดยการใส่วัสดุหมักทั้ง 3 อัตราไม่แตกต่างกันทางสถิติในการสะสมไนโตรเจนในผัก

การสะสมฟอสฟอรัสในผักข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อละเอียด พบว่าในดินเนื้อละเอียดที่ไม่ใส่หินปูน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านการทดลองโดยการใส่ปุ๋ยทั้งปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักมีการสะสมฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 106) และมีปริมาณการสะสมมากกว่าปลูกในดินที่ไม่ใส่ปุ๋ย สำหรับในดินที่ใส่หินปูนนั้นผลที่ได้เป็นไปในทำนองเดียวกันที่ไม่ใส่หินปูนแต่มีค่าเฉลี่ยโดยรวมสูงกว่าเล็กน้อย ส่วนในดินเนื้อหยาบนั้นปรากฏว่าการใส่หินปูนร่วมด้วย การสะสมฟอสฟอรัสมีความแปรปรวนสูง และมีการสะสมค่อนข้างต่ำ โดยที่การใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีการสะสมสูงสุด มีปริมาณฟอสฟอรัสเพียง 0.13กรัม/ต้น เท่านั้น ส่วนการใส่วัสดุหมัก มีการสะสมแตกต่างจากปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ย แต่อย่างไรก็ตามการปลูกข้าวโพดในดินเนื้อหยาบที่ไม่ใส่หินปูนร่วมด้วยมีผลไปในทำนองเดียวกันกับที่ปลูกในดินเนื้อละเอียด คือการใส่ปุ๋ยและใส่วัสดุหมัก มีการสะสมฟอสฟอรัสสูงกว่าการปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 107)

สำหรับการสะสมโพแทสเซียมในผักข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อละเอียด พบว่ามีการสะสมในทำนองเดียวกันกับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสคือการใส่ปุ๋ยและวัสดุปลูกมีการสะสมสูงกว่าปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 106) แต่ในดินร่วนนั้นปรากฏว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในดินร่วนที่ใส่หินปูนและไม่ใส่หินปูนทำให้มีการสะสมโพแทสเซียมสูงสุด รองลงมาได้แก่การใส่วัสดุหมักและยังพบอีกว่าในดินเนื้อหยาบที่ใส่หินปูนร่วมด้วย การใช้วัสดุหมักในอัตราสูงขึ้นไปทำให้มีการสะสมโพแทสเซียมลดลง (ตารางที่ 107)

เมื่อพิจารณาการสะสมธาตุอาหารโดยรวมของส่วนเหนือดิน (ต้น+ผัก) พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักทำให้มีการสะสมทั้ง N, P และ K สูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

และค่าเฉลี่ยของการสะสมไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อละเอียด โดยการใส่ หินฟุ้ง และไม่ใส่หินฟุ้ง (ตารางที่ 108) แต่ในดินเนื้อหยาบนั้น ปรากฏว่าการใส่หินฟุ้งมีแนวโน้ม ทำให้การสะสมธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิดน้อยกว่าปลูกในดินที่ไม่ใส่หินฟุ้ง (ตารางที่ 109)

ผลการวิเคราะห์สมบัติดินหลังการเก็บเกี่ยวพบว่าในดินเนื้อละเอียด (ตารางที่ 110) การใส่วัสดุหมักทั้ง 3 อัตราทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นในขณะที่ใส่ปุ๋ยเคมี pH ลดลงเล็กน้อยแต่เมื่อใส่ หินฟุ้งร่วมกับดิน pH ปรับสูงขึ้นทั้งดินที่ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยโดยการใส่วัสดุหมัก 100% และ 125% pH ขึ้นมาอยู่ที่เฉลี่ยประมาณ 6.6 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีที่มี pH 6.0 ในขณะที่ในดินเนื้อหยาบ (ตาราง ที่ 111) มีเพียงการใส่วัสดุหมัก 125% เท่านั้นที่ทำให้ pH เพิ่มขึ้นแต่เมื่อใส่หินฟุ้ง pH เพิ่มขึ้น ถึงประมาณ 6.9 ถ้าใส่วัสดุหมักในขณะที่ใส่ปุ๋ยเคมี pH อยู่ที่ประมาณ 6.6 โดยสรุปแล้วทั้งดินเนื้อ ละเอียดและดินเนื้อหยาบ การใส่หินฟุ้งทำให้ pH เพิ่มขึ้นและดูเหมือนว่าในดินเนื้อหยาบ (6.4) เพิ่มขึ้นกว่าดินเนื้อละเอียด (6.8)

สำหรับอินทรีย์วัตถุมีแนวโน้มเหมือนกันคือการใส่วัสดุหมักเพิ่มขึ้นทำให้ อินทรีย์วัตถุเหลือในดินมากขึ้น โดยที่ถ้าเป็นดินเนื้อละเอียดถ้าใส่หินฟุ้งทำให้มีอินทรีย์วัตถุตกค้าง อยู่ (1.82%) มากกว่าในดินที่ไม่ใส่หินฟุ้ง (0.89%) ส่วนในดินเนื้อหยาบดินที่ไม่ใส่หินฟุ้งมีค่าเฉลี่ย อินทรีย์วัตถุ (1.55%) มากกว่าดินที่ใส่หินฟุ้ง (1.17%) การสะสม P และ K ในดินมีแนวโน้ม เช่นเดียวกับอินทรีย์วัตถุกล่าวคือการใส่วัสดุหมักเพิ่มมากขึ้น P และ K มีสะสมในดินเพิ่มขึ้น แต่ถ้า เปรียบเทียบระหว่างดินเนื้อละเอียดและดินเนื้อหยาบ พบว่าในดินเนื้อหยาบมี P มากกว่าในดินเนื้อ ละเอียด

ตารางที่ 100 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ต้นข้าวโพด ที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดใน

กระถางทดลอง

ค่าสำหรับการทดลอง	%N		%P		%K	
	ดินเนื้อ ละเอียด	ดินเนื้อละเอียด +หินฟุ้ง	ดินเนื้อ ละเอียด	ดินเนื้อละเอียด +หินฟุ้ง	ดินเนื้อ ละเอียด	ดินเนื้อละเอียด +หินฟุ้ง
Control	0.79	0.57	0.07 c	0.08	1.92	1.70
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	0.90	0.75	0.05 c	0.12	2.05	1.83
วัสดุหมัก 75%	0.71	0.72	0.12 b	0.12	2.20	2.15
วัสดุหมัก 100%	0.59	0.92	0.16 ab	0.19	2.16	2.22
วัสดุหมัก 125%	0.58	0.82	0.17 a	0.15	2.32	2.39
เฉลี่ย	0.71	0.75	0.11	0.13	2.13	2.06
F-test	ns	ns	**	ns	ns	ns
%CV	24.85	28.19	25.4	41.7	14.73	16.45

* = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 101 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ดันข้าวโพด ที่ปลูกในดินเนื้อหยาบในกระถางทดลอง

สำหรับการทดลอง	%N		%P		%K	
	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินปูน	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินปูน	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินปูน
Control	0.42	0.43	0.07	0.20 b	2.10 b	1.86 b
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	0.86	0.72	0.03	0.06 c	2.22 b	1.90 b
วัสดุหมัก 75%	0.57	0.50	0.09	0.18 b	2.47 b	1.92 b
วัสดุหมัก 100%	0.47	0.52	0.11	0.33 a	2.91 a	2.64 a
วัสดุหมัก 125%	0.47	0.45	0.16	0.18 b	2.44 b	1.94 b
เฉลี่ย	0.56	0.52	0.09	0.19	2.43	2.05
F-test	ns	ns	ns	**	*	*
%CV	26.87	32.4	65.94	42.13	11.11	16.07

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 102 การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ตัน) ใน ดันข้าวโพด ที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดในกระถางทดลอง

สำหรับการทดลอง	N up take		P up take		K up take	
	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินปูน	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินปูน	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินปูน
Control	0.32 b	0.32	0.03 b	0.05	0.82 b	0.94 b
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	0.63 a	0.75	0.08 b	0.13	1.82 a	1.81 a
วัสดุหมัก 75%	0.55 a	0.55	0.09 ab	0.09	1.69 a	1.65 a
วัสดุหมัก 100%	0.57 a	0.68	0.16 a	0.13	2.12 a	1.58 a
วัสดุหมัก 125%	0.55 a	0.67	0.16 a	0.13	2.23 a	1.97 a
เฉลี่ย	0.53	0.59	0.10	0.11	1.74	1.59
F-test	**	ns	*	ns	*	**
%CV	11.74	34.68	47.64	44.96	28.26	18.85

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 103 การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ต้น) ใน ต้นข้าวโพด ที่ปลูกในดินเนื้อหยาบในกระถางทดลอง

สำหรับการทดลอง	N up take		P up take		K up take	
	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินฟูน	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินฟูน	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินฟูน
Control	0.36 c	0.22 c	0.05	0.10 bc	1.74 c	0.93
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	0.90 a	0.57 a	0.03	0.05 c	2.29 b	1.60
วัสดุหมัก 75%	0.66 ab	0.37 b	0.09	0.12 b	2.80 ab	1.41
วัสดุหมัก 100%	0.52 bc	0.34 b	0.12	0.22 a	3.31 a	1.83
วัสดุหมัก 125%	0.51 bc	0.36 b	0.18	0.15 b	2.71 ab	1.53
เฉลี่ย	0.52	0.37	0.09	0.13	2.54	1.46
F-test	**	**	ns	**	**	ns
%CV	28.98	20.35	75.82	36.39	13.38	29.27

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 104 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในฝักข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดในกระถางทดลอง

สำหรับการทดลอง	%N		%P		%K	
	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินฟูน	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินฟูน	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินฟูน
Control	1.83	1.54	0.21 b	0.23 bc	1.20	1.33
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	1.75	1.68	0.23 b	0.20 c	1.08	1.15
วัสดุหมัก 75%	1.43	1.61	0.30 a	0.28 ab	1.01	1.23
วัสดุหมัก 100%	1.64	1.50	0.30 a	0.30 a	1.12	1.19
วัสดุหมัก 125%	1.50	1.67	0.31 a	0.32 a	0.97	1.21
เฉลี่ย	1.63	1.60	0.27	0.27	1.08	1.22
F-test	ns	ns	*	**	ns	ns
%CV	16.75	9.39	13.22	16.66	16.9	9.28

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 105 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ผักข้าวโพด ที่ปลูกในดินเนื้อหยาบในกระถางทดลอง

สำหรับการทดลอง	%N		%P		%K	
	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินปูน	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินปูน	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินปูน
Control	1.53	1.51	0.29 a	0.19	1.93	1.42
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	1.68	1.80	0.21 b	0.20	2.18	1.62
วัสดุหมัก 75%	1.27	1.36	0.27 a	0.20	2.11	1.55
วัสดุหมัก 100%	1.45	1.40	0.30 a	0.20	2.07	1.68
วัสดุหมัก 125%	1.33	1.43	0.28 a	0.20	2.35	1.69
เฉลี่ย	1.45	1.50	0.27	0.20	2.13	1.59
F-test	ns	ns	**	ns	ns	ns
%CV	13.30	13.75	10.93	10.01	8.48	24.18

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 106 การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ต้น) ใน ผักข้าวโพด ที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดในกระถางทดลอง

สำหรับการทดลอง	N up take		P up take		K up take	
	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินปูน	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินปูน	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินปูน
Control	0.58 b	0.56 c	0.07 b	0.08	0.51	0.51 b
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	1.56 a	1.68 a	0.20 a	0.22	0.98	1.15 a
วัสดุหมัก 75%	1.09 ab	1.43 ab	0.22 a	0.25	0.78	1.10 a
วัสดุหมัก 100%	1.08 ab	1.11 b	0.20 a	0.22	0.77	0.85 a
วัสดุหมัก 125%	1.13 ab	1.38 ab	0.22 a	0.27	0.72	1.01 a
เฉลี่ย	1.09	1.23	0.18	0.21	0.75	0.93
F-test	*	**	*	ns	ns	**
%CV	32.74	28.71	33.06	22.04	42.1	23.55

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 107 การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ตัน) ใน ผักข้าวโพด ที่ปลูกในดินเนื้อหยาบในกระถางทดลอง

ค่าสำหรับการทดลอง	N up take		P up take		K up take	
	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินฟูน	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินฟูน	ดินเนื้อหยาบ	ดินเนื้อหยาบ + หินฟูน
Control	0.63 c	0.29 c	0.12 b	0.04 b	0.79 c	0.25 c
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	1.97 a	1.18 a	0.25 a	0.13 a	2.64 a	1.05 a
วัสดุหมัก 75%	1.01 bc	0.62 b	0.22 a	0.09 ab	1.69 b	0.89 ab
วัสดุหมัก 100%	1.23 b	0.55 bc	0.25 a	0.08 b	1.76 b	0.68 abc
วัสดุหมัก 125%	1.02 b	0.47 bc	0.21 a	0.08 b	1.83 b	0.59 bc
เฉลี่ย	1.17	0.62	0.21	0.08	1.74	0.69
F-test	**	**	**	**	**	*
%CV	21.37	30.79	20.82	33.00	28.28	40.61

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 108 การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ตัน) ในส่วนที่อยู่เหนือดิน ที่ปลูกในดินเนื้อละเอียดในกระถางทดลอง

ค่าสำหรับการทดลอง	N up take		P up take		K up take	
	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินฟูน	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินฟูน	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อละเอียด + หินฟูน
Control	0.91 c	0.88 c	0.10 c	0.12 b	1.18 b	1.46 c
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	2.20 a	2.43 a	0.28 b	0.34 a	2.48 a	2.96 ab
วัสดุหมัก 75%	1.64 ab	1.98 ab	0.32 ab	0.34 a	2.47 a	2.75 ab
วัสดุหมัก 100%	1.51 bc	1.79 b	0.37 ab	0.35 a	2.87 a	2.44 b
วัสดุหมัก 125%	1.69 ab	2.05 ab	0.38 a	0.39 a	3.01 a	2.98 a
เฉลี่ย	1.59	1.83	0.29	0.31	2.40	2.52
F-test	**	**	**	**	**	**
%CV	22.5	19.59	21.08	16.16	16.34	13.90

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 109 การสะสมของธาตุอาหาร (กรัม/ต้น) ในส่วนที่อยู่เหนือดิน ที่ปลูกในดินเนื้อหยาบ ใน
กระถางทดลอง

สำหรับการทดลอง	N up take		P up take		K up take	
	ดินเนื้อ หยาบ	ดินเนื้อหยาบ +หินปูน	ดินเนื้อ หยาบ	ดินเนื้อหยาบ +หินปูน	ดินเนื้อ หยาบ	ดินเนื้อหยาบ +หินปูน
Control	0.99 c	0.51 c	0.17 c	0.13 c	2.53 b	1.18
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	2.88 a	1.75 a	0.28 bc	0.18 bc	4.93 a	2.64
วัสดุหมัก 75%	1.60 b	0.98 b	0.31 ab	0.21 bc	4.49 a	2.14
วัสดุหมัก 100%	1.75 b	0.89 b	0.37 ab	0.30 a	4.89 a	2.15
วัสดุหมัก 125%	1.52 b	0.82 b	0.42 a	0.26 ab	4.53 a	2.12
เฉลี่ย	1.75	0.99	0.31	0.22	4.27	2.12
F-test	**	**	*	*	**	ns
%CV	13.99	18.27	28.67	26.59	14.03	31.67

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 110 สมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดในกระถางทดลอง ในดินเนื้อละเอียด

สำหรับการทดลอง	pH		%OM		ppm P		ppm K	
	ดินเนื้อ ละเอียด	ดินเนื้อ ละเอียด +หินปูน	ดินเนื้อ ละเอียด	ดินเนื้อ ละเอียด +หินปูน	ดินเนื้อ ละเอียด	ดินเนื้อ ละเอียด +หินปูน	ดินเนื้อ ละเอียด	ดินเนื้อ ละเอียด +หินปูน
Control	5.64 b	6.38 b	0.75 b	1.74 bc	6 c	7 b	94 bc	147 c
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	5.36 c	6.02 c	0.82 b	1.69 c	13 c	22 b	59 c	164 bc
วัสดุหมัก 75%	5.92 a	6.39 b	0.92 ab	1.89 ab	37 b	90 a	122 b	215 ab
วัสดุหมัก 100%	5.96 a	6.58 a	0.83 b	1.95 a	68 a	78 a	152 a	189 ab
วัสดุหมัก 125%	5.98 a	6.59 a	1.14 a	1.83 abc	66 a	92 a	119 ab	258 a
เฉลี่ย	5.77	6.39	0.89	1.82	38.00	58.00	107	195
F-test	**	**	*	*	**	**	**	**
%CV	2.51	1.72	18.18	5.53	26.77	41.45	21.89	17.4

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 111 สมบัติของดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดในกระถางทดลอง ในดินเนื้อหยาบ

ค่าสำหรับการทดลอง	pH		%OM		ppm P		ppm K	
	ดินเนื้อ หยาบ	ดินเนื้อ หยาบ +หินปูน	ดินเนื้อ หยาบ	ดินเนื้อ หยาบ +หินปูน	ดินเนื้อ หยาบ	ดินเนื้อ หยาบ +หินปูน	ดินเนื้อ หยาบ	ดินเนื้อ หยาบ +หินปูน
Control	5.27 ab	6.87 a	1.34 d	1.17	82 d	96 c	67 b	80 c
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	4.75 b	6.55 b	1.34 d	0.96	110 c	135 b	83 b	117 b
วัสดุหมัก 75%	4.96 b	6.91 a	1.51 c	1.25	135 b	135 b	134 a	132 b
วัสดุหมัก 100%	4.78 b	6.88 a	1.69 b	1.27	150 b	150 ab	148 a	168 a
วัสดุหมัก 125%	6.22 a	6.91 a	1.86 a	1.20	214 a	185 a	164 a	138 ab
เฉลี่ย	5.20	6.82	1.55	1.17	138	140.00	119	127
F-test	**	**	**	ns	**	**	**	**
%CV	8.48	1.14	5.69	16.47	10.95	16.87	17.65	18.47

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.001$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดลองในแปลงทดลอง

ผลของอัตราการใช้วัสดุหมักต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการสะสมธาตุอาหารของข้าวโพดหวาน

จากการทดลองปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์อาร์โกในสภาพแปลงทดลองในดินที่มีลักษณะเป็นดินเนื้อหยาบโดยมีกรรมวิธีในการทดลองดังนี้คือ

1. ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)
2. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำสำหรับข้าวโพดหวานคือ ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่
3. ใส่วัสดุหมัก 75% ของ treatment 4
4. ใส่วัสดุหมักให้ได้ $N-P_2O_5-K_2O$ เท่ากับปุ๋ยเคมี (5.345 กก./ไร่)
5. ใส่วัสดุหมัก 125% ของ treatment 4

วางแผนการทดลองแบบ RCB ทำ 3 ซ้ำ ขนาดของแปลงย่อย 3x6 เมตร

ผลการทดลอง มีดังนี้ คือ

1. การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพด

1.1 ความสูง

การเจริญเติบโตของข้าวโพดในส่วนของความสูง (ตารางที่ 112) พบว่าในดินที่ไม่ใส่หินปูน การตอบสนองของข้าวโพดต่อการใส่ปุ๋ยมีความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีข้าวโพดมีความสูงมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับใส่วัสดุหมัก 100 % และ 25 % เช่นเดียวกับดินที่ใส่หินปูน ข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยเคมีมีความสูงมากที่สุด รองลงมาคือ

การใส่วัสดุหมัก 125 % ซึ่งการใส่วัสดุหมักทั้ง 3 อัตราไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อดูจากค่าเฉลี่ยความสูงของต้นข้าวโพดโดยรวม พบว่าการใส่หินฟูน ต้นข้าวโพดมีความสูงมากกว่าการปลูกข้าวโพดในดินที่ไม่ใส่หินฟูน

1.2 น้ำหนักต้นสด

ข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ใส่ และไม่ใส่หินฟูนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆ โดยในดินที่ไม่ใส่หินฟูน การใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ ข้าวโพดมีน้ำหนักต้นสดมากที่สุดอยู่ที่ 3,370.7 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ การใส่วัสดุหมัก 125 % มีน้ำหนัก 2,337 กก./ไร่ ส่วนการใส่วัสดุหมัก 75 % และ 100 % ไม่แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ย (control) ในขณะที่การใส่หินฟูนดูเหมือนจะทำให้การเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชมีมากกว่า เพราะมีค่าเฉลี่ยโดยรวมของน้ำหนักต้นสดมากกว่าดินที่ไม่ใส่หินฟูน กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมี ต้นข้าวโพดมีน้ำหนักต้นสดมากที่สุดอยู่ที่ 4,112.1 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ การใส่วัสดุหมัก 125 % ให้น้ำหนักสด 3,080.4 กก./ไร่ การใส่วัสดุหมัก 75 % และ 100 % ข้าวโพดมีน้ำหนักต้นสด 2,691.3 และ 2,353.1 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ใส่การไม่ใส่ปุ๋ยให้น้ำหนักน้อยที่สุด(ตารางที่ 112)

1.3 น้ำหนักฝักสด

เมื่อพิจารณาน้ำหนักฝักสดของข้าวโพด พบว่าทั้งการใส่และไม่ใส่หินฟูน ให้น้ำหนักฝักสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับน้ำหนักต้น กล่าวคือ ในดินที่ไม่ใส่หินฟูนนั้น การใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมัก ข้าวโพดมีน้ำหนักฝักสดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,096.3 ถึง 1,327.3 กก./ไร่ แต่แตกต่างทางสถิติกับข้าวโพดที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยที่ได้น้ำหนักฝักสดเท่ากับ 253.4 กก./ไร่ เท่านั้น สำหรับในดินที่ใส่หินฟูน พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้ข้าวโพดมีน้ำหนักฝักสดมากที่สุดที่ 2,106.2 กก./ไร่ รองลงมา ได้แก่ การใส่วัสดุปลูก 75 % และ 125 % ที่มีน้ำหนักฝักสดเท่ากับ 1,633.4 และ 1,802.8 กก./ไร่ ตามลำดับ(ตารางที่ 112)

1.4 น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน

จากการรวมน้ำหนักสดของต้น และฝักเข้าด้วยกัน พบว่าในดินที่ไม่ใส่หินฟูนนั้น ข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุหมักทุกอัตราไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีน้ำหนักมากกว่าข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน สำหรับการปลูกข้าวโพดในดินที่ใส่หินฟูน ข้าวโพดมีการตอบสนองในส่วนของน้ำหนักสดเหนือดิน ดังนี้ คือ การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้มีน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาได้แก่ การใส่วัสดุหมักอัตรา 75 % และ 125 % ตามลำดับ(ตารางที่ 112)

อย่างไรก็ตามเมื่อดูโดยรวมแล้ว การใส่หินฟูนทำให้น้ำหนักสดของข้าวโพดทั้งน้ำหนักต้น น้ำหนักฝัก และน้ำหนักส่วนเหนือดินสูงกว่าการปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่หินฟูน

1.5 น้ำหนักแห้งต้นข้าวโพด

หลังจากนำต้นข้าวโพดไปอบให้แห้งแล้ว ชั่งหาน้ำหนัก คำนวณเป็นกิโลกรัมต่อไร่ พบว่าน้ำหนักต้นแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การใส่ปุ๋ยเคมีตาม

อัตราแนะนำ ต้นข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งมากที่สุดที่ 872.8 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ การใส่วัสดุหมัก 125 % ที่ต้นข้าวโพดมีน้ำหนัก 591.0 กก./ไร่ ส่วนการใส่วัสดุหมัก 75 % และ 100 % ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ย สำหรับการใส่หินฟูลก่อนปลูกข้าวโพดนั้นไม่ทำให้น้ำหนักแห้ง ต้นข้าวโพดที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยอัตราต่างๆแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ย แต่แนวโน้มพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมี และการใส่วัสดุหมัก 100 % และ 125 % ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นสูงกว่าการใส่วัสดุหมัก 75 % (ตารางที่ 113)

1.6 น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด

ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างค่ารับทดลองทั้งการใส่ และไม่ใส่หินฟูลมีลักษณะคล้ายกับน้ำหนักสดกล่าวคือการใส่ปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มทำให้ข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งฝักมากที่สุด รองลงมาได้แก่ การใส่วัสดุหมัก 125 % แต่การใส่วัสดุหมักที่ 3 ระดับไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีในกรณีของดินที่ไม่ใส่หินฟูล แต่ดินที่ใส่หินฟูลนั้นทั้งใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยโดยรวมพบว่า การใส่หินฟูลทำให้น้ำหนักฝักแห้งมากกว่าดินที่ไม่ใส่หินฟูล (ตารางที่ 113)

1.7 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน

เมื่อนำส่วนเหนือดินทั้งต้นและฝักมาคำนวณรวมกัน พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมากที่สุดรองลงมาได้แก่การใส่วัสดุหมัก 125% ส่วนการใส่วัสดุหมักอัตรา 100% และ 75% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็ยังมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน ทั้งดินที่ใส่หินฟูลและไม่ใส่หินฟูล และเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยโดยรวมพบว่า ดินที่ใส่หินฟูลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพดมากกว่าดินที่ไม่ใส่หินฟูล (ตารางที่ 113)

จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ถ้าต้องการให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโต และสะสมน้ำหนักทั้งสดและแห้ง เท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำในการปลูก ต้องใส่วัสดุหมักในอัตราที่สูงกว่าอัตราปกติ 25 %

2 การสะสม N, P และ K ในส่วนเหนือดิน

2.1 การสะสมไนโตรเจน

ผลจากการวิเคราะห์ไนโตรเจนในต้นข้าวโพด พบว่าการใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งการใส่และไม่ใส่หินฟูล แต่แนวโน้มที่พบ คือ การใส่หินฟูลทำให้ต้นข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนสูงกว่าไม่ใส่หินฟูล โดยมีค่าเฉลี่ย 0.97 และ 0.72 % ตามลำดับ (ตารางที่ 114) และเมื่อคำนวณการสะสมเป็นกิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 115) พบว่าในดินที่ไม่ใส่หินฟูล ต้นข้าวโพดที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยเคมีมีการสะสมไนโตรเจนมากกว่าการใส่วัสดุหมักทุกอัตรา ถึงแม้ว่าการใส่วัสดุหมักไม่ทำให้การสะสมไนโตรเจน

ในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ย แต่มีแนวโน้มว่าการใส่วัสดุหมักมีการสะสมไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นตามอัตราการใช้วัสดุ ในส่วนของดินที่ใส่หินฟูนก็ให้ผลในการสะสมไนโตรเจนในดินทำนองเดียวกับดินที่ไม่ใส่หินฟูน แต่โดยเฉลี่ยแล้วการใส่หินฟูน ทำให้มีการสะสมไนโตรเจนมากกว่าปลูกข้าวโพดในดินที่ไม่ใส่หินฟูน

ในฝักข้าวโพด (ตารางที่ 116) พบว่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ใส่และไม่ใส่หินฟูนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.5 และ 1.4 % ตามลำดับ และเมื่อนำไปคำนวณหาการสะสมไนโตรเจน พบว่าในดินที่ไม่ใส่หินฟูนนั้นการใส่ปุ๋ยทำให้มีการสะสมไนโตรเจนในฝักมากกว่าในดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน ส่วนการใส่ปุ๋ยทั้งปุ๋ยเคมีและวัสดุหมัก การสะสมไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3.6 ถึง 5.5 กก./ไร่ แต่ในดินที่ใส่หินฟูนไม่ทำให้การสะสมไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามการสะสมไนโตรเจนในฝักข้าวโพดที่ปลูกในดินที่ใส่หินฟูนมีค่าเฉลี่ยโดยรวมมากกว่าปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่หินฟูนลงดิน (ตารางที่ 117)

เมื่อดูภาพรวมของการสะสมไนโตรเจนในส่วนเหนือดิน คือ ทั้งในฝักและต้นข้าวโพด (ตารางที่ 118) พบว่าการใส่หินฟูนก่อนปลูกข้าวโพดมีการสะสมไนโตรเจนได้มากกว่าในดินที่ไม่ได้ใส่หินฟูน แสดงให้เห็นว่าหินฟูนมีส่วนทำให้การดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดได้มากขึ้น โดยประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนอาจจะมีความสัมพันธ์กับธาตุอื่นที่ปลดปล่อยออกมาจากหินฟูนโดยเฉพาะแคลเซียม

2.2 การสะสมฟอสฟอรัส

การสะสมฟอสฟอรัสทั้งในต้น ในฝัก และในส่วนเหนือดินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตำรับที่ใช้ในการทดลองทั้งที่ใส่หินฟูนและไม่ใส่หินฟูน โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในส่วนของต้นมีค่าเฉลี่ย 0.11 และ 0.12% (ตารางที่ 114) ในขณะที่ในฝักมีค่าเฉลี่ย 0.32 และ 0.26% (ตารางที่ 116) ในดินที่ไม่ใส่หินฟูน และใส่หินฟูนตามลำดับ แต่เมื่อดูการสะสมฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินทั้งหมด(ต้น+ฝัก) (ตารางที่ 118) พบว่ามีการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในดินที่ไม่ใส่หินฟูนและใส่หินฟูนโดยการใส่ปุ๋ยทำให้มีการสะสมฟอสฟอรัสสูงกว่าปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ย

2.3 การสะสมโพแทสเซียม

การสะสม K มีลักษณะ(Pattern) ของการสะสมคล้ายกับ N และ P โดยความแตกต่างของตำรับการทดลอง แต่เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ K ในทั้งต้นและฝัก (ตารางที่ 113 และตารางที่ 116) สูงกว่าจึงทำให้มีการสะสมในส่วนเหนือดินมากตามไปด้วย (ตารางที่ 118) กล่าวคือในดินที่ไม่ใส่หินฟูน การสะสม K มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใส่ปุ๋ยเคมีมีการสะสม

มากที่สุดรองลงมาคือการใส่วัสดุหมักอัตรา 125% ซึ่งแตกต่างจากการปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน ส่วนในดินที่ใส่หินฟูนพบว่าการสะสม K ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญแต่ก็มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยและวัสดุหมักข้าวโพดมีการสะสม K มากกว่าในดินที่ใส่หินฟูนอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าการใส่หินฟูนทำให้ข้าวโพดมีการสะสมธาตุอาหารมากกว่าปลูกโดยไม่ใส่หินฟูน การที่ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตในส่วนของความสูง น้ำหนักต้นสด, ต้นแห้งและผลผลิตในรูปของน้ำหนักฝักสดในกรณีที่ปลูกโดยไม่ใส่วัสดุหมักอัตรา 125% อยู่ในระดับเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำนั้น อาจจะเป็นเพราะวัสดุหมักเมื่อใส่ลงในดินแล้วมีการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะ P และ K เพิ่มขึ้น โดยปลดปล่อยออกมามากขึ้น เมื่ออยู่ในดินนานขึ้น โดยดูได้จากผลวิเคราะห์ดินก่อนเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 119) และหลังเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 120) อีกทั้งยังทำให้อินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี เมื่อดูจากผลวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวแสดงว่าหลังจากปลูกพืช Crop แรกแล้ว อินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารพืชยังคงปลดปล่อยออกมาจากวัสดุหมัก(mineralization)ที่ใส่ลงไป ซึ่งถ้าปลูกพืชใน Crop ที่ 2 ตาม อาจจะไม่ต้องใส่วัสดุหมักเพิ่มอีกก็ได้ หรือ ถ้าใส่อัตราการใช้ก็ไม่ต้องเท่าเดิมหรือถ้าใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มด้วยโดยเฉพาะไนโตรเจน ก็อาจจะใส่ในปริมาณไม่มากนัก

ตารางที่ 112 ความสูง, น้ำหนักสด, ต้น, ฝัก และส่วนเหนือดินของข้าวโพดที่ปลูกในแปลงทดลอง

คำรับการทดลอง	ความสูง (ซม.)		น.น.สดต้น (ก.ก/ไร่)		น.น.สดฝัก (ก.ก/ไร่)		น.น.สดส่วนเหนือดิน (ก.ก/ไร่)	
	ไม่ใส่หินฟูน	ใส่หินฟูน	ไม่ใส่หินฟูน	ใส่หินฟูน	ไม่ใส่หินฟูน	ใส่หินฟูน	ไม่ใส่หินฟูน	ใส่หินฟูน
Control	152.7 c	182.0 c	1275.1 b	1821.2 d	253.4 b	719.47 d	1528.5 b	2464.6 d
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	210.0 a	212.0 a	3370.7 a	4112.1 a	1327.3 a	2106.2 a	4698.0 a	6193.6 a
วัสดุหมัก 75%	179.9 b	191.7 bc	2112.9 b	2691.3 bc	1096.3 a	1633.4 b	3209.2 a	4609.3 b
วัสดุหมัก 100%	188.0 ab	188.7 bc	2082.9 b	2353.1 cd	1172.4 a	1366.1 c	3255.3 a	3719.2 c
วัสดุหมัก 125%	195.0 ab	200.0 b	2337.0 ab	3080.4 b	1257.8 a	1802.8 b	3594.8 a	4883.2 b
เฉลี่ย	185.1	194.9	2235.72	2811.62	1021.40	1525.59	3257.16	4373.98
F-test	**	**	*	**	**	**	*	**
%CV	6.9	3.23	25.47	10.18	25.80	6.83	7.32	5.19

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.01$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 113 ความสูง, น้ำหนักแห้ง, ต้น, ฝัก และส่วนเหนือดินของข้าวโพดที่ปลูกในแปลงทดลอง

คำรับการทดลอง	น.น.แห้งต้น (ก.ก./ไร่)		น.น.แห้งฝัก (ก.ก./ไร่)		น.น.แห้งส่วนเหนือดิน (ก.ก./ไร่)	
	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน
Control	310.6 b	457.7	50.1 b	206.1	360.7 c	463.8 c
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	872.8 a	952.8	385.8 a	452.1	1258.6 a	1383.6 a
วัสดุหมัก 75%	562.0 b	594.4	246.7 a	350.3	808.7 b	944.7 b
วัสดุหมัก 100%	495.8 b	807.3	296.7 a	340.5	792.5 b	934.5 b
วัสดุหมัก 125%	591.0 ab	707.3	314.4 a	450.5	905.5 ab	1157.6 ab
เฉลี่ย	566.5	703.9	258.7	359.9	852.2	976.5
F-test	*	ns	**	ns	*	**
%CV	27.75	27.26	29.63	29.44	26.68	20.66

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 114 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ต้นข้าวโพด ของการทดลองในแปลงทดลอง

คำรับการทดลอง	%N		%P		%K	
	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน
Control	0.74	0.85	0.08	0.12	1.88	2.19
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	0.80	1.11	0.08	0.10	2.09	2.36
วัสดุหมัก 75%	0.64	1.01	0.20	0.17	1.90	2.61
วัสดุหมัก 100%	0.74	0.88	0.15	0.11	2.08	2.63
วัสดุหมัก 125%	0.67	1.02	0.11	0.11	2.02	2.40
เฉลี่ย	0.72	0.97	0.11	0.12	1.99	2.44
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	20.45	17.18	62.07	42.69	9.11	13.72

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 115 การสะสมของธาตุอาหาร (กิโลกรัม/ไร่) ในต้นข้าวโพด ของการทดลองในแปลงทดลอง

ค่ารับการทดลอง	N up take		P up take		K up take	
	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน
Control	2.30 b	3.73 c	0.24	0.53	5.89 b	10.05
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	7.13 a	10.50 a	0.70	0.96	18.48 a	22.23
วัตถุหมัก 75%	3.47 b	6.09 bc	0.96	0.99	10.54 b	15.51
วัตถุหมัก 100%	3.67 b	6.84 bc	0.72	0.96	10.16 b	22.31
วัตถุหมัก 125%	4.09 b	7.20 ab	0.67	0.76	12.14 ab	17.49
เฉลี่ย	4.13	6.87	0.66	0.84	11.44	17.52
F-test	*	*	ns	ns	*	ns
%CV	36.51	26.35	36.52	34.81	29.5	35.75

* = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 116 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารใน ฟักข้าวโพด ในแปลงทดลอง

ค่ารับการทดลอง	%N		%P		%K	
	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน
Control	1.37	1.53	0.26	0.25	2.08	1.61
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	1.44	1.58	0.30	0.25	1.47	1.41
วัตถุหมัก 75%	1.46	1.56	0.39	0.26	1.73	1.58
วัตถุหมัก 100%	1.47	1.54	0.34	0.29	1.86	1.31
วัตถุหมัก 125%	1.39	1.38	0.34	0.26	1.62	1.40
เฉลี่ย	1.42	1.52	0.33	0.26	1.75	1.46
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	10.75	6.58	24.92	20.97	14.32	15.39

* = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในสัณภูมิเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 117 การสะสมของธาตุอาหาร (กิโลกรัม/ไร่) ในผักข้าวโพด ของการทดลองในแปลงทดลอง

ค่ารับการทดลอง	N uptake		P uptake		K uptake	
	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน
Control	0.68 b	3.05	0.13 b	0.47	1.01 b	3.11
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	5.53 a	7.26	1.14 a	1.10	5.65 a	6.65
วัสดุหมัก 75%	3.57 a	5.45	0.93 a	0.90	4.21 a	5.43
วัสดุหมัก 100%	4.24 a	5.20	0.98 a	0.96	5.51 a	4.45
วัสดุหมัก 125%	4.43 a	6.12	1.09 a	1.16	5.08 a	6.30
เฉลี่ย	3.69	5.41	0.85	0.92	4.29	5.19
F-test	**	ns	*	ns	*	ns
%CV	29.53	31.73	32.55	35.83	32.66	31.11

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 118 การสะสมของธาตุอาหาร (กิโลกรัม/ไร่) ในส่วนเหนือดิน ของการทดลองในแปลงทดลอง

ค่ารับการทดลอง	N uptake		P uptake		K uptake	
	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน
Control	2.98 c	6.78 c	0.37 b	1.00 b	6.89 c	13.16
ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ	12.66 a	17.76 a	1.84 a	2.07 a	24.12 a	28.88
วัสดุหมัก 75%	7.04 bc	11.54 b	1.89 a	1.55 bc	14.75 bc	20.94
วัสดุหมัก 100%	7.91 b	12.04 b	1.71 a	1.83 a	15.67 b	26.75
วัสดุหมัก 125%	8.52 ab	13.31 b	1.75 a	1.92 a	17.22 ab	23.79
เฉลี่ย	7.82	12.28	1.51	1.69	15.73	22.70
F-test	*	**	**	*	*	ns
%CV	31.40	17.98	25.12	21.13	27.11	27.87

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 119 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในดิน ก่อนปลูกข้าวโพด ของการทดลองในแปลง
ทดลอง

สำหรับการทดลอง	pH		%OM		ppm P		ppm K	
	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน
Control	5.47	6.18	1.58	1.20	7	13	177	260
ปุ๋ยคอกตามอัตราแนะนำ	5.69	5.73	1.20	1.32	7	14	163	264
วัตถุหมัก 75%	6.08	5.57	1.43	1.18	6	11	134	228
วัตถุหมัก 100%	5.47	5.68	1.18	1.16	6	11	166	243
วัตถุหมัก 125%	5.49	6.06	1.34	1.20	7	12	140	280
เฉลี่ย	5.64	5.84	1.26	1.21	6.60	12.20	156	255
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	5.06	7.46	15.00	8.39	26.39	25.90	13.78	18.74

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 120 ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในดิน หลังเก็บผลผลิต ของการทดลองในแปลง
ทดลอง

สำหรับการทดลอง	pH		%OM		ppm P		ppm K	
	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน	ไม่ใส่หินปูน	ใส่หินปูน
Control	5.60 bc	6.18	1.15	1.37 c	9 d	11 b	161 c	249 b
ปุ๋ยคอกตามอัตราแนะนำ	5.33 c	5.55	1.16	1.50 bc	53 cd	65 b	230 bc	272 b
วัตถุหมัก 75%	6.56 a	6.56	1.46	1.92 a	234 bc	284 a	283 b	362 a
วัตถุหมัก 100%	6.13 ab	6.39	1.56	1.93 a	307 ab	259 a	296 b	352 a
วัตถุหมัก 125%	6.62 a	6.61	1.63	1.89 ab	449 a	289 a	394 a	274 b
เฉลี่ย	6.05	6.26	1.39	1.72	210.40	181.60	272.65	301.78
F-test	**	ns	ns	*	**	**	**	*
%CV	5.40	6.65	17.57	12.74	50.43	39.98	15.20	12.95

* = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** = ตัวอักษรเหมือนกันในศตมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.09$

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 4

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลอง โครงการศึกษาศักยภาพในการนำวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม และวัสดุธรรมชาติมาใช้เป็นวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมและวัสดุธรรมชาติมาใช้เป็น วัสดุปรับปรุงดิน สามารถสรุปได้ดังนี้คือ การสำรวจวัสดุแหล่งวัสดุได้แบ่งพื้นที่สำรวจ 3 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ภาคเหนือมี 113 แห่ง เป็นวัสดุอินทรีย์ 102 แห่ง วัสดอนินทรีย์ 11 แห่ง ภาคกลางพบจำนวน 27 แห่ง วัสดุอินทรีย์ 23 แห่ง วัสดอนินทรีย์ 4 แห่ง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี 53 แห่ง เป็นวัสดุอินทรีย์ 27 แห่ง วัสดอนินทรีย์ 26 แห่ง

วัสดุที่สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้คือ มีปริมาณ N P K สูงพอในภาคเหนือที่เลือกมี 6 ชนิด เป็นวัสดุอินทรีย์ 4 ชนิด คือ ตะกอนบ่อบำบัด วัสดุเพาะเห็ด ตะกอนกากหม้อกรอง และใบยาสูบ วัสดอนินทรีย์ 2 ชนิด คือ หินฟอสเฟต และแร่เฟลด์สปาร์ ภาคกลางที่ใช้มี 9 ชนิด เป็นวัสดุอินทรีย์ 7 ชนิด คือ ขี้ค้ำ ขี้แฉะ Sludge แฉะ กากหม้อกรอง กากน้ำตาล รำสกัดน้ำมัน และแป้งกรอง วัสดอนินทรีย์ 2 ชนิด คือ หินฟอสเฟต และแร่เฟลด์สปาร์ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เลือกใช้มี 11 ชนิด เป็นวัสดุอินทรีย์ 9 ชนิด คือ เปลือกถั่วลิสง เปลือกมะเขือเทศ เปลือกมะม่วงหิมพานต์ กากหม้อกรอง รำอ่อนข้าวเหนียว เมล็ดนุ่น ขี้เถ้าอ้อย เปลือกถั่วเหลือง และเปลือกมันสำปะหลังร้อนเปียกสอง วัสดอนินทรีย์ 2 ชนิด คือ หินฟอสเฟต และแร่เฟลด์สปาร์

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่า วัสดุที่สามารถนำมาผลิตปุ๋ยได้ส่วนมากเป็นวัสดุอินทรีย์ที่เป็นของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งบางชนิดให้ปริมาณธาตุ N สูงอย่างเดียว บางชนิดให้ P สูง และบางชนิด K สูง แต่มีบางชนิดให้ทั้ง N P K สูง หรือ N P, P K, N K สูง สำหรับวัสดอนินทรีย์ที่พบให้ธาตุอาหารพืชสูงได้แก่ แร่ยิปซัม(CaSO_4) หินปูน (CaCO_3) พบในปริมาณมากในหลายพื้นที่ หินฟอสเฟตพบเพียง 2 แห่ง ที่ภาคกลาง 1 แห่ง ภาคเหนือ 1 แห่ง ให้ total P ประมาณ 10-20% สำหรับ K ได้แก่ แร่ Feldspar มี K ปริมาณ 8.12% ดังนั้นจึงได้นำเอาวัสดุดังกล่าวคัดเลือกเฉพาะที่ให้ธาตุอาหารพืชสูงมาหมักเพื่อการผลิตปุ๋ยธาตุอาหารพืช N P K พบว่า วัสดุทุกตัวอย่าง สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารพืชได้ดี และสามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมทำปุ๋ย(formulate) ได้ โดยในภาคเหนือใช้วัสดอนินทรีย์ที่ปลดปล่อยไนโตรเจนสูงได้แก่

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วัสดุที่ใช้ได้แก่ วัสดุที่ให้ N ได้แก่ เปลือกถั่วลิสง เปลือกมะเขือเทศ เปลือกมะม่วงหิมพานต์ วัสดุที่ให้ P ได้แก่ กากหม้อกรอง รำอ่อนข้าวเหนียว เมล็ดนุ่น และวัสดุที่ให้ K ได้แก่ ขี้เถ้าอ้อย เปลือกถั่วเหลือง และเปลือกมันสำปะหลังร้อน

ภาคกลางดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ใช้วัสดุต่างๆ ดังนี้คือ วัสดุที่ให้ N ได้แก่ ขี้ค้ำ ขี้แฉะ และ sludge แฉะ วัสดุที่มี P สูงได้แก่ กากหม้อกรองน้ำตาล sludge แป้ง

7

กรอง และหินฟอสเฟต และ วัสดุที่ให้ K สูง ได้แก่ ขี้ค้ำ sludge แดง รำสกัดน้ำมัน และแร่เฟลด์สปาร์

ในภาคเหนือดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้วัสดุต่างๆ ดังนี้คือ วัสดุที่ให้ N ได้แก่ ตะกอนบ่อบำบัดและใบยาสูบ วัสดุที่มี P สูง ได้แก่ ตะกอนหม้อกรองน้ำตาล และหินฟอสเฟต และวัสดุที่มี K สูง ได้แก่ ตะกอนหม้อกรองน้ำตาล และใบยาสูบ โดยผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสม

สำหรับวัสดุที่ใช้ปรับปรุงบำรุงดินนั้น ในดินเป็นกรดสามารถใช้กากหม้อกรองของโรงงานน้ำตาลจากอ้อยที่ใช้ CaCO_3 เป็น neutralizer ใช้ปรับ pH ของดินให้สูงขึ้น และตัวกากหม้อกรองเองสามารถถูกสลายตัวปลดปล่อยธาตุอาหารพืชได้ด้วย ในกรณีที่ใช้หินปูน(CaCO_3) ที่มีอนุภาคขนาดต่างๆ กันพบว่า ที่มีอนุภาคขนาดเล็กสามารถ neutralize ดินได้เร็วกว่าขนาดใหญ่และขนาดเกิน 3 มิลลิเมตรจะใช้เวลาในการ neutralize นานเกิน 10 เดือน ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงควรใช้ในปริมาณที่ละกัน และสามารถใช้ในปริมาณที่สูงมากพอที่อนุภาคขนาดเล็กสามารถ neutralize ได้ทันที และอนุภาคขนาดใหญ่สามารถ neutralize ได้นานอาจเกิน 5 ปี ถ้าใช้ได้ปริมาณมาก ซึ่งผลการทดลองที่ขอนแก่นสามารถใส่ได้ถึง 12 ตันต่อไร่ การปรับปรุงดินโดยใช้วัสดุดังกล่าวนี้เหมาะสมกับการปลูกพืชอายุยาว เช่น หุ่น้อยเลี้ยงสัตว์ และสวนผลไม้ซึ่งไม่สามารถปรับ pH ของดินได้บ่อยๆ และเป็นการลงทุนที่ถูกมากและการใส่ครั้งเดียวสามารถอยู่ได้นานนั้นเป็นการจัดการที่เหมาะสมมาก เพราะเมื่อมีวัสดุเหล่านี้อยู่ในดินแล้วการเกิดกรดเนื่องจากการใส่ปุ๋ยจะไม่มีปัญหาแก่ดินต่อไป เพราะหินปูนจะทำการ neutralize กรดที่เกิดขึ้น

เนื่องจากวัฏจักรธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นวัฏจักรอินทรีย์จากโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นการ formulate ปุ๋ยจึงใช้วัสดุอินทรีย์ที่คัดเลือกจากที่มีปริมาณธาตุอาหารพืชหลักสูง ได้แก่ N, P, K และเมื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้แล้วจึงทำการทดลองกับพืช พบว่า ปุ๋ยที่ผลิตได้มีความเหมาะสมที่ใช้เป็นปุ๋ย กล่าวคือ ปริมาณที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ย และ nutrient requirement ของแต่ละพืช และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในกรณีปุ๋ยที่ผลิตโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีใช้วัสดุที่มี N และ P สูง ซึ่งได้ N สูงเกิน 5% และ P สูงเกิน 4% จึงสามารถใช้ในปริมาณน้อยกว่าปุ๋ยที่ผลิตโดยใช้วัสดุอื่นไปถึง 50% ส่วนปุ๋ยที่ผลิตโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทำให้ผลผลิตของพืชเทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมีเมื่อใส่ปุ๋ยในอัตราที่มี N, P และ K ตั้งแต่ 75% ของปุ๋ยเคมีขึ้นไป ในขณะที่ปุ๋ยที่ผลิตโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่นต้องใส่ปุ๋ยในอัตรา 125%