ผลของการใช้กากขี้แป้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น เพื่อใช้เป็นวัสดุปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของชุดดินบ้านทอน

Effects of the Centrifuged Sludge from Concentrated Latex Industries for Soil Fertility Improvement of Ban Thon Soil Series

ศิราณี วงศ์กระจ่าง

Siranee Wongkrachang

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Soil Resources Management
Prince of Songkla University
2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการใช้กากขี้แป้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น เพื่อใช้เป็นวัสดุปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของชุดดินบ้านทอน

ผู้เขียน นางสาวศิราณี วงศ์กระจ่าง

สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรดิน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ โตวัฒนะ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ดร.สุรชาติ เพชรแก้ว)

.....กรรมการ

(ดร.ไพบูลย์ ประโมจนีย์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ โตวัฒนะ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการใช้กากขี้แป้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น เพื่อใช้เป็นวัสดุปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของชุดดินบ้านทอน

ผู้เขียน นางสาวศิราณี วงศ์กระจ่าง

สาขาวิชา การจัดการทรัพยากรดิน

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

กากขี้แป้งเป็นของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น ในกากขี้แป้งมีองค์ประกอบของธาตุอาหารพืช จึงได้ศึกษาโดยนำกากขี้แป้งมาใช้ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของชุดดินบ้านทอน โดยปลูกข้าวโพดหวาน และแพงพวยเป็นพืชทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตกับดินที่มีจำน่ายในท้องตลาด 2 ชนิด ได้แก่ ดินกระถาง 1 และกระถาง 2 ดำเนินการทดลองในโรงเรือนกระจก ประกอบด้วย 3 การศึกษา ดังนี้

1) การศึกษาเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของกากขี้แป้งที่ผสมกับดินเพื่อปลูกข้าวโพดหวาน ผลการศึกษา พบว่า การใช้ชุดดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งอัตรา 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 % (w/w) ทำให้ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ใส่กากขี้แป้ง (ควบคุม) และอัตราที่ทำให้ข้าวโพดหวานมีความสูงมากที่สุด คือใส่กากขี้แป้ง อัตรา 0.2 % (w/w) โดยมีความสูงเท่ากับ 71.50 เซนติเมตร ในขณะที่สิ่งทดลองควบคุมมีความสูงเพียง 30.33 เซนติเมตร และการใส่กากขี้แป้งในอัตรา 0.5 , 1.0, 1.5 และ 2.0 % (w/w) ทำให้ข้าวโพดหวานเริ่มตายในสัปดาห์ที่ 4 เนื่องจากความเค็มของกากขี้แป้งที่ใส่ลงไป เมื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน พบว่าการใส่กากขี้แป้งในดินทำให้ค่าปฏิกิริยาดิน ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระดับกากขี้แป้งที่ใส่เพิ่มสูงขึ้น

2) การศึกษาหาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้พืชเจริญเติบโต ผลการศึกษาพบว่า การใช้ชุดดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งอัตรา 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 % (w/w) ร่วมกับแกลบ แกลบเผา และขุยมะพร้าว อัตรา 8 % (w/w) และยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง ทำให้ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม โดยพบว่าการใส่กากขี้แป้งในอัตรา 0.3 % (w/w) ร่วมกับแกลบเผาและยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง ทำให้ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงมากที่สุด โดยให้ความสูงเท่ากับ 85.66 เซนติเมตร ในขณะที่สิ่งทดลองควบคุมมีความสูงเพียง 14.00 เซนติเมตร จากการศึกษาค่าปฏิกิริยาดินก่อนปลูก และหลังปลูก

พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบ สิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผา และสิ่งทดลองกลุ่มผสมขุยมะพร้าว มีค่าปฏิกิริยาดิน และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำในดินเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณของกากขี้แป้งที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทั้ง 3 ชนิด พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผาจะมีค่าปฏิกิริยาดินของดินผสมสูงที่สุด เนื่องจากในแกลบเผาจะมีองค์ประกอบของออกไซด์ของธาตุอาหารพืชที่มีฤทธิ์เป็นด่างอยู่ เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมผสมอยู่เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้ไฮดรอกไซด์ของธาตุเหล่านี้ปะปนอยู่

3) การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง และวัสดุปลูก กับดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด 2 บริษัท (ดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2) ผลการศึกษา พบว่าในดินกระถาง 2 ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงมากที่สุด คือ 112.66 เซนติเมตร รองลงมาคือชุดดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งอัตรา 0.1 % (w/w) ร่วมกับแกลบและยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง โดยให้ความสูงเท่ากับ 81.66 เซนติเมตร และดินกระถาง 1 ให้ความสูงน้อยที่สุด คือ 10.00 เซนติเมตร และเมื่อใช้ต้นแพงพวยเป็นพืชทดสอบ พบว่าการปลูกแพงพวยในดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งอัตรา 0.05 % (w/w) ร่วมกับแกลบและยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง ทำให้ต้นแพงพวยมีความสูงมากที่สุดคือ 60.00 เซนติเมตร รองลงมาคือปลูกแพงพวยในดินบ้านทอนร่วมกับแกลบและยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง และในดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งอัตรา 0.1 % (w/w) ร่วมกับแกลบและยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถางโดยให้ความสูง 58.24 และ 56.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนดินกระถาง 1 ทำให้แพงพวยมีความสูงน้อยที่สุดคือ 6.00 เซนติเมตร เมื่อศึกษาสมบัติทางเคมีของดินผสม พบว่าการใส่กากขี้แป้งทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหารในดินที่เพิ่มขึ้นได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ส่วนโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองควบคุม สำหรับแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และกำมะถันที่เป็นประโยชน์จะไม่เพิ่มขึ้นตามปริมาณกากขี้แป้งเนื่องจากในกากขี้แป้งมีฟอสฟอรัสสูงจึงทำปฏิกิริยากับแคลเซียมอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ

Thesis Title	Effects of the Centrifuged Sludge from Concentrated Latex Industries for Soil Fertility Improvement of Ban Thon Soil Series
Author	Miss. Siranee Wongkrachang
Major Program	Soil Resources Management
Academic Year	2010

ABSTRACT

Centrifuged sludge is waste from concentrated latex industries. It contains some plant nutrient elements. Thus, a study on an application of the sludge for improving soil fertility of Ban Thon series was carried out. Corn's and Jussiaea's growth on the Ban Thon soil series with the sludge was compared with two commercial pot soils named "Brand 1" and "Brand 2" in glass house experiments. Three different experiments were conducted as follows:

1. An investigation of determining suitable mixture between sludge and soil for growing corn revealed that the mixture of the sludge with Ban Thon soil at the rate of 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 % (w/w) increased corn's height with increased amounts of sludge as compared with control. The sludge application at 0.2 % (w/w) gave highest corn's height (71.50 cm), whereas corn height of 30.33 cm was observed in the control However, no corn could survive when application rates of sludge were exceeded 0.5 % (w/w) in the 4^{th} week according to the salinity of sludge. Chemical analysis of soil revealed that the increase in amounts of sludge application raised soil pH, EC amounts of N, P and K.

2. A study in identifying of suitable kinds of growing materials (rice husk or burned rice husk or coconut fiber) for absorbing the salinity of sludge was carried out. The result showed that the mixture of Ban Thon soil with sludge at the rate of 0, 0.1, 0.3 and 0.5 % (w/w), 8 % (w/w) growing materials and gypsum (5 g/5 kg soil/treatment) increased corn's height as compared with control. The treatment with applied rate of sludge at 0.3 % (w/w) with burned rice husk gave highest corn's height (85.66 cm), whereas the corn's height of 14.00 cm was observed in the control. The study result of soil pH and EC_e before and after corn plantation indicated that soil pH and EC_e were increased with the increased amounts of the applied sludge. The comparison of soil pH among the 3 different growing materials revealed that the treatment with

burned rice husk possessed the highest soil pH since burned rice husk contained oxides of basic plant nutrient elements (K, Mg and Ca). This would give hydroxides of the aforementioned basic elements resulting in raising soil pH. The EC_e of soil mixture was decreased after corn plantation according to the plant nutrient elements were used for corn's growth.

3. A comparison investigation of plant growth between the soil with various proportion of sludge, growing materials and two brands of commercial pot soils showed that commercial pot soil brand 2 gave the highest corn's height (112.6 cm), whereas the mixture of Ban Thon soil with 0.1 % (w/w) sludge with rice husk and gypsum (5 g/5 kg soil/pot) yielded the corn's height of 81.66 cm. The commercial pot soil band 1 gave the lowest corn's height (10.00 cm).

Jussiaea was also used as a test plant in the experiments and gave same trend of experiment result as corn. The chemical analysis result of the mixture of soil and sludge showed that the applied sludge increased amounts of organic matter, plant nutrient elements ie. total N, available P, exchangeable Mg, whereas no increase in amount of exchangeable K was found. Exchangeable Ca was not increased since P in the sludge reacted with Ca and precipitated as calcium phosphate which was not dissolved.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการรูป	(11)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	12
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	13
วัสดุและอุปกรณ์	13
สารเคมี	14
วิธีการวิจัย	15
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	22
สมบัติทางเคมีเบื้องต้นของชุดดินบ้านทอน	22
สมบัติทางเคมีเบื้องต้นของกากขี้แป้ง	22
การศึกษาเพื่อหาสัดส่วนของกากขี้แป้งผสมกับดินที่เหมาะสมเพื่อการปลูกข้าวโพดหวาน	24
การศึกษาหาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้ข้าวโพดหวานเจริญเติบโต	34
การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้งและวัสดุปลูกกับดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	41
4. สรุปและข้อเสนอแนะ	68
สรุป	68
ข้อเสนอแนะ	70
เอกสารอ้างอิง	71
ภาคผนวก	76
ประวัติผู้เขียน	97

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	สิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้งร่วมกับวัสดุปลูกชนิดต่างๆ	17
2.	สิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้งร่วมกับวัสดุปลูกชนิดต่างๆเปรียบเทียบกับดินที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	19
3.	พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน	20
4.	สมบัติทางเคมีบางประการของชุดดินบ้านทอนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร	23
5.	สมบัติทางเคมีบางประการของกากขี้แป้ง (ช่วงอายุ 1 – 2 ปี)	23
6.	ความสูงของต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง	26
7.	น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง	26
8.	สมบัติทางเคมีบางประการ และปริมาณธาตุอาหารในดินผสมกากขี้แป้งก่อน และหลังปลูก	29
9.	ความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวานหวานที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้งและวัสดุปลูกชนิดต่างๆในสัดส่วนต่างๆ	37
10.	สมบัติทางเคมีในดินผสมกากขี้แป้งร่วมกับวัสดุปลูกชนิดต่างๆก่อน และหลังปลูกข้าวโพดหวาน	40
11.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อความสูงของต้นข้าวโพดหวาน	43
12.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อน้ำหนักสดของข้าวโพดหวาน	44
13.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อน้ำหนักแห้งของข้าวโพดหวาน	45
14.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อค่าปฏิกิริยาดินของดินผสม	47
15.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสม	48
16.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดของดินผสม	50

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุปลูกแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินผสม	52
18.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินผสม	54
19.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินผสม	56
20.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินผสม	58
21.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์ของดินผสม	60
22.	ผลการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับของดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณอินทรียวัตถุของดินผสม	62
23.	ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพดหวาน	65
24.	ผลของการใส่กากขี้แป้งอัตราต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อการเจริญเติบโตของแพงพวย	67

รายการรูป

รูปที่		หน้า
1	ความสูงของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง	27
2	ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนทั้งหมด และค่าปฏิกิริยาดินในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก	30
3	ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนทั้งหมด และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก	31
4	ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และค่าปฏิกิริยาดินในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก	32
5	ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก	32
6	ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และค่าปฏิกิริยาดินในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก	33
7	ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก	34
8	อาการไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชในต้นข้าวโพดหวาน	38

บทที่ 1

บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

ประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 320.7 ล้านไร่ ปัจจุบันที่ดินถูกใช้เพื่อการเกษตรทุกประเภทรวมประมาณ 146.9 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 46 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2551) และมีประชากรส่วนใหญ่มากกว่า 70 % ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก แต่เนื่องจากการเพิ่มขึ้นประชากรอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีความจำเป็นต้องขยายพื้นที่ทำการเกษตร และการขยายพื้นที่การเกษตรยังคงเกิดขึ้นเรื่อยๆจนถึงจุดที่มีการขยายในอัตราส่วนลดลง เนื่องจากพื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำการเกษตรลดน้อยลงจนไม่สามารถขยายพื้นที่ต่อไปได้ ซึ่งแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มพื้นที่ทางการเกษตรให้แก่เกษตรกรได้คือการนำดินที่มีปัญหาในการใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และหนึ่งในจำนวนนี้คือดินทรายจัด ซึ่งมีพื้นที่รวมประมาณ 7.1 ล้านไร่ และในภาคใต้ของประเทศไทยจะพบได้ทั่วไปบริเวณชายฝั่งทะเล และหนึ่งในนี้มีชุดดินบ้านทอนซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 458,678 ไร่ แต่ในการนำดินทรายจัดมาใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรยังมีข้อจำกัดหลายด้านคือข้อจำกัดด้านกายภาพ เนื่องจากดินทรายจัดมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์จึงไม่มีการจับตัวกันเป็นเม็ดดิน ทำให้ดินไม่มีโครงสร้าง มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ความชื้นที่เป็นประโยชน์จึงต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ เนื่องจากดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก (เอิบ, 2533) จากรายงานการศึกษาอิทธิพลของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่มีผลต่อผลผลิตและความเข้มข้นของธาตุอาหารของหญ้าอะตราตั้มที่ปลูกในชุดดินบ้านทอน แสดงให้เห็นว่าหญ้าอะตราตั้มสามารถตอบสนองต่อการขาดธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสอย่างรุนแรงได้ดี และรองลงมาคือธาตุทองแดง (พิสุทธิ์ และคณะ, 2551) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองปลูกหญ้าซันกาดที่ปลูกในชุดดินบ้านทอนที่สนองต่อการขาดธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสอย่างรุนแรงได้ (สมพล, 2551) ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงสมบัติของดินทรายจัดก่อนที่จะนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งการปรับปรุงทั้งด้านกายภาพและด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินทรายจัดสามารถทำได้โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด ซึ่งปุ๋ยเหล่านี้

จะช่วยทำให้ดินเกาะตัวเป็นก้อน ร่วนซุย เป็นผลทำให้การระเหยของน้ำจากดินช้าและลดน้อยลง ทำให้ดินสามารถดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้มากขึ้น เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ทำให้น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มมากขึ้น และการเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินยังทำให้มีช่องว่างในดิน ทำให้การหมุนเวียนอากาศในดินทรายดีขึ้น ทำให้ระบบรากของพืชสามารถแผ่กระจายในดินได้อย่างกว้างขวาง (บุรี, 2531) อุษา และคณะ (2544) รายงานว่ามีการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินทรายจัดชุดดินบ้านทอนโดยการไถกลบปุ๋ยพืชสด 10 ชนิด ได้แก่ ถั่วพุ่มดำ ถั่วพุ่มแดง ถั่วพุ่มลาย ถั่วพร้า โสนอัฟริกัน โสนจีนแดง โสนอินเดีย โสนคางคก ปอเทือง และถั่วมะแฮะ และหลังไถกลบสามารถทำให้ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ย 2 ปีมีค่าสูงกว่าก่อนการไถกลบ เพราะเมื่อปุ๋ยพืชสดสลายตัวจะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมา (นิรันดร์, 2533) นอกจากนี้มีรายงานว่ามีของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้น ซึ่งเรียกว่า กากขี้แป้ง ที่พบบริเวณถังพักน้ำยางและจากหัวปั่น (Centrifuge) ลักษณะเป็นของแข็ง สีขาว หรือสีเหลืองอ่อน สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชได้ เนื่องจากน้ำยางสดที่นำมาใช้ผลิตเป็นน้ำยางข้น ได้มีการมีการเติมแอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพน้ำยางก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต และทำการตกตะกอนแมกนีเซียมที่มีอยู่ในน้ำยางสดโดยการเติมสาร Diammonium Phosphate : DAP จึงทำให้กากขี้แป้งมีองค์ประกอบของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมรวมอยู่ด้วย เมื่อนำกากขี้แป้งไปใช้เป็นปุ๋ย โดยทดสอบกับหญ้าสนาม พบว่า กากขี้แป้งช่วยให้ต้นหญ้าเจริญเติบโตได้ดี (วราศรี, 2543) ในการผลิตน้ำยางข้นแต่ละครั้งจะเกิดกากขี้แป้งประมาณ 1% (w/w) ของน้ำยางสดที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำยางข้น (วันชัย, 2540)

ดังนั้น หากนำกากขี้แป้งเหล่านี้มาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินทรายจัด จะเป็นแนวทางในการแก้ไขข้อจำกัดต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้ดินทรายจัดมีศักยภาพในการทำการเกษตรเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ได้อย่างสูงสุด นอกจากนี้อาจช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดจากการกำจัดกากขี้แป้งอย่างไม่เหมาะสมด้วย

2. การตรวจเอกสาร

2.1 ปัญหาเกี่ยวกับดินทรายจัด

ดินทรายจัดเป็นดินที่มีเนื้อดินเป็นทราย หรือดินร่วนปนทราย เกิดเป็นชั้นหนามากกว่า 50 เซนติเมตร มีแร่ควอร์ต (quartz) เป็นส่วนประกอบสำคัญ เนื้อดินค่อนข้างหยาบ มีสภาพเป็นกรดมีค่าปฏิกิริยาดินประมาณ 5 – 6 มีปริมาณธาตุอาหารตามธรรมชาติต่ำ ตลอดจนความสามารถในการดูดธาตุอาหารต่ำ มีอินทรียวัตถุต่ำมาก โดยเฉลี่ยจะน้อยกว่า 10 gkg^{-1} ธาตุโพแทสเซียม และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำมาก เป็นเหตุให้การใช้ปุ๋ยเคมีให้ผลตอบสนองต่อพืชต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540) ดินทรายจัดในบางบริเวณจะมีชั้นดานในชั้นล่าง โดยมีลักษณะเฉพาะคือดินบนจะเป็นดินทรายสีขาว ถัดลงไปในระดับความลึก 60-80 เซนติเมตร จะพบชั้นดานอินทรีย์ (Spodic horizon) ที่มีดินทรายสีน้ำตาลปนแดง หนามากกว่า 10 เซนติเมตร ซึ่งเกิดจากการสะสมของสารประกอบพวกเหล็ก และอินทรียวัตถุ ชั้นนี้แข็งมากจนพืชไม่สามารถ ชอนไชลงไปได้ดินประเภทนี้พบตามชายฝั่งทะเลของภาคใต้และภาคตะวันออก บริเวณที่เป็นสันทรายเก่า ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ในฤดูแล้งจะขาดน้ำ ส่วนในฤดูฝนจะเกิดน้ำท่วมขัง เนื่องจากน้ำซึมผ่านลงไปได้ช้า ทั้งนี้เนื่องจากน้ำไม่สามารถไหลผ่านชั้นดานอินทรีย์ลงไปได้ เหนือชั้นดานอินทรีย์มีชั้นดินที่ถูกชะล้าง ธาตุอาหารพืชถูกชะล้างไปมาก ดินเหล่านี้จึงมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงเป็นผลให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ สำหรับตัวอย่างชุดดินทรายจัดที่มีชั้นดานที่พบมากในภาคใต้ คือชุดดินบ้านทอน (sandy, siliceous, isohyperthemic, Typic Tropohumods) มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินทรายจัด ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ค่าความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นอนุภาคปานกลาง มีปริมาณช่องว่างในดินค่อนข้างมาก ความสามารถในการให้น้ำไหลซึมผ่านได้ของดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำเร็วมาก ปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่น้อยมาก ส่วนสมบัติทางเคมีของดินเป็นดินกรดปานกลางมีค่าปฏิกิริยาดินประมาณ 4.5 – 6.5 ไม่มีปัญหาเรื่องความเค็มของดิน มีปริมาณอินทรียวัตถุ ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก มีการระบายน้ำและระบายอากาศดีเกินไป ทำให้ไม่มีการกักเก็บน้ำไว้ในช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน พืชมักจะแสดงอาการขาดน้ำ นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในระดับที่ต่ำมาก (ธิตินัย, 2546 ; กองสำรวจและจำแนกดิน, 2532)

2.2 การจัดการดินทรายจัด

ดินทรายจัดเป็นดินที่มีสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก การสะสมธาตุอาหารพืชมีขีดจำกัดมาก เนื่องจากการสูญเสียธาตุอาหารพืชมีสูง ประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำไม่ดี ทำให้สภาพบริเวณนี้เปรียบเสมือนเขตแห้งแล้ง โดยเฉพาะในฤดูแล้งดินจะมีอุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นปัญหาต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืช (เสรี, 2532) ซึ่งลักษณะเหล่านี้เป็นข้อจำกัดในการนำดินทรายมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร ดังนั้นการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำมาใช้ในการเกษตร ซึ่งสามารถจะทำโดยวิธีต่อไปนี้ร่วมกัน

2.2.1 การจัดการด้านกายภาพของดินทรายจัด

ดินทรายจัด เป็นดินที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ไม่มีการจับตัวกันเป็นเม็ดดิน ทำให้ดินไม่มีโครงสร้าง จึงต้องเพิ่มการกักเก็บน้ำหรือการอุ้มน้ำของดินทรายจัด ซึ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปในดินด้วยวิธีการต่างๆ เพราะการใส่อินทรียวัตถุช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น มีผลให้อนุภาคดินเกาะตัว การระบายอากาศของดินเพิ่มมากขึ้น ทำให้ระบบรากของพืชสามารถแผ่กระจายในดินได้อย่างกว้างขวาง ส่งผลให้รากสามารถดูดธาตุอาหารได้มากขึ้น นอกจากนี้อินทรียวัตถุยังช่วยในด้านการซึมผ่านของน้ำ และความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ทำให้ดินมีความชุ่มชื้นได้ยาวนานกว่าในดินที่มีโครงสร้างไม่ดี ลักษณะดังกล่าวจะมีผลทางอ้อมต่อการช่วยควบคุมการเกิดชะล้างพังทลายของหน้าดิน (ปรัชญา, 2536) การเพิ่มอินทรียวัตถุในดินทรายจัดสามารถทำได้โดยใช้วัสดุอินทรีย์หรือวัสดุปรับปรุงดิน เช่น เปลือกถั่วลิสง เศษพืช เศษหญ้า เพื่อปรับปรุงโครงสร้างของดินช่วยในการอุ้มน้ำของดิน นอกจากนี้การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน นับเป็นการจัดการทางการเกษตรวิธีหนึ่ง เพราะวัสดุเหล่านี้มีสมบัติและองค์ประกอบที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (Donahue *et al*., 1977) วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงดิน เช่น แกลบ แกลบเผา และขุยมะพร้าว

- แกลบ

แกลบเป็นผลพลอยได้จากโรงสีข้าว การนำแกลบมาใช้ปรับปรุงดินเพื่อช่วยปรับปรุงโครงสร้างและสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น ช่วยให้ดินโปร่ง ร่วนซุย มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศในดินดีขึ้น ความหนาแน่นของดินลดลง ทำให้ระบบรากพืชสามารถชอนไชและแผ่ขยายได้มากขึ้น เป็นผลให้รากพืชสามารถดูดธาตุอาหารได้มากขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตของพืชดีขึ้น (ดำริ และคณะ, 2534) นอกจากนี้ยังสามารถลดความเค็มของดินได้ เพราะแกลบจะทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น ซึ่งจะช่วยลดการระเหยของน้ำใต้ดินที่มีความเค็มไม่ให้ขึ้นมาสู่ผิวดิน และช่วยเร่งอัตราการชะล้างเกลือที่สะสมอยู่ออกไปจากชั้นดินบน เมื่อเวลาฝนตกหรือมีการชะล้างเกลือ

ด้วยน้ำชลประทาน จึงทำให้ความเค็มของดินลดลงหรือหมดไป (ฝ่ายเผยแพร่และประชาสัมพันธ์, 2532) การนำแกลบไปใช้ในไร่นาโดยตรงควรคำนึงถึงอัตราส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) เนื่องจากค่า C/N ratio เป็นตัวควบคุมบทบาทของไนโตรเจนในดิน และค่า C/N ratio ของแกลบประมาณ 152 (ปรัชญา และคณะ, 2537) ซึ่งจัดว่ามีค่า C/N ratio กว้างเมื่อใส่ลงไปในดินจะทำให้ดินขาดไนโตรเจนเนื่องจากการสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์จะขยายตัวอย่างรวดเร็ว และดึงไนโตรเจนในรูปของไนเตรทไปจากดิน จึงเป็นการแย่งไนโตรเจนจากพืชทำให้พืชขาดไนโตรเจนอยู่ระยะหนึ่ง ดังนั้นหลังจากใส่แกลบในไร่นาควรคลุกเคล้าให้เข้ากับดินแล้วควรทิ้งไว้ประมาณ 30 วันเพื่อให้ค่า C/N ratio แคบลงจึงปลูกพืช และเมื่อแกลบสลายตัวจะให้ธาตุอาหาร ได้แก่ มีไนโตรเจน (N) 5.90 gkg^{-1} ฟอสฟอรัส (P_20_5) 0.80 gkg^{-1} โพแทสเซียม (K_2O) 4.00 gkg^{-1} นอกจากนี้แกลบมีสารบางชนิด คือ ซิลิกา ประมาณ 15 % (สุรศักดิ์ และอำนวยศิลป์, 2532) อัตราที่แนะนำคือ ใส่ประมาณ 2-5 ตันต่อไร่ (สมศรี, 2539) จากการศึกษาของ พรรณี และคณะ (2538) พบว่า ใช้แกลบในอัตรา 12 ตันต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตของหน่ออ่อนของหน่อไม้ฝรั่งได้สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่แกลบในอัตรา 3 , 6 และ 9 ตันต่อไร่ นลินี และคณะ (2537) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยหมักจากแกลบ 1 ตันร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ และธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินเพิ่มสูงขึ้น

- แกลบเผา

แกลบเผา เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา เมื่อผสมกับดินทำให้ดินเบาช่วยในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น การระบายอากาศ การซาบซึมน้ำ การอุ้มน้ำ ลดความเป็นกรดของดิน เพิ่มอุณหภูมิดิน กระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ดิน ไม่มีเชื้อโรค โครงสร้างของแกลบเผาจะมีลักษณะพรุน หรือมีช่องว่าง 80 % และอุ้มน้ำได้ 40 % ในการเผาแกลบ 100 ลิตรหรือ 13 กิโลกรัม จะได้แกลบเผา 7 กิโลกรัม มีแร่ธาตุ 2.5 กิโลกรัม และคาร์บอน 4.5 กิโลกรัม ในบรรดาธาตุที่ถูกเผามีซิลิกา (SiO_2) 95 % ส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำและเป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้น แกลบเผาจึงเป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพที่ให้ซิลิกาแก่พวกธัญพืช และใช้เป็นวัสดุปลูกกล้าพืช อุ้มน้ำได้ดี มีความโปร่ง และละลายฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมออกมาให้กับพืช ทำให้ได้กล้าพืชที่แข็งแรง และมีธาตุอาหารคือ ไนโตรเจน (N) 1.40 gkg^{-1} ฟอสฟอรัส (P_20_5) 3.5 gkg^{-1} โพแทสเซียม (K_2O) 22.5 gkg^{-1} และ C/N ratio เท่ากับ 11 (ทัศนีย์, 2551) ประเสริฐ และคณะ (2541) รายงานว่าการใช้แกลบและขี้เถ้าแกลบร่วมกับปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวหอมมะลิ 105 พบว่าการใช้แกลบอัตรา 500-1000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจาก

แปลงควบคุมร้อยละ 34.7 – 44.2 และการใช้ขี้เถ้าแกลบ 500-1000 โลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากแปลงควบคุม 37.7-41.5 %

- ขุยมะพร้าว

วิไล และคณะ(2546) ทดลองใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุผสมดินที่ใช้ปลูกอ้อยในเรือนกระจก พบว่า อ้อยมีการเจริญเติบโตดีขึ้น เนื่องจากสมบัติทางกายภาพของดินที่ปลูกดีขึ้น โดยทำให้การระบายน้ำ และอากาศของดินดีขึ้น Raja-Huran และ Muhammad (1992) อ้างโดยวิไล และคณะ (2546) ปลูกมะเขือเทศในถุงเพาะขนาด 4, 6, 8 และ 12 กิโลกรัม โดยใช้ขุยมะพร้าวและทรายเป็นวัสดุปลูก พบว่า ในระหว่างการทดลองน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น และรากไม่แตกต่างกัน แม้ว่าผลได้ของช่อดอกในการปลูกในถุงเพาะขนาด 8 และ 12 กิโลกรัม จะมากกว่า แต่ผลได้โดยรวมจากทุกการทดลองไม่แตกต่างกัน Shinohara และคณะ 1999 อ้างโดยวิไล และคณะ (2546) ทำการเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีและกายภาพของขุยมะพร้าวกับใยหิน แก่นไม้ และฟางข้าว โดยการจุ่มลงในน้ำในสารละลายธาตุอาหารเพื่อสังเกตุการอุ้มน้ำ และองค์ประกอบของสารละลายที่ถูกบีบออกมา เพื่อนำไปใช้เป็นวัสดุปลูกมะเขือเทศ พบว่าแม้ใยหินจะอุ้มน้ำได้มากกว่าวัสดุอื่นๆ แต่ค่าการอุ้มน้ำของขุยมะพร้าวจะเพิ่มขึ้นตามการใช้งาน ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้า ค่าปฏิกิริยาดิน และองค์ประกอบของแร่ธาตุของน้ำที่บีบออกมาไม่แตกต่างกัน และขุยมะพร้าวมีธาตุอาหารคือ ไนโตรเจน (N) 3.60 gkg^{-1} ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.50 gkg^{-1} โพแทสเซียม (K_2O) 29.40 gkg^{-1} และ C/N ratio เท่ากับ 167 (สุรศักดิ์ และอำนวยศิลป์, 2532) อย่างไรก็ตามศักยภาพของการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวัสดุ โดยต้องพิจารณาสมบัติทางกายภาพและเคมีก่อนนำมาใช้ในดิน

2.2.2 การจัดการด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินทรายจัด

ดินทรายมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ เป็นผลมาจากที่มีแร่ดินเหนียวและอินทรียวัตถุน้อย (เสรี, 2532; สมบูรณ์, 2530) ดังนั้นเมื่อมีการปรับปรุงด้านกายภาพแล้วจำเป็นต้องเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยวิธีการดังนี้

(1) ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เหล่านี้ สามารถเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารให้แก่พืช ซึ่งอินทรียวัตถุจะเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยตรง ถึงแม้จะไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่จะค่อยๆปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว อินทรียวัตถุเป็นอินทรีย์สารที่ได้จากวัสดุเศษพืชต่างๆ และมีธาตุอาหารบางชนิดที่พืชต้องการในปริมาณน้อย ที่สำคัญ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดินัม และอื่นๆ การใส่อินทรียวัตถุในดินยังเป็นการช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (buffer capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช

และควรมีการจัดการปุ๋ยอย่างถูกต้องและเหมาะสม เช่น ชนิดของปุ๋ย เวลาใส่ปุ๋ย ปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ เพราะดินทรายจัดมีการชะล้างเกิดขึ้นมากและมักขาดน้ำเสมอ (ปรัชญา และคณะ, 2537)

(2) ใส่วัสดุปรับปรุงดินพวกปูนทางการเกษตร เช่น ปูนขาว ปูนมาร์ล เปลือกหอย เผา หินปูนบด เป็นต้น

(3) ใช้พืชตระกูลถั่วอายุสั้นมาปลูกในพื้นที่แล้วไถกลบ เช่น ปอเทือง โสน และถั่วพร้า เป็นต้น

(4) ใช้ยิปซัม 100-500 กิโลกรัม/ไร่ / ปี ร่วมกับหินปูนบด 150 - 600 กิโลกรัม/ไร่/ปี หรือ ใช้ยิปซัม100 -500 กิโลกรัม/ไร่/ปี ร่วมกับปูนขาว 80- 400 กิโลกรัม/ไร่/ปี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540) ซึ่งประโยชน์ของยิปซัมทางการเกษตรที่สำคัญ คือ การเพิ่มธาตุอาหารที่สำคัญ คือ แคลเซียม และกำมะถันให้กับดิน นอกจากนี้ยังลดความเป็นพิษของอลูมินัม และเป็นสารปรับปรุงดินที่ใช้ลดการเกิดแผ่นแข็งหรือชั้นดาน และช่วยดูดยึดจุลธาตุ (Alcordo and Rechcigl, 1995 อ้างโดย สรัญญา, 2548) (Greene *et al*., 1998)

2.2.3 การจัดการน้ำของดินทรายจัด

การปลูกพืชบนดินทรายมักจะประสบปัญหาการขาดน้ำในฤดูแล้ง การจัดการน้ำจึงเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งในการใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกพืชในดินชนิดนี้ ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการอุ้มน้ำของดินต่ำ และอัตราการซึมผ่านของน้ำในดินสูงมาก ต้องสร้างที่กักเก็บน้ำฝนไว้ในระหว่างฤดูฝน และการชลประทานในฤดูแล้งโดยมีการจัดการชลประทานที่ดีเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องทำ การให้น้ำพืชแบบหยด และการให้น้ำแบบพ่นฝอยสามารถควบคุมน้ำได้ และการรักษาความชื้นโดยการใช้วัสดุคลุมดินเป็นสิ่งจำเป็น การใช้ฟางข้าวและเศษพืชบางชนิด จะมีประสิทธิภาพในการรักษาความชื้นในดินได้ดี และสามารถลดอุณหภูมิในดินได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

2.3 อุตสาหกรรมน้ำยางข้น

ยางพารา (*Hevea brasilliensis*) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ โดยส่วนใหญ่พื้นที่ปลูกอยู่ในภาคใต้ การนำผลผลิตจากต้นยางไปใช้ประโยชน์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การนำผลผลิตของต้นยางไปใช้ในรูปของยางแห้ง (Dry Rubber) และการนำผลผลิตของต้นยางไปใช้ในรูปของน้ำยางข้น (Concentrated Latex) ซึ่งการนำไปใช้ในรูปยางแห้ง จะผ่านกระบวนการผลิตเป็นยางแท่ง ยางเครฟ ยางแผ่นอบแห้ง ยางแผ่นรมควัน และยางแผ่นผึ่งแห้ง สำหรับการนำไปใช้ในรูปของน้ำยางข้น จะผ่านการผลิตโดยโรงงานน้ำยางข้น เพื่อนำไปผลิตถุงมือยาง ลูกโป่ง ถุงยางอนามัย เครื่องมือวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งในปัจจุบันความต้องการใช้

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาจากน้ำยางข้นมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ล้วนต้องใช้น้ำยางข้นเป็นวัตถุดิบในการผลิตโดยผ่านกระบวนการผลิตจากโรงงานน้ำยางข้นทั้งสิ้น เมื่อมีความต้องการน้ำยางข้นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้โรงงานน้ำยางข้นเพิ่มสูงขึ้น และจากข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า ในปี 2545 มีโรงงานน้ำยางข้นใน 14 จังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย รวมทั้งสิ้น 55 โรงงาน โดยกำลังผลิตของโรงงานน้ำยางข้นของภาคใต้อยู่ในช่วง 2-300 ตัน/ผลผลิต/วัน และจะแปรผันอยู่กับขนาดกำลังของผลผลิตของแต่ละโรงงาน (สมทิพย์, 2545)

2.4 การผลิตน้ำยางข้น

น้ำยางสดจากต้นยางพาราจะเริ่มเสียสภาพ หรือเริ่มบูดตั้งแต่ถูกกรีดออกจากลำต้น ซึ่งจุดรับซื้อจะรวบรวมน้ำยางให้มีปริมาณเพียงพอต่อการนำส่งโรงงานน้ำยางข้นในแต่ละครั้งอาจใช้ระยะเวลาเป็นวันอาจทำให้น้ำยางนั้นจับตัวเป็นก้อนได้ ดังนั้น ในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นจะเริ่มจากการรวบรวมน้ำยางสดจากพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งในน้ำยางสดมีเนื้อยางแห้งประมาณ 24 – 45 % และมีส่วนที่ไม่ใช่ยางเป็นส่วนใหญ่ จึงไม่สะดวกในการขนย้ายเพื่อไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อ นอกจากนั้นถ้าใช้น้ำยางสดไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์จะได้ผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพไม่ดี ส่วนใหญ่ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยางจึงต้องการน้ำยางที่มีเนื้อยางไม่ต่ำกว่า 60 % จึงจำเป็นต้องผลิตน้ำยางข้นที่มีเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content, DRC) ไม่ต่ำกว่า 60 % โดยการแยกน้ำออกบางส่วน โดยใช้กรรมวิธีการปั่นแยก (Centrifuge) สำหรับวิธีการผลิตน้ำยางข้นมีขั้นตอน ดังนี้

2.4.1 การเก็บรวบรวมน้ำยางสด

เมื่อเกษตรกรกรีดน้ำยางสดจากต้นแล้ว จะทำการรักษาสภาพน้ำยางสดไม่ให้จับตัวด้วยแอมโมเนียความเข้มข้น 10 % ที่ทางโรงงานน้ำยางข้นได้จ่ายให้กับจุดรับซื้อเพื่อไม่ให้ยางบูดเน่า แล้วบรรจุลงถัง เพื่อส่งขายให้โรงงานผลิตน้ำยางข้น เมื่อลำเลียงถึงโรงงาน ทางโรงงานจะทำการเก็บน้ำยางเพื่อหาปริมาณเนื้อยางแห้ง หากน้ำยางสดมีปริมาณเนื้อยางแห้งน้อยกว่า 25 % จะไม่นำไปผลิตน้ำยางข้น เมื่อทราบปริมาณเนื้อยางแห้งที่เหมาะสม จะมีการผ่านแก๊สแอมโมเนีย หลังจากนั้นจะตรวจสอบปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง เพราะแมกนีเซียมจะมีผลต่อคุณสมบัติทางด้านกลศาสตร์ของน้ำยาง และหากตรวจสอบพบว่าในน้ำยางสดมีปริมาณแมกนีเซียมสูง ก็จะเติม DAP แล้วปล่อยทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้แมกนีเซียมและสิ่งสกปรกต่างๆตกตะกอน ซึ่งน้ำยางสดที่นำไปปั่นควรมีแมกนีเซียมน้อยกว่า 50 $mgkg^{g-1}$ และเมื่อปั่นแล้วมีไม่ควรเกิน 20 $mgkg^{g-1}$ หลังจากนั้นจะทดสอบหาปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ แล้วนำไปปั่นต่อไป

2.4.2 การปั่นน้ำยาง

วิธีการผลิตน้ำยางข้น ได้แก่ วิธีการปั่นแยก วิธีการระเหยน้ำ (evaporation) วิธีทำให้เกิดครีม (creaming) แต่วิธีการปั่นเป็นวิธีที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุด เนื่องจากน้ำยางธรรมชาติ เป็นสารละลายที่จัดอยู่ในระบบคอลลอยด์ ที่ประกอบด้วยส่วนของอนุภาคยางแขวนลอยด์ที่กระจัดกระจายอยู่ในซีรั่ม อนุภาคยางเหล่านี้มีการเคลื่อนไหวแบบบราวน์เนียน (Brownian) และเนื่องจากอนุภาคยางเบากว่าซีรั่ม อนุภาคยางจึงมีแนวโน้มที่จะลอยตัวสู่ผิวหน้าของน้ำยาง อัตราเคลื่อนของอนุภาคยางขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดของโลก หากสามารถเพิ่มแรงดึงดูดได้ก็สามารถเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของอนุภาคยางได้ ดังนั้น การปั่น สามารถเพิ่มแรงดึงดูดได้เป็น2,000-3,000 เท่าของแรงดึงดูดโลก จึงสามารถเร่งการเคลื่อนที่ของอนุภาคยางได้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2544)

2.4.3 การรักษาสภาพน้ำยาง

เมื่อเกษตรกรกรีดน้ำยางสดจากต้นแล้ว หากไม่มีการรักษาสภาพน้ำยางสด จุลินทรีย์ในอากาศจะลงไปปะปนในน้ำยางและใช้สารกลุ่มน้ำตาลเป็นอาหาร ทำให้เกิดความเป็นกรด คือ มีอนุมูลบวกเกิดขึ้น และเกิดปฏิกิริยาสะเทินกับอนุมูลลบรอบๆผิวอนุภาคยาง ทำให้น้ำยางเสียสภาพ ดังนั้นจึงต้องมีการเติมสารเคมีเพื่อรักษาสภาพน้ำยาง โดยมีการเติม แอมโมเนีย ซึ่งในการผลิตน้ำยางข้นแอมโมเนียจะถูกใช้รักษาสภาพน้ำยางข้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต โดยปกติ ถ้าผลิตน้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียสูง (Hight Ammonia : HA) จะรักษาสภาพน้ำยางไว้ในช่วงเวลานานหลายเดือนหลังกรีด โดยจะใช้แอมโมเนีย 0.7 % (w/w) ต่อน้ำหนักยาง และถ้าผลิตน้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียต่ำ (Low Ammonia, LA)) จะรักษาสภาพน้ำยางไว้ในช่วงเวลาสั้นๆ ประมาณ 1-2 วันหลังกรีดโดยจะใช้แอมโมเนีย 0.2 % (w/w) ร่วมกับสารช่วยอื่นๆ เช่น

(1) ใช้สารละลายแอมโมเนีย 0.2 % ร่วมกับ สารละลายโซเดียมเพนตะคลอโรฟีเนต 0.2 %

(2) ใช้สารละลายแอมโมเนีย 0.2 % ร่วมกับ สารละลายกรดบอริก 0.24 %

(3) ใช้สารละลายแอมโมเนีย 0.2 % ร่วมกับ ซิงค์ไดเอธิลไดไธโอคาร์บาเมท 0.1 %

(4) ใช้สารละลายแอมโมเนีย 0.2 ร่วมกับ เตตระเมทธิลไธยูแรมไดซัลไฟด์ 0.013 % และซิงค์ออกไซด์ 0.013 %

จากการสำรวจของ วันชัย (2540) พบว่า โรงงานยางจำนวน 9 แห่งในจังหวัดสงขลา ส่วนใหญ่ใช้สารเคมีหลักๆ ได้แก่ เตตระเมทธิลไธยูแรมไดซัลไฟด์ ซิงค์ออกไซด์ แอมโมเนีย ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ลอลิกแอซิด และโซเดียมซัลไฟด์

2.5 การเกิดกากขี้แป้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น

กากขี้แป้ง เกิดจากการตกตะกอนจากถังพักน้ำยาง และจากหัวปั่นน้ำยาง ประกอบด้วยสิ่งเจือปนต่างๆ ส่วนใหญ่เป็นพวกฝุ่น ทราย เปลือกไม้ และแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต โรงงานน้ำยางข้นมีกากขี้แป้งเกิดขึ้นระหว่าง 0.60 – 50 กิโลกรัม กากขี้แป้งต่อตันน้ำยางข้น (สมทิพย์, 2545) และ จากการศึกษาของ วันชัย (2540) พบว่า การผลิตน้ำยางข้นจะเกิดกากขี้แป้งประมาณ 1 % (w/w) ของเนื้อยางที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำยางข้น

2.6 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากขี้แป้ง

กากขี้แป้งมีสถานะเป็นของแข็งที่จับตัวเป็นก้อน แต่มีเนื้อละเอียดสีขาวขุ่นเมื่อออกมาจากหัวปั่นยางใหม่ๆ เมื่อปล่อยทิ้งไว้จะค่อยๆเป็นสีเทา มีความชื้นอยู่ 61.95-66.85 % ปริมาณของแข็งคงอยู่ และระเหยได้อยู่ในช่วง 30.4-38.3 และ 12.0-18.1 % สำหรับกากขี้แป้งที่เกิดจากหัวปั่นเหวี่ยงภายใน 48 ชั่วโมง มีสภาพเป็นด่างอ่อนๆ อยู่ในช่วง 8.98-9.94 หากอายุกากขี้แป้งมากขึ้นจะค่อยๆ ลดลง เนื่องมาจากแอมโมเนียที่เติมในขั้นต้นเพื่อรักษาสภาพน้ำยางค่อยๆระเหยออกไป และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 2.90-10.04 $dScm^{-1}$ (วิภาพรรณ และคณะ, 2550)

2.7 ปริมาณธาตุอาหารในกากขี้แป้ง

กากขี้แป้งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างแห้งอยู่ในช่วง 10.60 – 22.60 gkg^{g-1} ฟอสฟอรัสในรูป P_2O_5 ในตัวอย่างแห้งอยู่ในช่วง 263.10 – 467.90 gkg^{g-1} กากขี้แป้งจึงเหมาะสมที่จะเป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก คือ ฟอสฟอรัส สาเหตุที่กากขี้แป้งมีฟอสฟอรัสสูง เนื่องจากในกระบวนการเตรียมน้ำยางข้น มีการเติมสารไดแอมโมเนียมฟอสเฟต เพื่อกำจัดแมกนีเซียมออกจากน้ำยาง ปริมาณโพแทสเซียมในรูป K_2O ในตัวอย่างแห้ง อยู่ในช่วง 5.50 – 7.20 gkg^{g-1} ปริมาณสังกะสีทั้งหมดในตัวอย่างแห้งอยู่ในช่วง 180 – 270 $mgkg^{g-1}$ เพราะในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีการเติมซิงค์ออกไซด์ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในน้ำยางโดยใช้ประมาณ 0.025 % (w/w) (สมทิพย์, 2545)

2.8 การใช้ประโยชน์จากกากขี้แป้งเพื่อเป็นวัสดุปรับปรุงดิน

วราศรี (2543) ได้ทำการศึกษาอัตราการเกิดกากขี้แป้งและลักษณะของกากขี้แป้งจากโรงงานน้ำยางข้นเพื่อนำกากขี้แป้งไปใช้ประโยชน์เพื่อทำเป็นปุ๋ย โดยปลูกทดสอบกับหญ้าสนาม ผลการศึกษาพบว่า กากขี้แป้งเกิดขึ้น เท่ากับ 0.7–10.3 กิโลกรัมน้ำหนักสดต่อตันน้ำยางสดที่ใช้ผลิต จากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี พบว่า กากขี้แป้งประกอบด้วย ไนโตรเจนทั้งหมด

ฟอสฟอรัสในรูป P_2O_5 โพแทสเซียมในรูป K_2O แมกนีเซียม และสังกะสีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 20.60 – 24.10 , 196–216, 18–21 ,53.10–75.60 และ 5.10–10.10 gkg^{g-1} ตามลำดับ และพบว่ากากขี้แป้งมีลักษณะไม่คงตัวถูกชะล้างหรือละลายได้ โดยเมื่อนำมาสกัดกับน้ำกากขี้แป้งละลายได้ และให้โพแทสเซียมและไนโตรเจนออกมาระหว่าง 69–88 % และ 11–12 % ส่วนฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และสังกะสี จะละลายออกได้ในช่วง 1 % หรือต่ำกว่า และจากการทดลองนำกากขี้แป้งไปเป็นปุ๋ยโดยใช้ทดสอบกับหญ้าสนาม พบว่ากากขี้แป้งช่วยให้ต้นหญ้าเจริญเติบโตได้ดี และกากขี้แป้งช่วยให้ดินอยู่ในสภาพเป็นกลางได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี

วิภาพรรณ และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช คือ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด ในกากอินทรีย์จากอุตสาหกรรมหลักของภาคใต้ ได้แก่ กากขี้แป้งจากอุตสาหกรรมการเตรียมน้ำยางข้น กากตะกอนจากการบำบัดทิ้งจากอุตสาหกรรมการแปรรูปสัตว์น้ำ และกากดีแคนเตอร์หรือเค้กจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์ม พบปริมาณของธาตุอาหารหลัก คือไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมดในกากขี้แป้ง 10.20–25.30 , 221.50–481.90 และ 3.90–6.00 gkg^{g-1} (w/w) ตามลำดับ และได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุปลูกที่เตรียมจากการผสมกากอินทรีย์ทั้งสามประเภทเพื่อใช้แทนการใช้หน้าดินในการปลูกหญ้าสนามพันธุ์นวลน้อย ที่อัตราส่วนต่างๆ พบว่าการเตรียมของผสมของกากอินทรีย์จากอุตสาหกรรมทั้งสามประเภทที่อัตราส่วน 20 : 20 : 20 % (w/w) ร่วมกับเส้นใยปาล์มและเศษกระดาษสำนักงาน อย่างละ 20 % โดยมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมดในของผสมดังกล่าวคิดเป็น 5.00 17.00 และ 11.00 % (w/w) ตามลำดับ สามารถปลูกหญ้านวลน้อยได้ดีกว่าการใช้หน้าดินที่ไม่มีการเติมปุ๋ยโดยมีอัตรารอดของต้นพันธุ์สูงกว่า 50 %

วลัยพร (2547) ได้ทำการศึกษาการนำกากขี้แป้งมาใช้ประโยชน์ร่วมกับกากตะกอนบำบัดน้ำเสียโรงงานไก่สดแช่แข็ง เพื่อใช้เป็นวัสดุบำรุงดินสำหรับการเกษตรกรรมเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี จากการศึกษา พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะเพื่อเป็นวัสดุบำรุงดินในการปลูกผักกาดหอม มะเขือเทศ และข้าว พบว่าอัตราส่วนผสมระหว่าง ดิน : กากขี้แป้ง : กากตะกอน ในอัตราส่วน 1 : 3 : 1 % เพราะทำให้การเติบโตของพืชทดลองไม่แสดงอาการขาดธาตุอาหารพืช และผลผลิตที่ได้จากพืชมีน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี

นิทัศน์ และชัยรัตน์ (2549) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้กากขี้แป้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นเป็นสารปรับปรุงดินแล้วทำการปลูกข้าวโพดหวาน พบว่าการใส่กากขี้แป้ง 1-2 % (w/v) ผสมกับชุดดินรือเสาะและใส่ปุ๋ยในอัตราสูง (15-15-15 อัตรา 70 กิโลกรัมต่อไร่)

ทำให้ข้าวโพดเจริญเติบโตที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากได้มีการปรับปรุงดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำด้วยการใส่กากขี้แป้ง และเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินด้วยปุ๋ยในอัตราสูง

George และคณะ (1994) อ้างโดย วิไล และคณะ (2546) ได้ศึกษาการนำกากขี้แป้ง มาใช้เป็นปุ๋ยฟอสเฟต โดยเปรียบเทียบกับปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต และปุ๋ยหินฟอสเฟต พบว่า การใช้ปุ๋ยทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว มีผลให้เส้นรอบวงของต้นไม้เพิ่มขึ้นจากต้นที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Sathyaseelan และ George (2006) ทดลองใช้กากขี้แป้งเป็นปุ๋ยฟอสเฟต โดยนำกากขี้แป้งผสมกับดินแล้วบ่มเป็นเวลา 4 เดือนในห้องปฏิบัติการ เปรียบเทียบกับดินที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (Rock Phosphate (RP) และ Super Phosphate (SP) สำหรับการทดลองในแปลงทดลองโดยใช้ชุดดิน Vellayani (Typic Kandiustult) โดยในแปลงทดลองได้ทำการใส่กากขี้แป้ง และกากขี้แป้งผสมปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสในอัตราส่วนต่างๆ แล้วปลูกพริก (*Capsicum annuum* L.) แล้ววัดการเจริญเติบโต ปริมาณและคุณภาพผลผลิต พบว่าสิ่งทดลองที่มีการผสมกากขี้แป้งกับ Rock Phosphate ในอัตราส่วน 1:1 ให้ผลผลิตสูงสุด

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 ศึกษาการใช้ประโยชน์จากกากขี้แป้งเพื่อเป็นวัสดุปรับปรุงดินทรายจัด

3.2 ศึกษาการตอบสนองของพืชต่อดินทรายจัดที่ผสมกากขี้แป้งเป็นวัสดุปรับปรุงดิน

3.3 ศึกษาผลของการใช้กากขี้แป้งเป็นวัสดุปรับปรุงดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินทรายจัด

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุ และอุปกรณ์

1.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชในสภาพเรือนกระจก

1.1.1 ถุงพลาสติกสำหรับปลูกพืช

1.1.2 จานรองกระถาง

1.1.3 ช้อนปลูก

1.1.4 เมล็ดข้าวโพดหวาน พันธุ์ซุปเปอร์สวีทอาร์โก้

1.1.5 ชุดดินบ้านทอน

1.1.6 ดินกระถางบริษัทที่ 1 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด หรือเรียกชื่อย่อว่า “ดินกระถาง 1”

1.1.7 ดินกระถางบริษัทที่ 2 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด หรือเรียกชื่อย่อว่า “ดินกระถาง 2”

1.1.8 กากขี้แป้ง

1.1.9 แกลบ

1.1.10 แกลบเผา

1.1.11 ขุยมะพร้าว

1.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน และวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช

1.2.1 กระป๋องพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างดิน

1.2.2 ถุงกระดาษสำหรับเก็บตัวอย่างพืช

1.2.3 ตะแกรงร่อนดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร

1.2.4 ตู้อบตัวอย่างพืช (Hot air oven)

1.2.5 เครื่องบดตัวอย่างพืช

1.2.6 เครื่องชั่งความละเอียด 0.01 กรัม

1.2.7 เครื่องชั่งความละเอียด 0.0001 กรัม

1.2.8 เครื่องวัด pH (pH meter)

1.2.9 เตาแผ่นความร้อน (Hot plate)

1.2.10 เครื่องเขย่า (Shaker)

1.2.11 เครื่องกลั่นไนโตรเจน

1.2.12 เครื่องยูวี - วิสิเบิลสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (UV-Visible spectrophotometer)

1.2.13 เครื่องเฟลมโฟโทมิเตอร์ (Flame photometer)

1.2.14 เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโทมิเตอร์ (Atomic absorption spectrophotometer)

1.2.15 วัสดุสำนักงาน

2. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างดิน และพืช

2.1 โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride: KCI)

2.2 โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate : $K_2Cr_2O_7$)

2.3 เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซาไฮเดรต (Ferrous ammonium sulfate hexahydrate : $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 .6H_2O$)

2.4 เฟอโรอินอินดิเคเตอร์ (Ferroin indicator)

2.5 โพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium sulphate : K_2SO_4)

2.6 คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulphate : $CuSO_4$)

2.7 ซีลีเนียม (Selenium : Se)

2.8 เมธิลเรด (Methyl red)

2.9 โบรโมกรีซอลกรีน (Bromocresol green)

2.10 กรดบอริก (Boric acid: H_3BO_3)

2.11 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide: NaOH)

2.12 น้ำยาสกัดเบรย์ทู (Bray ll reagent: 0.10 M HCI+0.03 M NH_4F)

2.13 แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium molybdate: $(NH_4)_6MO_7O_{24} .4H_2O$)

2.14 แอนทิโนนีโพแทสเซียมทาร์เนต (Antimony potassium tartrate: $KSbOC_4H_4O_6 0.5H_2O$)

2.15 แอสคอร์บิก (Ascorbic acid: $C_6H_8O_6$)

2.16 แคลเซียมเททราไฮโดรเจนฟอสเฟตไดออร์โธฟอสเฟตโมโนไฮเดรต (Calciumtatrahydrogen di-orthophosphate monohydrate: $Ca(H_2PO_4)_2 .H_2O$)

2.17 กลีเซอรอล (Glyceral: 99.5% w/w $C_3H_8O_3$)

2.18 แอมโมเนียมอะซีเทต (Ammonium acetate: NH_4OAc)

2.19 แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate: $CaCO_3$)

2.20 แมกนีเซียมซัลเฟตเฮปทาไฮเดรต (Magnesium sulfate heptahydrate: $MgSO_4 .7H_2O$)

2.21 สทรอนเทียมคลอไรด์ (Strontium chloride hexahydrate: $SrCI_2 .6H_2O$)

2.22 ไดเอธินลีนไทรเอมีนเพนทาอะซีติกแอซิด (สารละลายดีทีพีเอ)

(Diethylenetriaminepentaacetic acid : $C_{14}H_{23}N_3O_{10}$)

2.23 กรดผสมไนทริก-เพอร์คลอริก (HNO_3-$HCIO_4$)

2.24 แอมโมเนียมเมทาวาเนเดต (Ammonium metavanadate: NH_4VO_3)

2.25 แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium molybdate: $(NH_4)_6MO_7O_{24} .4H_2O$)

2.26 แลนทานัมคลอไรด์ (Lanthanum chloride: 99.9% w/w $LaCI_3 .xH_2O$)

3. วิธีการวิจัย

การศึกษาการใช้กากขี้แป้งจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น เพื่อใช้เป็นวัสดุปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของชุดดินบ้านทอน ประกอบด้วย 3 การทดลอง ดังนี้ (1) การศึกษาเพื่อหาสัดส่วนของกากขี้แป้งที่ผสมกับดินและทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี (2) การศึกษาหาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานและ (3) การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้งและวัสดุปลูกกับดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยมีรายละเอียดของการวิจัยดังนี้

3.1 การศึกษาหาสัดส่วนของกากขี้แป้งที่ผสมกับดินและทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี

3.1.1 วิธีการทดลอง

ใช้กากขี้แป้งในอัตรา 0, 0.1, 0.2 , 0.3 , 0.5 , 1.0 , 1.5 และ 2.0 %(w/w) ผสมกับชุดดินบ้านทอน และบรรจุใส่ถุงเพาะชำถุงละ 5 กิโลกรัม หมักไว้ประมาณ 10 วัน ในระยะเวลาการหมักต้องรดน้ำให้ของผสมมีความชื้นอยู่ในระดับความชื้นภาคสนาม (Field capacity) หลังจากนั้นทำการปลูกข้าวโพดหวาน ประมาณ 3-4 เมล็ดต่อถุง เมื่อข้าวโพดหวานเริ่มงอกจะทำการคัดแยกต้นข้าวโพดหวานออกให้เหลือต้นที่สมบูรณ์แข็งแรงไว้ 1 ต้นต่อถุง ปลูกข้าวโพดหวานเป็นเวลา 6 สัปดาห์

3.1.2 จัดสิ่งทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ทำ 4 ซ้ำ

สิ่งทดลองที่ 1 ดินบ้านทอน (ควบคุม)
สิ่งทดลองที่ 2 ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.1 %(w/w)
สิ่งทดลองที่ 3 ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.2 %(w/w)
สิ่งทดลองที่ 4 ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.3 %(w/w)
สิ่งทดลองที่ 5 ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.5 %(w/w)
สิ่งทดลองที่ 6 ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 1.0 %(w/w)
สิ่งทดลองที่ 7 ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 1.5 %(w/w)
สิ่งทดลองที่ 8 ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 2.0 %(w/w)

3.1.3 การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวาน โดยวัดความสูงของต้นข้าวโพดหวาน ระดับจากพื้นดินจนถึงปลายใบทุกสัปดาห์ เมื่อครบ เวลา 6 สัปดาห์ ตัดส่วนเหนือดินมาชั่งน้ำหนักสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้งต่อไป

3.1.4 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

เก็บตัวอย่างดิน ก่อนและหลังปลูกข้าวโพดหวานแล้วนำมาวิเคราะห์ค่าปฏิกิริยาดิน และค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

3.2 การศึกษาหาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้ข้าวโพดหวานเจริญเติบโต

3.2.1 วิธีการทดลอง

ใช้กากขี้แป้งในอัตราที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาผสมกับวัสดุปลูก 3 ชนิด (แกลบ หรือ แกลบเผา หรือ ขุยมะพร้าว) อัตราส่วน 8 % (w/w) (ผลการศึกษาเบื้องต้น พบว่าการใช้ดินผสมวัสดุปลูก 8 % (w/w) ข้าวโพดหวานเจริญเติบโตสูงสุด) และยิปซั่ม 5 กรัม บรรจุใส่ถุงเพาะชำ ถุงละ 5 กิโลกรัม หมักไว้ประมาณ 10 วัน หลังจากนั้นทำการปลูกข้าวโพดหวานประมาณ 3 - 4 เมล็ด เมื่อข้าวโพดหวานเริ่มงอกจะทำการคัดแยกต้นข้าวโพดหวานออกให้เหลือต้นที่สมบูรณ์แข็งแรงไว้ 1 ต้นต่อถุง ปลูกข้าวโพดหวานเป็นเวลา 6 สัปดาห์

3.2.2 จัดสิ่งทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ Completely randomized design, CRD ทำ 4 ซ้ำ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงสิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้งอัตราต่างๆร่วมกับวัสดุปลูกชนิดต่างๆ

สิ่งทดลอง		วัสดุปลูก
1	ดินบ้านทอน (ควบคุม)	
2	ดินบ้านทอน +ยิปซัม 5 กรัม	
3	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0 % (w/w)	**แกลบ + ยิปซัม***
4	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.1 % (w/w)	
5	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w)	
6	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.5 % (w/w)	
7	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0 % (w/w)	**แกลบเผา + ยิปซัม***
8	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.1 % (w/w)	
9	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w)	
10	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.5 % (w/w)	
11	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0 % (w/w)	**ขุยมะพร้าว + ยิปซัม***
12	ดินบ้านทอน+ กากขี้แป้ง 0.1 % (w/w)	
13	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w)	
14	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.5 % (w/w)	

* **หมายเหตุ** : สิ่งทดลองที่ 3-6 หลังจากผสมดินกับกากขี้แป้งตามสัดส่วนที่ระบุแล้วได้เติมแกลบ 8 % (w/w) และยิปซัม 5 กรัมในแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลองที่ 7-10 หลังจากผสมดินกับกากขี้แป้งตามสัดส่วนที่ระบุแล้วได้เติมแกลบเผา 8 % (w/w) และยิปซัม 5 กรัมในแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลองที่ 11-14 หลังจากผสมดินกับกากขี้แป้งตามสัดส่วนที่ระบุแล้วได้เติมขุยมะพร้าว 8% (w/w) และยิปซัม 5 กรัมในแต่ละสิ่งทดลอง

3.2.3 การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน โดยวัดความสูงของต้นข้าวโพดหวาน ระดับจากพื้นดินจนถึงปลายใบยอดทุกสัปดาห์ เมื่อครบเวลา 6 สัปดาห์ ตัดส่วนเหนือดินชั่งน้ำหนักสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้งต่อไป

3.2.4 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

เก็บตัวอย่างดิน ก่อนและหลังปลูกข้าวโพดหวานแล้วนำมาวิเคราะห์ ค่าปฏิกิริยาดิน และค่าการนำไฟฟ้าของดิน

3.3 การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง และวัสดุปลูกกับดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

3.3.1 วิธีการทดลอง

นำดินผสมระหว่างกากขี้แป้งและวัสดุปลูกในอัตราที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองที่ 2 ดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ใส่ถุงเพาะชำถุงละ 5 กิโลกรัม หมักไว้ประมาณ 10 วัน ในระยะเวลาการหมักต้องรดน้ำให้ของผสมมีความชื้นอยู่ในระดับความชื้นภาคสนาม ทำการปลูกข้าวโพดหวาน 3-4 เมล็ดต่อถุง จากนั้นเมื่อข้าวโพดหวานเริ่มงอกจะทำการคัดแยกต้นข้าวโพดหานออกให้เหลือต้นที่สมบูรณ์แข็งแรงไว้ 1 ต้นต่อถุง ปลูกข้าวโพดหวานเป็นเวลา 6 สัปดาห์

3.3.2 จัดสิ่งทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) ทำ 4 ซ้ำ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงสิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้งอัตราต่างๆร่วมกับวัสดุปลูกชนิดต่างๆเปรียบเทียบกับดินที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

สิ่งทดลอง		วัสดุปลูก
1	ดินบ้านทอน (ควบคุม)	
2	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0 % (w/w)	**แกลบ + ยิปซัม***
3	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.05 % (w/w)	
4	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.1 % (w/w)	
5	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w)	
6	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0 % (w/w)	**แกลบเผา + ยิปซัม***
7	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.05 % (w/w)	
8	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.1 % (w/w)	
9	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w)	
10	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0 % (w/w)	**ขุยมะพร้าว + ยิปซัม***
11	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.05 % (w/w)	
12	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.1 % (w/w)	
13	ดินบ้านทอน + กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w)	
14	ดินกระถาง 1	
15	ดินกระถาง 2	

*หมายเหตุ : สิ่งทดลองที่ 2-5 หลังจากผสมดินกับกากขี้แป้งตามสัดส่วนที่ระบุแล้วได้เติมแกลบ 8 % (w/w) และยิปซัม 5 กรัมในแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลองที่ 6-9 หลังจากผสมดินกับกากขี้แป้งตามสัดส่วนที่ระบุแล้วได้เติมแกลบเผา 8 % (w/w) และยิปซัม 5 กรัมในแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลองที่ 10-13 หลังจากผสมดินกับกากขี้แป้งตามสัดส่วนที่ระบุแล้วได้เติมขุยมะพร้าว 8% (w/w) และยิปซัม 5 กรัมในแต่ละสิ่งทดลอง

3.3.3 การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน โดยการวัดความสูงของต้นข้าวโพดหวานจากระดับพื้นดินจนถึงปลายใบทุกสัปดาห์ เมื่อครบ เวลา 6 สัปดาห์ ตัดส่วนเหนือดินชั่งน้ำหนักสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้งต่อไป

3.3.4 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

เก็บตัวอย่างดิน ก่อนและหลังปลูกมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาดิน ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส และกำมะถันที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
ปฏิกิริยาดิน	pH meter (ดิน:น้ำ = 1:5)
ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ	Electrical Conductivity meter (ดิน:น้ำ = 1:5)
อินทรียวัตถุ	Walkley and Black method
โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	1 M NH_4OAc pH 7 Ext., Atomic Absorption Spectrophotometer
กำมะถันที่เป็นประโยชน์	0.01 M $Ca(H_2PO_4)_2$ Ext. , Turbidimetic method
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	Bray II method
ไนโตรเจนทั้งหมด	Kjeldahl method (จำเป็น, 2547)

3.3.5 การวิเคราะห์ธาตุอาหารในต้นข้าวโพดหวาน

นำตัวอย่างข้าวโพดหวานมากำจัดสิ่งปนเปื้อน โดยการล้างด้วยน้ำประปา และน้ำกลั่นตามลำดับ และซับให้แห้งด้วยผ้าขาวบางที่สะอาด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้ละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 20-40 เมช เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืช ได้แก่วิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl method ปริมาณของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน โดยการย่อยตัวอย่างพืชด้วยกรดผสมไนตริกและเปอร์คลอริก (3:1v/v) วิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยวิธี Yellow molybdovanadophosphoric acid method สำหรับโพแทสเซียมวิเคราะห์ด้วย Flame photometer ส่วนแคลเซียม และแมกนีเซียม นำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer และกำมะถันวิเคราะห์ด้วย UV–Visible Spectrophotometer (จำเป็น, 2547)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลการศึกษาในแต่ละการทดลอง เช่น ข้อมูลสมบัติทางเคมีของดิน ข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช และข้อมูลความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างทางสถิติของแต่ละสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาผลการใช้กากขี้แป้งจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้นเพื่อใช้เป็นวัสดุปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของชุดดินบ้านทอน ได้ทำการเก็บตัวอย่างชุดดินบ้านทอนจากบริเวณหาดแก้ว อ.สิงหนคร จ.สงขลา และเก็บตัวอย่างกากขี้แป้งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นขององค์การสวนยาง อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช นำมาศึกษาสมบัติทางเคมี มีผลการศึกษาดังนี้

1. สมบัติทางเคมีเบื้องต้นของชุดดินบ้านทอน

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีบางประการของชุดดินบ้านทอน พบว่า เป็นดินกรดปานกลาง มีค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 5.64 ไม่มีปัญหาเรื่องความเค็ม โดยมีค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) เท่ากับ 0.12 dSm^{-1} มีปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมาก (ตารางที่ 4) นอกจากนี้ชุดดินบ้านทอนยังมีลักษณะทางกายภาพไม่ดีเพราะเป็นดินทรายจัด มีการระบายน้ำและอากาศดีเกินไป ซึ่งจากสมบัติทางเคมีดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารและปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้เหมาะสมก่อนนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเพาะปลูกพืช

2. สมบัติทางเคมีเบื้องต้นของกากขี้แป้ง

สมบัติทางเคมีบางประการของกากขี้แป้งช่วงอายุ 1 – 2 ปี พบว่า มีค่าปฏิกิริยาดินเท่ากับ 7.65 มีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชสะสมอยู่ เนื่องจากมีการเติมแอมโมเนียในน้ำยางสดก่อนนำมาเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำยางข้น โดยก่อนปั่นแยกได้มีการเติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟตเพื่อตกตะกอนแมกนีเซียม จึงอาจเป็นแหล่งธาตุอาหารที่สะสมในกากขี้แป้งที่มีประโยชน์กับพืชได้ แต่การนำกากขี้แป้งมาใช้ในการเพาะปลูกยังมีข้อจำกัดเรื่องความเค็ม เนื่องจากมีค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำเท่ากับ 13.96 dSm^{-1} ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมาก อาจเป็นอันตรายต่อรากพืชเพราะจะเกิดกระบวนการ reverse osmosis (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีบางประการของชุดดินบ้านทอนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร

สมบัติทางเคมี	ปริมาณ
ปฏิกิริยาดิน (1:5, ดิน:น้ำ)	5.64
ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (1:5, ดิน:น้ำ) (dSm^{-1})	0.12
อินทรียวัตถุ (gkg^{-1})	5.28
ไนโตรเจนทั้งหมด (gkg^{-1})	0.58
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ($mgkg^{-1}$)	1.69
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($cmol_ckg^{-1}$)	0.02
กำมะถันที่เป็นประโยชน์ ($mgkg^{-1}$)	0.25
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($cmol_ckg^{-1}$)	8.98
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($cmol_ckg^{-1}$)	3.29
เหล็ก ($mgkg^{-1}$)	35.00
แมงกานีส ($mgkg^{-1}$)	0.67
สังกะสี ($mgkg^{-1}$)	0.18

ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมีบางประการของกากขี้แป้ง (ช่วงอายุ 1 – 2 ปี)

สมบัติทางเคมี	ปริมาณ
ปฏิกิริยาดิน (1:5,ดิน:น้ำ)	7.65
ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (1:5,ดิน:น้ำ) (dSm^{-1})	13.96
ไนโตรเจนทั้งหมด (gkg^{-1})	89.10
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (gkg^{-1})	91.00
โพแทสเซียมทั้งหมด (gkg^{-1})	0.90
แคลเซียมทั้งหมด (gkg^{-1})	4.00
แมกนีเซียมทั้งหมด (gkg^{-1})	71.00
กำมะถันทั้งหมด (gkg^{-1})	0.17
เหล็กทั้งหมด ($mgkg^{-1}$)	229.00
แมงกานีสทั้งหมด ($mgkg^{-1}$)	57.70
สังกะสีทั้งหมด ($mgkg^{-1}$)	4,447.00

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีเบื้องต้นของชุดดินบ้านทอนและกากขี้แป้งที่แสดงในตารางที่ 4 และ 5 แสดงให้ทราบว่าชุดดินบ้านทอนเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชต่ำมาก ประกอบกับมีลักษณะทางกายภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่วนกากขี้แป้งมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชสะสมอยู่ในปริมาณที่สูงกว่า ดังนั้นกากขี้แป้งน่าจะมีศักยภาพในการนำมาผสมกับชุดดินบ้านทอนเพื่อนำมาปลูกพืช อย่างไรก็ตามการใช้กากขี้แป้งมีข้อจำกัดเรื่องความเค็ม จึงอาจมีปัญหาเมื่อนำไปใช้ปลูกพืช จึงมีการศึกษาเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของกากขี้แป้งที่ผสมกับดินเพื่อการปลูกพืช ผลการศึกษามีดังนี้

1. การศึกษาเพื่อหาสัดส่วนของกากขี้แป้งผสมกับดินที่เหมาะสมเพื่อการปลูกข้าวโพดหวาน

1.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน

ผลการศึกษาเพื่อหาสัดส่วนของกากขี้แป้งที่ผสมกับชุดดินบ้านทอนและทำให้ข้าวโพดหวานสามารถเจริญเติบโตได้ดี โดยการใส่กากขี้แป้งในอัตรา 0.1, 0.2 , 0.3 , 0.5 , 1.0 , 1.5 และ 2.0 % (w/w) ผสมกับชุดดินบ้านทอนแล้วปลูกข้าวโพดหวานเป็นพืชทดสอบ พบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมของกากขี้แป้งผสมชุดดินบ้านทอนที่ทำให้ข้าวโพดหวานเจริญเติบโตสูงสุดอยู่ประมาณ 0.2 % (w/w) โดยมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 71.50 เซนติเมตร (อายุ 6 สัปดาห์) ในขณะที่ส่วนสูงของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินบ้านทอนโดยไม่ใส่กากขี้แป้ง (ควบคุม) ข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยเพียง 30.33 เซนติเมตร และหากเพิ่มสัดส่วนของกากขี้แป้งเป็น 0.5 % (w/w) ข้าวโพดหวานไม่สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ (ตารางที่ 6) จากการเก็บข้อมูลด้านความสูงของต้นข้าวโพดหวานทุก 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า

สัปดาห์ที่ 1 พบว่าสิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้ง 0.1 % (w/w) ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด และไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้ง 0.2, 0.3, 0.5 % (w/w) และสิ่งทดลองควบคุม แต่มากกว่าสิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้ง 1.0, 1.5 และ 2.0 % (w/w) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 6)

สัปดาห์ที่ 2 และ 3 พบว่า สิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้ง 0.1 % (w/w) ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้ง 0.2 และ 0.3 % (w/w) และสิ่งทดลองควบคุม แต่มากกว่าสิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้ง 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 % (w/w) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จะสังเกตุได้ว่าความสูงของข้าวโพดหวานเริ่มมีแนวโน้มลดลงเมื่อผสมกากขี้แป้ง 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 % (w/w) (ตารางที่ 6)

สัปดาห์ที่ 4, 5 และ 6 พบว่า สิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้ง 0.1 % (w/w) ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้ง 0.2 และ 0.3 % (w/w) และมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนสิ่งทดลองดินผสมกากขี้แป้ง 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 % (w/w) ต้นข้าวโพดหวานตายทุกต้น (ตารางที่ 6)

และจากการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดหวานจะสังเกตุได้ว่าต้นข้าวโพดหวานจะเจริญเติบโตได้เมื่อผสมกากขี้แป้ง 0.1, 0.2 และ 0.3 % (w/w) แต่ความสูงของข้าวโพดหวานมีแนวโน้มลดลงเมื่อผสมกากขี้แป้ง 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 % (w/w) จนเมื่อถึงสัปดาห์ที่ 4 ต้นข้าวโพดหวานตายทั้งหมด ซึ่งอาจเกิดมาจากค่าการนำไฟฟ้ากากขี้แป้งมีค่าสูงมาก กากขี้แป้งจึงไปเพิ่มความเค็มให้แก่ดินจนเกิดกระบวนการ reverse osmosis ทำให้ต้นข้าวโพดหวานตาย (ตารางที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับ นิทัศน์ และชัยรัตน์ (2549) ที่รายงานว่าในกากขี้แป้งมีความเค็มสูงเมื่อใส่ในปริมาณมากทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ได้ Bandyopadhyay (1998) อ้างโดยสดุดี (2532)ได้ทำการปลูกข้าว พบว่าเมื่อระดับความเค็มเพิ่มสูงขึ้นทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ อัตราการสังเคราะห์แสง และประสิทธิภาพในการใช้น้ำลดลง Soldatini และ Bonicoli (1998) อ้างโดยสดุดี (2532) ศึกษาผลความเค็มต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน พบว่าความเค็มทำให้จำนวนขนาดและปากใบลดลงส่งผลกระทบต่อการคายน้ำของข้าวโพดหวาน Rabie และ Kumazawa (1998) ศึกษาผลความเค็มต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง พบว่าประสิทธิภาพในการผลิตฝักถั่วเหลืองจะลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นในช่วงเริ่มติดฝัก ติดเมล็ด และช่วงสะสมอาหารในเมล็ด Babu และคณะ (1987) ทดลองปลูกฝ้ายที่มีค่าการนำไฟฟ้า 4, 6 และ 8 dSm^{-1} พบว่าเมื่อระดับความเค็มเพิ่มสูงขึ้นทำให้ความสูงของต้น ผลผลิตเมล็ดฝ้าย และความยาวของใบฝ้ายจะลดลง จากการทดลองนี้แสดงว่าสามารถนำกากขี้แป้งมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ แต่จะต้องระมัดระวังในการใส่กากขี้แป้งจะต้องใส่ไม่มากเกินไป และเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวานอายุ 6 สัปดาห์ก็ให้ผลลักษณะเดียวกับความสูง โดยพบว่าต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง 0.2 % (w/w) มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวานสูงที่สุด และมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ความสูงของต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

กากขี้แป้ง % (w/w)	ความสูง (เซนติเมตร)					
	1	2	3	4	5	6
0	7.83^{a}	9.66^{bc}	10.83^{b}	15.33^{b}	17.66^{b}	30.33^{b}
0.1	8.56^{a}	12.86^{a}	20.50^{a}	28.83^{a}	37.50^{a}	69.00^{a}
0.2	8.46^{a}	11.00^{ab}	18.33^{a}	26.33^{a}	35.50^{a}	71.50^{a}
0.3	7.63^{a}	11.66^{a}	19.16^{a}	27.00^{a}	35.00^{a}	61.33^{a}
0.5	6.96^{b}	7.76^{cd}	8.83^{bc}	-	-	-
1.0	3.73^{b}	5.00^{de}	5.50^{c}	-	-	-
1.5	4.16^{b}	4.66^{e}	5.16^{c}	-	-	-
2.0	4.50^{b}	5.60^{de}	5.83^{c}	-	-	-
F-test	*	**	**	**	**	**
C.V. (%)	23.62	16.84	17.32	10.25	8.54	13.60

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT), * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 7 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

กากขี้แป้ง % (w/w)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
0	16.80±0.76^{d}	1.45±0.10^{c}
0.1	90.29±10.66^{b}	14.13±1.44^{b}
0.2	124.39±7.04^{a}	17.66±2.18^{a}
0.3	74.42±16.00^{c}	16.04±4.67^{ab}
F-test	**	**
C.V. (%)	8.48	8.73

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ควบคุม	ดินผสมกากขี้แป้ง 0.1 % (w/w)	ดินผสมกากขี้แป้ง 0.2 % (w/w)	ดินผสมกากขี้แป้ง 0.3 % (w/w)	ดินผสมกากขี้แป้ง 0.5 % (w/w)

รูปที่ 1 ความสูงของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

1.2 สมบัติทางเคมีบางประการ และปริมาณธาตุอาหารในดินผสมกากขี้แป้งก่อน และหลังปลูกพืชทดลอง

เมื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินพบว่าการใส่กากขี้แป้งในดินทำให้ค่าปฏิกิริยาดิน ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินก่อนปลูกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระดับกากขี้แป้งที่เพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 8) ซึ่งสอดคล้องกับอรวรรณและคณะ (2552) รายงานว่าเมื่อใส่กากขี้แป้งในดินเพื่อการเพาะชำกล้ายางชำถุงทำให้ค่าปฏิกิริยาดิน ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในดินเพิ่มสูงขึ้น แต่หลังปลูกข้าวโพดหวานเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าดินที่ผสมกากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 ถึง 0.3 % (w/w) มีค่าปฏิกิริยาดินในดินหลังปลูกเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากในกากขี้แป้งได้มีการปลดปล่อยธาตุที่มีประจุบวกที่เป็นด่าง เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ลงสู่ดินทำให้ค่าปฏิกิริยาดินในดินก่อนปลูกเพิ่มสูงขึ้น ส่วนค่าการนำไฟฟ้ามีค่าลดลงทุกสิ่งทดลอง แต่ที่สัดส่วน 0.1 ถึง 0.3 % (w/w) จะลดลงมากกว่าที่สัดส่วน 0.5 ถึง 2.0 % (w/w) ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณเกลือที่อยู่ในสารละลายดิน ค่าการนำไฟฟ้าหลังปลูกลดลงเกิดจากเกลือที่อยู่ในสารละลายดินถูกชะล้าง สำหรับแคตไอออนส่วนมากที่เป็นองค์ประกอบของเกลือ คือ แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารพืช ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากพืชดูดไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งในการศึกษานี้ปริมาณโพแทสเซียมในดินหลังปลูก

ในสิ่งทดลองที่พืชทดลองไม่ตายจะลดลงมาก เป็นผลให้ค่าการนำไฟฟ้าลดลงมากเช่นกัน ส่วนปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากในช่วงดังกล่าวข้าวโพดหวานมีการเจริญเติบโตจึงมีการดูดใช้ธาตุอาหารเหล่านี้ไปจากดิน

ตารางที่ 8 สมบัติทางเคมีบางประการ และปริมาณธาตุอาหารในดินผสมกากขี้แป้งก่อนและหลังปลูก

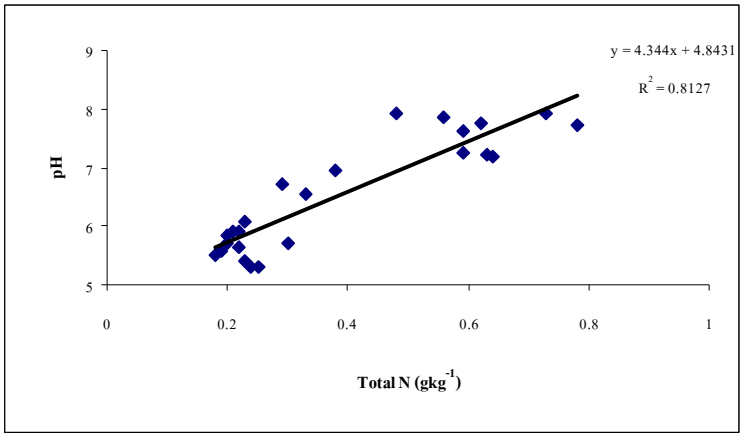
กากขี้แป้ง % (w/w)	ค่าปฏิกิริยาดิน (ดิน : น้ำ ; 1 : 5)		ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (ดิน : น้ำ ; 1 : 5) (dSm^{-1})		ไนโตรเจนทั้งหมด (gkg^{-1})		ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ($mgkg^{-1}$)		โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($cmol_c kg^{-1}$)	
	ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
0	5.26 ± 0.08^{f}	6.78 ± 0.02^{ab}	0.33 ± 0.04^{f}	0.14 ± 0.01^{c}	0.14 ± 0.00^{c}	0.12 ± 0.01^{d}	0.04 ± 0.00^{f}	0.03 ± 0.00^{f}	0.30 ± 0.03^{d}	0.15 ± 0.02^{d}
0.1	5.57 ± 0.03^{e}	6.70 ± 0.02^{b}	0.93 ± 0.04^{e}	0.09 ± 0.00^{c}	0.19 ± 0.01^{c}	0.13 ± 0.01^{d}	1.12 ± 0.09^{ef}	0.80 ± 0.07^{ef}	0.60 ± 0.00^{cd}	0.19 ± 0.03^{d}
0.2	5.75 ± 0.04^{e}	6.64 ± 0.02^{b}	1.29 ± 0.11^{de}	0.16 ± 0.01^{c}	0.23 ± 0.03^{c}	0.12 ± 0.00^{d}	1.91 ± 0.14^{de}	1.22 ± 0.31^{ef}	0.73 ± 0.10^{cd}	0.26 ± 0.01^{d}
0.3	5.97 ± 0.06^{d}	6.43 ± 0.09^{c}	1.27 ± 0.02^{de}	0.12 ± 0.02^{c}	0.22 ± 0.00^{c}	0.12 ± 0.00^{d}	2.74 ± 0.39^{d}	1.97 ± 0.23^{e}	0.72 ± 0.10^{cd}	0.28 ± 0.01^{d}
0.5	6.74 ± 0.11^{c}	5.80 ± 0.13^{d}	1.57 ± 0.07^{cd}	1.15 ± 0.11^{b}	0.33 ± 0.02^{bc}	0.41 ± 0.02^{c}	5.13 ± 0.38^{c}	7.19 ± 1.10^{d}	1.09 ± 0.24^{bc}	1.14 ± 0.05^{c}
1.0	7.22 ± 0.01^{b}	6.12 ± 0.21^{cd}	1.93 ± 0.18^{bc}	1.74 ± 0.27^{b}	0.64 ± 0.07^{ab}	0.71 ± 0.06^{b}	9.82 ± 0.58^{b}	10.56 ± 1.03^{c}	1.40 ± 0.07^{b}	2.10 ± 0.11^{b}
1.5	7.74 ± 0.06^{a}	6.35 ± 0.08^{bc}	2.08 ± 0.11^{b}	1.78 ± 0.39^{b}	0.68 ± 0.06^{a}	0.78 ± 0.06^{b}	9.24 ± 0.71^{b}	14.67 ± 0.52^{b}	1.50 ± 0.01^{b}	2.71 ± 0.13^{a}
2.0	7.86 ± 0.05^{a}	7.17 ± 0.02^{d}	3.07 ± 0.30^{a}	2.50 ± 0.30^{a}	0.94 ± 0.27^{b}	0.94 ± 0.10^{a}	11.29 ± 0.51^{a}	17.36 ± 0.27^{a}	2.19 ± 0.33^{a}	2.53 ± 0.32^{a}
F-test	**	**	**	**	*	*	**	*	*	*
C.V. (%)	1.82	3.70	28.20	27.20	27.92	20.76	14.27	15.19	28.90	19.78

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

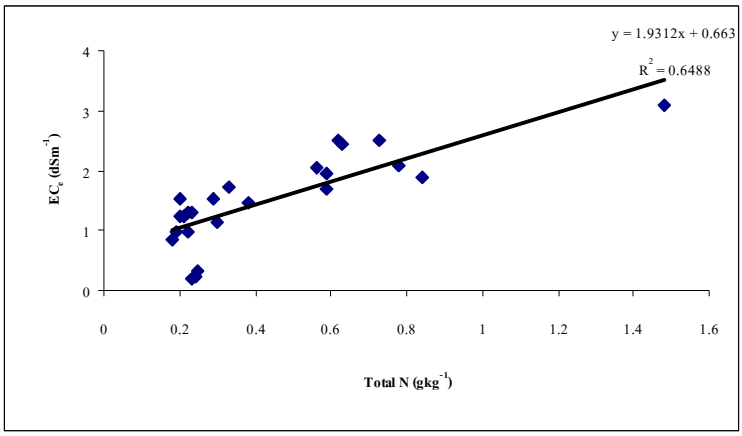
1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีบางประการของดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูกพืชทดลอง

1.3.1.ไนโตรเจน

ในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีกรรมวิธีในการเตรียมน้ำยางสดโดยมีการรักษาสภาพน้ำยางสดโดยมีการเติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) เพื่อตกตะกอนแมกนีเซียมเนื่องจากปริมาณแมกนีเซียมที่มีอยู่มากในน้ำยางจะมีผลต่อคุณภาพของน้ำยางจากการเติมไดแอมโมเนียมฟอสเฟตส่งผลให้แอมโมเนียในกากขี้แป้งมีปริมาณสูง ซึ่งมีผลให้ปฏิกิริยาดินในกากขี้แป้งสูงและทำให้ปฏิกิริยาดินของดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกากขี้แป้งในระดับค่อนข้างสูงมาก (R^2=0.8127) (รูปที่ 2) โดยค่าปฏิกิริยาดินของดินผสมก่อนปลูกเพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกากขี้แป้งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการควบคุมปฏิกิริยาดินของดินผสมก่อนปลูก และการที่ปฏิกิริยาดินของดินผสมก่อนปลูกเพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด แสดงว่าไนโตรเจนทั้งหมดของกากขี้แป้งที่ผสมลงไปส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในรูปของแอมโมเนียม ซึ่งเมื่อแอมโมเนียมละลายน้ำให้ NH_4OH ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างทำให้ค่าปฏิกิริยาดินของดินผสมก่อนปลูกเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นด้วย จากการศึกษายังพบว่าความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำกับไนโตรเจนทั้งหมดในระดับปานกลาง – สูง (R^2=0.5963) (รูปที่ 3) ซึ่งแสดงว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของกากขี้แป้งมีอิทธิพลพอสมควรในการควบคุมค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสมก่อนปลูก เนื่องจากแอมโมเนียมที่ปลดปล่อยมาจากกากขี้แป้งไปเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำให้แก่ดินผสมก่อนปลูกนั้นเอง



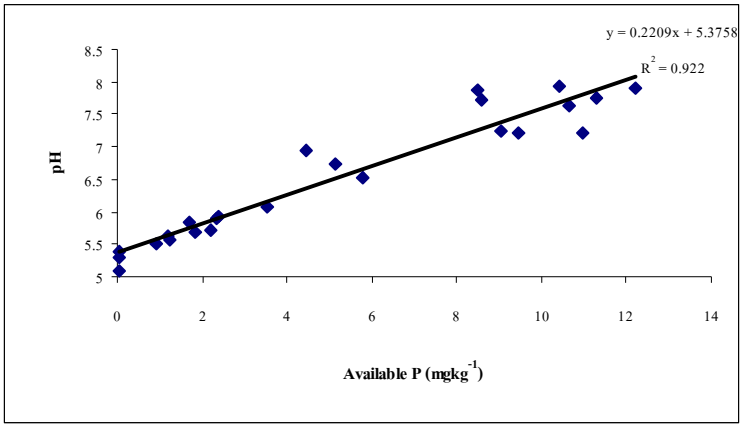
รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนทั้งหมด และค่าปฏิกิริยาดินในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก



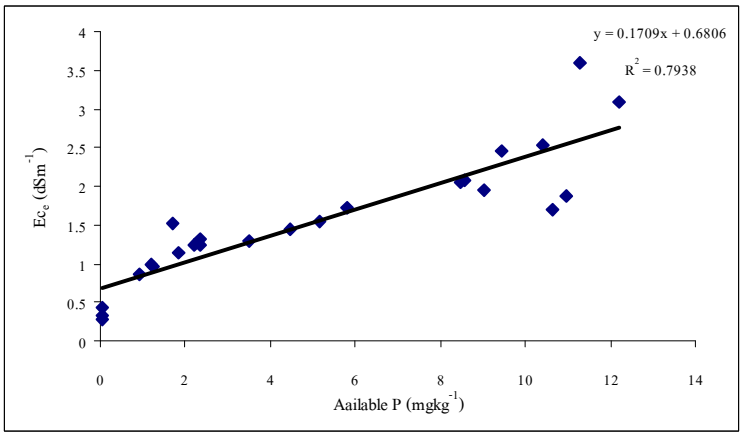
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนทั้งหมด และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก

1.3.2.ฟอสฟอรัส

จากการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์เชิงบวกระดับสูงมาก (R^2 =0.922) (รูปที่ 4) ระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับปฏิกิริยาดินของดินผสมก่อนปลูกซึ่งแสดงว่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ส่วนใหญ่ในกากขี้แป้งส่วนใหญ่อยู่ในรูปแอมโมเนียมหรือไดแอมโมเนียมฟอสเฟต แอมโมเนียมทำให้ดินมีปฏิกิริยาดินสูงขึ้น ส่วนออโธฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับแมกนีเซียมในกากขี้แป้ง จึงทำให้พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับค่าปฏิกิริยาดิน สำหรับสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ มีความสัมพันธ์เชิงบวกค่อนข้างสูงเช่นกัน (R^2=0.7938) (รูปที่ 5) กล่าวคือเมื่อค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสมก่อนปลูกเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากปริมาณฟอสฟอรัสที่ปลดปล่อยมาจากกากขี้แป้งได้ไปเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำให้กับดินผสมก่อนปลูกได้



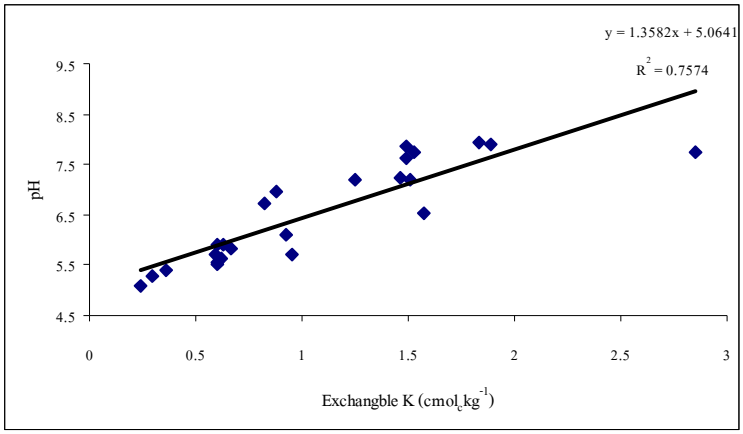
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และค่าปฏิกิริยาดินในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก



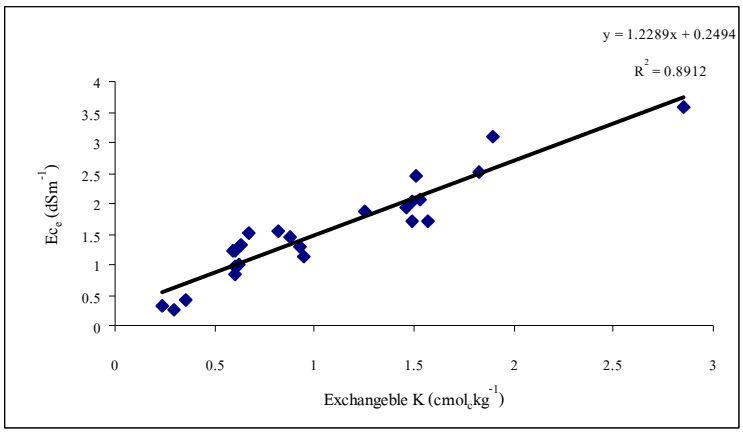
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก

1.3.3.โพแทสเซียม

ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ กับปฏิกิริยาดิน และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสมมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกระดับสูง R^2=0.7574 และ R^2=0.8912 รูปที่ 6 และรูปที่ 7 ตามลำดับ ซึ่งเป็นลักษณะเช่นเดียวกับลักษณะความสัมพันธ์ระหว่าง ไนโตรเจนทั้งหมด และ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับปฏิกิริยาดิน และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ อย่างไรก็ตามปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีอยู่ในกากขี้แป้งมีอยู่ในปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในกากขี้แป้ง (ตารางที่ 5) ดังนั้นปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในกากขี้แป้งจึงมีอิทธิพลไม่มากในการควบคุมปฏิกิริยาดินและค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสมก่อนปลูก



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และค่าปฏิกิริยาดินในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูก

2. การศึกษาหาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้ข้าวโพดหวานเจริญเติบโต

2.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน

จากการศึกษาหาสัดส่วนของกากขี้แป้งที่ผสมกับชุดดินบ้านทอน และทำให้ข้าวโพดหวานสามารถเจริญเติบโตได้ พบว่า การใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1, 0.2 และ 0.3 % (w/w) สามารถทำให้ข้าวโพดหวานสามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่เมื่อใส่กากขี้แป้งในสัดส่วนเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 % (w/w) ไม่สามารถทำให้ต้นข้าวโพดหวานเจริญเติบโตได้ เนื่องจากกากขี้แป้งมีข้อจำกัดเรื่องความเค็ม นอกจากนี้จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าเมื่อใส่กากขี้แป้งลงในดินจะพบว่าต้นข้าวโพดหวานมีอาการขาดแคลเซียม คือข้าวโพดหวานแสดงอาการใบหงิกงอในใบอ่อน เนื่องจากในกากขี้แป้งมีปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมในสัดส่วนที่ไม่สมดุลกัน โดยในกากขี้แป้งมีปริมาณแมกนีเซียม 7.11% และมีแคลเซียม 0.40% ทำให้เมื่อใส่ลงไปในดินแมกนีเซียมจะไปยับยั้งการดูดใช้แคลเซียมจึงทำให้ข้าวโพดหวานดูดใช้แคลเซียมได้น้อย จึงทำให้ต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินผสมแสดงอาการขาดแคลเซียม ทำให้ปลายใบของยอดอ่อนม้วนตัว และจากการทดลองเบื้องต้นได้ทำการใส่ $CaCl_2$ ลงไปในดินเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวและพบว่า $CaCl_2$ ที่ใส่ลงไปแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ดังนั้นการทดลองนี้ได้มีการใส่ยิปซั่ม ($CaSO_2.2H_2O$) ลงไปในการทดลองเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลเซียมในดินเนื่องมาจากการใส่กากขี้แป้ง เพราะยิปซัมมีราคาถูก และหาซื้อได้ง่ายกว่า $CaCl_2$ ดังนั้นจึงได้เพิ่มแคลเซียมในดินโดยการใส่ยิปซั่มร่วมด้วย และเนื่องจากชุดดินบ้านทอนเป็นดินทรายจัด มีลักษณะทางกายภาพไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช และมี

ปริมาณธาตุอาหารพืชน้อย จึงจำเป็นต้องมีการใส่วัสดุปรับปรุงดินร่วมด้วยเพื่อช่วยปรับโครงสร้างและเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเมื่อวัสดุเหล่านี้สลายตัวนอกจากนั้นวัสดุปลูกยังช่วยดูดความเค็มของกากขี้แป้งที่ใส่ลงไปด้วย ดังนั้นในการศึกษาขั้นตอนต่อไปจึงได้เลือกใช้วัสดุปรับปรุงดินที่มีอยู่ในท้องถิ่น 3 ชนิด ได้แก่ แกลบ แกลบเผา และขุยมะพร้าว โดยใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 % (w/w) ผสมชุดดินบ้านทอนร่วมกับวัสดุแต่ละชนิด สัดส่วน 8 % (w/w) และยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง แล้วปลูกข้าวโพดหวานเป็นพืชทดสอบ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ จากการเก็บข้อมูลด้านความสูงของต้นข้าวโพดหวานทุก 1 สัปดาห์ พบว่า การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานทุกสิ่งทดลองที่มีการใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุปลูกทำให้ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติข้าวโพดหวานจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อใส่กากขี้แป้งเพิ่มขึ้น โดยสิ่งทดลองที่ผสมกากขี้แป้ง 0.3 % (w/w) ร่วมกับแกลบเผาทำให้ข้าวโพดหวานมีความสูงมากที่สุดคือ 85.66 เซนติเมตร (ตารางที่ 7) และความสูงของข้าวโพดหวานมีแนวโน้มลดลงเมื่อใส่กากขี้แป้งมากกว่า 0.3 % (w/w) ซึ่งอาจเกิดจากการใส่กากขี้แป้งในปริมาณมากจะไปเพิ่มความเค็มให้แก่ดิน ทำให้การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานลดลง สำหรับสิ่งทดลองที่ใส่วัสดุปลูก (แกลบ,แกลบเผา และขุยมะพร้าว)โดยไม่ใส่กากขี้แป้ง (สิ่งทดลองที่ 3, 7 และ 11) จะมีความสูงของข้าวโพดหวานเพียง 56.33, 32.00 และ 14.00 เซนติเมตร ซึ่ง สิ่งทดลองที่ผสมกากขี้แป้ง 0.3 % (w/w) ร่วมกับแกลบมีความสูงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการเก็บข้อมูลความสูงในแต่ละสัปดาห์พบว่า

สัปดาห์ที่ 1 สิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่4) มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผาใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 9) ส่วนสิ่งทดลองควบคุมมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด

สัปดาห์ที่ 2 พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 4) มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 5) กลุ่มผสมขุยมะพร้าวใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.5 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 14) ส่วนสิ่งทดลองควบคุมมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด

สัปดาห์ที่ 3 พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 4) มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองควบคุมมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด

สัปดาห์ที่ 4 พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 4) มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 5), กลุ่มผสมแกลบเผาใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 8), และกลุ่มผสมขุยมะพร้าวใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.3 และ 0.5 % (w/w)

(สิ่งทดลองที่ 13 และ 14) ส่วนสิ่งทดลองควบคุมมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มผสมขุยมะพร้าวร่วมกับยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง (สิ่งทดลองที่ 11)

สัปดาห์ที่ 5 พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่4) มีความสูงเฉลี่ยมาก กลุ่มผสมขุยมะพร้าวร่วมกับยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง (สิ่งทดลองที่11) มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองควบคุม

สัปดาห์ที่ 6 พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผาใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 9) มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 และ 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่4 และ 5) กลุ่มผสมขุยมะพร้าวใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.5 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 14) ส่วนสิ่งทดลองควบคุมมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดและไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มผสมขุยมะพร้าวร่วมกับยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง (สิ่งทดลองที่ 11)

ตารางที่ 9 ความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวาน (อายุ 6 สัปดาห์) ที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้งและวัสดุปลูกชนิดต่างๆในสัดส่วนต่างๆ

สิ่งทดลอง	กากขี้แป้ง % (w/w)	ความสูงต้นข้าวโพดหวาน (เซนติเมตร)						น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
		สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	(กรัม)	(กรัม)
1	Control	8.00^{e}	9.00^{i}	10.00^{e}	12.00^{e}	12.83^{e}	14.00^{e}	2.57^{d}	0.44^{e}
2	G	10.00^{de}	11.50^{ghi}	12.16^{de}	13.00^{e}	14.83^{e}	16.33^{e}	3.00^{d}	0.47^{e}
3	H + G	12.00^{cd}	13.50^{efg}	26.00^{bc}	31.66^{c}	40.00^{c}	56.33^{c}	144.04^{c}	23.61^{c}
4	H + G + S 0.1 % (w/w)	18.00^{a}	19.33^{a}	33.00^{a}	40.66^{a}	63.00^{a}	83.00^{a}	271.62^{a}	29.01^{bc}
5	H + G + S 0.3 % (w/w)	13.00^{bcd}	17.83^{ab}	26.00^{bc}	35.66^{abc}	53.33^{b}	74.00^{ab}	291.39^{a}	31.65^{a}
6	H + G + S 0.5 % (w/w)	13.00^{bcd}	15.16^{cdef}	24.33^{bc}	33.33^{bc}	40.00^{c}	58.66^{c}	184.39^{ab}	24.15^{bc}
7	BH + G	10.00^{de}	10.83^{hi}	15.66^{d}	20.00^{d}	25.66^{d}	32.00^{d}	21.91^{d}	2.13^{e}
8	BH + G + S 0.1 % (w/w)	13.00^{cd}	14.16^{def}	24.00^{c}	35.66^{abc}	45.33^{bc}	61.66^{bc}	128.93^{c}	17.28^{d}
9	BH+ G + S 0.3 % (w/w)	16.00^{ab}	15.66^{bcde}	25.66^{bc}	35.00^{abc}	49.33^{bc}	85.66^{a}	249.04^{ab}	23.18^{bcd}
10	BH+ G + S 0.5 % (w/w)	12.00^{cd}	14.66^{cdef}	22.66^{c}	30.00^{c}	41.33^{c}	57.00^{c}	181.23^{bc}	21.18^{cd}
11	CF+ G	8.16^{e}	9.33^{i}	10.33^{e}	11.33^{e}	12.50^{e}	14.00^{e}	2.84^{d}	0.19^{e}
12	CF+ G + S 0.1 % (w/w)	10.33^{cde}	12.66^{fgh}	14.00^{de}	16.33^{de}	17.66d^{e}	28.66^{de}	12.49^{d}	1.57^{e}
13	CF+ G + S 0.3 % (w/w)	12.83^{cd}	16.66^{bcd}	25.66^{bc}	35.00^{abc}	45.66^{bc}	66.33^{bc}	178.86^{bc}	18.29^{cd}
14	CF+ G + S 0.5 % (w/w)	13.33^{bc}	17.16^{abc}	28.66^{b}	38.66^{ab}	49.66^{b}	71.00^{abc}	276.92^{a}	21.52^{bc}
	F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
	C.V. (%)	11.69	10.18	10.97	11.98	9.08	5.47	32.43	21.49

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

สำหรับการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดหวานจะสังเกตุได้ว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเมื่อใส่กากขี้แป้งปริมาณเพิ่มสูงขึ้นทำให้ความสูงของต้นข้าวโพดหวานมีแนวโน้มลดลง สิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผาต้นข้าวโพดหวานมีแนวโน้มสูงขึ้นแต่เมื่อเพิ่มกากขี้แป้งเป็น 0.5 % (w/w) ทำให้ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงลดลง เมื่อพิจารณาจากค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ พบว่าในดินผสมหลังปลูกนั้น กลุ่มผสมแกลบและแกลบเผาจะมีค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำเพิ่มสูงขึ้นเมื่อใส่กากขี้แป้งปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ส่วนกลุ่มผสมขุยมะพร้าวต้นข้าวโพดหวานมีแนวโน้มสูงขึ้นแต่มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่นเนื่องจากมีค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ สูงมากกว่าวัสดุชนิดอื่นทำให้เกิดความเค็มแก่ดินประกอบกับในกากขี้แป้งมีความเค็มค่อนข้างสูงอยู่แล้วจึงทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานลดลง และเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวาน พบว่าต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกในสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 5) มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวานสูงที่สุด และมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รูปที่ 8 อาการไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชในต้นข้าวโพดหวาน

2.2 ค่าปฏิกิริยาดิน และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ของดินผสมกากขี้แป้งและวัสดุปลูก ในดินก่อนและหลังปลูกพืชทดลอง

จากการศึกษาค่าปฏิกิริยาดินของดินผสมก่อนและหลังปลูก (ตารางที่ 10) พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบ สิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผา และสิ่งทดลองกลุ่มผสมขุยมะพร้าว โดยค่าปฏิกิริยาดินเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณของกากขี้แป้งที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทั้ง 3 ชนิด พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผาจะมีค่าปฏิกิริยาของดินผสมสูงที่สุด เนื่องจากในแกลบเผาจะมีองค์ประกอบออกไซด์ของธาตุอาหารพืชเช่นโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมผสมอยู่ เมื่อถูกทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้ไฮดรอกไซด์ของธาตุเหล่านี้ปะปนอยู่จึงเป็นผลให้ค่าปฏิกิริยาดินของดินผสมสูงกว่ากลุ่มผสมขุยมะพร้าว และแกลบ และจากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสม (ตารางที่ 10) พบว่า ในดินผสมก่อนปลูกมีค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ เพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณกากขี้แป้งที่ใส่ และหลังปลูกข้าวโพดหวานค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสมลดลง เนื่องจากวัสดุที่ผสมลงไปมีการดูดซับความเค็ม สำหรับแคตไอออนส่วนมากที่เป็นองค์ประกอบของเกลือ คือ แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารพืช ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากพืชดูดไปใช้ในการเจริญเติบโตเป็นผลให้ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำลดลงโดยเฉพาะสิ่งทดลองที่ข้าวโพดหวานเจริญเติบโตได้ดี

ตารางที่ 10 แสดงสมบัติทางเคมีในดินผสมกากขี้แป้งในอัตราต่างๆร่วมกับวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ก่อนและหลังปลูกข้าวโพดหวาน

สิ่งทดลอง	สิ่งทดลอง	ค่าปฏิกิริยาดิน (ดิน : น้ำ ; 1 : 5)		ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (ดิน : น้ำ ; 1 : 5) (dSm^{-1})	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	Control	5.65 ±0.01^{f}	5.82±0.16^{c}	0.40±0.04^{e}	0.19±0.02^{f}
2	G	4.86 ±0.08^{g}	5.38±0.03^{d}	3.28±0.24^{cd}	0.51±0.02^{ef}
3	H + G	5.53±0.14^{f}	5.47±0.00^{d}	3.55±0.48^{bcd}	1.44±0.25^{cdef}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	5.65±0.10^{f}	5.81±0.08^{c}	5.65±0.61^{ab}	1.27±0.17^{cdef}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	5.99±0.10^{ef}	5.90±0.11^{c}	5.01±0.76^{abc}	1.82±0.75^{cdef}
6	H + G + S 0.5 %(w/w)	5.76±0.04^{de}	6.71±0.02^{ab}	6.20±0.98^{a}	2.42±0.40^{bcd}
7	BH + G	6.05±0.09^{cd}	6.26±0.13^{ab}	2.02±0.67^{de}	0.80±0.11^{def}
8	BH + G + S 0.1 %(w/w)	6.23±0.03^{bcd}	6.31±0.04^{ab}	2.29±1.56^{de}	0.74±0.24^{def}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	6.72±0.03^{a}	6.40±0.05^{a}	1.99±0.62^{de}	1.23±0.22^{cdef}
10	BH+ G + S 0.5 %(w/w)	6.92±0.06^{a}	6.24±0.07^{ab}	2.24±0.53^{de}	2.02±0.12^{bcde}
11	CF+ G	6.27±0.10^{bc}	6.85±0.09^{ab}	2.94±1.21^{cd}	3.54±1.51^{ab}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	6.03±0.05^{cd}	6.44±0.06^{a}	6.19±0.54^{a}	2.64±0.47^{bc}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	6.23±0.06^{bcd}	6.25±0.08^{ab}	5.42±0.29^{abc}	5.00±0.02^{a}
14	CF+ G + S 0.5 %(w/w)	6.42±0.03^{b}	6.04±0.05^{bc}	3.53±0.86^{de}	4.94±0.61^{ab}
	F-test	**	**	**	**
	C.V. (%)	2.28	2.45	32.40	29.58

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป

3. การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้งและวัสดุปลูกกับดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

3.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน

การปลูกข้าวโพดหวานในชุดดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งสัดส่วน 0, 0.05, 0.1, และ 0.3 % (w/w) ร่วมกับวัสดุปลูก 3 ชนิดได้แก่ แกลบหรือ แกลบเผา หรือขุยมะพร้าว สัดส่วน 8 % (w/w) และยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง เพื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดหวานในดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด คือ ดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 จากการเก็บข้อมูลด้านความสูงของต้นข้าวโพดหวานทุก 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าการใส่กากขี้แป้ง 0.1 % (w/w)ร่วมกับแกลบ ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดโดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 81.66 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสิ่งทดลองควบคุม

สัปดาห์ที่ 1 พบว่า ดินกระถาง 2 ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผา (สิ่งทดลองที่ 6, 7, 8, 9) และกลุ่มผสมขุยมะพร้าว (สิ่งทดลองที่ 11, 12 และ 13) แต่มากกว่าสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสมแกลบ (สิ่งทดลองที่2, 3, 4 และ 5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนดินกระถาง 1 ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด และไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองควบคุม

สัปดาห์ที่ 2 พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผาต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.05 และ 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 3 และ 4) และกลุ่มผสมขุยมะพร้าวใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 และ 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่12,13) แต่มากกว่าดินกระถาง 2 ส่วนสิ่งทดลองควบคุมต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด และไม่แตกต่างกับดินกระถาง 1

สัปดาห์ที่ 3 พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 4) ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผา (สิ่งทดลองที่7, 8 และ 9) และกลุ่มผสมขุยมะพร้าวใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.05 และ 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 11 และ 12) แต่มากกว่าสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.05 , 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 3 และ 5) , กลุ่มผสมขุยมะพร้าวใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 13) ดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนสิ่งทดลองควบคุมต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด

สัปดาห์ที่ 4 พบว่า ดินกระถาง 2 ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.05 และ 0.1 % (w/w) (สิ่ง

ทดลองที่ 3 และ 4) และกลุ่มผสมขุยมะพร้าวใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 12) แต่มากกว่าสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 5) กลุ่มผสมขุยมะพร้าวใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.05, 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 11 และ 13) ส่วนสิ่งทดลองควบคุมต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด และไม่แตกต่างกับดินกระถาง 1

สัปดาห์ที่ 5 พบว่า ดินกระถาง 2 ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 และ 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 4 และ 5) กลุ่มผสมแกลบเผาใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 8) แต่มากกว่าสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.05 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 3) กลุ่มผสมแกลบเผาใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.05 , 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 7 และ 9) กลุ่มผสมขุยมะพร้าว (สิ่งทดลองที่ 11, 12 และ 13) ส่วนดินกระถาง 1 ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด และไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองควบคุม

สัปดาห์ที่ 6 พบว่า ดินกระถาง 2 ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 และ 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 4 และ 5) กลุ่มผสมขุยมะพร้าวใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.1 และ 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 12 และ 13) แต่มากกว่าสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสมแกลบใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.3 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 5) กลุ่มผสมแกลบเผาใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0.05 % (w/w) (สิ่งทดลองที่ 7) กลุ่มผสมขุยมะพร้าว (สิ่งทดลองที่ 11, 12 และ 13) และสิ่งทดลองควบคุม ส่วนดินกระถาง 1 ต้นข้าวโพดหวานมีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด

จากการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวโพดหวานพบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมขุยมะพร้าวมีความสูงน้อยกว่ากลุ่มผสมแกลบ และแกลบเผาแต่ในช่วง 3 สัปดาห์แรก สิ่งทดลองแกลบ แกลบเผา และขุยมะพร้าวต้นข้าวโพดหวานจะมีความสูงมีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน และสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสมแกลบต้นข้าวโพดหวานจะมีความสูงเพิ่มมากขึ้นเมื่อใส่กากขี้แป้งเพิ่มขึ้น แต่เมื่อใส่กากขี้แป้ง 0.3% (w/w) ความสูงของต้นข้าวโพดหวานมีแนวโน้มลดลง เช่นเดียวกับกลุ่มผสมขุยมะพร้าว แต่ในสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผาต้นข้าวโพดหวานจะมีความสูงเพิ่มมากขึ้นเมื่อใส่กากขี้แป้งเพิ่มขึ้น แต่ในช่วง 3 สัปดาห์หลัง ทั้ง 3 วัสดุจะมีความสูงเพิ่มมากขึ้นเมื่อใส่กากขี้แป้งเพิ่มขึ้น แต่เมื่อใส่กากขี้แป้ง 0.3% (w/w) ความสูงของต้นข้าวโพดหวานมีแนวโน้มลดลง สำหรับดินกระถาง 2 ในช่วง 3 สัปดาห์แรก ความสูงของต้นข้าวโพดหวานจะไม่ค่อยดีเมื่อเข้าสู่ 3 สัปดาห์หลัง ความสูงของต้นข้าวโพดหวานกลับเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ดินกระถาง 1มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดทุกสัปดาห์ ซึ่งอาจเกิดจากดินกระถาง 1 มีค่าการนำไฟฟ้าที่สูง (ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำ = 3.08 dSm^{-1}) (ตารางที่ 15)

ตารางที่11 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อความสูงของต้นข้าวโพดหวาน

สิ่งทดลอง		ความสูง (เซนติเมตร)					
		สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6
1	Control	6.33^{f}	6.70^{f}	7.00^{f}	8.66^{f}	11.66^{ef}	15.00^{d}
2	H + G	7.83^{def}	9.76^{e}	10.00^{e}	19.33^{e}	27.66^{e}	36.00^{c}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	8.50^{bcde}	14.16^{abcd}	17.83^{cd}	32.83^{ab}	40.43^{cd}	65.00^{b}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	8.33^{bcde}	15.40^{ab}	23.10^{a}	36.00^{ab}	58.83^{ab}	81.66^{ab}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	8.00^{cde}	13.33^{bcd}	18.16^{cd}	29.66^{bc}	52.33^{ab}	75.00^{ab}
6	BH + G	9.16^{abcd}	12.36^{d}	15.83^{d}	26.33^{cd}	34.83^{de}	41.66^{c}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	9.00^{abcde}	14.60^{abc}	20.16^{abc}	29.50^{bc}	46.43^{bc}	64.33^{b}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	9.33^{abcd}	14.83^{ab}	20.66^{abc}	31.00^{bc}	50.16^{ab}	70.00^{abc}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	10.16^{a}	16.10^{a}	22.00^{ab}	29.50^{bc}	49.33^{bc}	71.66^{ab}
10	CF+ G	7.50^{f}	8.53^{ef}	10.00^{e}	12.00^{ef}	17.83^{f}	22.33^{d}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	9.50^{abc}	12.60^{cd}	20.33^{abc}	24.33^{d}	33.83^{de}	46.66^{c}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	9.66^{ab}	14.66^{abc}	20.33^{abc}	32.00^{ab}	49.33^{bc}	66.66^{b}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	9.83^{ab}	14.76^{ab}	19.66^{bc}	30.00^{bc}	48.33^{bc}	68.33^{b}
14	ดินกระถาง 1	6.00^{ef}	6.86^{de}	7.66^{de}	9.00^{f}	9.60^{f}	10.00^{e}
15	ดินกระถาง 2	12.66^{a}	13.80^{bc}	15.00^{de}	38.00^{a}	76.16^{a}	112.66^{a}
	F-test	**	**	**	**	**	**
	C.V. (%)	9.90	8.62	9.73	10.01	12.40	12.47

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.2 น้ำหนักสดของข้าวโพดหวานอายุ 6 สัปดาห์

จากการศึกษา พบว่าดินกระถาง 2 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดต้นข้าวโพดหวานมากที่สุด ส่วนดินกระถาง 1 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดหวานน้อยที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างกับดินผสมขุยมะพร้าว สิ่งทดลองควบคุม ในสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบ และกลุ่มผสมแกลบเผา น้ำหนักสดของต้นข้าวโพดหวานมีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณกากขี้แป้งที่ใส่เพิ่มขึ้นส่วนสิ่งทดลองกลุ่มผสมขุยมะพร้าวน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดหวานมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณกากขี้แป้งที่ใส่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 12 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดหวาน

สิ่งทดลอง		น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)
1	Control	8.59^{g}
2	H + G	88.75^{e}
3	H + G + S 0.05 % (w/w)	127.88^{d}
4	H + G + S 0.1 % (w/w)	163.01^{c}
5	H + G + S 0.3 % (w/w)	246.74^{b}
6	BH + G	65.06^{e}
7	BH + G + S 0.05 % (w/w)	120.76^{de}
8	BH+ G + S 0.1 % (w/w)	161.42^{c}
9	BH+ G + S 0.3 % (w/w)	180.74^{b}
10	CF+ G	4.16^{g}
11	CF+ G + S 0.05 % (w/w)	127.88^{d}
12	CF+ G + S 0.1 % (w/w)	82.61^{e}
13	CF+ G + S 0.3 % (w/w)	121.91^{d}
14	ดินกระถาง 1	1.13^{g}
15	ดินกระถาง 2	358.56^{a}
	F-test	**
	C.V. (%)	28.14

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.3 น้ำหนักแห้งของข้าวโพดหวานอายุ 6 สัปดาห์

จากการศึกษา พบว่าดินกระถาง 2 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งมากที่สุด ส่วนดินกระถาง 1 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด

ตารางที่ 13 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวาน

สิ่งทดลอง		น้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น)
1	Control	1.27^{g}
2	H + G	15.57^{c}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	20.60^{bc}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	19.22^{bc}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	13.61^{cde}
6	BH + G	10.22^{ef}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	14.14^{cd}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	20.03^{b}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	15.97^{c}
10	CF+ G	0.78^{g}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	20.60^{bc}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	11.01^{def}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	7.41^{e}
14	ดินกระถาง 1	0.38^{h}
15	ดินกระถาง 2	41.80^{a}
	F-test	**
	C.V. (%)	26.48

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.4 การเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีบางประการในดินผสมก่อนและหลังปลูกพืช

3.4.1 ค่าปฏิกิริยาดินและค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำในดินผสมก่อนและหลังปลูกพืช

การปลูกข้าวโพดหวานในชุดดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งสัดส่วน 0, 0.05, 0.1, และ 0.3 % (w/w) ร่วมกับวัสดุปลูก 3 ชนิดได้แก่ แกลบหรือ แกลบเผา หรือขุยมะพร้าว สัดส่วน 8 % (w/w) และยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง เพื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดหวานในดินผสมที่มีจำหน่ายในท้องตลาด 2 บริษัท คือดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่า สิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งผสมวัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิดมีค่าปฏิกิริยาดินมากกว่าสิ่งทดลองควบคุม (ตารางที่ 14) และเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทั้ง 3 ชนิด พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผาจะมีค่าปฏิกิริยาดินสูงที่สุด เนื่องจากในแกลบเผาจะมีออกไซด์ของธาตุโพแทสเซียม และแมกนีเซียม เมื่อละลายน้ำให้ KOH และ $Mg(OH)_2$ ปะปนอยู่ จึงเป็นผลให้ค่าปฏิกิริยาดินสูงกว่า รองลงมาคือขุยมะพร้าว และแกลบ ส่วนการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสมก่อนปลูก (ตารางที่ 15) พบว่า การใส่กากขี้แป้งทำให้ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำในดินผสมเพิ่มสูงกว่าการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณกากขี้แป้งที่ใส่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทั้ง 3 ชนิด พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมขุยมะพร้าวมีค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสมสูงที่สุดรองลงมาคือแกลบ และแกลบเผา ส่วนค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสมหลังปลูกมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนการลดลงของค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำในดินผสมหลังปลูกอาจเกิดมาจากการรดน้ำจึงชะล้างเกลือบางส่วนลงสู่ด้านล่าง และเนื่องจากวัสดุที่ผสมลงไปมีการดูดซับความเค็ม ซึ่งกัญจนัสม์ (2546) รายงานว่าในการปรับปรุงนากุ้งร้างโดยใส่แกลบ 6 % ร่วมกับยิปซัมสามารถชะล้างเกลือออกจากหน้าตัดดินได้ลึกที่สุด นอกเหนือจากนี้แคตไอออนส่วนมากที่เป็นองค์ประกอบของเกลือ คือ แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารพืชและถูกพืชดูดไปใช้ในการเจริญเติบโตโดยเฉพาะไอออนต่างๆที่ละลายน้ำได้ จึงเป็นผลให้ค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำลดลง

ตารางที่ 14 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อค่าปฏิกิริยาดินของดินผสม

สิ่งทดลอง		ค่าปฏิกิริยาดิน (ดิน : น้ำ; 1:5)	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	Control	5.52±0.00^{h}	5.35±0.01^{h}
2	H + G	5.58±0.00^{fg}	5.78±0.00^{f}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	5.32±0.01^{h}	5.96±0.01^{ef}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	5.68±0.01^{efg}	5.91±0.02^{ef}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	5.67±0.01^{efg}	6.03±0.02^{def}
6	BH + G	6.13±0.00^{bc}	6.45±0.01^{bc}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	5.29±0.00^{b}	5.92±0.00^{ef}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	5.97±0.03^{cd}	6.18±0.03^{cde}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	6.07±0.01^{bcd}	6.30±0.01^{cd}
10	CF+ G	5.45±0.00^{gh}	5.93±0.00^{ef}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	5.83±0.02^{de}	5.86±0.02^{ef}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	5.83±0.01^{def}	5.86±0.02^{ef}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	5.97±0.01^{cd}	6.17±0.00^{cde}
14	ดินกระถาง 1	6.00±0.00^{bcd}	6.70±0.03^{b}
15	ดินกระถาง 2	5.61±0.00^{efg}	5.20±0.01^{g}
	F-test	**	**
	C.V. (%)	12.75	3.25

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

ตารางที่ 15 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อค่าการนำไฟฟ้าของดินผสม

สิ่งทดลองที่		ค่าการนำไฟฟ้า (ดิน :น้ำ ; 1:5)	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	Control	0.18±0.00^{g}	0.12±0.01^{ce}
2	H + G	0.54±0.01^{cdefg}	0.26±0.01^{ef}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	0.54±0.01^{cdefg}	0.27±0.01^{def}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	0.62±0.01^{cdef}	0.36±0.00^{def}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	0.87±0.01^{bcde}	0.51±0.00^{d}
6	BH + G	0.50±0.00^{efg}	0.36±0.01^{def}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	0.51±0.00^{cdefg}	0.35±0.01^{de}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	0.94±0.01^{cdef}	0.29±0.02^{def}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	0.83±0.02^{bcde}	0.42±0.01^{bc}
10	CF+ G	0.91±0.06^{bcd}	1.04±0.03^{de}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	2.03±0.04^{a}	0.80±0.08^{de}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	0.92±0.00^{bc}	1.15±0.01^{cd}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	1.16±0.02^{b}	0.69±0.01^{bc}
14	ดินกระถาง 1	3.08±0.01^{a}	2.80±0.00^{a}
15	ดินกระถาง 2	0.41±0.01^{fg}	0.40±0.02^{d}
	F-test	**	**
	C.V. (%)	17.04	15.01

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.5 ปริมาณธาตุอาหารพืชในดินผสมก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพดหวาน

3.5.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินผสมก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพดหวาน

การใส่กากขี้แป้งในดินผสมทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงกว่าสิ่งทดลองควบคุม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 16) แต่สิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w) ร่วมกับแกลบ แกลบเผา ขุยมะพร้าว (สิ่งทดลองที่ 5, 9 และ 13) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามปริมาณกากขี้แป้งที่ใส่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้สิ่งทดลองที่ใส่แกลบและขุยมะพร้าว มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าสิ่งทดลองที่ใส่แกลบเผาเมื่อใส่กากขี้แป้งในปริมาณเท่ากัน อาจเนื่องมาจากแกลบมีการปลดปล่อยไนโตรเจน ซึ่งนันทกรและคณะ (2548) รายงานว่าองค์ประกอบของแกลบมีไนโตรเจน 4.40 gkg^{-1} และแกลบเผามี 0.60 gkg^{-1} ทำให้แกลบมีไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าแกลบเผา และอาจเกิดจากไนโตรเจนบางส่วนในแกลบถูกออกซิไดซ์ตอนที่แกลบถูกเผากลายเป็นก๊าซระเหยออกไปทำให้ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งทดลองที่มีแกลบเผามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกของสิ่งทดลองส่วนใหญ่ที่ใส่กากขี้แป้งมีปริมาณไนโตรเจนมีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดก่อนปลูก และเมื่อเปรียบเทียบสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดหลังปลูกมากกว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกก็ลดลงมากกว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งเมื่อเทียบกับดินก่อนปลูก และข้าวโพดหวานเจริญเติบโตสูงที่สุดที่ปลูกในดินกระถาง 2 เนื่องจากไนโตรเจนถูกข้าวโพดหวานนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และการที่ปริมาณไนโตรเจนที่ลดลงน้อยในดินหลังปลูกอาจเนื่องมาจากกากขี้แป้งนั้นไม่ได้ถูกย่อยสลายให้อยู่ในรูปที่สูญหายไปจากดินโดยขบวนการชะล้างหรือระเหยไปจากดิน แต่เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานถึงแม้ว่าดินที่ใส่กากขี้แป้งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดน้อยกว่าดินกระถางที่มีจำหน่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง 0.1 % (w/w) ก็มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินกระถาง 2 ซึ่งอาจเกิดจากกากขี้แป้งมีศักยภาพที่จะค่อยๆ ปลดปล่อยไนโตรเจนให้แก่ดินและพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 16 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมดของดินผสม

สิ่งทดลอง		ไนโตรเจนทั้งหมด (gkg^{-1})	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	Control	0.30 ± 0.01^{d}	0.31 ± 0.00^{hi}
2	H + G	0.42 ± 0.02^{d}	0.42 ± 0.00^{def}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	0.42 ± 0.02^{d}	0.48 ± 0.00^{c}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	0.39 ± 0.01^{cd}	0.45 ± 0.01^{cde}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	0.53 ± 0.01^{c}	0.45 ± 0.01^{cde}
6	BH + G	0.28 ± 0.00^{d}	0.25 ± 0.00^{i}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	0.28 ± 0.00^{d}	0.26 ± 0.00^{i}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	0.30 ± 0.00^{d}	0.30 ± 0.01^{hi}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	0.40 ± 0.00^{cd}	0.34 ± 0.00^{gh}
10	CF+ G	0.39 ± 0.00^{cd}	0.37 ± 0.00^{fg}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	0.36 ± 0.01^{cd}	0.39 ± 0.01^{fg}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	0.44 ± 0.01^{cd}	0.40 ± 0.00^{efg}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	0.48 ± 0.01^{c}	0.47 ± 0.00^{cd}
14	ดินกระถาง 1	2.41 ± 0.07^{b}	1.97 ± 0.00^{a}
15	ดินกระถาง 2	3.78 ± 0.03^{a}	1.59 ± 0.01^{b}
	F-test	**	**
	C.V. (%)	12.16	10.47

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.5.2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินผสมก่อนและหลังปลูกปลูกข้าวโพดหวาน

การใส่กากขี้แป้งในดินผสมพบว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าสิ่งทดลองที่ไม่ได้ใส่กากขี้แป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17) และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณกากขี้แป้งที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งในปริมาณเท่ากันระหว่างแกลบ แกลบเผา และขุยมะพร้าว พบว่าเมื่อใช้แกลบเผาเป็นวัสดุปลูกจะมีแนวโน้มที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าวัสดุชนิดอื่น อาจเนื่องมาจากการเผาแกลบทำให้ฟอสฟอรัสที่อยู่ในแกลบกลายเป็นรูปออกไซด์ซึ่งละลายน้ำได้ง่ายจึงทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของแกลบเผามีปริมาณสูง และจากการวัดค่าปฏิกิริยาดินของสิ่งทดลองที่ผสมแกลบเผาพบว่าค่าปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ดี ซึ่งเมื่อดินมีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ระหว่าง 6-7 จะมีฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้มากที่สุด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าดินกระถาง 1 มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ใกล้เคียงกับดินชุดบ้านทอนที่มีใส่กากขี้แป้ง 0.1-0.3% (w/w) แต่ดินกระถาง 2 จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่สูงกว่าดินผสมที่ใส่กากขี้แป้ง

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของทุกสิ่งทดลองหลังปลูกข้าวโพดหวานมีปริมาณน้อยลงเมื่อเทียบกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ก่อนปลูกข้าวโพดหวาน สิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดน้อยลงในปริมาณมากโดยเฉพาะสิ่งทดลองที่ข้าวโพดหวานมีการเจริญเติบโตได้ดี (สิ่งทดลองที่กากขี้แป้ง 0.1% (w/w) ซึ่งอาจเกิดจากฟอสฟอรัสในกากขี้แป้งอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและถูกพืชดูดไปใช้ในการเจริญเติบโต ดังนั้นกากขี้แป้งจึงสามารถใช้เป็นแหล่งฟอสฟอรัสให้แก่ดินและพืชได้ในปริมาณที่มากพอสมควร

ตารางที่ 17 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินผสม

สิ่งทดลอง		ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	Control	1.04±0.02^{f}	0.94±0.03^{c}
2	H + G	10.72±0.01^{c}	5.78±0.13^{d}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	30.02±0.01^{d}	15.10±1.30^{d}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	60.21±0.30^{c}	30.10±0.47^{c}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	180.77±0.28^{b}	98.10±0.85^{a}
6	BH + G	10.34±0.23^{c}	5.21±0.25^{d}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	32.33±0.02^{cd}	16.97±0.36^{cd}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	66.29±0.00^{c}	31.50±0.57^{c}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	182.75±0.08^{b}	99.20±3.94^{a}
10	CF+ G	15.89±0.01^{cd}	6.78±0.75^{d}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	30.21±0.07^{d}	15.72±0.62^{cd}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	59.32±0.01^{c}	30.71±1.37^{c}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	178.06±0.03^{b}	89.01±0.70^{a}
14	ดินกระถาง 1	61.06±0.03^{de}	41.38±0.93^{b}
15	ดินกระถาง 2	218.01±4.03^{a}	74.83±6.43^{a}
	F-test	*	*
	C.V. (%)	16.29	16.12

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.5.3 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินผสมก่อนและหลังปลูกปลูกข้าวโพดหวาน

สิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งจะมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลองที่ผสมวัสดุแต่ละชนิด พบว่าสิ่งที่ผสมขุยมะพร้าวมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่ากลุ่มที่ผสมแกลบเผา และกลุ่มที่ผสมแกลบ นอกจากนี้กลุ่มที่ผสมแกลบเผาสามารถให้โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่ากลุ่มที่ผสมแกลบ เนื่องมาจากการเผาแกลบทำให้โพแทสเซียมในแกลบดิบเปลี่ยนรูปเป็นโพแทสเซียมออกไซด์และละลายน้ำได้ดีเป็นผลทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงขึ้น ดังนั้นกากขี้แป้งไม่ได้เป็นแหล่งที่ให้โพแทสเซียมแก่ดินและพืช โดยโพแทสเซียมที่อยู่ในสิ่งทดลองมาจากวัสดุปลูก (แกลบดิบ แกลบเผา และขุยมะพร้าว) และเมื่อเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 จะมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งกับวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินกระถาง 1 ที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ค่อนข้างสูง

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินชุดบ้านทอนหลังปลูกข้าวโพดหวานเกือบทุกสิ่งทดลองมีปริมาณลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ก่อนปลูกข้าวโพดหวาน เนื่องจากถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน

ตารางที่ 18 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินผสม

สิ่งทดลอง		โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($cmol_c kg^{-1}$)	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	Control	0.20±0.00^{c}	0.02±0.00^{c}
2	H + G	0.14±0.00^{c}	0.03±0.00^{c}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	0.17±0.01^{c}	0.03±0.00^{c}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	0.16±0.03^{d}	0.03±0.00^{c}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	0.20±0.01^{c}	0.06±0.00^{c}
6	BH + G	0.76±0.09^{cd}	0.52±0.00^{d}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	0.71±0.12^{d}	0.24±0.06^{c}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	0.67±0.18^{d}	0.19±0.08^{c}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	0.74±0.16^{d}	0.23±0.09^{c}
10	CF+ G	0.97±0.14^{cd}	1.18±0.07^{b}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	0.83±0.03^{d}	0.89±0.13^{c}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	0.88±0.10^{d}	0.94±0.09^{bc}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	1.33±0.32^{c}	0.87±0.13^{c}
14	ดินกระถาง 1	4.68±0.15^{a}	5.08±0.01^{a}
15	ดินกระถาง 2	2.04±0.12^{b}	0.87±0.07^{c}
	F-test	**	**
	C.V. (%)	15.3	14.20

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.5.4 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินผสมก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพดหวาน

การใส่กากขี้แป้งในดินผสมทำให้สิ่งทดลองมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 19) เนื่องจากการทดลองเบื้องต้นพบว่าเมื่อใส่กากขี้แป้งลงในดินจะทำให้เกิดสภาวะความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชในดิน ทำให้ดินนั้นเกิดการขาดแคลเซียมจนใบอ่อนของต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกบนดินที่ใส่กากขี้แป้งแสดงอาการบิดงอ ดังนั้นจึงมีการใส่ยิปซั่ม (Gypsum.$2H_2O$) ในปริมาณ 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง เพื่อป้องกันการขาดธาตุแคลเซียมในดิน และผลจากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณกากขี้แป้งในสิ่งทดลองจะมีผลทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจจะเกิดจากฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในกากขี้แป้งที่มีอยู่ในปริมาณมากทำปฏิกิริยาแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเกิดเป็นสารประกอบพวกแคลเซียมที่ไม่ละลายน้ำเป็นผลทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่ใส่กากขี้แป้งมีปริมาณลดลงตามปริมาณกากขี้แป้งที่ใส่ลงในดิน และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าดินกระถาง 1 มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ใกล้เคียงกับในสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง แต่ในดินกระถาง 2 จะมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่สูงกว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินผสมหลังปลูกข้าวโพดหวาน พบว่าปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินหลังปลูกข้าวโพดหวานทุกสิ่งทดลองมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับดินก่อนปลูกข้าวโพดหวาน ยกเว้นในสิ่งทดลองควบคุมที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง การลดลงของปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้หลังปลูกข้าวโพดหวานก็เนื่องมาจากแคลเซียมจำนวนหนึ่งในดินถูกต้นข้าวโพดหวานดูดไปใช้ในการเจริญเติบโต ผลจากการทดลองนี้แสดงให้เห็นปริมาณยิปซัมที่ใส่ลงในสิ่งทดลองต่างๆนั้นมีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่มีอยู่ในดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ตารางที่ 19 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินผสม

สิ่งทดลอง		แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($cmol_c kg^{-1}$)	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	Control	0.11 ± 0.01^{e}	0.10 ± 0.00^{g}
2	H + G	0.52 ± 0.01^{bcd}	0.36 ± 0.02^{bcde}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	0.55 ± 0.02^{bc}	0.51 ± 0.51^{b}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	0.48 ± 0.04^{bcd}	0.42 ± 0.01^{bcd}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	0.25 ± 0.02^{de}	0.16 ± 0.01^{fg}
6	BH + G	0.55 ± 0.03^{bc}	0.51 ± 0.02^{b}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	0.65 ± 0.02^{b}	0.45 ± 0.01^{bcd}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	0.15 ± 0.02^{e}	0.20 ± 0.02^{efg}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	0.28 ± 0.02^{cde}	0.18 ± 0.02^{fg}
10	CF+ G	0.74 ± 0.06^{b}	0.47 ± 0.02^{bc}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	0.57 ± 0.01^{bc}	0.53 ± 0.02^{b}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	0.49 ± 0.03^{bcd}	0.17 ± 0.01^{fg}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	0.25 ± 0.02^{de}	0.17 ± 0.02^{fg}
14	ดินกระถาง 1	0.33 ± 0.00^{cde}	0.29 ± 0.01^{def}
15	ดินกระถาง 2	1.28 ± 0.00^{a}	1.10 ± 0.16^{a}
	F-test	**	**
	C.V. (%)	16.61	15.48

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.5.5 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินชุดบ้านทอนก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพดหวาน

การใส่กากขี้แป้งในดินทำให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินผสมกากขี้แป้งก่อนปลูกข้าวโพดหวานมีปริมาณสูงกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จะมีเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณกากขี้แป้งที่ใส่ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าดินกระถาง 2 มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ใกล้เคียงกับสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง ส่วนดินกระถาง 1 จะมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ค่อนข้างต่ำ กากขี้แป้งจึงเป็นแหล่งให้แมกนีเซียมแก่ดินในปริมาณค่อนข้างมาก

การใส่กากขี้แป้งในสิ่งทดลองในดินผสมหลังปลูกข้าวโพดหวานมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงเล็กน้อยหลังปลูกข้าวโพดหวาน ซึ่งเกิดจากข้าวโพดหวานดูดไปใช้ในการเจริญเติบโต

ตารางที่ 20 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินผสม

สิ่งทดลอง		แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ($cmol_c kg^{-1}$)	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	Control	0.01 ± 0.00^{f}	0.009 ± 0.00^{g}
2	H + G	0.06 ± 0.00^{cdef}	0.03 ± 0.00^{fg}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	0.10 ± 0.00^{abcd}	0.05 ± 0.00^{cdef}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	0.15 ± 0.00^{a}	0.09 ± 0.00^{cabc}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	0.10 ± 0.01^{abcde}	0.12 ± 0.01^{a}
6	BH + G	0.07 ± 0.00^{bcde}	0.05 ± 0.01^{def}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	0.13 ± 0.00^{a}	0.08 ± 0.00^{abc}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	0.05 ± 0.00^{def}	0.04 ± 0.01^{efg}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	0.15 ± 0.00^{a}	0.10 ± 0.01^{ab}
10	CF+ G	0.06 ± 0.00^{def}	0.08 ± 0.01^{bcde}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	0.12 ± 0.00^{ab}	0.12 ± 0.01^{a}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	0.11 ± 0.00^{abc}	0.04 ± 0.01^{fg}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	0.11 ± 0.00^{abc}	0.11 ± 0.01^{ab}
14	ดินกระถาง 1	0.04 ± 0.00^{ef}	0.03 ± 0.01^{fg}
15	ดินกระถาง 2	0.10 ± 0.00^{abcde}	0.08 ± 0.01^{bcd}
	F-test	**	**
	C.V. (%)	15.71	13.92

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.5.6 ปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์ในดินผสมก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพดหวาน

สิ่งทดลองใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุปลูก (แกลบดิบ แกลบเผา และขุยมะพร้าว) จะมีปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์สูงกว่าสิ่งทดลองควบคุม แต่ปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์จะไม่เพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณกากขี้แป้งที่เพิ่มขึ้นซึ่งแสดงว่ากากขี้แป้งไม่ใช่เป็นแหล่งที่ให้กำมะถันแก่ดิน อย่างไรก็ตามการที่สิ่งทดลองที่ใส่วัสดุปลูกและกากขี้แป้งมีปริมาณสูงกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญก็เนื่องมาจากมีการใส่ยิปซั่มเข้าไปในสิ่งทดลองเหล่านี้ เพื่อแก้ไขปริมาณความไม่สมดุลระหว่างธาตุแคลเซียมกับแมกนีเซียมที่เกิดจากการใส่กากขี้แป้ง และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์ระหว่างสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าดินกระถาง 2และดินกระถาง 1มีปริมาณกำมะถันสูงกว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์ในดินผสมหลังปลูกข้าวโพดหวานกับก่อนปลูกข้าวโพดหวานพบว่ามีปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์ลดลงในปริมาณที่มากพอสมควร (ตารางที่ 21) เนื่องจากถูกข้าวโพดหวานดูดนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต ยกเว้นสิ่งทดลองควบคุมที่มีปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์ลดลงน้อยมาก เนื่องจากข้าวโพดหวานที่ปลูกในสิ่งทดลองควบคุมมีการเจริญเติบโตน้อยมาก นอกจากนี้แล้วการชะล้างก็มีส่วนทำให้กำมะถันที่เป็นประโยชน์ลดน้อยลงด้วย ซึ่งการชะล้างจะเกิดขึ้นสูงถ้าหากเป็นดินทรายเพราะดินทรายจะดูดซัลเฟตได้ต่ำ และการเคลื่อนย้ายน้ำลงสู่ข้างล่างเร็วมาก

ตารางที่ 21 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณกำมะถันที่เป็นประโยชน์ของดินผสม

สิ่งทดลอง		กำมะถันที่เป็นประโยชน์ ($mgkg^{-1}$)	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	Control	11.05±0.13^{c}	11.60±1.24^{c}
2	H + G	107.93±0.77^{b}	89.59±3.35^{bc}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	122.28±1.41^{b}	90.17±4.10^{bc}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	152.33±1.22^{b}	80.43±2.62^{c}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	157.75±0.61^{b}	117.72±5.95^{bc}
6	BH + G	103.55±1.41^{b}	85.82 ±2.46^{bc}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	113.77±11.03^{b}	108.07±3.46^{b}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	146.55±2.50^{b}	119.25±3.18^{b}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	131.76±0.84^{b}	92.30±2.65^{bc}
10	CF+ G	168.80±1.80^{c}	142.82±4.33^{b}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	104.91±2.03^{b}	87.56±1.44b^{c}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	109.78±1.15^{b}	100.42±1.94^{b}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	121.03±0.86^{b}	120.03±3.66^{b}
14	ดินกระถาง 1	355.05±2.24^{a}	283.29±9.68^{a}
15	ดินกระถาง 2	186.82±2.25^{b}	119.93±2.25^{b}
	F-test	**	**
	C.V. (%)	12.11	14.57

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.5.7 ปริมาณอินทรียวัตถุในผสมก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพดหวาน

สิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุ (แกลบ แกลบเผา และขุยมะพร้าว) มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าสิ่งทดลองควบคุม แต่ในกลุ่มที่ผสมแกลบและแกลบเผามีปริมาณอินทรียวัตถุไม่แตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุระหว่างวัสดุแต่ละชนิด พบว่า สิ่งทดลองที่ใส่ขุยมะพร้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าสิ่งทดลองที่ใส่แกลบแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และสิ่งทดลองที่ใส่แกลบมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าสิ่งทดลองที่ใส่แกลบเผาแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 22)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังปลูกข้าวโพดหวานส่วนใหญ่จะมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลง เนื่องมาจากอินทรียวัตถุในดินมีการย่อยสลายตัวโดยจุลินทรีย์ในดิน (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณอินทรียวัตถุของดินผสม

สิ่งทดลอง		อินทรียวัตถุ (gkg^{-1})	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก
1	Control	1.85^{d}	1.10^{gh}
2	H + G	2.30^{d}	2.17^{defg}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	2.52^{bcd}	2.49^{cdefg}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	2.84^{bcd}	1.79^{efgh}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	2.66^{bcd}	2.20^{defg}
6	BH + G	2.28^{cd}	1.39^{fgh}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	2.06^{cd}	0.43^{h}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	2.19^{cd}	1.25^{fgh}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	2.06^{cd}	1.5^{efgh}
10	CF+ G	3.46^{bc}	3.09^{cde}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	3.41^{bc}	2.80^{cdef}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	3.18^{bcd}	3.84^{bc}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	3.70^{b}	3.70^{bcd}
14	ดินกระถาง 1	2.97^{bcd}	4.67^{b}
15	ดินกระถาง 2	8.59^{a}	6.78^{a}
	F-test	**	**
	C.V. (%)	17.93	15.71

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.6 ปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพดหวาน

3.6.1 ไนโตรเจน

การใส่กากขี้แป้งทำให้ความเข้มข้นไนโตรเจนในข้าวโพดหวานสูงขึ้น โดยการใส่กากขี้แป้ง 0.3% (w/w) โดยน้ำหนักร่วมกับขุยมะพร้าว ทำให้ความเข้มของไนโตรเจนมีค่าสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ คือ 26.10 gkg^{-1} ในขณะที่สิ่งทดลองควบคุมมีไนโตรเจน 9.40 gkg^{-1} และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในสิ่งทดลองที่ผสมกากขี้แป้งกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w) มีปริมาณไนโตรเจนไม่แตกต่างกับดินกระถาง 2 และมีปริมาณไนโตรเจนมากกว่าดินกระถาง 1

3.6.2 ฟอสฟอรัส

การใส่กากขี้แป้งทำให้ความเข้มข้นฟอสฟอรัสในข้าวโพดหวานสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม โดยเมื่อใส่กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w) ร่วมกับวัสดุปลูกต่างๆ ทำให้มีฟอสฟอรัส 2.60-3.90 gkg^{-1} ในขณะที่ในสิ่งทดลองที่ไม่ใส่กากขี้แป้งมีฟอสฟอรัสเพียง 1.50-2.10 gkg^{-1} และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งทดลองที่ผสมกากขี้แป้งกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่า ดินกระถาง 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง แต่สิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w) ร่วมกับแกลบและแกลบเผามีปริมาณฟอสฟอรัสไม่แตกต่างทางสถิติกับดินกระถาง 1 ส่วนดินกระถาง 2 มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยกว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.6.3 โพแทสเซียม

การใส่กากขี้แป้งทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในข้าวโพดหวานที่ปลูกสูงขึ้น เมื่อใส่กากขี้แป้ง 0.05% (w/w) ร่วมกับวัสดุปลูก (แกลบดิบหรือแกลบเผาหรือขุยมะพร้าว) ทำให้มีโพแทสเซียม 37.20-52.20 gkg^{-1} ซึ่งสูงกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสิ่งทดลองควบคุมมีโพแทสเซียมเพียง 14.50 gkg^{-1} และสิ่งทดลองที่ใส่วัสดุปลูกโดยไม่ใส่กากขี้แป้งมีปริมาณโพแทสเซียมไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่ากากขี้แป้งไม่ได้เป็นแหล่งให้โพแทสเซียมที่สำคัญแก่ดินและพืช

3.6.4 แคลเซียม

การใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุปลูกทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในข้าวโพดหวานสูงขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสิ่งทดลองควบคุม ถึงแม้ว่ามีการใส่ยิปซั่ม (5 กรัม/5 กิโลกรัม/กระถาง) ให้แก่สิ่งทดลองเหล่านี้เพื่อแก้ไขปัญหาความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชในดิน เนื่องจากกากขี้แป้งมีปริมาณแมกนีเซียมสูงมากจนทำให้พืชขาดแคลเซียม และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคลเซียมในสิ่งทดลองที่ผสมกากขี้แป้งกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าสิ่งทดลองที่ผสมกากขี้แป้งส่วนใหญ่มีปริมาณแคลเซียมน้อยกว่าดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ยกเว้นในสิ่งทดลองที่ 6 และ 11 ที่มีความเข้มข้นของแคลเซียมไม่แตกต่างทางสถิติกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2

3.6.5 แมกนีเซียม

การใส่กากขี้แป้งทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในข้าวโพดหวานไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสิ่งทดลองควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของแมกนีเซียมในสิ่งทดลองที่ผสมกากขี้แป้งกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าสิ่งทดลองที่ผสมกากขี้แป้งมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2

3.6.7 กำมะถัน

การใส่กากขี้แป้งทำให้ความเข้มข้นของกำมะถันไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองควบคุม และสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง 0.3 % (w/w) ร่วมกับวัสดุปลูก (แกลบ หรือ แกลบเผา หรือ ขุยมะพร้าว) มีความเข้มข้นของกำมะถันมากที่สุด ซึ่งมากกว่าดินกระถาง 1 และ 2

จากการศึกษาความเข้มข้นธาตุอาหารในต้นข้าวโพดหวานเพื่อเปรียบเทียบกับดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งอัตรา0.3 % (w/w) ร่วมกับวัสดุปลูก (แกลบ หรือ แกลบเผา หรือ ขุยมะพร้าว) มีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันที่ไม่แตกต่างจากดินกระถางทีมีจำหน่ายในท้องตลาดบริษัทที่ 1 และ 2 แสดงว่าในดินผสมกากขี้แป้งในอัตราดังกล่าวสามารถมีประสิทธิภาพเทียบเท่าดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาดบริษัทที่ 1 และ 2 ได้

ตารางที่ 23 ผลของการใส่กากขี้แป้งสัดส่วนต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ต่อปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพดหวาน

สิ่งทดลอง		N	P	K	Ca	Mg	S
		gkg^{-1}					
1	Control	9.40^{cd}	1.00^{ef}	14.50^{d}	2.00^{d}	1.04^{abc}	0.80^{bc}
2	H + G	6.70^{cd}	1.70^{def}	18.60^{cd}	2.70^{bcd}	1.09^{abc}	2.50^{cd}
3	H + G + S 0.05 % (w/w)	7.00^{cd}	1.70^{def}	37.20^{abc}	2.30^{cd}	1.33^{abc}	2.50^{cd}
4	H + G + S 0.1 % (w/w)	11.50^{c}	2.10^{de}	22.90^{cd}	2.70^{bcd}	1.37^{ab}	16.70^{cd}
5	H + G + S 0.3 % (w/w)	21.60^{ab}	3.90^{b}	23.00^{cd}	1.80^{d}	1.75^{a}	6.40^{b}
6	BH + G	5.80^{d}	2.10^{de}	32.80^{bcd}	3.60^{abc}	0.57^{c}	0.50^{d}
7	BH + G + S 0.05 % (w/w)	6.30^{cd}	2.10^{de}	52.20^{ab}	2.10^{d}	0.77^{bc}	1.90^{cd}
8	BH+ G + S 0.1 % (w/w)	8.70^{cd}	2.20^{de}	47.30^{ab}	2.20^{cd}	1.16^{abc}	2.70^{cd}
9	BH+ G + S 0.3 % (w/w)	17.10^{b}	3.20^{bc}	35.30^{abcd}	1.90^{d}	1.39^{ab}	7.50^{b}
10	CF+ G	7.90^{cd}	1.50^{def}	25.70^{cd}	2.30^{cd}	0.64^{bc}	0.50^{d}
11	CF+ G + S 0.05 % (w/w)	9.90^{cd}	1.50^{def}	48.30^{ab}	4.40^{a}	0.77^{bc}	1.50^{cd}
12	CF+ G + S 0.1 % (w/w)	21.90^{ab}	1.50^{def}	55.00^{a}	2.10^{d}	0.80b^{c}	2.10^{cd}
13	CF+ G + S 0.3 % (w/w)	26.10^{a}	2.60^{cd}	34.90^{bcd}	2.30^{cd}	1.05^{abc}	2.00^{a}
14	ดินกระถาง 1	5.30^{d}	4.00^{b}	20.10^{cd}	3.90^{ab}	0.90a^{bc}	0.20^{d}
15	ดินกระถาง 2	21.00^{ab}	1.50^{a}	42.40^{abc}	3.20^{abcd}	1.13^{abc}	0.40^{d}
	F-test	**	**	*	**	**	**
	C.V. (%)	13.97	12.90	16.20	14.63	14.86	16.57

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

3.7 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสัดส่วนดินผสมกากขี้แป้งกับดินผสมทีมีจำหน่ายในท้องตลาดต่อการปลูกแพงพวย

จากการปลูกต้นแพงพวยในชุดดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งอัตราต่างๆร่วมกับวัสดุปลูก 3 ชนิดได้แก่ แกลบ แกลบเผา และขุยมะพร้าว อัตราส่วน 8 % (w/w) และยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง เพื่อเปรียบเทียบความสูงกับการปลูกแพงพวยในดินผสมทีมีจำหน่ายในท้องตลาด คือดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าการปลูกแพงพวยในดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งอัตรา 0.05 % (w/w) ร่วมกับแกลบและยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง ทำให้ต้นแพงพวยมีความสูงมากที่สุดคือ 60.00 เซนติเมตร รองลงมาคือปลูกแพงพวยในดินบ้านทอนร่วมกับแกลบและยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง และในดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งอัตรา 0.1 % (w/w) ร่วมกับแกลบและยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถางโดยให้ความสูง 58.24 และ 56.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนดินกระถาง 1 ทำให้แพงพวยมีความสูงน้อยที่สุดคือ 6.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 24) จากการเก็บข้อมูลด้านความสูงของต้นแพงพวยทุก 1 สัปดาห์ พบว่า

สัปดาห์ที่ 1 และ 2 พบว่า สิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุชนิดต่างๆต้นแพงพวยมีความสูงไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบกับดินกระถางพบว่า ต้นแพงพวยที่ปลูกในดินกระถาง 2 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสมแกลบ แกลบเผา และขุยมะพร้าวใส่กากขี้แป้ง 0.05, 0.1 และ 0.30 % (w/w) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนดินกระถาง 1 ต้นแพงพวยมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด

สัปดาห์ที่ 3 และ 4 พบว่า ต้นแพงพวยที่ปลูกในสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุชนิดต่างๆ มีความสูงมากกว่าสิ่งทดลองควบคุม แต่สิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง 0.05 % (w/w) ผสมแกลบเผา และขุยมะพร้าว (สิ่งทดลองที่ 7 และ 11) ไม่แตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบกับดินกระถางพบว่า ดินกระถาง 2 ต้นแพงพวยมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสม แกลบ แกลบเผา เมื่อใส่กากขี้แป้งเพิ่มขึ้นความสูงมีแนวโน้มลดลง ส่วนดินกระถาง 1 ต้นแพงพวยมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด (ตารางที่ 24)

สัปดาห์ที่ 5 พบว่า ต้นแพงพวยที่ปลูกในสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุชนิดต่างๆ มีความสูงมากกว่าสิ่งทดลองควบคุม และสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสมแกลบ และขุยมะพร้าวเมื่อใส่กากขี้แป้งเพิ่มขึ้นความสูงของต้นแพงพวยมีแนวโน้มลดลง ส่วนสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสมแกลบเผาต้นแพงพวยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณกากขี้แป้งที่ใส่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 24)

สำหรับการตอบสนองของต้นแพงพวยต่อการใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุปลูกมีลักษณะทำนองเดียวกันกับการใช้ข้าวโพดหวานเป็นพืชทดลองซึ่งได้กล่าวรายละเอียดไว้แล้วในหัวข้อ 3.5

ตารางที่ 24 ผลของการใส่กากขี้แป้งอัตราต่างๆร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และ ดินกระถาง 2 ต่อความสูงของต้นแพงพวย

สิ่งทดลอง		ความสูงของต้นแพงพวย (เซนติเมตร)				
		สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5
1	Control	7.12^{ab}	8.50^{def}	18.25^{e}	21.50^{f}	32.00^{f}
2	H + G	7.66^{ab}	11.50^{bcd}	29.25^{b}	38.25^{b}	58.24^{a}
3	H + G + S 0.05 %(w/w)	7.83^{ab}	14.50^{c}	39.79^{a}	44.50^{a}	60.00^{a}
4	H + G + S 0.1 %(w/w)	7.00^{ab}	11.33^{bcd}	24.50^{cd}	38.75^{b}	56.50^{ab}
5	H + G + S 0.3 %(w/w)	8.83^{ab}	13.66^{ab}	27.00^{b}c	31.00^{cd}	49.50^{c}
6	BH + G	6.83^{ab}	10.00^{cde}	24.00^{cd}	33.75^{c}	45.75^{cd}
7	BH + G + S 0.05 %(w/w)	6.50^{ab}	8.83^{cdef}	24.00^{cd}	30.00^{d}	46.50^{cd}
8	BH+ G + S 0.1 %(w/w)	8.50^{ab}	11.83^{abc}	22.50^{d}	28.25^{de}	50.75^{bc}
9	BH+ G + S 0.3 %(w/w)	7.00^{ab}	8.00^{ef}	17.00^{e}	25.25^{e}	33.50^{f}
10	CF+ G	6.33^{b}	6.83^{f}	7.00^{ef}	7.75^{g}	12.65^{g}
11	CF+ G + S 0.05 %(w/w)	6.33^{b}	9.33^{cdef}	13.50^{f}	19.75^{f}	35.50^{ef}
12	CF+ G + S 0.1 %(w/w)	8.50^{ab}	10.83^{bcde}	22.75^{d}	33.50^{c}	47.50^{cd}
13	CF+ G + S 0.3 %(w/w)	7.83^{ab}	10.66^{bcde}	23.50^{d}	33.75^{c}	40.75^{de}
14	ดินกระถาง 1	4.00^{bc}	4.25^{fg}	4.25^{f}	5.75^{eg}	6.00^{g}
15	ดินกระถาง 2	9.25^{a}	23.00^{a}	29.00^{ab}	38.50^{b}	48.25^{cde}
	F-test	*	**	**	**	**
	C.V. (%)	17.12	19.25	9.47	7.29	10.48

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันอยู่ในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ 99% โดยวิธี DMRT, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อ

Control = ควบคุม G = Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk Rice = แกลบเผา CF = Coconut Fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

บทที่ 4

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. สรุป

1.1 การศึกษาเพื่อหาสัดส่วนของกากขี้แป้งที่ผสมกับดินและทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี

สัดส่วนที่เหมาะสมของกากขี้แป้งผสมกับชุดดินบ้านทอนที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวโพดอยู่ประมาณ 0.1-0.3 % (w/w) โดยการผสมกากขี้แป้ง 0.2 % (w/w) ทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงมากที่สุดคือ 71.50 เซนติเมตร ให้น้ำหนักสด 124.39 กรัม (อายุ 6 สัปดาห์) ในขณะที่สิ่งทดลองควบคุมมีความสูง 30.33 ซม.น้ำหนักสด 16.80 กรัม การผสมกากขี้แป้งที่สูงขึ้นทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดลดลงโดยเหลือความสูง 61.33 เซนติเมตร น้ำหนักสด 74.42 กรัม เมื่อผสมกากขี่แป้งในอัตรา 0.3 % (w/w) และจาการสังเกตการเจริญเติบโตพบว่าการผสมกากขี้แป้งในอัตรา 0.5 % (w/w) ขึ้นไป ข้าวโพดตายเมื่อปลูกได้ 4 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกากขี้แป้งมีความเค็มสูง (13.96 dSm^{-1})(ตารางที่ 3) เมื่อใส่ปริมาณมากจึงเป็นอันตรายต่อพืช และพบความสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีในดินก่อนปลูกคือค่าปฏิกิริยาดินในกากขี้แป้งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในกากขี้แป้ง (R^2=0.8127) ซึ่งค่าปฏิกิริยาดินของดินผสมก่อนปลูกเพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นและการที่ค่าปฏิกิริยาดินของดินผสมก่อนปลูกเพิ่มขึ้นตามปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมดแสดงว่าไนโตรเจนทั้งหมดของกากขี้แป้งที่ผสมลงไปส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในรูปของแอมโมเนีย ซึ่งเมื่อแอมโมเนียละลายน้ำให้ NH_4OH ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างทำให้ค่าปฏิกิริยาดินของดินผสมก่อนปลูกเพิ่มสูงขึ้น จากการศึกษายังพบว่าความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำกับไนโตรเจนทั้งหมด (R^2 =0.6488) ของดินผสมก่อนปลูกเนื่องจากแอมโมเนียมที่ปลดปล่อยมาจากกากขี้แป้งไปเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำให้แก่ดินผสมก่อนปลูกนั้นเอง และยังพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับค่าปฏิกิริยาดิน (R^2 =0.922) เนื่องจากฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ในกากขี้แป้งส่วนใหญ่อยู่ในรูปแอมโมเนียม หรือไดแอมโมเนียมฟอสเฟตทำให้ค่าปฏิกิริยาดินของดินผสมสูงขึ้นในขณะฟอสฟอรัสที่หลงเหลือจากการทำปฏิกิริยากับแมกนีเซียมในน้ำยางก็ยังคงมีอยู่มากพอสมควร

1.2 การศึกษาหาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

เนื่องจากดินที่ใช้ในการศึกษาเป็นดินทราย และมีปริมาณธาตุอาหารในดินต่ำ การใช้กากขี้แป้งอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้จึงต้องมีการเพิ่มการปรับปรุงดินโดยการเพิ่มวัสดุปลูก คือ แกลบ แกลบเผา และขุยมะพร้าว เพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินเนื่องจากดินที่นำมาศึกษาเป็นดินทราย มีลักษณะทางกายภาพไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช และมีปริมาณธาตุอาหารพืชน้อย โดยใส่กากขี้แป้งสัดส่วน 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 % (w/w) ผสมชุดดินบ้านทอนร่วมกับวัสดุแต่ละชนิดสัดส่วน 8 % (w/w) และยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง การเจริญเติบโตของข้าวโพดทุกสิ่งทดลองที่มีการใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุปลูกทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้าวโพดจะมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อใส่กากขี้แป้งเพิ่มขึ้น โดยสิ่งทดลองที่ผสมกากขี้แป้ง 0.3 % (w/w) ร่วมกับแกลบเผาทำให้ข้าวโพดมีความสูงมากที่สุดคือ 85.66 เซนติเมตร และความสูงของข้าวโพดมีแนวโน้มลดลงเมื่อใส่กากขี้แป้งมากกว่า 0.3 % (w/w) ซึ่งอาจเกิดจากการใส่กากขี้แป้งในปริมาณมากจะไปเพิ่มความเค็มให้แก่ดิน ทำให้การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดมีแนวโน้มลดลง สำหรับสมบัติทางเคมี พบว่าค่าปฏิกิริยาดิน และค่าการนำไฟฟ้าที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดินผสมในสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบ สิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผา และสิ่งทดลองกลุ่มผสมขุยมะพร้าว เพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณของกากขี้แป้งที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทั้ง 3 ชนิด พบว่าสิ่งทดลองกลุ่มผสมแกลบเผาจะมีค่าปฏิกิริยาดินของดินผสมสูงที่สุดเนื่องจากในแกลบเผาจะมีองค์ประกอบของออกไซด์ของธาตุอาหารพืชเช่น โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม ผสมอยู่เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้ไฮดรอกไซด์ของธาตุเหล่านี้ปะปนอยู่

1.3 การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง และวัสดุปลูกกับดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

การศึกษาประสิทธิภาพของสัดส่วนดินผสมจากกากขี้แป้งเปรียบเทียบกับดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ผลการศึกษา พบว่า เมื่อนำชุดดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งอัตรา 0 ,0.05 ,0.1 และ 0.3 % (w/w)ร่วมกับแกลบ หรือ แกลบเผา หรือ ขุยมะพร้าว อัตรา 8 %(w/w) และยิปซัม 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง เปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 ปลูกข้าวโพดเป็นพืชทดสอบเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าการใส่กากขี้แป้งร่วมกับวัสดุปลูกทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงเฉลี่ยมากกว่าสิ่งทดลองควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบกับดินกระถาง 1 และดินกระถาง 2 พบว่าสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งมีความสูงมากกว่าดินกระถาง 1 แต่มีความสูงน้อยกว่าดินกระถาง 2

และสิ่งทดลองที่ใส่กากขี้แป้งอัตรา 0.1 และ 0.3 % (w/w) ร่วมกับแกลบ และแกลบเผาทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงไม่แตกต่างทางสถิติกับดินกระถาง 2 และการปลูกต้นแพงพวยเป็นพืชทดสอบ พบว่าการปลูกแพงพวยในดินบ้านทอนผสมกากขี้แป้งอัตรา 0.05 %(w/w) ร่วมกับแกลบ ทำให้ต้นแพงพวยมีความสูงมากที่สุดคือ 60.00 เซนติเมตร ส่วนดินกระถาง 1 ทำให้แพงพวยมีความสูงน้อยที่สุดคือ 6.00 เซนติเมตร และเมื่อศึกษาสมบัติทางเคมีของดินผสม พบว่าการใส่กากขี้แป้งทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณธาตุอาหารในดินที่เพิ่มขึ้นได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ส่วนโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองควบคุม สำหรับแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และกำมะถันที่เป็นประโยชน์จะไม่เพิ่มขึ้นตามปริมาณกากขี้แป้งเนื่องจากในกากขี้แป้งมีฟอสฟอรัสสูงจึงทำปฏิกิริยากับแคลเซียมอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ ส่วนกำมะถันได้จากการเติมยิปซัมเพื่อแก้ปัญหาความไม่สมดุลระหว่างแคลเซียมและแมกนีเซียมในดิน

2. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษากากนำกากขี้แป้งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น โดยปลูกข้าวโพดและแพงพวยทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ ดังนั้นการนำกากขี้แป้งมาใช้ประโยชน์เป็นดินกระถางเพื่อปลูกไม้ดอกและไม้ประดับเป็นทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำแต่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับดินกระถางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด แต่ควรคำนึงดังต่อไปนี้

(1) การนำกากขี้แป้งมาใช้ประโยชน์ควรระมัดระวังในการใส่เนื่องจากกากขี้แป้งมีความเค็มค่อนข้างสูง

(2) ควรใส่ร่วมกับวัสดุปลูกเพื่อช่วยดูดความเค็มและเมื่อวัสดุเหล่านี้สลายตัวก็จะเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน และทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้นโดยเฉพาะการนำมาใช้กับดินทรายจัด ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2540. การจัดการดินและพืชเพื่อปรับปรุงดินอินทรียวัตถุต่ำ. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2544. หลักการปฏิบัติเพื่อการป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) สำหรับอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

กองสำรวจและจำแนกดิน. 2532. ทะเบียนหน่วยแผนที่กลุ่มดิน. ว.พัฒนาที่ดิน 27:41-53.

กัญจนัสม์ พาพล. 2548. ผลของสารปรับปรุงดินต่อคุณสมบัติของดินนากุ้งร้างและการเติบโตของพืช. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำเป็น อ่อนทอง. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัยรัตน์ นิลนนท์ และนิทัศน์ สองศรี. 2549. การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ขี้แป้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นเป็นสารปรับปรุงดิน. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ดำริ ถาวรมาศ และจันทิมา อริยธัช. 2534. ปุ๋ยอินทรีย์. ว.อนุรักษ์ดินและน้ำ 7:29-39.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2551. ใช้ถ่านแกลบปรับปรุงดินในยุคปุ๋ยแพงช่วยลดโลกร้อนเทคโนโลยีจากญี่ปุ่น. ว. เคหการเกษตร : 222-225.

ธิตินัย พงศ์พิริยะกิจ. 2546. สมบัติทางกายภาพและเคมีที่สำคัญบางประการของชุดดินหลักในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุรี บุญสมภพพันธ์. 2531. ดินทราย. ว.พัฒนาที่ดิน 25: 19-23.

นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, กิตติ บุญเลิศนิรันด์, รวิวรรณ สุวรรณ์ศร และสุชาดา บุญเลิศนิรันดร์. 2537. การพัฒนาแกลบ และขี้เถ้าแกลบจากโรงสีข้าวเพื่อประโยชน์ในการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีราชมคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา.

นิรันดร์ สิงหบุตรา. 2533. ความสำคัญของอินทรียวัตถุในดินที่มีต่อการเพาะปลูก. ว.พัฒนาที่ดิน 27 : 41-46.

นันทกร บุญเกิด, สมพร ชุณห์ลือชานนท์, จักกฤษณ์ หอมจันทร์, อำพัน พรมศิริ, สงัด ปัญญาพฤกษ์ และอารักษ์ ธีรอำพน. 2548. ศักยภาพในการนำวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม และวัสดุธรรมชาติมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานสนับสนุนการวิจัย.

ประเสริฐ สองเมือง, วิทยา ศรีนานันท์, กรีพล ลิ้มสมวงศ์, อนนท์ สุขสวัสดิ์, ดิเร อินตาพรม, กรรณิการ์ นากลาง และสว่าง โ รจนกุศล. 2541. การใช้แกลบและขี้เถ้าแกลบเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว.รายงานการวิจัย กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปุ๋ยข้าว และธัญพืชเมืองหนาว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .

ปรัชญา ธัญญาวดี. 2536. ความจำเป็นในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์กับพืชและสิ่งแวดล้อม. ว. พัฒนาที่ดิน 30 : 37-45.

ปรัชญา ธัญญาวดี, เมธี วณีวรรณ, ปรีดี ดีรักษา และพิรัชฌา วาสนานุกูล. 2537. การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กลุ่มอินทรียวัถุละวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .

ฝ่ายเผยแพร่และประชาสัมพันธ์. 2532. แกลบกับการปรับปรุงบำรุงดิน. ว.พัฒนาที่ดิน 27 : 33 - 34.

พรรณี รุ่งแสงจันทร์, สมศรี อรุณินท์, ไพรัช พงษ์วิเชียร และอรุณี ยูวะนิยม. 2538. การปรับปรุงดินเค็มภาคกลางเพื่อปลูกหน่อไม้. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิสุทธิ์ สุขเกษม, เกียรติสุรักษ์ โภคสวัสดิ์ และกมลทิพย์ คำคงเพชร. 2551. อิทธิพลของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่มีผลต่อผลผลิตและความเข้มข้นของธาตุอาหารของหญ้าอะตราตั้ม ปลูกในชุดดินบ้านทอนและชุดดินท่าแซะ.[ออนไลน์] สืบค้นจาก http://www.dld.go.th/nutrition/exhibision/RESEARCH/research_full/2545/R4502. (เข้าถึงเมื่อ 20 มกราคม 2551).

วราศรี เถกประสิทธิ์. 2543. การใช้ประโยชน์จากกากขี้แป้งทดสอบกับการปลูกหญ้าสนาม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วลัยพร ผ่อนผัน. 2543. การใช้ประโยชน์กากขี้แป้งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นในรูปสารบำรุงดิน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิไล สันติโสภาศรี, กล้าณรงค์ ศรีรอด, เอ็จ สโรบล และสนีรัตน์ หทัยรักษ์ธรรม. 2546. สถานภาพของวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตรและการใช้ประโยชน์. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิภาพรรณ อุบล, วิไลรัตน์ ชีวะเศรษฐธรรม และสมพร ประเสิรฐส่งสกุล. 2550. ศักยภาพของกากอินทรีย์จากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น แปรรูปอาหารสัตว์และน้ำมันปาล์มในการเตรียมวัสดุปลูกหญ้าสนาม. [ออนไลน์] สืบค้นจากhttp://www.scisoc.or.th/stt/32/sec_I_I0043.pdf. (เข้าถึงเมื่อ 25 มิถุนายน 2550).

วันชัย แก้วยอด. 2540. การตรวจสอบการจัดการน้ำเสียโรงงานยาง : กรณีศึกษาในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สดุดี วรรณพัฒน์. 2532. การตอบสนองของพืชไร่บางชนิดในสภาพดินเค็ม. ว. แก่นเกษตร 17(5) : 298-302.

สมทิพย์ ด่านธีรวณิชย์. 2545. การตรวจสอบการจัดการของเสียอุตสาหกรรมน้ำยางข้น. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์. 2530. ดินทรายดินเจ้าปัญหา. ว.พัฒนาที่ดิน 24 : 40-41.

สมพล ไวปัญญา, พิสุทธิ์ สุขเกษม และเกียรติสุรักษ์ โภคสวัสดิ์. 2551. สถานะธาตุอาหารพืชที่มีต่อผลผลิตและความเข้มข้นของหญ้าซันกาดในชุดดินบ้านทอน. [ออนไลน์] สืบค้นจาก http://www.dld.go.th/nutrition/exhibision/RESEARCH/research_full/2542/R4205. (เข้าถึงเมื่อ 20 มกราคม 2551).

สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็ม.กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สรัญญา ดำอำภัย. 2548. ผลของสารปรับปรุงดินบางชนิดต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินกรดที่ดอนภาคใต้ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และอำนวยศิลป์ สุขศรี. 2532. การใช้วัสดุอินทรีย์ทางการเกษตรและปุ๋ยเคมี เพื่อการปรับปรุงดิน การเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารข้าวฟ่าง. ว.แก่นเกษตร17 : 381-385.

สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร. 2551. การใช้ที่ดินของประเทศไทยเป็นรายภาคปี 2545-2548. [ออนไลน์] สืบค้นจาก http://www.oae.go.th/statistic/yearbook 49/section13/sec13 table134pdf. (เข้าถึงเมื่อ 25 มิถุนายน 2551).

เสรี จาตุรงคกุล. 2532. การปรับปรุงดินเสื่อมโทรม. ว.พัฒนาที่ดิน 26 : 24-30.

อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, สุธน ช่วยเกิด และสัตตะพงศ์ ชอบกตัญญู. 2552. การทดแทนปุ๋ยด้วยตะกอนน้ำเสียและกากขี้แป้งเพื่อการเพาะชำต้นยางชำถุง. [ออนไลน์] สืบค้นจาก http://kukon.lib.ku.ac.th. (เข้าถึงเมื่อ 26 กันยายน 2552).

อุษา ศรีใส, เศกสิน ศรีใส, วิโรจน์ สธนเสาวภาคย์ และสมศักดิ์ สระแก้ว. 2544. การศึกษาปุ๋ยพืชสดเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินในชุดดินบ้านทอน. รายงานการวิจัยกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เอิบ เขียวรื่นรมย์. 2533. ดินของประเทศไทย ลักษณะ การกระจาย และการใช้. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Babu, V.R., Prasad, A.M. and Rao, D.S.K. 1987. Evaluation of cotton genotypes for tolerance to saline water irrigation. Indian. J. of Agronomy.32(3) : 229-231.

Donahue, R.L., Miller, R.W. and Schickluna, J.C. 1997. An introduction to soils and plant growth. New Jersey : Prentice Hall.

Greene, R.S.B., Rengasamy, P., Ford, G.W., Chartres, C.J. and Miller, C. 1988. The effect of sodium and calcium on physical properties and micromorphology of two red –brown earth soils. J. Soil Science. 39 : 639-648.

Rabie, R.K. and Kumazawa, K. 1988. Effect of salt stress on nitrogen nutrition and yield quality of nodulated soybeans. Soil Sci and Plant Nutrition. 34(3) : 385-391.

Sathyaseelan, S. and George, S. 2006. Latex sludge – alternate cheap Phosphorus source in crop production.[online].http://crops.confex.com/crops/wc2006/techprogram/P11584.HTM (access February, 20, 2008).

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 สมบัติทางเคมีของดินผสมกากขี้แป้งในดินก่อนปลูก

กากขี้แป้ง % (w/w)	ซ้ำ	pH	Ec_e (dsm^{-1})	Total N (gkg^{-1})	Available P ($mgkg^{-1}$)	Exchangeable K ($cmol_c kg^{-1}$)	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
0	1	5.10	0.32	0.25	0.05	0.24	16.09	1.57
	2	5.29	0.27	0.24	0.04	0.30	18.34	1.43
	3	5.39	0.42	0.23	0.04	0.36	15.98	1.36
	4	5.30	0.32	0.24	0.04	0.35	16.00	1.40
0.1	1	5.52	0.85	0.18	0.94	0.60	90.00	14.46
	2	5.64	0.99	0.22	1.18	0.62	86.88	12.56
	3	5.57	0.96	0.19	1.25	0.60	94.01	15.39
	4	5.50	0.95	0.20	1.16	0.60	91.00	13.52
0.2	1	5.70	1.14	0.30	1.85	0.95	116.32	16.95
	2	5.84	1.22	0.20	1.70	0.67	124.00	17.00
	3	5.72	1.23	0.20	2.19	0.59	132.85	19.03
	4	5.72	1.22	0.25	1.97	0.69	124.67	17.22
0.3	1	5.90	1.31	0.22	2.33	0.63	74.00	17.13
	2	5.92	1.23	0.21	2.37	0.60	65.40	16.00
	3	6.09	1.29	0.23	3.52	0.93	83.86	15.00
	4	6.00	1.30	0.20	2.33	0.60	76.50	17.00

ตารางภาคผนวกที่ 1(ต่อ) สมบัติทางเคมีของดินผสมกากขี้แป้งในดินก่อนปลูก

กากขี้แป้ง % (w/w)	ซ้ำ	pH	Ec_e (dsm^{-1})	Total N (gkg^{-1})	Available P ($mgkg^{-1}$)	Exchange K ($cmol_c kg^{-1}$)
0.5	1	6.73	1.54	0.29	5.16	0.82
	2	6.95	1.45	0.38	4.45	0.88
	3	6.54	1.72	0.33	5.79	1.57
	4	6.70	1.52	0.30	5.70	0.90
1.0	1	7.21	2.45	0.63	9.46	1.51
	2	7.20	1.87	0.84	10.07	1.25
	3	7.25	1.94	0.59	9.04	1.46
	4	7.20	2.00	0.64	9.07	1.45
1.5	1	7.73	2.07	0.78	8.57	1.53
	2	7.63	1.79	0.59	10.66	1.49
	3	7.87	2.04	0.56	8.49	1.49
	4	7.65	2.00	0.60	8.79	1.50
2.0	1	7.91	3.10	1.48	12.19	1.89
	2	7.94	2.52	0.73	10.40	1.83
	3	7.75	3.59	0.62	11.29	2.85
	4	7.99	3.13	0.80	11.30	2.00

ตารางภาคผนวกที่ 2 สมบัติทางเคมีของดินผสมกากขี้แป้งในดินหลังปลูก

กากขี้แป้ง % (w/w)	ซ้ำ	pH	Ec_e (dsm^{-1})	Total N (gkg^{-1})	Available P ($mgkg^{-1}$)	Exchange K ($cmol_c kg^{-1}$)
0	1	6.90	0.17	0.24	0.03	0.12
	2	6.71	0.14	0.22	0.03	0.15
	3	6.74	0.12	0.20	0.04	0.19
	4	6.70	0.15	0.20	0.04	0.12
0.1	1	6.76	0.08	0.11	0.81	0.26
	2	6.66	0.10	0.12	0.93	0.14
	3	6.70	0.10	0.16	0.67	0.18
	4	6.70	0.10	0.15	0.89	0.15
0.2	1	6.75	0.13	0.12	1.59	0.29
	2	6.67	0.08	0.12	1.48	0.26
	3	6.52	0.11	0.12	1.60	0.25
	4	6.70	0.11	0.12	1.54	0.25
0.3	1	6.53	0.09	0.11	1.59	0.30
	2	6.57	0.16	0.13	1.94	0.31
	3	6.20	0.13	0.12	2.39	0.25
	4	6.50	0.12	0.11	1.90	0.32

ตารางภาคผนวกที่ 2(ต่อ) สมบัติทางเคมีของดินผสมกากขี้แป้งในดินหลังปลูก

กากขี้แป้ง % (w/w)	ซ้ำ	pH	Ec_e (dsm^{-1})	Total N (gkg^{-1})	Available P ($mgkg^{-1}$)	Exchange K ($cmol_c kg^{-1}$)
0.5	1	6.20	1.22	0.37	8.61	1.24
	2	5.59	1.31	0.41	7.96	1.05
	3	5.61	0.92	0.47	5.02	1.14
	4	6.00	1.20	0.40	6.44	1.22
1.0	1	5.82	1.20	0.68	8.75	2.13
	2	5.85	2.06	0.63	12.32	1.90
	3	6.70	1.97	0.84	10.62	2.28
	4	6.78	2.00	0.63	11.62	2.28
1.5	1	6.52	2.57	0.84	15.72	2.60
	2	6.35	3.15	1.05	14.13	2.99
	3	6.19	1.80	0.94	14.18	2.55
	4	6.32	2.53	1.00	14.22	2.60
2.0	1	7.17	2.30	0.98	17.84	3.19
	2	7.15	1.80	0.74	16.88	2.26
	3	7.20	1.24	0.62	17.36	2.16
	4	7.20	2.10	0.74	17.01	2.30

ตารางภาคผนวกที่ 3 การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

กากขี้แป้ง % (w/w)	ซ้ำ	สัปดาห์					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
0	1	5.70	8.00	9.50	14.50	17.00	33.00
	2	8.90	9.50	11.00	15.00	18.00	29.00
	3	8.90	11.50	12.00	16.50	18.00	29.00
	4	8.00	11.00	12.00	15.00	18.00	30.00
0.1	1	8.90	11.80	20.00	28.00	37.50	72.00
	2	9.20	11.50	18.50	29.00	37.00	62.00
	3	7.60	15.30	23.00	29.50	38.00	73.00
	4	8.20	15.20	21.00	28.30	38.00	72.00
0.2	1	8.90	10.00	16.00	24.00	32.00	57.00
	2	8.90	10.50	19.00	27.00	37.50	72.00
	3	7.60	12.50	20.00	28.00	37.00	72.00
	4	8.60	11.90	19.50	27.00	36.00	72.00
0.3	1	8.90	13.00	20.00	29.00	37.00	69.00
	2	10.20	13.50	23.00	30.00	38.00	66.00
	3	13.80	8.50	14.50	22.00	30.00	49.00
	4	13.00	12.00	14.40	23.00	30.00	50.00

ตารางภาคผนวกที่ 3(ต่อ) การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

กากขี้แป้ง % (w/w)	ซ้ำ	สัปดาห์					
		1	2	3	4	5	6
0.5	1	5.50	7.50	8.00	-	-	-
	2	5.70	7.30	9.50	-	-	-
	3	7.00	8.50	9.00	-	-	-
	4	6.00	7.50	9.00	-	-	-
1.0	1	4.00	6.00	6.50	-	-	-
	2	4.00	4.50	5.00	-	-	-
	3	3.20	4.50	5.00	-	-	-
	4	4.00	5.00	6.00	-	-	-
1.5	1	3.50	4.50	5.00	-	-	-
	2	4.60	5.00	5.50	-	-	-
	3	4.40	4.50	5.00	-	-	-
	4	5.00	5.00	5.43	-	-	-
2.0	1	4.00	4.50	5.00	-	-	-
	2	5.50	4.50	7.50	-	-	-
	3	4.00	4.80	5.00	-	-	-
	4	4.00	5.00	6.00	-	-	-

หมายเหตุ : - ต้นข้าวโพดตาย

ตารางภาคผนวกที่ 4 สมบัติทางเคมีของดินผสม

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	pH		EC_e (dSm^{-1})	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
Control	1	5.67	5.52	0.32	0.24
	2	5.62	5.86	0.46	0.19
	3	5.67	6.10	0.44	0.16
	4	5.64	5.82	0.42	0.20
G	1	5.00	5.40	3.25	0.55
	2	4.71	5.32	3.73	0.47
	3	4.87	5.42	2.87	0.53
	4	4.85	5.35	3.27	0.51
H + G	1	5.43	5.48	3.97	1.77
	2	5.35	5.47	4.10	0.93
	3	5.83	5.46	2.58	1.63
	4	5.54	5.45	3.56	1.45
H + G + S 0.1 %(w/w)	1	5.72	5.78	5.66	1.09
	2	5.69	5.87	5.92	0.80
	3	5.56	5.79	5.22	0.94
	4	5.62	5.82	5.66	1.29
H + G + S 0.3 %(w/w)	1	5.92	5.95	5.35	1.93
	2	6.02	5.97	5.88	1.40
	3	6.02	5.80	3.81	2.14
	4	5.95	5.88	5.05	1.83

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) สมบัติทางเคมีของดินผสม

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	pH		EC_e (dSm^{-1})	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
H + G + S 0.5 %(w/w)	1	5.70	6.05	7.30	3.35
	2	5.86	6.25	5.63	1.76
	3	5.72	6.21	5.68	2.17
	4	5.75	6.18	6.64	2.45
BH + G	1	5.97	6.22	2.55	1.03
	2	5.94	6.13	2.71	0.91
	3	6.26	6.43	0.80	0.77
	4	6.07	6..25	2.05	0.72
BH + G + S 0.1 %(w/w)	1	6.32	6.34	1.49	0.98
	2	6.34	6.45	1.75	0.62
	3	6.04	6.46	1.63	0.64
	4	6.21	6.30	1.31	0.73
BH+ G + S 0.3 %(w/w)	1	6.86	6.35	1.56	0.98
	2	6.64	6.32	3.05	1.39
	3	6.68	6.55	1.37	1.33
	4	6.73	6.38	2.00	1.20
BH+ G + S 0.5 %(w/w)	1	6.8	6.13	2.83	2.00
	2	6.94	6.20	1.85	2.07
	3	7.03	6.40	2.06	2.00
	4	6.90	6.25	2.22	2.03

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) สมบัติทางเคมีของดินผสม

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	pH		EC_e (dSm^{-1})	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
CF+ G	1	6.30	6.12	1.43	3.95
	2	6.08	6.15	3.85	4.61
	3	6.43	6.47	3.55	2.08
	4	6.25	6.17	2.97	3.53
CF+ G + S 0.1 %(w/w)	1	6.02	6.35	4.10	2.44
	2	5.98	6.47	9.25	2.44
	3	6.11	6.51	5.22	2.35
	4	6.06	6.45	6.18	2.46
CF+ G + S 0.3 %(w/w)	1	6.44	6.21	2.99	5.34
	2	6.09	6.12	6.65	7.44
	3	6.18	6.44	6.62	2.23
	4	6.24	6.30	5.43	5.02
CF+ G + S 0.5 %(w/w)	1	6.46	6.14	3.39	4.73
	2	6.35	6.00	2.11	5.34
	3	6.47	5.98	5.09	5.76
	4	6.44	6.06	3.55	4.96

หมายเหตุ : Control= ควบคุม G= Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk = แกลบเผา CF=Coconut fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

ตารางภาคผนวกที่ 5 การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	สัปดาห์						น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
		1	2	3	4	5	6		
Control	1	8.00	9.00	10.00	12.00	13.00	15.00	2.27	0.45
	2	8.00	9.00	10.00	12.00	13.00	14.00	3.03	0.58
	3	8.00	9.00	10.00	11.00	13.00	13.00	2.42	0.29
	4	8.00	9.00	10.00	11.00	12.50	14.00	2.56	0.45
G	1	9.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	2.74	0.57
	2	10.00	12.00	12.50	13.00	15.00	16.00	3.13	0.44
	3	11.00	11.50	12.00	13.00	15.50	16.00	2.62	0.40
	4	10.00	11.50	12.50	13.50	14.50	16.50	3.16	0.48
H + G	1	12.00	14.00	24.00	32.00	39.00	50.00	143.72	23.79
	2	12.00	13.50	27.00	32.00	39.00	50.00	144.00	23.60
	3	12.00	13.00	27.00	31.00	42.00	50.00	144.40	23.25
	4	12.00	13.50	26.50	32.00	40.50	50.50	144.00	23.65
H + G + S 0.1 %(w/w)	1	16.50	18.00	29.00	40.00	63.00	80.00	245.49	26.34
	2	19.00	20.00	33.00	42.00	62.00	83.00	288.82	33.72
	3	18.50	20.00	37.00	40.00	64.00	86.00	280.54	26.99
	4	18.00	19.50	33.50	40.50	63.50	83.50	271.50	29.20
H + G + S 0.3 %(w/w)	1	12.00	18.00	24.00	33.00	54.00	80.00	274.30	30.62
	2	12.00	16.50	26.00	36.00	54.00	80.00	303.67	31.11
	3	15.00	19.00	28.00	38.00	47.00	82.00	296.20	32.72
	4	13.00	18.00	26.00	36.00	33.50	79.00	291.00	32.00

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ) การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	สัปดาห์						น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
		1	2	3	4	5	6		
H + G + S 0.5 %(w/w)	1	15.00	17.00	23.00	34.00	38.00	60.00	230.80	22.50
	2	13.00	15.50	26.00	36.00	38.00	56.00	256.74	26.35
	3	15.00	13.00	24.00	30.00	36.00	60.00	239.10	23.60
	4	13.00	15.00	23.50	33.50	38.00	58.00	253.00	24.22
BH + G	1	10.00	11.50	16.00	22.00	25.00	28.00	26.42	2.200
	2	10.00	11.00	16.00	18.00	23.00	32.00	16.18	1.93
	3	10.00	10.00	15.00	20.00	24.00	30.00	23.12	2.28
	4	10.50	11.00	15.50	20.00	26.00	38.00	22.01	2.20
BH + G + S 0.1 %(w/w)	1	12.00	13.00	24.00	40.00	45.00	66.00	127.78	18.70
	2	13.00	14.00	23.00	34.00	45.00	64.00	137.91	17.34
	3	14.00	15.50	25.00	33.00	41.00	55.00	121.10	15.82
	4	13.00	14.50	24.50	36.00	45.00	62.00	129.10	17.30
BH+ G + S 0.3 %(w/w)	1	15.00	14.00	23.00	32.00	47.00	80.00	193.58	17.11
	2	16.00	16.00	26.00	32.00	47.00	80.00	266.43	23.72
	3	17.00	17.00	28.00	41.00	49.00	82.00	287.10	28.71
	4	15.50	15.50	25.50	35.50	49.50	80.00	248.20	23.21
BH+ G + S 0.5 %(w/w)	1	11.00	14.00	23.00	32.00	45.00	55.00	241.54	24.61
	2	12.00	15.00	20.00	33.00	40.00	54.00	146.91	23.7
	3	13.00	15.00	25.00	35.00	49.00	52.00	255.24	25.25
	4	12.00	14.50	22.50	30.50	41.00	55.00	181.31	24.18

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ) การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	สัปดาห์						น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
		1	2	3	4	5	6		
CF+ G	1	8.00	9.00	10.00	11.00	13.00	14.00	2.44	0.15
	2	8.00	10.00	11.00	12.00	13.00	15.00	3.68	0.19
	3	8.50	9.00	10.00	11.00	11.50	13.00	2.69	0.23
	4	8.00	9.50	10.50	11.50	12.50	14.50	2.63	0.19
CF+ G + S 0.1 %(w/w)	1	11.00	12.00	14.00	17.00	18.00	28.00	10.08	1.54
	2	10.00	14.00	15.00	17.00	18.00	29.00	14.82	1.69
	3	10.00	12.00	13.00	15.00	17.00	29.00	12.56	1.49
	4	10.50	12.50	13.50	16.50	18.00	28.50	12.48	1.58
CF+ G + S 0.3 %(w/w)	1	14.00	15.00	25.00	33.00	47.00	61.00	178.96	10.40
	2	10.00	20.00	23.00	32.00	44.00	68.00	204.22	22.04
	3	14.50	15.00	29.00	30.00	46.00	60.00	193.39	22.45
	4	12.50	16.50	25.50	30.50	45.50	66.00	178.9	18.31
CF+ G + S 0.5 %(w/w)	1	12.00	20.00	33.00	38.00	49.00	50.00	128.55	26.11
	2	12.00	16.50	30.00	35.00	49.00	49.00	136.41	26.37
	3	11.00	15.00	23.00	40.00	47.00	47.00	165.81	18.70
	4	13.5	17.00	29.00	39.00	49.00	48.66	127.10	18.59

หมายเหตุ : Control= ควบคุม G= Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk = แกลบเผา CF=Coconut fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

ตารางภาคผนวกที่ 4 สมบัติทางเคมีของดินผสม

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	pH		EC_e (dSm^{-1})	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
Control	1	5.67	5.52	0.32	0.24
	2	5.62	5.86	0.46	0.19
	3	5.67	6.10	0.44	0.16
	4	5.64	5.82	0.42	0.20
G	1	5.00	5.40	3.25	0.55
	2	4.71	5.32	3.73	0.47
	3	4.87	5.42	2.87	0.53
	4	4.85	5.35	3.27	0.51
H + G	1	5.43	5.48	3.97	1.77
	2	5.35	5.47	4.10	0.93
	3	5.83	5.46	2.58	1.63
	4	5.54	5.45	3.56	1.45
H + G + S 0.1 %(w/w)	1	5.72	5.78	5.66	1.09
	2	5.69	5.87	5.92	0.80
	3	5.56	5.79	5.22	0.94
	4	5.62	5.82	5.66	1.29
H + G + S 0.3 %(w/w)	1	5.92	5.95	5.35	1.93
	2	6.02	5.97	5.88	1.40
	3	6.02	5.80	3.81	2.14
	4	5.95	5.88	5.05	1.83

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) สมบัติทางเคมีของดินผสม

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	pH		EC_e (dSm^{-1})	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
H + G + S 0.5 %(w/w)	1	5.70	6.05	7.30	3.35
	2	5.86	6.25	5.63	1.76
	3	5.72	6.21	5.68	2.17
	4	5.75	6.18	6.64	2.45
BH + G	1	5.97	6.22	2.55	1.03
	2	5.94	6.13	2.71	0.91
	3	6.26	6.43	0.80	0.77
	4	6.07	6..25	2.05	0.72
BH + G + S 0.1 %(w/w)	1	6.32	6.34	1.49	0.98
	2	6.34	6.45	1.75	0.62
	3	6.04	6.46	1.63	0.64
	4	6.21	6.30	1.31	0.73
BH+ G + S 0.3 %(w/w)	1	6.86	6.35	1.56	0.98
	2	6.64	6.32	3.05	1.39
	3	6.68	6.55	1.37	1.33
	4	6.73	6.38	2.00	1.20
BH+ G + S 0.5 %(w/w)	1	6.8	6.13	2.83	2.00
	2	6.94	6.20	1.85	2.07
	3	7.03	6.40	2.06	2.00
	4	6.90	6.25	2.22	2.03

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) สมบัติทางเคมีของดินผสม

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	pH		EC_e (dSm^{-1})	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
CF+ G	1	6.30	6.12	1.43	3.95
	2	6.08	6.15	3.85	4.61
	3	6.43	6.47	3.55	2.08
	4	6.25	6.17	2.97	3.53
CF+ G + S 0.1 %(w/w)	1	6.02	6.35	4.10	2.44
	2	5.98	6.47	9.25	2.44
	3	6.11	6.51	5.22	2.35
	4	6.06	6.45	6.18	2.46
CF+ G + S 0.3 %(w/w)	1	6.44	6.21	2.99	5.34
	2	6.09	6.12	6.65	7.44
	3	6.18	6.44	6.62	2.23
	4	6.24	6.30	5.43	5.02
CF+ G + S 0.5 %(w/w)	1	6.46	6.14	3.39	4.73
	2	6.35	6.00	2.11	5.34
	3	6.47	5.98	5.09	5.76
	4	6.44	6.06	3.55	4.96

หมายเหตุ : Control= ควบคุม G= Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk = แกลบเผา CF=Coconut fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

ตารางภาคผนวกที่ 5 การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	สัปดาห์						น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
		1	2	3	4	5	6		
Control	1	8.00	9.00	10.00	12.00	13.00	15.00	2.27	0.45
	2	8.00	9.00	10.00	12.00	13.00	14.00	3.03	0.58
	3	8.00	9.00	10.00	11.00	13.00	13.00	2.42	0.29
	4	8.00	9.00	10.00	11.00	12.50	14.00	2.56	0.45
G	1	9.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	2.74	0.57
	2	10.00	12.00	12.50	13.00	15.00	16.00	3.13	0.44
	3	11.00	11.50	12.00	13.00	15.50	16.00	2.62	0.40
	4	10.00	11.50	12.50	13.50	14.50	16.50	3.16	0.48
H + G	1	12.00	14.00	24.00	32.00	39.00	50.00	143.72	23.79
	2	12.00	13.50	27.00	32.00	39.00	50.00	144.00	23.60
	3	12.00	13.00	27.00	31.00	42.00	50.00	144.40	23.25
	4	12.00	13.50	26.50	32.00	40.50	50.50	144.00	23.65
H + G + S 0.1 %(w/w)	1	16.50	18.00	29.00	40.00	63.00	80.00	245.49	26.34
	2	19.00	20.00	33.00	42.00	62.00	83.00	288.82	33.72
	3	18.50	20.00	37.00	40.00	64.00	86.00	280.54	26.99
	4	18.00	19.50	33.50	40.50	63.50	83.50	271.50	29.20
H + G + S 0.3 %(w/w)	1	12.00	18.00	24.00	33.00	54.00	80.00	274.30	30.62
	2	12.00	16.50	26.00	36.00	54.00	80.00	303.67	31.11
	3	15.00	19.00	28.00	38.00	47.00	82.00	296.20	32.72
	4	13.00	18.00	26.00	36.00	33.50	79.00	291.00	32.00

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ) การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	สัปดาห์						น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
		1	2	3	4	5	6		
H + G + S 0.5 %(w/w)	1	15.00	17.00	23.00	34.00	38.00	60.00	230.80	22.50
	2	13.00	15.50	26.00	36.00	38.00	56.00	256.74	26.35
	3	15.00	13.00	24.00	30.00	36.00	60.00	239.10	23.60
	4	13.00	15.00	23.50	33.50	38.00	58.00	253.00	24.22
BH + G	1	10.00	11.50	16.00	22.00	25.00	28.00	26.42	2.200
	2	10.00	11.00	16.00	18.00	23.00	32.00	16.18	1.93
	3	10.00	10.00	15.00	20.00	24.00	30.00	23.12	2.28
	4	10.50	11.00	15.50	20.00	26.00	38.00	22.01	2.20
BH + G + S 0.1 %(w/w)	1	12.00	13.00	24.00	40.00	45.00	66.00	127.78	18.70
	2	13.00	14.00	23.00	34.00	45.00	64.00	137.91	17.34
	3	14.00	15.50	25.00	33.00	41.00	55.00	121.10	15.82
	4	13.00	14.50	24.50	36.00	45.00	62.00	129.10	17.30
BH+ G + S 0.3 %(w/w)	1	15.00	14.00	23.00	32.00	47.00	80.00	193.58	17.11
	2	16.00	16.00	26.00	32.00	47.00	80.00	266.43	23.72
	3	17.00	17.00	28.00	41.00	49.00	82.00	287.10	28.71
	4	15.50	15.50	25.50	35.50	49.50	80.00	248.20	23.21
BH+ G + S 0.5 %(w/w)	1	11.00	14.00	23.00	32.00	45.00	55.00	241.54	24.61
	2	12.00	15.00	20.00	33.00	40.00	54.00	146.91	23.7
	3	13.00	15.00	25.00	35.00	49.00	52.00	255.24	25.25
	4	12.00	14.50	22.50	30.50	41.00	55.00	181.31	24.18

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ) การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินผสมกากขี้แป้ง

สิ่งทดลอง	ซ้ำ	สัปดาห์						น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
		1	2	3	4	5	6		
CF+ G	1	8.00	9.00	10.00	11.00	13.00	14.00	2.44	0.15
	2	8.00	10.00	11.00	12.00	13.00	15.00	3.68	0.19
	3	8.50	9.00	10.00	11.00	11.50	13.00	2.69	0.23
	4	8.00	9.50	10.50	11.50	12.50	14.50	2.63	0.19
CF+ G + S 0.1 %(w/w)	1	11.00	12.00	14.00	17.00	18.00	28.00	10.08	1.54
	2	10.00	14.00	15.00	17.00	18.00	29.00	14.82	1.69
	3	10.00	12.00	13.00	15.00	17.00	29.00	12.56	1.49
	4	10.50	12.50	13.50	16.50	18.00	28.50	12.48	1.58
CF+ G + S 0.3 %(w/w)	1	14.00	15.00	25.00	33.00	47.00	61.00	178.96	10.40
	2	10.00	20.00	23.00	32.00	44.00	68.00	204.22	22.04
	3	14.50	15.00	29.00	30.00	46.00	60.00	193.39	22.45
	4	12.50	16.50	25.50	30.50	45.50	66.00	178.9	18.31
CF+ G + S 0.5 %(w/w)	1	12.00	20.00	33.00	38.00	49.00	50.00	128.55	26.11
	2	12.00	16.50	30.00	35.00	49.00	49.00	136.41	26.37
	3	11.00	15.00	23.00	40.00	47.00	47.00	165.81	18.70
	4	13.5	17.00	29.00	39.00	49.00	48.66	127.10	18.59

หมายเหตุ : Control= ควบคุม G= Gypsum 5 กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม/กระถาง H = Rice Husk = แกลบ BH = Burned Husk = แกลบเผา CF=Coconut fiber = ขุยมะพร้าว S = Sludge = กากขี้แป้ง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวศิราณี วงศ์กระจ่าง

รหัสนักศึกษา 4910620054

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	2549