สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

อิทธิพลของผลตกค้างของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกบนดินชุดน้ำพอง (ปีที่3)

Residual effect of Zeolite and Isolite as the Soil Conditioner to the Growth and Yield of the Corn on Nam Phong soil series (the 3rd year)

โดย

นางสาวรัตติยา สถาพร

เสนอ

สพ.
S366ด
เลขหมู่ 2543
เลขทะเบียน 40025
วัน, เดือน, ปี 24 ก.ค. 2544

ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเทคโนโลยีการเกษตร

.b.....
.i.....

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

อิทธิพลของผลตกค้างของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกบนดินชุดน้ำพอง (ปีที่3)

Residual effect of Zeolite and Isolite as the Soil Conditioner to the Growth and Yield of the Corn on Nam Phong soil series (the 3rd year)

โดย

นางสาวรัตติยา สถาพร

.....

(อาจารย์ นุกูล ถวิลถึง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผศ.ดร.อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

24/10/44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณบุคลลท่านต่างๆที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอบพระคุณ อาจารย์นุกูล ถวิลถึง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาชี้แนะ และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาในด้านการตรวจเอกสารปัญหาพิเศษฉบับนี้ และ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำต่างๆในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง และ คุณนารี พันธุ์จินดาวรรณ ที่คอยสอนและแนะนำในด้านการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ รวมถึง คุณสมจิตร มั่งนาค และ คุณทองม้วน สุนทรา ที่อำนวยความสะดวกในการเบิกและคืนอุปกรณ์ต่างๆ ขอบคุณพี่สาธิตและพี่กอเซ็ม ที่ช่วยเหลือในการเคลื่อนย้ายภาชนะปลูกและแนะนำเทคนิคต่างๆ ขอบคุณเพื่อนๆภาควิชาปฐพีวิทยา รุ่น 13 ทุกท่าน เพื่อนอ้อ และ เพื่อนแอน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายกราบขอบพระคุณบุคคลพิเศษสองท่าน (บิดาและมารดา)ที่ให้ทุกๆอย่าง จนสามารถทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

รัตติยา สถาพร

มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของผลตกค้างของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกบนดินชุดน้ำพอง (ปีที่3)

Residual effect of Zeolite and Isolite as the Soil Conditioner to the Growth and Yield of the Corn on Nam Phong soil series (the 3rd year)

บทคัดย่อ

การศึกษาผลตกค้างของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานในดินชุดน้ำพอง โดยปลูกใน Lysimeter วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 8 ตำรับการทดลอง ประกอบด้วยสารปรับปรุงดิน 3 ชนิด คือ Zeolite , Isolite และ Isolite cake ในอัตรา 5% และ 10% ปุ๋ยหมัก ในอัตรา 2 ตัน/ไร่ โดยทุกตำรับการทดลองใส่ปุ๋ยเคมี 3 ครั้ง ครั้งแรก สูตร 15-15-15 อัตรา 150 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 และ 3 สูตร 46-0-0 อัตรา 150 กก./ไร่ และ 75 กก./ ไร่ ตามลำดับ โดยมีตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวเป็นตำรับควบคุม

ผลการทดลองพบว่า Zeolite เป็นสารปรับปรุงดินที่มี CEC สูงที่สุด (102 me/100g soil) หลังจากผสมลงในดินแล้วสามารถเพิ่ม CEC ในดินทรายได้ หลังจากปลูกข้าวโพดหวานในปีที่ 3 พบว่า CEC ในดินหลังปลูกมีค่าใกล้เคียงเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก อย่างไรก็ตามตำรับที่ใส่ Zeolite 10% ยังคงมีค่า CEC สูงที่สุด (8.76 me/100g soil) ส่วนผลของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานในปีที่ 3 พบว่า ตำรับที่ใช้ Isolite 10% จะให้น้ำหนักฝักสดและฝักแห้งสูงที่สุด 124.65 g/Lysimeter และ 50.23 g/Lysimeter ส่วนน้ำหนักต้นสดและแห้งตำรับที่ใส่ Isolite 10% จะให้น้ำหนักต้นสดและแห้งสูงที่สุด 394.29 g/Lysimeter และ 115.51 g/Lysimeter สำหรับความเข้มข้นของธาตุอาหารในข้าวโพด พบว่า ตำรับที่ใช้ Zeolite 5% จะมีปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพดสูงที่สุด 1.65% โดยที่ตำรับอื่นๆ ไม่แตกต่างกับตำรับควบคุม, ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดสูงที่สุดในตำรับที่ใช้ปุ๋ยหมักมีค่า 0.22 %, ตำรับที่ใช้ Zeolite 5% และ 10% จะให้ปริมาณโพแทสเซียมในข้าวโพดสูงที่สุด 1.30% ในขณะที่ตำรับอื่นๆ ไม่แตกต่างกับตำรับควบคุม ตำรับที่ใช้ Zeolite 5% จะมีปริมาณ N-uptake สูงสุด คือ 2.31 g/ต้น และตำรับที่ใช้ปุ๋ยหมักมีค่า P-uptake สูงที่สุด คือ 0.33 g/ต้น ส่วนในตำรับที่ใส่ Zeolite 10% มี K-uptake สูงถึง 1.98 g/ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	a
สารบัญตาราง	b
สารบัญกราฟ	f
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	27
ผลการทดลอง	31
วิจารณ์ผลการทดลอง	77
สรุปผลการทดลอง	80
เอกสารอ้างอิง	82
ภาคผนวก	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แหล่งแร่ซีโอไลท์ชนิดต่างๆที่พบในปริมาณมากและมีศักยภาพในเชิงอุตสาหกรรม	7
2	การทดสอบความสามารถในการดูดซับโลหะหนักของซีโอไลท์สังเคราะห์	8
3	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับของซีโอไลท์ธรรมชาติกับวัสดุอื่นๆ	8
4	Cation exchange properties ของแร่ซีโอไลท์สำคัญบางชนิดที่พบในดิน	9
5	คุณสมบัติของซีโอไลท์บางชนิดที่สำคัญ	10
6	ส่วนประกอบของธาตุต่างๆในซีโอไลท์	11
7	งานวิจัยล่าสุดที่ตีพิมพ์เผยแพร่เรื่องการใช้ซีโอไลท์เป็น slow release fertilizer ให้กับพืชทางดิน	14
8	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอีโซไลท์	18
9	ส่วนประกอบของอีโซไลท์	18
10	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอีโซไลท์ เค้กจากโรงงานผลิตน้ำตาล	20
11	ผลการวิเคราะห์ดินและระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินชุดน้ำพอง	22
12	คุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินชุดน้ำพอง	22
13	แสดงเนื้อดินของชุดดินน้ำพอง	22
14	แสดงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของชุดดินน้ำพอง	31
15	แสดงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของสารปรับปรุงดิน	31
16	ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด	33
17	ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด	35
18	ปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด	37
19	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด	39
20	ปริมาณโพแทสเซียมของดินก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด	41
21	ปริมาณแคลเซียมของดินก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด	43
22	ปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด	45
23	ปริมาณโซเดียมของดินก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ หน้า

24	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด	49
25	ปริมาณคลอโรฟิลล์ในข้าวโพด	51
26	น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดในปีที่ 3	53
27	น้ำหนักสดของต้นข้าวโพดในปีที่ 3	54
28	น้ำหนักฝักสดและต้นสดของข้าวโพดโพดในปีที่ 3	55
29	น้ำหนักแห้งของฝักและต้นข้าวโพดในปีที่ 3	57
30	น้ำหนักฝักแห้งของข้าวโพดในปีที่ 3	58
31	น้ำหนักต้นข้าวโพดในปีที่ 3	59
32	ความสูงของข้าวโพดในปีที่ 3	60
33	ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพดของแต่ละ treatment	62
34	ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดของแต่ละ treatment	63
35	ปริมาณโพแทสเซียมในข้าวโพดของแต่ละ treatment	64
36	ปริมาณแคลเซียมในข้าวโพดของแต่ละ treatment	66
37	ปริมาณแมกนีเซียมในข้าวโพดของแต่ละ treatment	67
38	ปริมาณเหล็กในข้าวโพดของแต่ละ treatment	68
39	ปริมาณแมงกานีสในข้าวโพดของแต่ละ treatment	70
40	ปริมาณสังกะสีในข้าวโพดของแต่ละ treatment	71
41	ปริมาณทองแดงในข้าวโพดของแต่ละ treatment	72
42	แสดงค่า uptake ธาตุต่างๆของข้าวโพด ในแต่ละ treatment	76

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

1	คุณสมบัติทางเคมีของดินในแต่ละ treatment ก่อนปลูกข้าวโพด	88
2	คุณสมบัติทางเคมีของดินในแต่ละ treatment หลังปลูกข้าวโพด	89
3	ปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวโพดในแต่ละ treatment	90
4	ผลของสารปรับปรุงดินต่อปริมาณผลผลิตของข้าวโพด	91
5	ผลของสารปรับปรุงดินต่อปริมาณธาตุต่างๆในข้าวโพด	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

6	ผลของสารปรับปรุงดินต่อปริมาณ uptake ธาตุต่างๆของข้าวโพด	93
7	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกข้าวโพด	94
8	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความเป็นกรด-ด่างของดินหลังปลูกข้าวโพด	94
9	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกข้าวโพด	95
10	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูกข้าวโพด	95
11	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนปลูกข้าวโพด	96
12	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณอินทรียวัตถุของดินหลังปลูกข้าวโพด	96
13	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูกข้าวโพด	97
14	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินหลังปลูกข้าวโพด	97
15	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด	98
16	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด	98
17	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด	99
18	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด	99
19	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด	100
20	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด	100
21	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโซเดียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด	101
22	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโซเดียมของดินหลังปลูกข้าวโพด	101
23	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกข้าวโพด	102
24	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินหลังปลูกข้าวโพดตาราง	102

ภาคผนวกที่ หน้า

25	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักฝักสดของต้นข้าวโพดในปีที่ 3	103
26	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักสดของต้นข้าวโพดในปีที่ 3	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ หน้า

27	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในปีที่ 3	104
28	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักฝักแห้งของข้าวโพดในปีที่ 3	104
29	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความสูงของข้าวโพดในปีที่ 3	105
30	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด	105
31	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด	106
32	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมในข้าวโพด	106
33	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมในข้าวโพด	107
34	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมในข้าวโพด	107
35	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณเหล็กในข้าวโพด	108
36	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมงกานีสในข้าวโพด	108
37	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณสังกะสีในข้าวโพด	109
38	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณทองแดงในข้าวโพด	109
39	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake ไนโตรเจนของข้าวโพด	110
40	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake ฟอสฟอรัสของข้าวโพด	110
41	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake โพแทสเซียมของข้าวโพด	111
42	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake แคลเซียมของข้าวโพด	111
43	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake แมกนีเซียมของข้าวโพด	112
44	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake เหล็กของข้าวโพด	112
45	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake แมงกานีสของข้าวโพด	113
46	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake สังกะสีของข้าวโพด	113
47	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake ทองแดงของข้าวโพด	114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟที่		หน้า
1	แสดงการเปรียบเทียบ ความเป็นกรดด่างของดินก่อนและหลังปลูกข้าวโพด	33
2	แสดงการเปรียบเทียบ ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนและหลังปลูกข้าวโพด	35
3	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนและหลังปลูกข้าวโพด	37
4.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณฟอสฟอรัสของดินก่อนและหลังปลูกข้าวโพด	39
5.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณโพแทสเซียมของดินก่อนและหลังปลูกข้าวโพด	41
6.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณแคลเซียมของดินก่อนและหลังปลูกข้าวโพด	43
7.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนและหลังปลูกข้าวโพด	45
8.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณโซเดียมของดินก่อนและหลังปลูกข้าวโพด	47
9.	แสดงการเปรียบเทียบ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนและหลังปลูกข้าวโพด	49
10.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ในข้าวโพด	51
11.	แสดงน้ำหนักฝักสดของข้าวโพดในปีที่ 3	53
12.	แสดงน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดในปีที่ 3	54
13.	แสดงน้ำหนักสดรวมต้นและฝักของข้าวโพดในปีที่ 3	55
14.	แสดงน้ำหนักแห้งต้นและฝักของข้าวโพดในปีที่ 3	57
15.	แสดงน้ำหนักฝักแห้งของข้าวโพดในปีที่ 3	58
16.	แสดงการน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในปีที่ 3	59
17.	แสดงการความสูงของข้าวโพดในปีที่ 3	60
18.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด	62
19.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด	63
20.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณโพแทสเซียมในข้าวโพด	64
21.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณแคลเซียมในข้าวโพด	66
22.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณแมกนีเซียมในข้าวโพด	67
23.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณเหล็กในข้าวโพด	68
24.	แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณแมงกานีสในข้าวโพด	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณสังกะสีในข้าวโพด 71
26. แสดงการเปรียบเทียบ ปริมาณทองแดงในข้าวโพด 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของผลตกค้างของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกบนดินชุดน้ำพอง (ปีที่ 3)

Residual effect of Zeolite and Isolite as the Soil Conditioner to the Growth and Yield of the Corn on Nam Phong soil series (the 3rd year)

คำนำ

ดินทรายเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ การปรับปรุงดินทรายโดยใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลไม่ดีเท่าที่ควร เพราะธาตุอาหารที่ใส่ลงไปในดินถูกชะล้างได้ง่าย สาเหตุที่สำคัญมาจากคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินทราย คุณสมบัติทางเคมีที่เป็นปัญหา คือ การที่ดินทรายมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity, CEC) ต่ำ ทำให้ดินไม่สามารถดูดซับธาตุอาหารไว้ได้ ส่วนสมบัติทางกายภาพของดินทรายที่เป็นปัญหาคือเนื้อดินค่อนข้างเป็นทรายจัด ทำให้มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ การปรับปรุงดินทรายทำได้โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน

ดินทรายในเขตร้อนและชุ่มชื้นอย่างประเทศไทยอินทรียวัตถุจะถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็วและยังสูญเสียไปกับการชะล้างพังทลายของดิน ดังนั้นจึงได้มีการพยายามที่จะนำสารปรับปรุงดินมาใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินและปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน สารปรับปรุงดินที่มีการนำมาใช้ เช่น ซีโอไลท์ อีโซไลท์ และอีโซไลท์ เค้ก ซึ่งสารปรับปรุงดินเหล่านี้มีคุณสมบัติเด่นหลายประการเช่น มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงเนื่องจาก มีพื้นที่ผิวมากจึงสามารถดูดซับธาตุอาหารไว้ได้หลายชนิดจึงเป็นการช่วยลดปริมาณธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในดินทรายได้ ทำให้การใส่ปุ๋ยเคมีในดินทรายมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการศึกษาของกัลยาและไกลวัล (2542) ในปีที่1 ซีโอไลท์เป็นสารปรับปรุงดินที่มี CEC สูงมาก (102.30 me/100gsoil) และพบว่าซีโอไลท์ ปุ๋ยหมักและอีโซไลท์ 10% สามารถเพิ่ม CEC ให้แก่ดินได้ชัดเจน และจากการศึกษาของกอเซ็มและสาธิต (2543) ในปีที่2 ตำรับที่ใส่ซีโอไลท์ 5% และ 10% ยังคงมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุสูง จากผลศึกษาดังกล่าวจึงได้มีการทำการศึกษาต่อในปีที่ 3โดยปลูกข้าวโพดหวาน และไม่มีการเพิ่มสารปรับปรุงดินลงไปในการทดลองอีก โดยคาดว่าสารปรับปรุงทั้ง 3 ชนิดน่าจะยังคงสภาพอยู่ในดินและสามารถปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆของดินทรายและยังเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการใช้ซีโอไลท์และอีโซไลท์ เป็นสารปรับปรุงดินทราย
2. เพื่อศึกษาผลตกค้างของการใช้ซีโอไลท์และอีโซไลท์ต่อคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินทราย
3. เพื่อศึกษาผลตกค้างของซีโอไลท์และอีโซไลท์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ประเทศไทยมีพื้นที่ที่เป็นดินทรายเป็นบริเวณมากกว่าดินชนิดอื่นที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช จากผลการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน (2541) พบว่าพื้นที่ที่เป็นดินทรายมีอยู่ประมาณ 6 ล้านไร่ ส่วนใหญ่กระจายอยู่ในจังหวัดต่างๆของภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 3 ล้านไร่ นอกนั้นกระจายอยู่ตามภาคต่างๆของประเทศไทย

ดินทราย สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1. ดินทรายธรรมดา หมายถึง ดินที่มีเนื้อดินบนเป็นดินทรายหรือดินทรายร่วนและหนากว่า 50 cm. จากลักษณะเนื้อดินที่มีทรายปะปนอยู่ตั้งแต่ผิวดินลงไป จนถึงความลึกเกินกว่า 1 เมตร มีต้นกำเนิดจากหินทราย (sand stone) ซึ่งมีแร่ quartz เป็นส่วนประกอบสำคัญ เนื้อดินค่อนข้างหยาบ มีสภาพเป็นกรด pH ประมาณ 5-6 มีปริมาณธาตุอาหารตามธรรมชาติ ตลอดจนความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารต่ำ มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมาก โดยเฉลี่ยแล้วจะน้อยกว่า 1% คุณภาพทางกายภาพของดินไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช มีการจับตัวกันเป็นดินดานแข็งเกิดขึ้นเสมอบริเวณที่มีเนื้อดินเป็นทรายละเอียด เป็นอุปสรรคต่อการเจริญของรากพืช เมื่อฝนตกจะเกิดการไหลบ่าไปบนผิวดินชะล้างเอาหน้าดินและธาตุอาหารไปด้วย

2. ดินทรายมีชั้นดาน พบมากบริเวณจังหวัดที่อยู่ติดฝั่งทะเล ทั้งภาคใต้และภาคตะวันออก ประมาณ 7 แสนไร่ ชนิดของแร่ดินเหนียวส่วนใหญ่จะเป็น kaolinite สภาพทั่วไปเป็นกรด มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ต่ำ มีเปอร์เซ็นต์ของความอิ่มตัวของประจุบวกที่เป็นด่าง (BS) ต่ำ มีแร่ดินเหนียวน้อย

ดินทรายมีศักยภาพในการเกษตรต่ำมากและจะเกิดปัญหาอย่างมากในด้านการจัดการดินเพื่อนำไปใช้ทำการเกษตร ปัญหาที่สำคัญคือ การขาดธาตุอาหารพืชอย่างมาก ดินมีความสามารถในการดูดยึดแร่ธาตุและความชุ่มชื้นได้ต่ำมาก ในช่วงฤดูฝนบางแห่ง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ตื้นมาก แต่จะขาดความชื้นอย่างรวดเร็วเมื่อกระทบแล้ง และมีชั้นดานแข็งเกิดอยู่ตื้น จึงขัดขวางการชอนไชของรากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สารปรับปรุงดิน

นักวิชาการด้านดินและปุ๋ยได้สรุปคำจำกัดความของสารปรับปรุงดินไว้ว่า " สารปรับปรุงดิน หมายถึง สารใดก็ตามที่ใส่ลงไปในดินแล้วทำให้สภาพทางเคมี กายภาพและชีวภาพของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจมีธาตุอาหารพืชปนอยู่ในสารนั้นแต่วัตถุประสงค์ที่ใช้ไม่เน้นการเพิ่มเติมธาตุอาหารพืช "

กรมส่งเสริมการเกษตรได้ทำการสำรวจการใช้สารปรับปรุงดินของเกษตรกรในพื้นที่ทั่วประเทศ พบว่าสารปรับปรุงดินที่เกษตรกรมีการใช้กันมากพอจะแบ่งได้เป็นกลุ่มหลักๆ คือ

1. สารปรับปรุงสภาพทางกายภาพ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ สารปรับปรุงดินกลุ่มที่มีฮิวมิคแอซิด เป็นองค์ประกอบซึ่งมีใช้กันอย่างแพร่หลายในปริมาณมากเกือบทั่วประเทศ

2. สารปรับปรุงสภาพทางเคมี ได้แก่ กลุ่มของปูนชนิดต่างๆ ทั้งปูนขาว ปูนมาร์ล ยิปซัม โดโลไมต์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์การใช้เพื่อลดความเป็นกรดของดิน สารกลุ่มนี้มีใช้กันอย่างแพร่หลายและปริมาณมากในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้

3. สารปรับปรุงดินในการรักษาความชื้น ซึ่งเป็นสารที่มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูงในเวลาอันรวดเร็ว ช่วยให้ดินอุ้มน้ำและเก็บความชื้นได้สูงกว่าปกติ ได้แก่ สารในกลุ่มโพลีเมอร์ทั้งหลาย ซึ่งมีใช้กันทั่วไป (บางแห่งเรียกว่าวุ้นเกษตร)

4. สารปรับปรุงทั้งสภาพทางกายภาพ เคมี และรักษาความชื้นของดิน ได้แก่ กลุ่มของแร่และหินชนิดต่างๆ เช่น ซีโอไลท์ เพอร์ไลท์ พูไมซ์ ทริดิไมต์ เป็นต้น ซึ่งมีการใช้กระจายไปทั่วทุกภาคโดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.1 ซีโอไลท์ (Zeolite)

ซีโอไลท์ (Zeolite) เป็นคำมาจากภาษากรีก ซีโอ " Zeo " แปลว่าเดือด ส่วน ลิโธส " Lithos " แปลว่า หิน แปลรวมกันว่า หินเดือด (ดีพร้อม, 2534)

ซีโอไลท์เป็นแร่อลูมิโนซิลิเกต (Aluminosilicates) ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีอลูมิเนียม (Al) หรือซิลิกา(Si) จับรวมตัวกับออกซิเจน 4 อะตอม ในหน่วยพื้นฐานแบบเตตร้าฮีดรอน (Tetrahedron) ซึ่งเชื่อมต่อเข้าด้วยกันในลักษณะวงแหวนแบบ 3 มิติ เกิดเป็นผลึกของแร่ซีโอไลท์ ที่มีช่องว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Channeis) ภายในเป็นจำนวนมาก แร่ซีโอไลท์สามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีกโดยใช้จำนวนของเตตร้าฮีดรอนในแต่ละวง (ring) เป็นตัวจำแนก ซึ่งมีอยู่ตั้งแต่ 2, 4, 6, 8 และ 12 หน่วย การเรียงตัวของจำนวนวงนี้เองที่ใช้กำหนดคุณภาพในการดูดซับ (retention) น้ำและอาหาร ซึ่งปรากฏว่าหากมีจำนวนวงมาต่อกันมากเท่าไรจะเพิ่มศักยภาพในการดูดซับมากตามไปด้วย (ปรีดา และคณะ, 2535)

ซีโอไลท์เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนใต้ท้องทะเล หรือการที่ลาวาและหินเถ้าภูเขาไฟไหลลงไปทับถมในทะเล ทะเลสาปหรือลงสู่ระบบน้ำใต้ดินที่มีความเป็นด่างสูงและมีความอบอุ่น แล้วลาวานั้นจะเปลี่ยนสภาพเป็นกลุ่มแร่ซีโอไลท์ซึ่งต้องใช้เวลานานหลายๆปี โดยโครงสร้างของซีโอไลท์จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ เค้าโครงของกลุ่มแร่อลูมิโนซิลิเกต เค้าโครงโมเลกุลของน้ำและเค้าโครงช่องว่างภายในที่มีประจุโลหะ ซึ่งอาจจะเป็นโซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม หรือเหล็ก แร่ซีโอไลท์ที่พบในธรรมชาตินั้นมีอยู่ประมาณ 40 ชนิด แต่ที่มีประสิทธิภาพ, คุณภาพรวมทั้งปริมาณที่สามารถเป็นการค้าได้มีอยู่เพียง 4-5 ชนิดเท่านั้นคือ มอร์เดนไนต์ (mordenite) คลินอปติโลไนต์ (clinoptilonite) ชาบาไซต์ (chabazite) อีริโอไนต์ (erionite) และฟิลลิปไซต์ (phillipsite) โดย คลินอปติโลไนต์ (clinoptilonite) และมอร์เดนไนต์ (mordenite) เท่านั้นที่พบในดินทั่วๆไป ส่วนแหล่งที่พบมักจะมาจากการทับถมของเถ้าถ่านภูเขาไฟซึ่งคลินอปติโลไนต์(clinoptilonite) มีสูตรทางเคมีคือ $Ca(Na,K)_{6-2x}(Al_6Si_{30}O_{72}).24H_2O$ ซึ่งจะพบในหินตะกอนที่มีกำเนิดมาจากหินภูเขาไฟในยุค Cenozoic (Ming และ Dixon,1986) โดยที่ความจำเพาะเจาะจงในการเลือกดูดซับประจุ จะดูดซับ NH_4^+ได้ดีกว่า Na^+ และดีกว่ามอร์เดนไนต์ (mordenite) ในตระกูลซีโอไลท์ด้วยกัน (Ming, 1985) ตารางที่ 1 แสดงถึงแหล่งซีโอไลท์ที่สำคัญๆ ซึ่งสามารถพัฒนานำมาใช้เพื่อการอุตสาหกรรม

นอกจากนี้ยังมีซีโอไลท์ที่สังเคราะห์ขึ้นอีกกว่า 150 ชนิดที่เป็นการค้าและแพร่หลายในตลาดโลก พรสวาท และคณะ (2540) ได้ทำการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ซีโอไลท์ในห้องทดลองขึ้นโดยใช้เพอร์ไลท์จากแหล่งลพบุรีเป็นวัสดุตั้งต้น โดยนำเพอร์ไลท์ชนิดหยาบและละเอียดมารีฟลักซ์กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6-12% ให้ความร้อนที่ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง แล้วล้างผลผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยน้ำกลั่นและอบให้แห้งจะได้ผลผลิตภัณฑ์ที่มีความพรุนตัวสูงสามารถนำไปใช้เป็นตัวแลกเปลี่ยนไอออน ตัวดูดซับ ตัวกรอง และตังเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมต่างๆได้เช่นเดียวกับซีโอไลท์จากธรรมชาติ นอกจากนี้ พรสวาท (2540) ยังได้ทดสอบความสามารถในการดูดซับโลหะหนักของซีโอไลท์สังเคราะห์ (จากการผลิตด้วยวิธีสังเคราะห์โดยใช้แร่เพอร์ไลท์) ซึ่งได้ผลทดลองดังตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทัศนีย์ และคณะ (2540) ได้ทดลองบำบัดน้ำเสียจากห้องสุขาและโรงอาหารผ่านระบบชั้นดินก่ออิฐที่มีซีโอไลท์, เพอร์ไลท์ และวัสดุอื่นเป็นวัสดุแทรกระหว่างชั้นดินซึ่งผลการทดลองพบว่าเพอไลท์และผลิตภัณฑ์ซีโอไลท์สังเคราะห์จากลพบุรีมีประสิทธิภาพในการดูดซับหรือบำบัดของเสียต่างๆใกล้เคียงกับซีโอไลท์ธรรมชาติที่สั่งมาจากต่างประเทศมาก ผลการทดลองดังตารางที่ 3

การเกิดซีโอไลท์จะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมทางธรณีกับช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้เกิดซีโอไลท์ต่างชนิดกัน และแร่ในกลุ่มซีโอไลท์ชนิดหนึ่งก็จะสามารถเปลี่ยนไปเป็นอีกชนิดหนึ่งได้หากสภาพแวดล้อมทางธรณีเปลี่ยนแปลง สภาพแวดล้อมทางธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดแร่ซีโอไลท์ขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นประเทศที่มีภูเขาไฟ และมีทะเลหรือทะเลสาป โดยอุณหภูมิที่ทำให้เกิดแร่ซีโอไลท์ได้นั้นเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสไปจนถึงมากกว่า 200 องศาเซลเซียส

ญี่ปุ่นถือเป็นประเทศแรกที่รู้จักนำซีโอไลท์มาใช้อย่างจริงจัง ชาวญี่ปุ่นใช้หินจากเถ้าภูเขาไฟที่ประกอบด้วยซีโอไลท์จำนวนมาก (zeolite-rich tuff) ผสมกับดินเพื่อทำการเกษตรมานานกว่า 100 ปีแล้ว โดยสามารถปรับความเป็นกรดของดินและควบคุมประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีได้อย่างดี โดยเฉพาะปุ๋ยแอมโมเนียม (Minato, 1968) และญี่ปุ่นก็เป็นประเทศที่มีซีโอไลท์ธรรมชาติอยู่ในปริมาณมาก ส่วนใหญ่เป็นคลินอปติโลไนต์ (clinoptilonite) นอกจากญี่ปุ่นแล้ว อเมริกา (ส่วนใหญ่เป็นซาบาไซต์) อังการี บัลกาเรีย ก็มีซีโอไลท์อยู่ในปริมาณมากเช่นกัน สำหรับประเทศไทยนั้นพบว่ามีกลุ่มแร่ซีโอไลท์แทรกตัวปะปนอยู่กับหินภูเขาไฟบ้างในปริมาณเล็กน้อยยังไม่มากพอที่จะนำมาใช้เป็นประโยชน์ทางการค้าได้ (นิรนาม, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แหล่งแร่ซีโอไลท์ชนิดต่างๆ ที่พบในปริมาณมากและมีศักยภาพในเชิงอุตสาหกรรม

ซีโอไลท์	แหล่งที่พบ	
Analcime	แทนซาเนีย	แอฟริกา
	แคลิฟอเนีย	อเมริกา
	อินเดีย	เอเชีย
	อิตาลี	ยุโรป
Chabazite	อิตาลี	ยุโรป
	โปแลนด์	ยุโรป
	แทนซาเนีย	แอฟริกา
Clinoptiiolite	อะลาบามา	อเมริกา
	อัลเบอร์ตา	แคนาดา
	อังกฤษ	ยุโรป
	ฮังการี	ยุโรป
	เท็กซัส	อเมริกา
	ยูท่าห์	อเมริกา
Mordenite	อังการี	ยุโรป
	นิวซีแลนด์	

ที่มา : Ming, D.W. and J.B. Dixon (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การทดสอบความสามารถในการดูดซับโลหะหนักของซีโอไลท์สังเคราะห์

โลหะและแอมโมเนียมไอออน	ความเข้มข้น (ppm)	ปริมาณโลหะหนักในสารละลาย (mg)	ปริมาณโลหะหนักที่ซีโอไลท์ดูดซับไว้(mg)	ปริมาณโลหะหนักที่เหลือในสารละลาย(mg)	%ที่ดูดซับไว้
ซีโอไลท์ชนิดหยาบ					
1.แคดเมียม	250	125	124.86	0.140	99.88
2.ตะกั่ว	250	125	124.08	0.925	99.62
3.สังกะสี	100	50	49.64	0.362	99.27
4.แอมโมเนียม	100	50	45.50	4.200	91.60
ซีโอไลท์ชนิดละเอียด					
1.แคดเมียม	250	125	124.91	0.095	99.92
2.ตะกั่ว	250	125	124.52	0.480	99.61
3.สังกะสี	100	50	49.73	0.275	99.45
4.แอมโมเนียม	100	50	47.06	2.940	94.11

ที่มา : พรสวาท และคณะ (2537)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับของซีโอไลท์ธรรมชาติกับวัสดุอื่นๆ

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์การลดลงของ					
	Total N	NH_4^+-N	Total P	P ที่ละลายน้ำได้	BOD	COD
ซีโอไลท์ธรรมชาติ	99.3	99.8	97.8	99.8	94.7	92.3
เพอร์ไลท์	96.4	96.2	97.8	99.9	92.6	92.6
ซีโอไลท์สังเคราะห์	99.0	99.8	98.2	99.9	97.3	90.7

ที่มา : ทัศนีย์ และคณะ (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1 คุณสมบัติของซีโอไลท์

ซีโอไลท์เป็นแร่ที่มีคุณสมบัติพิเศษที่เด่นชัดเฉพาะตัวไม่ว่าจะเป็นทางกายภาพหรือทางเคมี คุณสมบัติดังกล่าวเกิดจากการต่อเรียงของโครงสร้างทางแร่ในรูปวงแหวนทำให้เกิดช่องว่างภายในจำนวนมากมีขนาดพอเหมาะแก่การดูดซับของธาตุต่างๆ (Mumpton and Ormaby, 1976) ตลอดจนโมเลกุลของสารอินทรีย์และน้ำ (ปรีดา และคณะ, 2535) การที่ Al^{3+} เข้าแทนที่ Si^{4+} ทำให้ประจุบวกเหลือตกค้างอยู่ที่หน่วยพื้นฐานเตตร้าฮีดรอน ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (ไพบูลย์, 2528) ของแร่ซีโอไลท์ ขีดความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของแร่ชนิดนี้จะมีค่าสูงกว่าแร่ดินเหนียวที่สำคัญๆ ที่พบในดินไม่ว่าจะเป็นเวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) และสเม็คไทท์หลายเท่า ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 Cation exchange properties ของแร่ซีโอไลท์ที่สำคัญบางชนิดที่พบในดิน

แร่	CEC[1] me/100gsoil	Void Volume(%)	Exchange Selectivities
Zeolite			
Analcime	460	18	Complicated by ion-sieving
Chabazite	420	47	$Cs^+ > K^+ > NH_4^+ > Na^+ = Ba^{2+} > Sr^{2+}$
Clinoptilolite	220	34	$Cs^+ > K^+ = NH_4^+ > Sr^{2+} = Ba^{2+} > Na^+$
Mordenite	220	28	$Cs^+ > K^+ > NH_4^+ > Na^+ > Ba^{2+}$
Phillipsite	380	31	$Ba^{2+} > Cs^+ = K^+ > Na^+$
Phyllosilicates			
Vermiculite	160	-	
Smectite	110	-	

ที่มา : Ming, D.W. and J.B.Dixon (1987)

1/CEC นี้เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณจากสูตรโครงสร้าง แต่ในสภาพธรรมชาติค่าเหล่านี้จะต่ำกว่าค่าในเชิงทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของซีโอไลท์บางชนิดที่สำคัญ

ชนิดของแร่	ปริมาณของช่องว่างภายใน (%)	ความถ่วงจำเพาะ	ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออน (me/100gsoil)
ฟิลลิปไซต์	0.31	2.15-2.20	3.87
ลอมอนไทต์	0.34	2.20-2.30	4.25
อีริโอไนต์	0.35	2.02-2.08	3.12
ชาบาไซต์	0.47	2.05-2.10	3.81
นาโทรไลต์	0.23	2.20-2.26	5.26
มอร์เดนไนต์	0.28	2.12-2.15	2.29
คลินอปติโลไนต์	0.34	2.16	2.54

ที่มา : Breck (1974)

1.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

ซีโอไลท์เป็นแร่ที่โปร่งจึงมีค่าความหนาแน่นรวม (bulk density) เฉลี่ยประมาณ 2-2.3 g/cm^3 (Deer et al., 1973) ยกเว้นชนิดที่มีแบเรียม (Ba) สูงๆ จะยิ่งโปร่งมากขึ้นไปอีกโดยมีความหนาแน่นรวม 2.5-2.8 g/cm^3 (ปรีดา และคณะ, 2535) นอกจากนี้ซีโอไลท์มีโพรงภายในค่อนข้างมาก จึงมีพื้นที่ผิวสูงตามไปด้วยโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 750-880 m^2/g (Ward, 1970) ส่วนความสามารถในการดูดซับน้ำก็สูงเช่นกัน แต่ขึ้นอยู่กับชนิดของซีโอไลท์เป็นหลัก ปกตินำ้ในโมเลกุลของซีโอไลท์จะระเหยออกไปเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ถึงแม้จะสูญเสียน้ำไปแต่โครงสร้างของซีโอไลท์จะมีรูปร่างเหมือนเดิม และสามารถดูดซับน้ำหรือสารอินทรีย์-อนินทรีย์ ตลอดจนธาตุต่างๆเข้าแทนที่โมเลกุลของน้ำในผลึกได้

1.1.3 คุณสมบัติทางเคมี

ซีโอไลท์มีสมบัติทางเคมีที่เด่นหลายด้าน คือมีค่า CEC อยู่ระหว่าง 100-300 me/100gsoil และค่า CEC นี้อาจเพิ่มสูงขึ้นถึง 600 me/100gsoil ในซีโอไลท์สังเคราะห์ (Ames, 1960) นอกจากนี้ตัวแร่ซีโอไลท์ยังมีพื้นที่ผิวที่สูงมากจึงสามารถดูดซับธาตุต่างๆไว้ได้หลายชนิด เช่น โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), โซเดียม (Na), แบเรียม (Ba) ตลอดจนโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนัก (Nishita and Hang, 1972) และสารกัมมันตภาพรังสี เช่น ไททาเนียม (Ti), รูบิเดียม (Ru), ตะกั่ว (Pb) และซีเซียม (Cs) เป็นต้น ซึ่งสามารถมีการแลกเปลี่ยนประจุบวกดังกล่าวได้อีกด้วย แร่ซีโอไลท์มีส่วนประกอบของธาตุต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6

คุณสมบัติที่เด่นของซีโอไลท์อีกประการหนึ่งก็คือ แร่ชนิดนี้เมื่อกำจัดน้ำออก (dehydrated) จะสามารถดูดซับเอาโมเลกุลสารอินทรีย์-อนินทรีย์ได้หลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นสารพิษ เช่น แอลกอฮอล์ แอมโมเนีย ไนตรัสออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และอื่นๆ โดยโมเลกุลของสารเหล่านี้จะเข้าไปแทรกแทนที่โมเลกุลเดิมของน้ำ (Shepard and Starkey, 1964)

<u>ตารางที่ 6</u> ส่วนประกอบของธาตุต่างๆในซีโอไลท์

ธาตุ	ส่วนประกอบ
ซิลิกอน	34.90%
อะลูมิเนียม	5.65%
เหล็ก	0.56%
โซเดียม	1.22%
แมกนีเซียม	0.11%
โพแทสเซียม	2.75%
แคลเซียม	1.67%
กำมะถัน	5 ppm
ฟอสฟอรัส	20 ppm
แมงกานีส	230 ppm

ที่มา : นงลักษณ์ และ พวงเล็ก (2538)

1.1.4 <u>การนำซีโอไลท์มาใช้ประโยชน์</u>

การนำเอาซีโอไลท์มาใช้ประโยชน์ทั้งจากซีโอไลท์ที่พบในธรรมชาติและที่ได้จากการสังเคราะห์เพิ่งจะได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเมื่อไม่นานมานี้ โดยเริ่มเป็นครั้งแรกในวงการด้านอุตสาหกรรม และแผ่ขยายออกไปสู่ด้านเกษตรกรรม โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้สะอาดปราศจากการปนเปื้อนของมลพิษอันเนื่องมาจากภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก (ปรีดา และคณะ, 2535)

1.1.4.1 <u>การนำซีโอไลท์มาใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม</u>

คุณสมบัติของซีโอไลท์ที่มีความพรุนตัวสูง และมีประสิทธิภาพในการดูดซับสูง จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางสำหรับเป็นตัวดูดซับ, ตัวกรอง, ตัวเติมหรือตัวเร่งปฏิกิริยาในด้านอุตสาหกรรมต่างๆไม่ว่าจะเป็นโรงงานผลิตเครื่องทำความเย็น อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันยาสีฟัน ผสมกับปูนซีเมนต์ (นิรนาม, 2541) ตลอดจนใช้เป็นสารเจือปนในอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ ยาง พลาสติก รวมทั้งวัสดุก่อสร้างหลายๆชนิด นอกจากนี้กระบวนการผลิตผงซักฟอกและน้ำยาทำความสะอาดในปัจจุบันได้มีการนำเอาซีโอไลท์มาทดแทนฟอสเฟต ส่วนการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสารเคมีเจือปน ไม่ว่าจะเป็นฟีนอล เบ็นโซไพรีน โลหะหนักต่างๆ รวมทั้งสารกัมมันตภาพรังสี สามารถใช้ซีโอไลท์เป็นตัวกรองเอากากของสารพิษเหล่านี้ออกจากน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ และซีโอไลท์ยังสามารถใช้ดูดซับก๊าซพิษหรือสารที่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้เป็นอย่างดี (ปรีดา และคณะ, 2535)

1.1.4.2 <u>การนำซีโอไลท์มาใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร</u>

ทางด้านการเกษตรมีการนำซีโอไลท์มาใช้มากในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น เพาะพันธุ์ปลาและกุ้ง โดยเป็นที่นิยมกันมานานแล้วสำหรับผู้เลี้ยงกุ้ง เนื่องจากในบ่อเลี้ยงกุ้งจะมีปัญหามากในเรื่องของคุณภาพน้ำที่เกิดจากการเน่าเสียของเศษอาหารและการหมักหมมของตะกอนสารอินทรีย์ต่างๆ แม้ว่าจะไม่ค่อยพบธาตุโลหะหนักที่เป็นพิษต่อการเลี้ยงกุ้ง แต่ของเสียเหล่านั้นก็จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในบ่อลดลง ขณะที่แอมโมเนีย ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์มีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำในบ่อเกิดการเน่าเสีย ส่งกลิ่นเหม็น โดยซีโอไลท์จะเป็นตัวดูดซับแอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์และโลหะหนักบางชนิด และช่วยจับสารแขวนลอยจำพวกขี้กุ้ง เศษอาหาร สารอินทรีย์ให้ตกลงไปอยู่ในก้นบ่อซึ่งสามารถใช้เครื่องดูดได้ง่าย นอกจากนี้ซีโอไลท์ยังคอยจับของเสียที่จะเกิดขึ้นใหม่อีกด้วย (นิรนาม, 2541) สมชาย และ ณัชพงศ์ (2537) กล่าวว่า การใช้ซีโอไลท์ในบ่อเลี้ยงกุ้งจะช่วยลดปัญหาของตะกอนในน้ำและความหนืดข้นของน้ำ ตลอดจนช่วยเพิ่มออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแวดวงการเลี้ยงสัตว์ ได้มีการทดลองนำซีโอไลท์มาเติมลงในสูตรอาหารเป็นการเพิ่มสารจำพวกแร่ธาตุที่สัตว์ต้องการ ทำให้เพิ่มการเจริญเติบโตของสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นโคเนื้อ โคนม หมู แกะ เป็ด และไก่ เป็นต้น (ปรีดา และคณะ, 2535)

ซีโอไลท์มีศักยภาพในการแลกเปลี่ยนประจุบวกซึ่งเป็นธาตุอาหารของพืชหลายชนิด รวมทั้งมีความจุในการดูดซับธาตุอาหารพืช จึงได้มีการทดลองนำซีโอไลท์มาใช้ผลิตปุ๋ยที่ปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชอย่างช้าๆ (Slow release fertilizer) (ตารางที่ 7) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยไนโตรเจนที่เมื่อใส่ลงดินแล้วปกติจะถูกชะล้างสูญหายไปจากดินได้โดยง่าย

ซีโอไลท์สามารถดูดซับน้ำได้ดีเมื่ออยู่ในดินจึงเป็นการเก็บรักษาความชื้นให้กับพืชไว้ใช้ในยามแห้งแล้ง ส่งเสริมให้รากพืชเจริญเติบโตได้ดี รวมทั้งส่งเสริมการสลายตัวของหินฟอสเฟตทำให้ระดับฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากซีโอไลท์มีค่า CEC สูง การใส่สารนี้ให้กับดินจึงเท่ากับเป็นการเพิ่มสมรรถนะของดินในการอุ้มน้ำและธาตุอาหารพืช อีกทั้งเมื่อซีโอไลท์สลายตัวจะปลดปล่อยแร่ธาตุที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกหลายชนิด เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม เหล็ก แมงกานีส และธาตุอาหารเสริมอื่นๆ

นงลักษณ์ (2541) พบว่าในดินกรดจัดที่มีปัญหาเรื่องความอุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่พืชใช้ประโยชน์ได้ไม่เพียงพอ ตลอดจนโพแทสเซียมและแคลเซียมที่อยู่ในระดับที่เกือบถึงจุดวิกฤต การใช้ซีโอไลท์ร่วมกับหินฟอสเฟตทำให้ประสิทธิภาพการปลดปล่อยธาตุอาหารของหินฟอสเฟตดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 งานวิจัยล่าสุดที่ตีพิมพ์เผยแพร่เรื่องการใช้ซีโอไลท์เป็น slow release fertilizers ให้กับพืชทางดิน

Cations/Zeolite-Mineral	Reference
NH_4/Clinoptilolite	Pirela et al., 1984
	Mackown and Tucker, 1985
	Ferguson et al., 1986
	Ferguson and Pepper., 1987
	Bartz and Jones., 1983
	Lewis et al., 1984
	Weber et al., 1983
K/Zeolite	Hershey et al., 1980
NH_4,K,Zn/Clinoptilolite	Lewis, 1981
K,NH_4/Clinoptilolite-apatile	Allen and Hossner, 1988
NH_4/K,Mn,Cu,Fe,CA,Mg/Clinoptilolite	Ming et al., 1987

ที่มา : Ming, D.W. (1989)

1.1.4.3 การใช้ซีโอไลท์เป็นสารปรับปรุงดิน

นงลักษณ์ และ พวงเล็ก (2538) ได้ศึกษาผลของการใส่ซีโอไลท์ที่มีต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน และธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในดินทรายชุดสตึก พบว่า ธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในดินที่เติมซีโอไลท์ปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมจะถูกชะล้างน้อยกว่าดินที่ไม่ได้เติมซีโอไลท์อย่างเห็นได้ชัด โดยปริมาณไนโตรเจนถูกชะล้างน้อยลงประมาณ 25 เท่า คิดเป็นอัตราการสูญเสียไนโตรเจนเพียง 5% ของปริมาณปุ๋ยทั้งหมด และโพแทสเซียมถูกชะล้างน้อยลง 12 เท่าหรือคิดเป็น 8% เท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะคุณสมบัติของซีโอไลท์ที่สมารถดูดซับธาตุต่างๆได้ดีนั่นเอง ส่วนของธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินที่เติมซีโอไลท์ปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมจะคงเหลืออยู่ในดินเป็นปริมาณมากโดยเฉพาะโพแทสเซียม เพราะนอกจากโพแทสเซียมที่ได้จากปุ๋ยเคมีแล้วอีกส่วนหนึ่งยังได้มาจากส่วนประกอบในซีโอไลท์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wu (1996) กล่าวว่า แร่ซีโอไลท์ธรรมชาติสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วยเพิ่มการดูดใช้ฟอสฟอรัสและไนโตรเจนของพืช นอกจากนี้ซีโอไลท์ยังสามารถช่วยเพิ่มการละลายของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำ โดยไม่มีผลต่อ pH ของดิน

Wu et al (1995) ได้ทำการศึกษาผลของซีโอไลท์ธรรมชาติต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินเขตหนาว โดยใช้ซีโอไลท์หรือปูนในอัตรา 0-8 ตัน/เฮกตาร์ จากการศึกษาพบว่าดินที่มี pH 5.8 ซีโอไลท์จะให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปูนทุกอัตรา และในดินที่มี pH 5.5 การใช้แร่ซีโอไลท์ในอัตราสูงจะให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปูน ส่วนในดินที่มี pH 5.0 การใช้ซีโอไลท์ในอัตราที่มากกว่า 5 ตัน/เฮกตาร์ จะให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปูน แต่จะให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าการใส่ปูนเมื่อใช้ซีโอไลท์ในอัตราที่มากเกินไป นอกจากนี้ การใช้ซีโอไลท์จะทำให้ความสูงของต้น , การเจริญเติบโตของราก และ น้ำหนักแห้งทั้งหมดเพิ่มขึ้น

Bouzo et al (1996) ได้ศึกษาการใช้ซีโอไลท์ที่เป็นซีโอไลท์ธรรมชาติในการเพิ่มผลิตของอ้อย ที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่มีปัญหาทางสภาพแวดล้อม โดยทำการใส่ซีโอไลท์ก่อนที่จะปลูกอ้อย และทดลองในดิน 3 ชนิด คือ Oxisols , Entisols และ Inceptisols พบว่า การใส่ซีโอไลท์ในดิน Entisols และ Inceptisols จะทำให้ปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลดลงครึ่งหนึ่งในการปลูกอ้อยครั้งต่อไป

Suwardi et al (1994) ศึกษาการใช้ซีโอไลท์ธรรมชาติจากญี่ปุ่นและอินโดนีเซีย ในการนำไปใช้เป็นสารปรับปรุงดิน พบว่า ซีโอไลท์สามารถเพิ่ม CEC, ปริมาณฟอสฟอรัสที่แลกเปลี่ยนได้ และโซเดียมในดิน และการใช้ซีโอไลท์จะทำให้ต้นมะเขือเทศมีความสูงมากขึ้น และเมื่อใช้ซีโอไลท์ในอัตรา 50 Mg ha^{-1} จะสามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของมะเขือเทศได้ 1-30%

1.2 <u>อีโซไลท์</u> (Isolite)

อีโซไลท์เป็นสารเซรามิกที่เตรียมได้จากการเผาดินเบา (Diatomaceous earth , Diatomite) ซึ่งดินเบาเป็นดินที่เกิดจากซากไดอะตอมในแหล่งไดอะตอม เป็นดินซุย เบา เนื้อพรุน มีลักษณะคล้ายชอล์ก มีปฏิกิริยาทางเคมีเชื่องช้า เป็นตัวนำความร้อนที่เลว จึงมีประโยชน์ในการเป็นส่วนผสมของการทำกระดาษสา เพื่อให้เนื้อกระดาษแน่นเนียน, เป็นชนวน และเป็นสารที่ใช้ในการกรองได้ดี เช่น กรองน้ำตาล และสารกรองอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยไดอะตอมเป็นพืชเซลล์เดียวขนาดเล็กมาก มีขนาดตั้งแต่ 2-2,000 ไมครอน ไดอะตอมที่มีขนาดใหญ่จะมีน้อย มีการขยายพันธุ์โดยการแบ่งเซลล์จากหนึ่งเซลล์เป็นสองเซลล์ มีผนังเซลล์เป็นฝาประกอบด้วยซิลิกา ซึ่งเข้าใจกันว่าสารละลายซิลิกานี้ไดอะตอมใช้ในการดำรงชีวิตและขยายพันธุ์ โดยในโครงสร้างของไดอะตอมจะประกอบไปด้วยไดอะตอมหลายชนิดจึงทำให้มีรูปร่างที่แตกต่างกันมากมาย เมื่อใช้กล้อง telescope ส่องดูจะมีลักษณะคล้ายกล่องยา ไดอะตอมบางชนิดว่ายน้ำได้ บางชนิดอาศัยน้ำพัดพาไป พบในน้ำทั่วโลกทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม ส่วนใหญ่ชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำอยู่ล้อมรอบ น้ำจะเป็นตัวควบคุมกระบวนการแลกเปลี่ยนทางเคมีเมื่อไดอะตอมเหล่านี้ตายลงเปลือกของไดอะตอมที่เป็นซิลิกาจะตกตะกอนสะสมกันเป็นจำนวนมากจนเป็นแหล่งไดอะตอม สำหรับในประเทศไทยมีแหล่งไดอะตอมอยู่ 2 แหล่ง คือ จังหวัดลำปาง ในบริเวณอำเภอเกาะคา อำเภอแม่ทะ และอำเภอเมือง ได้แก่ดินเบาไดอะตอมไมท์ (Diatomite) ซึ่งมีซิลิคอน (Si) เป็นองค์ประกอบ มีสภาพแหล่งกำเนิดแบบทะเลสาบน้ำจืด จากการเจาะสำรวจของกรมทรัพยากรธรณีครอบคลุมพื้นที่ 120 ตารางกิโลเมตร พบว่า มีปริมาณสำรองพิสูจน์ได้ทั้งสิ้นมากกว่า 243 ล้านตันในปี 2535 มีเหมืองที่เปิดดำเนินการ 2 เหมืองในอำเภอแม่ทะ มีกำลังการผลิตแร่โดยเฉลี่ยประมาณปีละ 1 หมื่นตัน (ปัญญา และคณะ, 2539) ส่วนอีกแหล่งอยู่ในจังหวัดปราจีนบุรี ได้แก่ กลุ่มคาร์โอลิน(Kaolin)หรือที่ชาวบ้านเรียกว่าดินขาวมีส่วนประกอบของอะลูมิโนซิลิเกต ($Al_2O_3SiO_2$) มีโครงสร้างขนมเปียกปูน

แหล่งผลิตดินเบา (Diatomaceous earth , Diatomite) ที่สำคัญของโลกจะมีผลผลิตประมาณ 2 ล้านตัน/ปี และมีปริมาณสำรองกว่า 2,000 ล้านตัน โดยปริมาณมากกว่า 30% หรือประมาณ 600,000 ตันมาจากสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นผู้ผลิตรายใหญ่อยู่ในแถบรัฐแคลิฟอร์เนีย เนวาดา วอชิงตัน และโอเรกอน แหล่งผลิตอันดับรองลงมา คือ โรมาเนีย มีปริมาณการผลิตประมาณ 300,000 ตัน/ปี ตามมาด้วยโซเวียตและฝรั่งเศส มีปริมาณการผลิตประมาณ 250,000-27,000 ตัน/ปี สำหรับแหล่งอื่นๆที่มีการผลิตบ้างก็มี เดนมาร์ก สเปน เกาหลีใต้ เม็กซิโก เยอรมันตะวันตก อิตาลี และไอซแลนด์ (นิรนาม, 2541)

ดินเบา (Diatomaceous earth , Diatomite) ที่ทำเป็นการค้าของโลกจะประกอบด้วยซิลิกาประมาณ 86-94% ไดอะตอมไมท์จากแหล่งลำปางที่ถือว่าเป็นเกรดดีจะมีซิลิกา (SiO_2) ประมาณ 72.2-73.3 % อะลูมินา (Al_2O_3) 9.5-13.5 % และเหล็ก (Fe_2O_3) 2.7-5.0 % (นิรนาม, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากการศึกษาแร่วิทยาด้วยวิธีเอกซเรย์ (XRD) พบว่า ไดอะตอมไมท์จากแหล่งลำปาง ประกอบด้วยซิลิกาจากซากไดอะตอมประมาณ 50-60% แร่ควอร์ตอิสระ12% แร่ดินชนิดต่างๆ 30-40% โดยแร่ดินที่พบเกิดร่วมในไดอะตอมไมท์จะประกอบด้วย แคโอลิไนต์ สเม็คไทท์ หรือ มอนต์ริลโลไนต์ และอิลไลต์ (นิรนาม, 2541)

คุณสมบัติของไดอะตอมไมท์ที่มีความละเอียด เบา มีความพรุนตัวสูง การนำความร้อนต่ำ ตลอดจนการไม่ทำปฏิกิริยาเคมี ทำให้สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้มากมาย ส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นสารช่วยกรองในอุตสาหกรรมน้ำดื่ม เบียร์ ไวน์ เหล้า น้ำผลไม้ การแยกน้ำมันและสารเคมี หรือใช้เป็นสารตัวเติมในอุตสาหกรรมยาง, กระดาษ, สี, ยาสีฟัน, ยาขัดเงา, และอุตสาหกรรมยา ในด้านการเกษตร คุณสมบัติของไดอะตอมไมท์สามารถนำมาใช้ผสมดิน เพื่อทำให้ดินมีความโปร่งหรือมีโครงสร้างทางกายภาพดีขึ้น เก็บกักน้ำและความชื้นได้มากขึ้น เนื่องจากไดอะตอมไมท์มีความชื้นอยู่ในตัวมากถึง 10-30%

1.2.1 <u>คุณสมบัติของอีโซไลท์</u>

อีโซไลท์เป็นดินเบา เนื้อพรุน ถ้ามองด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีลักษณะคล้ายรังผึ้งที่มีรูพรุนกระจัดกระจาย มีองค์ประกอบคือ silicon dioxide ($SiO_2.nH_2O$) มีเนื้อลักษณะคล้ายชอล์ก (ทัศนีย์, 2537) มีช่องว่างสูงถึง 74 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้มีพื้นที่ผิวมาก (4.6 m^2/g) สามารถช่วยอุ้มน้ำและดูดความชื้นได้ดี (ดังแสดงในตารางที่ 8 และ 9) ทำให้ผิวดินมีความยืดหยุ่นดีขึ้น มีอากาศถ่ายเทสะดวกขึ้น ขบวนการทางชีววิทยาในดินดีขึ้น ส่งผลให้ความชื้นในดินสูงขึ้น รวมทั้งยังรักษาการเจริญเติบโตของระบบรากทำให้พืชดูดใช้น้ำและธาตุอาหารจากดินได้ นอกจากนี้อีโซไลท์ยังมีปฏิกิริยาทางเคมีที่เชื่องช้า ไม่ทำปฏิกิริยากับโซเดียม (Na) ทนความร้อนทำให้ไม่แตกหักง่าย รวมทั้งยังช่วยชะล้างเกลือออกจากดินด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40025

ตารางที่ 8 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอีโซไลท์

ลักษณะทางฟิสิกส์และเคมี	ค่าที่ได้
% ความชื้นสูงสุด	Nil (0)
ความถ่วงจำเพาะ	2.0-3.0
ดัชนีการหักเหของแสง	1.46
pH	9.0-10.2
% ของแสง	83-90
สี	ขาว
โครงสร้าง	Flux Calcined
ค่าเฉลี่ยของไดอะตอม (ไมครอน)	38
ความหนาแน่น	18

ที่มา : Technical data of EAGLE-PICHER MINERALS , INC.

ตารางที่ 9 ส่วนประกอบของอีโซไลท์

องค์ประกอบของธาตุ	ค่าที่ได้ (%)
SiO_2	88.38
Al_2O_3	4.73
Fe_2O_3	1.57
CaO	1.43
MgO	0.29
P_2O_5	0.02
TiO_2	0.20
Other Oxides	3.20

ที่มา : Technical data of EAGLE-PICHER MINERALS , INC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 การใช้อีโซไลท์เป็นสารปรับปรุงดิน

ปิยะ (2537) รายงานว่า การนำอีโซไลท์มาใช้โดยผสมในดินที่มีการปลูกพืชจำพวกหญ้าสนาม โดยใช้ในอัตรา 1.5 หรือ 3 ปอนด์/ตารางฟุต พบว่าได้ผลดี นอกจากนี้ยังนิยมใช่อีโซไลท์กับไม้เตี้ยๆ โดยใช้กับระบบน้ำหยด

1.3 อีโซไลท์ เค้ก (Isolite cake)

อีโซไลท์เป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นดินซุย เบา เนื้อพรุน เหมาะสำหรับเป็นตัวกรอง จึงได้มีการนำเอาอีโซไลท์มาทำเป็นวัสดุกรอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานผลิตผงชูรสได้นำอีโซไลท์มาใช้กรองของเสีย จึงทำให้มีวัสดุเหลือใช้(อีโซไลท์ เค้ก)ซึ่งอีโซไลท์ที่นำมาผ่านเป็นวัสดุกรองแล้วจะมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10

1.4 ปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก (compost) เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์หลายชนิดในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเศษพืชหรือเศษวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ จนกระทั่งได้สารอินทรียวัตถุที่มีความคงทน ไม่มีกลิ่น สีน้ำตาลปนดำ มีอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ เมื่อกระบวนการย่อยสลายเศษพืชและวัสดุเสร็จสมบูรณ์ก็จะได้ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับใช้เป็นวัสดุในการปรับปรุงและบำรุงดิน (วรรณลดา และคณะ, 2535)

การที่กล่าวว่าปุ๋ยหมักเป็นวัสดุในการปรับปรุงดิน เนื่องจากการใส่ปุ๋ยหมักลงในดินจะช่วยปรับปรุงลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดิน รวมถึงสมบัติทางชีวภาพของดิน ทำให้ดินมีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช สำหรับที่กล่าวว่าเป็นวัสดุในการบำรุงดิน เพราะปุ๋ยหมักที่ใส่ลงในดินถึงแม้ในขณะนั้นจะมีปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ แต่เมื่ออยู่ในดินจะเกิดการย่อยสลายและค่อยๆปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว นอกจากนั้นปุ๋ยหมักยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งไม่มีอยู่ในส่วนประกอบของปุ๋ยเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของ อีโซไลท์ เค้ก จากโรงงานผลิตน้ำตาล

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	ค่าที่ได้
ไนโตรเจน (%)	0.121
แอมโมเนียม (%)	0.019
ฟอสเฟต (%)	0.457
โพแทสเซียม (%)	0.071
แคลเซียม (%)	0.490
โซเดียม (%)	0.480
แมกนีเซียม (%)	0.081
เหล็ก (ppm)	160
แมงกานีส (ppm)	7.0
ซัลเฟต (%)	0.229
คลอไรด์ (%)	0.005
ความชื้น (%)	34.430
น้ำตาล (%)	22.080
สารอินทรีย์ (%)	39.83
pH	3.16

ที่มา : Technical data of EAGLE-PICHER MINERALS , INC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะดินที่นำมาทดลอง

ดินที่นำมาทดลอง คือ ชุดดินน้ำพอง ซึ่งเป็นดินทรายที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำ เนื้อหยาบหรือจาการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณตะพักลำน้ำระดับกลางหรือพื้นที่ที่เหลือค้างจากการกร่อนหรือที่ลาดเชิงเขา มีความลาดเทอยู่ระหว่าง 2-16% สภาพการระบายน้ำดีถึงค่อนข้างดีเกินไป มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำและความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำด้วย โดยอุ้มน้ำได้เพียง 58 มม. ในระดับความลึก 0-1 เมตร (สันติภาพ, 2537) และยังมีปริมาณแร่ดินเหนียวอยู่น้อยมากเพียง 2.5-3.0% และมีขนาดอนุภาคทราย 87-88% (ปิทมา, 2534)

ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วน สีน้ำตาลเข้มปนเทา น้ำตาลปนเทา หรือสีน้ำตาลอ่อน ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินทรายปนดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลอ่อน หรือสีเทาปนชมพู บางพื้นที่พบจุดประสีน้ำตาลแก่หรือสีแดงปนเหลืองในดินชั้นล่างลึกๆ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 5.5-7.0

ชุดดินน้ำพองพบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประมาณ 3% ของพื้นที่ทั้งหมดในภาค คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 3.18 ล้านไร่ สามารถจำแนกชุดดินน้ำพอง (Nam Phong, Ng) ตามระบบ U.S. Soil Taxonomy ได้ดังนี้

Order Entisol

Great Group Quartzipsamment

Subgroup Ustoxic Quartzipsamment

ส่วนการจำแนกชุดดินน้ำพอง (Ng) ตามระบบ USDA 1938 ชั้น Great Soil Group คือ Regosolic Soil

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน แสดงในตารางที่ 11 โดยพิจารณาเฉพาะดินบนหนาประมาณ 30 cm. ใช้วิธีการประเมินของกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน คุณสมบัติทางเคมี เนื้อดิน และปริมาณธาตุอาหารบางธาตุ แสดงในตารางที่ 12 และ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ผลกร วิเค ระห์ดินและ ะดับควรมอุดมสมบู ณ์ของดินชุดน้ำพอง

ชุดดิน /Profilecode	ค่เฉลี่ยผลกร วิเค ระห์ดินบนหนร30cm.					ควรมอุดม	
	CEC(me/100gsoil)	%BS	%OM	P(ppm)	K(ppm)	สมบู	ณ์ของดิน
น้ำพอง/NE-S 24/35	1.50	23.0	1.38	5.5	28.0	ต่ำ	

ส ุป : จรกกร ป ะเมินควรมอุดมสมบู ณ์ของชุดดินน้ำพอง พบว่รมีควรมอุดมสมบู ณ์ต่ำ

ที่มร : ก มพัฒนรที่ดิน

ตารางที่ 12 คุณสมบัติทรงเคมีบรงป ะกร ของดินชุดน้ำพอง

Depth (cm)	Horizon	pH(1:1)		ΔpH	%OM	%
		H_2O	KCl		(%OC × 1.732)	BS
0-15	Ap	5.6	5.2	-0.4	0.62	70
15-42	C11	6.4	5.0	-1.4	0.07	80
42-100	C12	6.9	5.8	-1.1	0.05	86
100-120	IIC	5.0		-	4.90	53

ที่มร : เพิ่มพูน (2527)

ตารางที่ 13 แสดงเนื้อดินของชุดดินน้ำพอง (ดินเกิดจรกวัตถุต้นกำเนิดชนิดเคลื่อนย้ายด้วยน้ำ)

Depth (cm)	Horizon	%sand	%silt	%clay	Texture
0-15	Ap	89	10	1.0	Sand
15-42	C11	89	10	1.0	Sand
42-100	C12	87	12	1.2	Sand
100-120	IIC	75	11	14.0	Sandy loam

ที่มร : เพิ่มพูน (2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 <u>ปัญหาและข้อจำกัดของชุดดินน้ำพองในการปลูกพืช</u>

1.คุณสมบัติทางกายภาพของดิน เนื่องจากเนื้อดินบนค่อนข้างเป็นทรายจัด ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ดินจะแห้งเร็วในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง และดินจะแห้งจัดในช่วงฤดูแล้ง

2.ระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ตลอดทั้งความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืชต่ำและธาตุอาหารถูกชะล้างออกไปได้ง่ายเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมี

3.การชะล้างพังทลายของดิน โดยเฉพาะบริเวณที่ลาดเชิงเขาหรือบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดเทสูงกว่า 5% ที่ใช้ในการเพาะปลูกโดยไม่ได้นำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมาปฏิบัติให้เหมาะสม

4.ขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูก เนื่องจากบริเวณที่พบชุดดินไม่มีระบบชลประทานเข้าถึง การทำการเพาะปลูกต้องอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ในช่วงฤดูแล้งไม่สามารถทำการเพาะปลูกพืชได้เนื่องจากดินแห้งจัด

5.ดินมีน้ำแฉะในตอนล่าง เมื่อมีฝนตกมากทำให้พืช ได้แก่มันสำปะหลังได้รับผลกระทบ

3.2 <u>การจัดการชุดดินน้ำพองเพื่อให้เหมาะสมในการปลูกพืช</u>

1.การปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านกายภาพ โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก อัตราประมาณ2-3 ตัน/ไร่ จะช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินซึ่งช่วยให้ดินเกาะตัวกันเป็นก้อนและทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น

2.การอนุรักษ์ดินและน้ำ

2.1 การใช้วัสดุคลุมดิน เช่น ฟางข้าวหรือเศษพืชต่างๆ เพื่อไม่ให้เม็ดฝนตกลงมากระทบดินโดยตรง เมื่อวัสดุเหล่านี้สลายตัวจะช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้ดินอีกทางหนึ่ง และวัสดุคลุมดินนี้ยังช่วยรักษาความชื้นในดินในช่วงฤดูแล้ง

2.2 การปลูกพืชคลุมดิน เช่น การปลูกพืชตระกูลถั่ว จะช่วยรักษาหน้าดินไม่ให้ถูกชะล้างพังทลาย

2.3 การสร้างสิ่งกีดขวางทิศทางการไหลของน้ำผิวดินเมื่อฝนตกหนัก เช่น ทำคันดิน จะช่วยชลอการไหลบ่าของน้ำผิวดิน ซึ่งจะช่วยลดการชะล้างพังทลายของดินให้น้อยลง

3.การรักษาและปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ การใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก อัตรา 2-3 ตัน/ไร่

3.2 การจัดระบบการปลูกพืช ให้มีพืชบำรุงดิน เช่น พืชตระกูลถั่วอยู่ในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนกับการปลูกพืชไร่หรือพืชผัก ซึ่งจะเป็นการรักษาและปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน

4.บริเวณที่มีปัญหาด้านการระบายน้ำ ควรทำทางระบายน้ำออกจากพื้นที่ เพื่อไม่ให้น้ำไหลซึมลงสู่ดินตอนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. <u>พืชที่ใช้ในการทดลอง</u> (ข้าวโพดหวานพันธุ์สุวรรณ 1)

4.1 <u>ชื่อวิทยาศาสตร์</u>

<u>Zea may saccharata</u>

Family	Gramineae
Sub family	Panicoideae
Tribe	Maydeae
Genus	Zea
Species	mays
Sub species	saccharata

4.2 <u>ลักษณะทั่วไป</u>

ข้าวโพดหวาน (Sweet Corn) เป็นข้าวโพดที่ส่วนของน้ำตาลในเมล็ดเปลี่ยนแปลงเป็นแป้งไม่สมบูรณ์ ทำให้เมล็ดก่อนสุกแก่มีความหวานมากกว่าข้าวโพดชนิดอื่นๆ โดยเมล็ดเมื่ออ่อนจะมีลักษณะใสโปร่งแสง และเมื่อแก่จะมีลักษณะเหี่ยวย่น

4.3 <u>ลักษณะดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพด</u>

ข้าวโพดสามารถขึ้นได้ดีในดินเกือบทุกชนิด ตั้งแต่ดินทรายจัดในรัฐ Nebrasska และ Colorado ของประเทศสหรัฐอเมริกาจนถึงดินเหนียวจัดในเขตเดลตา ปลูกได้ในดินกรดจัดถึงด่างจัด ซึ่งข้าวโพดจะให้ผลผลิตต่างกันในดินแต่ละชนิด ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพดควรจะมีเนื้อดินร่วนเหนียวปนทราย ที่ง่ายต่อการเตรียมดินและการเก็บกักความชื้น ดินที่เป็นทรายจัดจะขาดความอุดมสมบูรณ์และข้าวโพดมักขาดน้ำ

จากการศึกษาของนักวิชาการต่างๆพบว่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ดี จะมีความเป็นกรดเล็กน้อย มีค่า pH อยู่ในช่วง 6-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ความต้องการน้ำในการผลิตข้าวโพด

ข้าวโพดจัดเป็นพืชที่มีความต้องการน้ำสำหรับการเจริญเติบโตมากพืชหนึ่ง (Aldrichet al, 1975) โดยทั่วไปข้าวโพดจะมีความต้องการน้ำตลอดฤดูปลูกประมาณ 450-600 มิลลิลิตร ประมาณการได้ว่าทุกๆมิลลิลิตรของน้ำที่ข้าวโพดได้รับเพิ่มขึ้น จะช่วยให้มีการเพิ่มผลผลิตเมล็ดข้าวโพด 3.2 kg/ไร่ การขาดน้ำจะมีผลทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตลดลง โดยเฉพาะอย่างนิ่งถ้าในสภาพดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงด้วย การขาดน้ำในระยะ vegetative จะทำให้ต้นข้าวโพดมีความสูงลดลง แต่จะไม่เป็นการสูญเสียผลผลิตเท่ากับการขาดน้ำในระยะออกดอกหรือระยะสร้างเมล็ด ถ้าสังเกตในช่วงเช้าพบว่าใบข้าวโพดม้วนเหี่ยว แสดงว่าข้าวโพดมีอาการขาดน้ำอย่างรุนแรง จะต้องได้รับการให้น้ำในทันที

เมื่อดินมีความชื้นมากเกินไปหรือเกิดน้ำท่วมขัง ผลผลิตของข้าวโพดจะลดลงหรือข้าวโพดอาจตายได้ ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีการระบายอากาศในดิน ทำให้มีผลกระทบต่อการหายใจของราก และลดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน

4.5 ความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพด

การเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของข้าวโพด จะมีความต้องการธาตุอาหารเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการทางสรีรวิทยาและการสะสมสารสังเคราะห์ในส่วนต่างๆของข้าวโพด ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อข้าวโพดจะเป็นกลุ่มของธาตุอาหารที่พืชทั่วไปต้องการ ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก (N, P, K) ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg, S) และจุลธาตุ (Fe, Cu, Mn, Mo, Zn, B, Cl) ความต้องการธาตุในปริมาณที่มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับชนิดของดินและความอุดมสมบูรณ์พื้นฐานของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 ไนโตรเจน

ข้าวโพดจะดูดไนโตรเจนขึ้นมาใช้ตั้งแต่เริ่มแรกของการเจริญเติบโตและปริมาณจะเพิ่มขึ้นสูงสุด ในระยะที่ข้าวโพดกำลังจะออกดอกและฝักอ่อนจนถึงระยะอายุ 50-60 วัน ส่วนใบของข้าวโพดต้องการไนโตรเจนมากก่อนออกดอกตัวผู้ ถึงแม้ว่าในใบจะประกอบเป็นวัตถุแห้งเพียง 12-14% ของต้นข้าวโพดทั้งหมด แต่พบว่ามีไนโตรเจนอยู่ถึง 30% ในใบก่อนเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในเมล็ด เมื่อต้นแก่ไนโตรเจนประมาณ 2/3 อยู่บนลำต้น(ส่วนเหนือพื้นดิน) จะเปลี่ยนแปลงเข้าไปอยู่ในเมล็ดและคงเหลือไว้เพียง 1/3 ที่อยู่ในลำต้น

4.5.2 ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของข้าวโพดมากแต่ความต้องการยังน้อยกว่าไนโตรเจนและโพแทสเซียม ข้าวโพดต้องการเพียง 15% ในระยะการเจริญเติบโตครั้งแรก ส่วนใหญ่นำไปใช้หลังจากเป็นดอกแล้วถึงแก่ ในใบมีฟอสฟอรัสประมาณ 20% ของจำนวนฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ต้นดูดไปใช้ เมื่อถึงระยะการเป็นเมล็ด ฟอสฟอรัสจะเปลี่ยนแปลงจากใบไปอยู่ในเมล็ด เมื่อถึงระยะแก่จำนวนของฟอสฟอรัสทั้งหมดที่อยู่ในต้นข้าวโพดจะเข้าไปอยู่ในเมล็ดทั้งหมด

4.5.3 โพแทสเซียม

โพแทสเซียมจำนวน 30% ของทั้งหมดจะถูกใช้ไปก่อนการเป็นเมล็ด โพแทสเซียมจึงมีการสะสมอยู่ในเมล็ดเพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่สะสมอยู่ในลำต้นและใบข้าวโพด โพแทสเซียมที่ข้าวโพดดูดใช้ไปสามารถกลับคืนสู่ดินได้เมื่อมีการไถกลบตอซัง

4.5.4 ธาตุอาหารรองและจุลธาตุ

ข้าวโพดหวานมีความต้องการธาตุอาหารรอง (Secondary element) และจุลธาตุ (minor element) ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับพืชไร่และพืชล้มลุกชนิดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1. ชุดดินน้ำพอง (เก็บจากสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5 จังหวัดขอนแก่น)
2. ข้าวโพดหวานพันธ์สุวรรณ 1
3. Lysimeter 32 อัน
4. ซีโอไลท์
5. อีโซไลท์
6. อีโซไลท์ เค้ก (จากโรงงานผลิตผงชูรส อายิโนะโมโต๊ะ)
7. ปุ๋ยหมัก
8. ปุ๋ยเคมี
9. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
10. เครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2. วิธีการทดลอง

1. ทำการเก็บดิน 3 ระดับความลึก คือ 0-15 cm. , 15-50 cm. และ 50-100 cm.

2. Lysimeter ทำมาจากท่อ PVC มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.50 cm. สูง 100 cm. ปลายท่อด้านล่างปิดด้วยแผ่นพลาสติกใสที่เจาะรูสำหรับเป็นทางออกของน้ำที่ถูก leaching ลงมา มีภาชนะรองรับน้ำอยู่ด้านล่างทำมาจากขวดน้ำอัดลมขนาด 2 ลิตร ที่เจาะรูไว้ด้านข้างรองพื้นLysimeter ด้วยตะแกรงตาถี่ๆตามด้วยหินกรวดหนัก 4 kg

3. นำดินที่ชั้นความลึก 50-100 cm. หนัก 36.88 kg และ 15-50 cm. หนัก 30.49 kg บรรจุลงใน Lysimeter ตามลำดับ

4. นำดินในชั้นความลึกระดับ 0-15 cm. หนัก 8.19 kg มาผสมสารปรับปรุงดินดังต่อไปนี้ ซีโอไลท์ , อีโซไลท์ , อีโซไลท์ เค้ก และปุ๋ยหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย 8 treatment 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Complete Random Design (CRD) ดังนี้

Treatment ที่ 1 Control (ปุ๋ยเคมี)

Treatment ที่ 2 ปุ๋ยหมัก (อัตรา 2 ตัน/ไร่ หรือ 52.5 g/Lysimeter) + ปุ๋ยเคมี

Treatment ที่ 3 ซีโอไลท์ 5% (455.20 g/Lysimeter) + ปุ๋ยเคมี

Treatment ที่ 4 ซีโอไลท์ 10% (890.40 g/Lysimeter) + ปุ๋ยเคมี

Treatment ที่ 5 อีโซไลท์ 5% (455.20 g/Lysimeter) + ปุ๋ยเคมี

Treatment ที่ 6 อีโซไลท์ 10% (890.40 g/Lysimeter) + ปุ๋ยเคมี

Treatment ที่ 7 อีโซไลท์ เค้ก 5% (455.20 g/Lysimeter) + ปุ๋ยเคมี

Treatment ที่ 8 อีโซไลท์ เค้ก 10% (890.40 g/Lysimeter) + ปุ๋ยเคมี

การใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 3 ครั้ง (เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1, 2524. สมาคมการค้าปุ๋ยและธุรกิจเกษตรไทย)

ครั้งที่ 1 สูตร 15-15-15 อัตรา 150 kg/ไร่ ใส่ก่อนปลูก (3.94 g/Lysimeter)

ครั้งที่ 2 สูตร 46-0-0 อัตรา 150 kg/ไร่ ใส่หลังปลูก 25 วัน (3.94 g/Lysimeter)

ครั้งที่ 3 สูตร 46-0-0 อัตรา 75 kg/ไร่ ใส่หลังปลูก 45 วัน (1.97 g/Lysimeter)

5. ทำการปลูกข้าวโพดหวานในปีที่ 3 โดยไม่มีการเพิ่มสารปรับปรุงดินลงในการทดลอง

6. ปลูกข้าวโพดหวานจำนวน 4 ต้น/Lysimeter เมื่ออายุได้ 14-21 วันจึงทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น/Lysimeter

7. วัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด

7.1 วัดการเจริญเติบโตของข้าวโพด

- วัดความสูงเมื่อทำการเก็บเกี่ยว
- วัดคลอโรฟิลล์จำนวน 6 ครั้ง

7.2 วัดผลผลิตของข้าวโพด

- ชั่งน้ำหนักสด
- ชั่งน้ำหนักแห้ง
- ชั่งน้ำหนักฝักสด
- ชั่งน้ำหนักฝักแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดแล้วจะทำการวิเคราะห์ดินหลังปลูก

9. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Analysis of variam (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ Ducan

3. <u>การวิเคราะห์ดิน</u>

3.1 <u>การวิเคราะห์ดิน</u>

- ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยใช้เครื่องวัด pH (pH Meter Model HI 8424) อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1

- ค่าการนำไฟฟ้าของดิน วัดโดยเครื่อง EC (EC Meter Model HI 8733) อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5

- ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) โดยวิธี Walkley & Black 1934. ใช้ 1 N $K_2Cr_2O_7$ ออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอน แล้วนำไปคำนวณโดยเปลี่ยน % Organic Carbon ไปเป็น %Organic matter โดยคูณด้วย 1.732

- ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II (0.1N HCl + 0.3N NH_4F) ใช้น้ำยาสกัดในอัตราส่วน 1:10 เขย่านาน 60 วินาที และ develope สีโดยใช้ ascorbic acid เป็นตัว reducing agent แล้ววัดความเข้มข้น Spectrophotometer Model Sprctonic 21

- ปริมาณโพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม และโซเดียม สกัดดินด้วย 1N NH_4OAc pH 7 และหาค่าโดยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer Model Hitachi Z8200

- ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity, CEC) โดยชะดินด้วย 1N NH_4OAc pH 7 และแทนที่ประจุแอมโมเนียมด้วยสารละลาย 10% NaCl ในสภาพกรดกลั่นหาประจุแอมโมเนียม แล้วคำนวณหาความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. <u>การวิเคราะห์พืช</u>

- ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพืช ย่อยสลายโดยวิธี Kjeldahl โดยใช้กรด H_2SO_4 เข้มข้น หาปริมาณไนโตรเจนด้วยการนำไปกลั่น โดยใช้ Boric indicator acid 4% เป็นตัวจับ NH_4OH แล้วไตเตรทด้วยกรด H_2SO_4

- ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในพืช ย่อยสลายโดยวิธี acid mixture digestion ใช้ mixed acid HNO_3:H_2SO_4:$HClO_4$ อัตราส่วน 10:1:2 และใช้สารละลาย Molybdate Vanadate เป็นตัว develop สี วัดหาค่า % Transmittance ที่ Wavelength 420 nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer Model Sprectonic 21

- ปริมาณโพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม, เหล็ก, แมงกานีส, สังกะสี และทองแดงทั้งหมดในพืช โดยย่อยสลายด้วยวิธี acid mixture digestion ใช้ mixed acid HNO_3:H_2SO_4:$HClO_4$ ในอัตราส่วน 10:1:2 ในการdigestion และวัดปริมาณธาตุต่างๆด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer Model Hitachi Z8200

<u>สถานที่ทดลอง</u>

ชั้น 5 (ตึกเจ้าคุณทหารฯ) ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<u>สถานที่ทำการวิเคราะห์ดินและพืช</u>

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<u>ระยะเวลาที่ทดลอง</u>

กันยายน 2543 ถึง มกราคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. คุณสมบัติของดินชุดน้ำพองที่ใช้ในการทดลอง

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินชุดน้ำพองและสารปรับปรุงดิน มีคุณสมบัติดังแสดงไว้ในตารางที่ 14 และ 15 ตามลำดับ

ตารางที่ 14 แสดงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินชุดน้ำพอง

Depth	pHดิน:น้ำ	EC	Basic cation (me/100g soil)				CEC	% O.M.	Avai.P(ppm)
(cm)	(1:1)	(mS/cm)	Ca	Mg	K	Na	(me/100g soil)		(Bray No.2)
0-15	4.98	1.77	0.66	0.07	0.14	0.14	12.40	0.37	19.23
15-50	4.89	0.72	0.54	0.05	0.05	0.1	0.10	0.21	11.6
50-100	4.77	0.36	0.22	0.05	0.05	0.09	1.45	0.11	7.75

ตารางที่ 15 แสดงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของสารปรับปรุงดิน

สารปรับ	pHดิน:น้ำ	EC	Basic cation (me/100g soil)				CEC	% O.M.	Avai.P(ppm)
ปรุงดิน	(1:2)	(mS/cm)	Ca	Mg	K	Na	(me/100g soil)		(Bray No.2)
Zeolite	7.29	0.44	35.27	ND	5.80	11.15	102.30	0.07	44.38
Isolite	10.03*	0.54	0.21	0.07	ND	3.13	4.78	0.36	14.41
Isolite cake	3.58	0.66	1.56	0.30	034	1.51	4.17	30.10	97.50
ปุ๋ยหมัก	6.75	11.76	44.25	6.69	29.93	0.84	38.32	16.6	1,227

หมายเหตุ - * สารปรับปรุงดิน : น้ำ (1 : 1)

- ND = non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณสมบัติของสารปรับปรุงดินต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ปลูกข้าวโพด

2.1 ความเป็นกรด-ด่าง

2.1.1 ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินในTreatment ต่างๆมีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของดินชุดน้ำพองหลังจากปลูกข้าวโพดในปีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 16 และ กราฟที่ 1)โดยพบว่าการใส่ Isolite cake ทั้ง 5 % และ10% มี pH สูงสุด คือ 7.51 และ 7.57 และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รองลงมา คือ Treatment ที่ใส่ Isolite 10% และ Zeolite 10% มี pH 6.55 และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.1.2 ความเป็นกรด-ด่างของดินหลังปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินในTreatment ต่างๆมีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของดินชุดน้ำพองหลังจากปลูกข้าวโพดในปีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 16 และ กราฟที่ 1) โดยพบว่า pH ของดินหลังปลูกเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพบว่า pH ของดินหลังปลูกลดลงโดยวัดได้ตั้งแต่ 5.09-7.69 โดยพบว่าการใส่ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10% มีค่า pH สูงที่สุดคือ 7.45 และ 7.69 ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

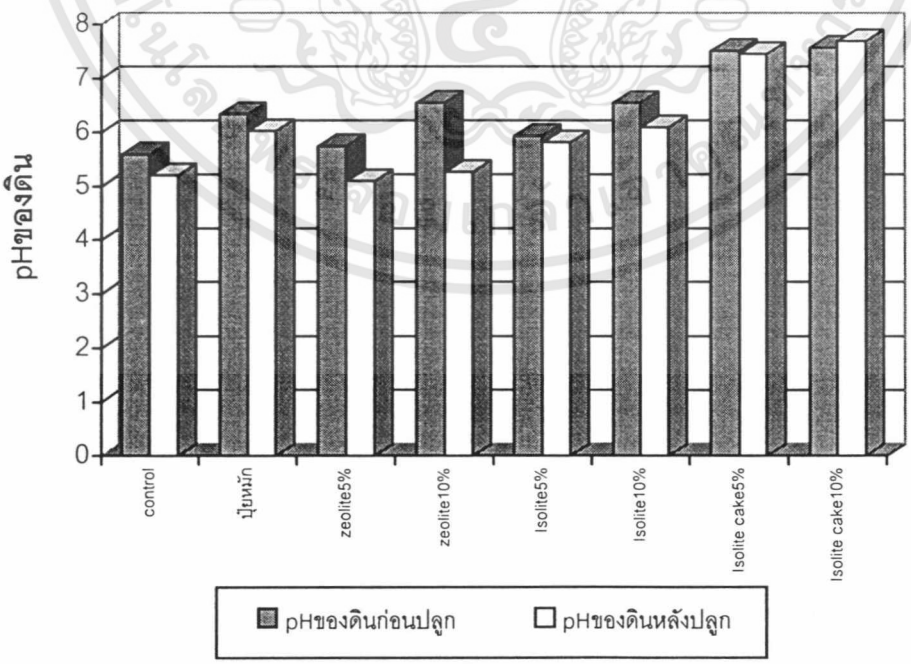
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่16 ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	pHของดินก่อนปลูก ดิน:น้ำ(1:1) *	pHของดินหลังปลูก ดิน:น้ำ(1:1) *
1. Control	5.59 a	5.20 a
2. ปุ๋ยหมัก	6.34 b	6.02 b
3. Zeolite 5 %	5.74 a	5.09 a
4. Zeolite 10%	6.55 bc	5.26 a
5. Isolite 5%	5.93 a	5.81 b
6. Isolite 10%	6.55 bc	6.09 b
7. Isolite cake 5%	7.51 c	7.45 c
8. Isolite cake 10%	7.57 c	7.69 c
CV	4.66 %	15.91%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรต่างกันในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

2.2.1 ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกข้าวโพด

หลังจากปลูกข้าวโพดในปีที่ 2 สารปรับปรุงดินมีผลต่อการนำไฟฟ้าของดินชุดน้ำพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 17 และกราฟที่ 2) โดย Treatment ที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดคือTreatment ที่ใส่ Isolite cake 5% , Isolite cake 10% ซึ่งวัดได้ 0.06และ0.07 mS/cm ตามลำดับในขณะที่ treatmentอื่นๆไม่มีความแตกต่างกันมากนักโดยวัดได้ค่าได้ตั้งแต่ 0.02-0.05 mS/cm

2.2.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินมีผลต่อการนำไฟฟ้าของดินชุดน้ำพองในปีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 17 และกราฟที่ 2) โดย Treatment ที่ทำการใส่ Isolite cake 10% มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดคือ 0.07 mS/cm ตามลำดับ ในขณะที่ treatment อื่นๆไม่แตกต่างกันมากนักโดยทำการวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 0.03-0.05 mS/cm และเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินทุก treatment ไม่แตกต่างกัน

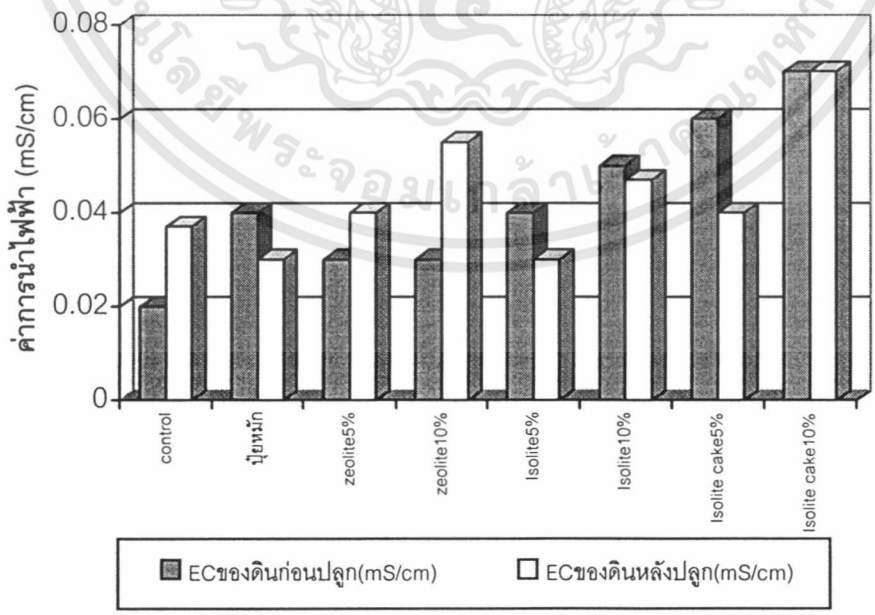
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่17 ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	EC ของดินก่อนปลูก (mS/cm)*	ECของดินหลังปลูก (mS/cm)*
1. Control	0.02 a	0.037 ab
2. ปุ๋ยหมัก	0.04 b	0.03 a
3. Zeolite 5%	0.03 ab	0.04 ab
4. Zeolite10%	0.03 ab	0.055 bc
5. Isolite5%	0.04 b	0.03 a
6. Isolite10%	0.05 c	0.047 ab
7. Isolite cake5%	0.06 d	0.04 ab
8. Isolite cake 10%	0.07 d	0.07 c
CV	23.08%	35.71%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ

2.3.1 ปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนปลูกข้าวโพด

หลังจากปลูกข้าวโพดในปีที่ 2 แล้วพบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในแต่ละ treatmentมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 18 และกราฟที่ 3) โดย Treatment ที่ทำการใส่ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10% มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุดคือ 0.49% และ 0.53% ตามลำดับ รองลงมาคือ treatment ที่ใส่Zeolite และ ปุ๋ยหมัก ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุที่วิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 0.39-0.46% ส่วนใน treatment ที่วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุได้ต่ำที่สุดคือ control 0.30%

2.3.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินหลังปลูกข้าวโพด

ผลจากการใส่สารปรับปรุงดินแล้วพบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินแต่ละ treatment มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากปลูกข้าวโพดในปีที่ 3 (ดังตารางที่ 18 และกราฟที่ 3) โดย treatment ที่ใส่ Isolitecake ทั้ง 5 และ 10% มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุดวิเคราะห์ได้ 0.48% และ 0.49% ตามลำดับ รองลงมาคือ treatment ที่ใส่ ปุ๋ยหมัก และ Zeolite 5 และ 10% ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุได้ตั้งแต่ 0.41-0.45 ส่วนใน treatment ที่วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุได้ต่ำที่สุดคือ control 0.33

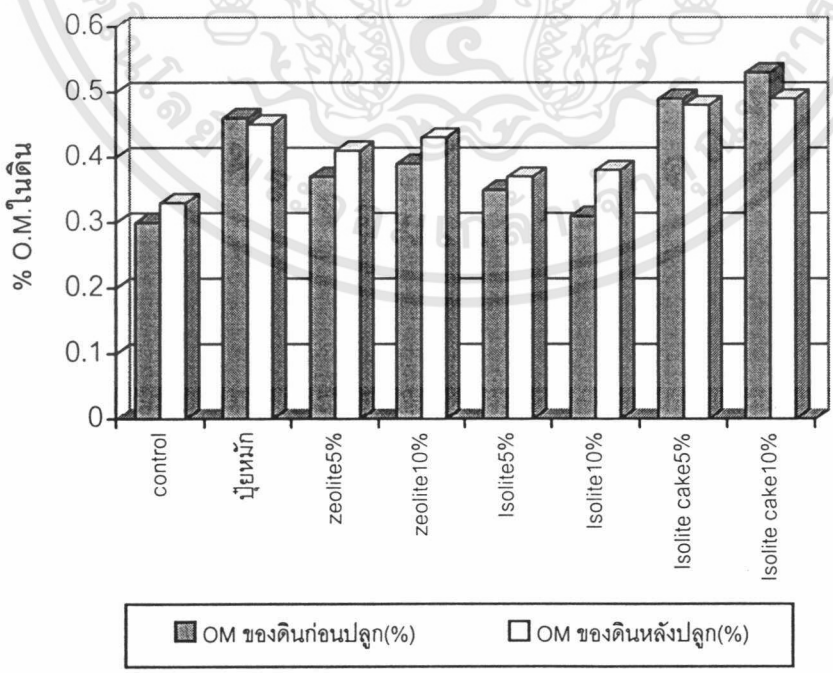
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่18 ปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	O.M. ของดินก่อนปลูก(%)*	O.M. ของดินหลังปลูก (%)*
1. Control	0.30 a	0.33 a
2. ปุ๋ยหมัก	0.46 c	0.45 bc
3. Zeolite 5%	0.37 a	0.41 abc
4. Zeolite10%	0.39 b	0.43 bc
5. Isolite5%	0.35 a	0.37 ab
6. Isolite10%	0.31 a	0.38 ab
7. Isolite cake5%	0.49 c	0.48 c
8. Isolite cake 10%	0.53 c	0.49 c
CV	12.06 %	18.11%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

2.4.1 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูกข้าวโพด พบว่า สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินแต่ละ treatment อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 19 และกราฟที่ 4) โดย treatment ที่ใส่ปุ๋ยหมัก มีผลทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 101.90 ppm รองลงมา คือ treatment ที่ใส่ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10% มีปริมาณฟอสฟอรัส คือ 61.40 และ 82.88 ppm ตามลำดับ ส่วนใน treatment ที่ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำที่สุดคือ Zeolite ทั้ง 5 และ10% โดยวิเคราะห์ฟอสฟอรัสได้ 22.12 และ 23.46 ppm ตามลำดับ ส่วนใน treatment อื่นๆพบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

2.4.2 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินหลังปลูกข้าวโพด

ผลของสารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินแต่ละ treatment อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 19 และกราฟที่ 4) โดย treatment ที่ใส่ ปุ๋ยหมัก มีผลทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 114.17 ส่วน treatment ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสรองลง คือ Isolite cake 10 และ 5% มีปริมาณฟอสฟอรัส คือ 113.05 และ 72.56 ppm มีฟอสฟอรัสต่ำที่สุด คือ Zeolite ทั้ง 10 และ 5% โดยมีฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ 29.79 และ 32.22 ppm ตามลำดับ

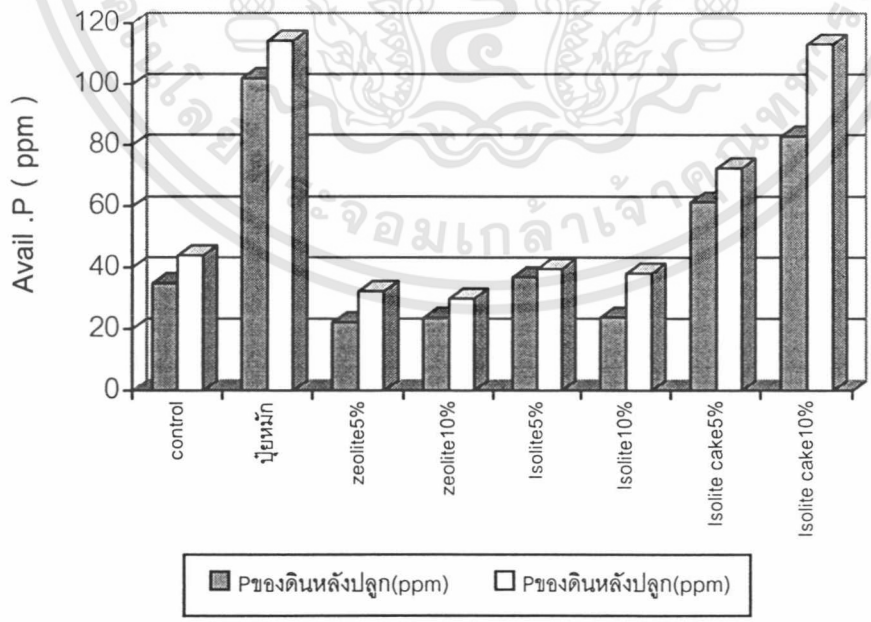
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	Avail. P ของดินก่อนปลูก(ppm) *	Avail. P ของดินหลังปลูก(ppm) *
1. Control	34.81 b	43.97 b
2. ปุ๋ยหมัก	101.90 e	114.17 d
3. Zeolite 5%	22.12 a	32.22 ab
4. Zeolite10%	23.46 a	29.79 a
5. Isolite5%	36.80 b	39.48 ab
6. Isolite10%	23.70 a	38.03 ab
7. Isolite cake5%	61.40 c	72.56 c
8. Isolite cake 10%	82.88 d	113.05 d
CV	16.56 %	59.92 %

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 โพแทสเซียม

2.5.1 โพแทสเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินมีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 20 และกราฟที่ 5) โดย treatment ที่ใส่ Zeolite ทั้ง 5 และ 10% มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุดซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.50 และ 1.09 me/100g soil ในขณะที่ treatment อื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ Control โดยวิเคราะห์ค่าได้ตั้งแต่ 0.053-0.075 me/100g soil

2.5.2 โพแทสเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

หลังจากปลูกข้าวโพดในปีที่ 3 พบว่า สารปรับปรุงดินมีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 20 และ กราฟที่ 5) โดย treatment ที่ใส่ Zeolite ทั้ง 5 และ 10% ยังคงมีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุดซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.5441 และ 0.7082 me/100g soil ตามลำดับ treatment ที่มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำสุด คือ treatment ที่ใส่ Isolite 5% และ 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.057 และ 0.089 me/100g soil

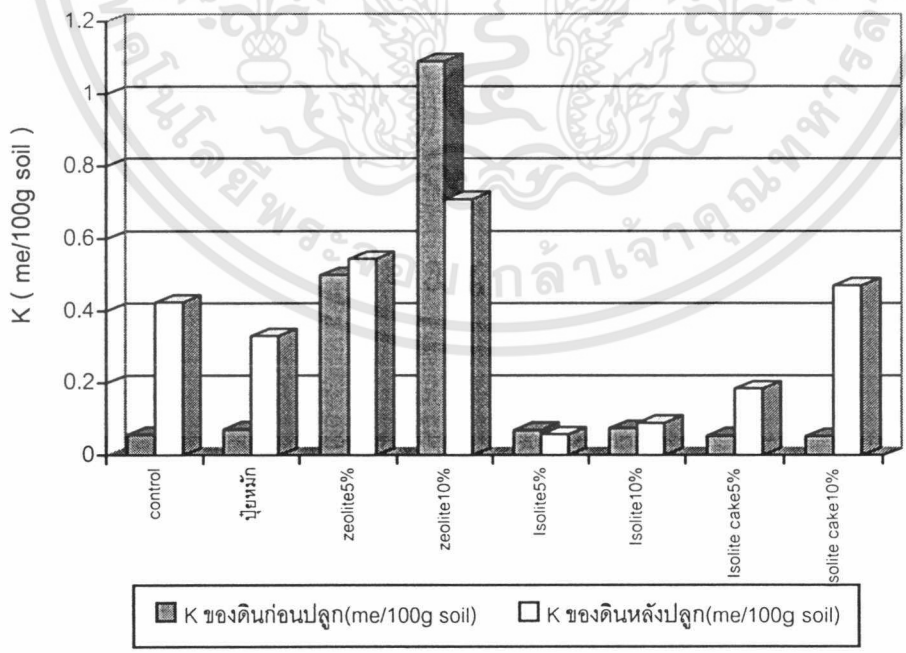
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 ปริมาณโพแทสเซียมของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	K ของดินก่อนปลูก (me/100g soil)*	K ของดินหลังปลูก (me/100g soil)*
1. Control	0.058 c	0.4241 bc
2. ปุ๋ยหมัก	0.073 c	0.3300 b
3. Zeolite 5%	0.500 b	0.5441 c
4. Zeolite10%	1.090 a	0.7082 d
5. Isolite5%	0.070 c	0.0570 a
6. Isolite10%	0.075 c	0.0890 a
7. Isolite cake5%	0.055 c	0.1837 a
8. Isolite cake 10%	0.053 c	0.4710 c
CV	27.85%	65.81%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 แคลเซียม

2.6.1 แคลเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมในดินก่อนปลูกข้าวโพด พบว่า สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment (ดังแสดงในตารางที่ 21 และกราฟที่ 6) โดย treatment ที่มีผลทำให้ดินมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด คือ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10 % ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 5.42 และ 8.28 me/100g soil ตามลำดับ รองลงมาคือ treatment ที่ใส่ Zeolite 10% ส่วนใน treatment อื่นๆไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.6.2 แคลเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมในดินหลังปลูกข้าวโพด พบว่า สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อปริมาณแคลเซียมของชุดดินน้ำพองหลังการปลูกข้าวโพด (ดังแสดงในตารางที่ 21 และกราฟที่ 6) โดย treatment ที่มีผลทำให้ดินมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด คือ Isolite cake 10 % ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 6.04 me/100g soil รองลงมา คือ treatment ที่ใส่ Zeolite 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 3.99 me/100g soil ส่วนใน treatment ที่มีปริมาณแคลเซียมต่ำสุดคือ control ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.28 me/100g soil

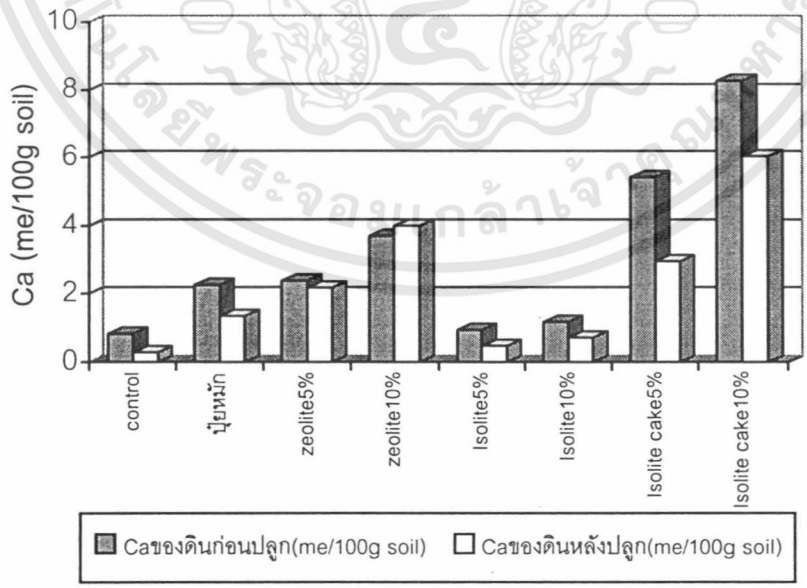
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 ปริมาณแคลเซียมของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	Ca ของดินก่อนปลูก (me/100g soil)*	Ca ของดินหลังปลูก (me/100g soil)*
1. Control	0.83 a	0.28 a
2. ปุ๋ยหมัก	2.26 b	1.35 b
3. Zeolite 5%	2.38 b	2.18 c
4. Zeolite10%	3.70 c	3.99 d
5. Isolite5%	0.94 a	0.47 a
6. Isolite10%	1.18 a	0.72 ab
7. Isolite cake5%	5.42 d	2.95 c
8. Isolite cake 10%	8.28 e	6.04 e
CV	15.79 %	87.45 %

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 แมกนีเซียม

2.7.1 แมกนีเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

หลังจากปลูกข้าวโพดในปีที่ 2 พบว่า สารปรับปรุงดินมีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมของดินชุดน้ำพองก่อนปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 22 และกราฟที่ 7) โดย treatment ที่ใส่ Zeolite ทั้ง 5 และ 10 % มีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุด คือ 0.29 และ 0.35 me/100g soil ตามลำดับ ส่วนใน treatment อื่นๆไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมได้ตั้งแต่ 0.09- 0.19 me/100g soil

2.7.2 แมกนีเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

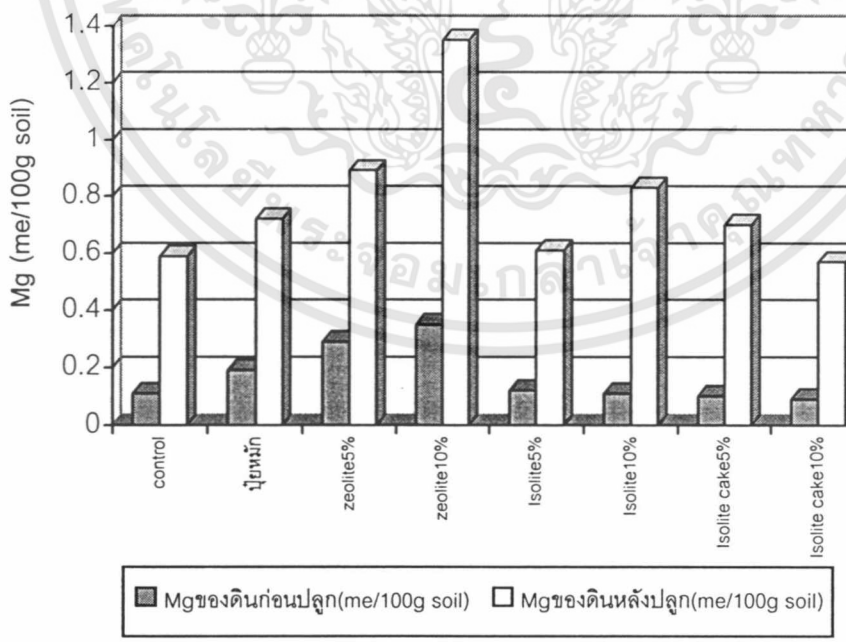
หลังจากปลูกข้าวโพดในปีที่ 3 พบว่า สารปรับปรุงดินมีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมของดินชุดน้ำพองหลังปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 22 และกราฟที่ 7) โดย treatment ที่ใส่ Zeolite 10 % มีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุด คือ 01.35 me/100g soil ตามลำดับ ส่วนใน treatment อื่นๆไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมได้ตั้งแต่ 0.59-0.89 me/100g soil และเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก พบว่าปริมาณแมกนีเซียมในทุก treatment เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 ปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	Mg ของดินก่อนปลูก (me/100g soil)*	Mg ของดินหลังปลูก (me/100g soil)*
1. Control	0.11 ab	0.59 a
2. ปุ๋ยหมัก	0.19 c	0.72 a
3. Zeolite 5%	0.29 d	0.89 a
4. Zeolite10%	0.35 d	1.35 b
5. Isolite5%	0.12 ab	0.61 a
6. Isolite10%	0.11 ab	0.83 a
7. Isolite cake5%	0.10 a	0.70 a
8. Isolite cake 10%	0.09 a	0.57 a
CV	32.29%	41.64%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 โซเดียม

2.8.1 โซเดียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินมีผลต่อปริมาณโซเดียมของดินชุดน้ำพองก่อนปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 23 และกราฟที่ 8) โดย treatment ที่มีโซเดียมมากที่สุด คือ Zeolite 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 2.76 me/100g soil รองลงมา คือ Isolite 10% วิเคราะห์ค่าได้ 0.59 me/100g soil ส่วนใน treatment อื่นๆไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปุ๋ยหมักมีปริมาณโซเดียมน้อยที่สุด

2.8.2 โซเดียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมในดินหลังปลูก พบว่า สารปรับปรุงดินมีผลต่อปริมาณโซเดียมของดินชุดน้ำพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 23 และ กราฟที่ 8) โดย treatment ที่มีโซเดียมมากที่สุดยังคงเป็น Zeolite 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 2.23 me/100g soil รองลงมา คือ Zeolite 5%วิเคราะห์ค่าได้ 1.55 me/100g soil ส่วนใน treatment อื่นๆไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมได้ตั้งแต่ 0.31-0.57 me/100g soil

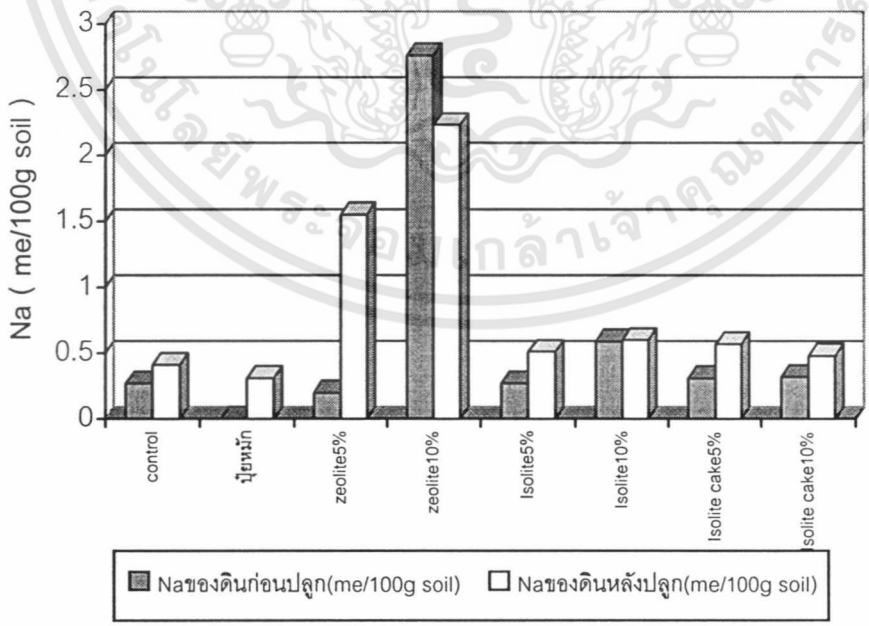
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 ปริมาณโซเดียมของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	Na ของดินก่อนปลูก (me/100g soil)*	Na ของดินหลังปลูก (me/100g soil)*
1. Control	0.27 b	0.41 a
2. ปุ๋ยหมัก	0.003 a	0.31 a
3. Zeolite 5%	0.20 ab	1.55 b
4. Zeolite10%	2.76 d	2.23 c
5. Isolite5%	0.27 b	0.51 a
6. Isolite10%	0.59 c	0.60 a
7. Isolite cake5%	0.31 b	0.57 a
8. Isolite cake 10%	0.32 b	0.48 a
CV	23.08%	81.74%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโซเดียมของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity, CEC)

2.9.1 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ผลการวิเคราะห์ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกข้าวโพด พบว่า สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินแต่ละ treatment อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 24 และกราฟที่ 9)โดย treatment ที่ใส่ Zeolite ทั้ง 5 และ 10% มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงที่สุด คือ 4.37 และ 7.56 me/100g soil ตามลำดับ ส่วนใน treatment อื่นๆไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน treatment ที่วิเคราะห์ค่าCECได้ต่ำที่สุด คือ Isolite 5% วิเคราะห์ได้ 0.98 me/100g soil

2.9.2 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินหลังปลูกข้าวโพด

การเติมสารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 24 และกราฟที่ 9)โดย treatment ที่ใส่ Zeolite ทั้ง 5 และ 10% ยังคงมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงที่สุด คือ 5.08 และ 8.76 me/100gsoil ตามลำดับ treatment ที่มีการแลกเปลี่ยนประจุบวกรองลงมา คือ treatment ที่ใส่ Isolite cake 5% วิเคราะห์ได้ 2.23 me/100g soil ส่วน treatment ที่วิเคราะห์ค่าCECได้ต่ำที่สุดคือ Isolite 5% วิเคราะห์ได้ 1.09 me/100g soil เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพบว่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกไม่แตกต่าง

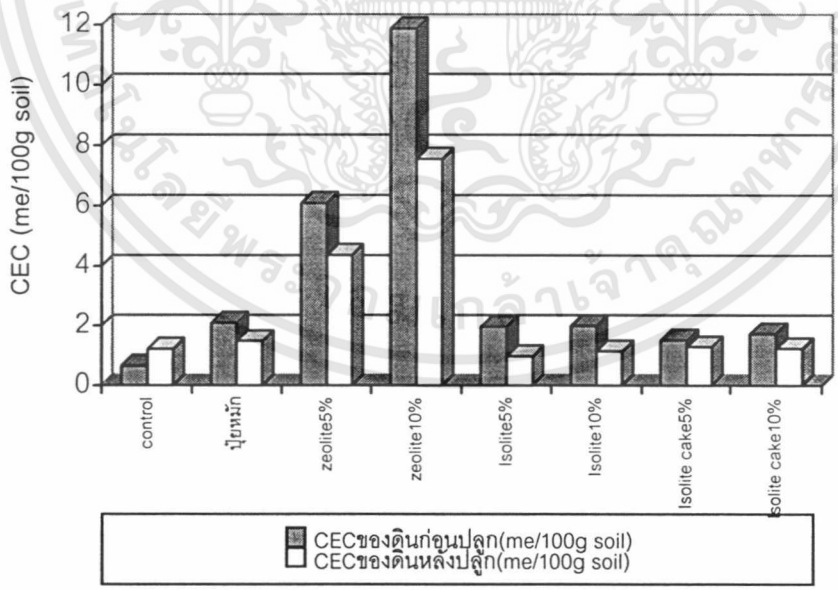
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	CECของดินก่อนปลูก (me/100g soil)*	CECของดินหลังปลูก (me/100g soil)*
1. Control	1.23 a	1.48 ab
2. ปุ๋ยหมัก	1.49 a	1.82 bc
3. Zeolite 5%	4.37 b	5.08 d
4. Zeolite10%	7.56 c	8.76 e
5. Isolite5%	0.98 a	1.09 a
6. Isolite10%	1.15 a	2.00 bc
7. Isolite cake5%	1.29 a	2.23 c
8. Isolite cake 10%	1.24 a	1.90 bc
CV	17.25%	82.36%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความ(D



กราฟที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณคลอโรฟิลล์

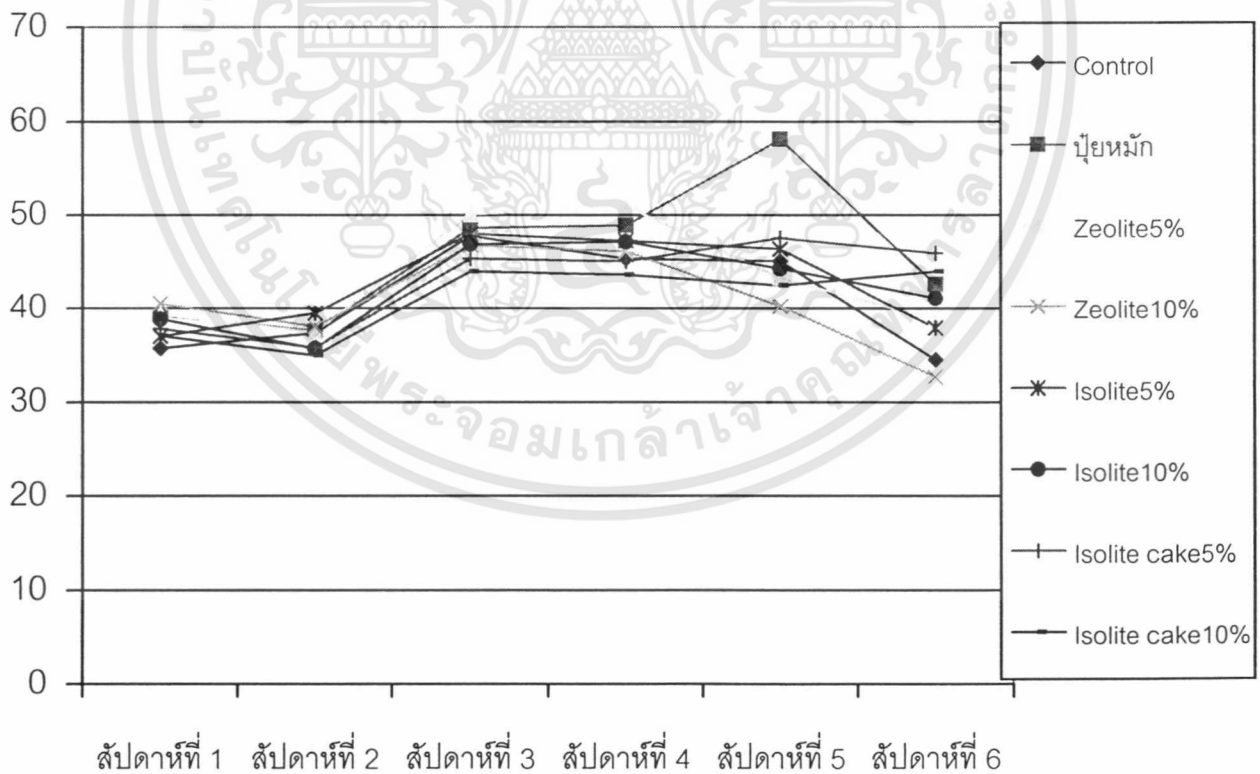
ผลการวัดปริมาณความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ พบว่า treatment ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุด คือ ปุ๋ยหมัก ส่วนใน treatment ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำที่สุด คือ treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัปดาห์ที่ 2 ของการวัดคลอโรฟิลล์

ผลของการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ทุกๆสัปดาห์ของข้าวโพด พบว่าทุก treament จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 ของการวัดคลอโรฟิลล์ ยกเว้น treatment ที่ใส่ ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุดในสัปดาห์ที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในข้าวโพด

Treatment	จำนวนสัปดาห์ที่วัดคลอโรฟิลล์					
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6
1. Control	35.73	37.33	47.75	46.30	45.05	34.53
2. ปุ๋ยหมัก	39.23	37.55	48.63	48.88	58.15	42.55
3. Zeolite5%	39.30	37.43	50.05	51.00	43.20	38.78
4. Zeolite10%	40.50	38.03	46.73	46.10	40.23	32.68
5. Isolite5%	37.00	39.48	47.98	47.23	46.35	37.88
6. Isolite10%	38.80	35.68	46.85	47.13	44.24	41.10
7. Isolite cake5%	37.78	35.80	45.33	45.03	47.13	45.90
8. Isolite cake10%	37.03	34.95	43.93	43.60	42.43	43.93



กราฟที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ในข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คุณสมบัติของสารปรับปรุงดินใน treatment ต่างๆที่มีต่อผลผลิตของข้าวโพดหวาน

4.1 น้ำหนักสดของฝักข้าวโพด

สารปรับปรุงดินมีผลต่อน้ำหนักฝักสดของข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 26 และกราฟที่ 11) โดย treatment ที่มีน้ำหนักฝักสดของข้าวโพดสูงที่สุด คือ Isolite cake 5% ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% โดยชั่งน้ำหนักฝักสดได้ 134.06 และ 121.65 g ตามลำดับ รองลงมา คือ Isolite 10% มีน้ำหนัก 117.25 g และ treatment ที่มีน้ำหนักต่ำสุด คือ Zeolite 5% มีน้ำหนักฝักสด 68.63 g ส่วน treatment ที่ใส่ Isolite 5% และ Zeolite 10% เมื่อเปรียบเทียบกับ Control พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยชั่งน้ำหนักฝักสดได้ตั้งแต่ 82.04-85.10 g

4.2 น้ำหนักสดของต้นข้าวโพดหวาน

สารปรับปรุงดินมีผลต่อน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 27 และกราฟที่ 12)โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดสูงสุด คือ Isolite 10% โดยชั่งน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดได้ 394.29 g และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment อื่น ซึ่งชั้งน้ำหนักสดได้ตั้งแต่ 296.54- 387.56 ยกเว้น treatment ควบคุมที่แตกต่างและมีน้ำหนักต้นสดต่ำที่สุด คือ 290.07

4.3 น้ำหนักสดของต้นรวมกับฝักของต้นข้าวโพดหวาน

สารปรับปรุงดินมีผลต่อน้ำหนักสดรวมกับฝักของต้นข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 28 และกราฟที่ 13) โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อน้ำหนักสดรวมกับฝักของต้นข้าวโพดมากสุด คือ Isolite cake 5 % โดยชั่งน้ำหนักได้ 521.61 g ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment ที่ใส่ Isolite 10% , Isolite cake 10 % และ ปุ๋ยหมัก ซึ่งชั่งน้ำหนักได้ทั้งหมด 511.54 , 497.5 และ 486.78 g ตามลำดับ treatment ที่มีน้ำหนักสดรวมกับฝักของต้นข้าวโพดต่ำสุด คือ Zeolite 5 % ชั่งน้ำหนักได้ 365.16 g อื่นๆ

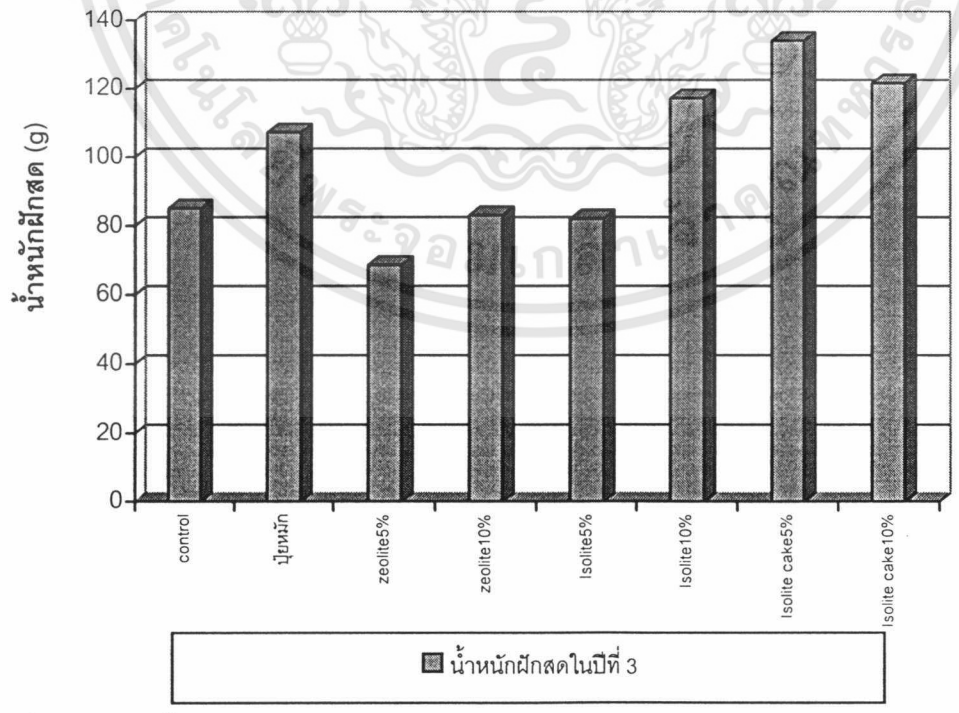
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดในปีที่ 3

Treatment	น้ำหนักฝักสด (g)*
1. Control	85.10 ±8.58 ab
2. ปุ๋ยหมัก	107.29 ±12.10 bc
3. Zeolite 5%	68.63 ±5.90 a
4. Zeolite10%	83.03 ±10 ab
5. Isolite5%	82.04 ±12.79 ab
6. Isolite10%	117.25±14.81 bc
7. Isolite cake5%	134.06±8.97 c
8. Isolite cake 10%	121.65±11.85
CV	29.38%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 11 แสดงน้ำหนักฝักสดของข้าวโพดในปีที่ 3

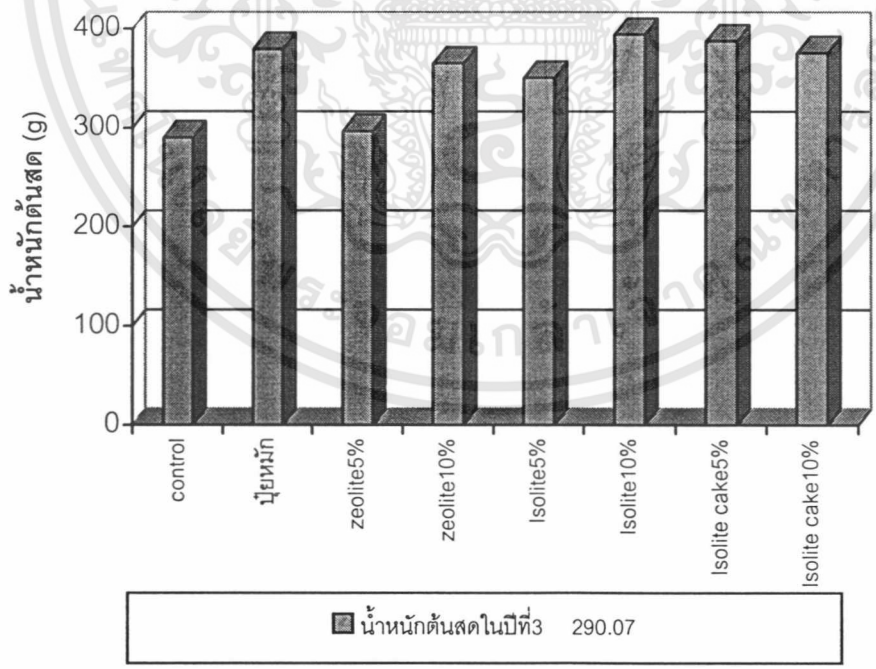
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 น้ำหนักต้นสดของข้าวโพดในปีที่ 3

Treatment	น้ำหนักต้นสดปีที่ 3 (g)*
1. Control	290.07 ±37.44 a
2. ปุ๋ยหมัก	379.49 ±34.66 ab
3. Zeolite 5%	296.54 ±19.89 ab
4. Zeolite10%	356.02 ±27.99 ab
5. Isolite5%	350.27 ±34.80 ab
6. Isolite10%	394.29 ±35.77 b
7. Isolite cake5%	387.56 ±24.72 ab
8. Isolite cake 10%	375.86 ±22.68 ab
CV	18.58%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 12 แสดงน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดในปีที่ 3

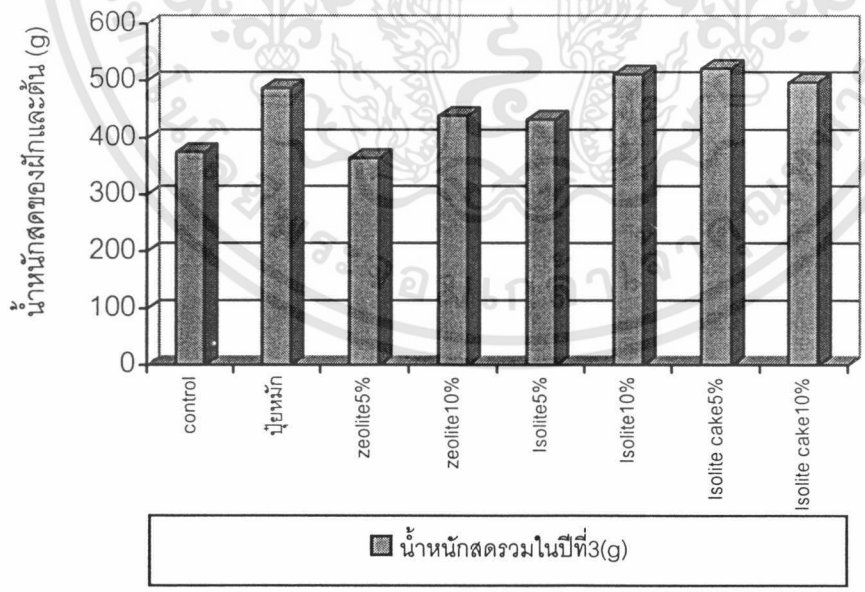
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 น้ำหนักฝักสดและต้นข้าวโพดในปีที่ 3

Treatment	น้ำหนักสดของฝักและต้นข้าวโพดปีที่ 3 (g)*
1.Control	375.17 ±42.37 a
2.ปุ๋ยหมัก	486.78 ±37.03 b
3.Zeolite 5%	365.16 ±17.28 a
4.Zeolite10%	439.05 ±32.66 ab
5.Isolite5%	432.31 ±42.38 ab
6.Isolite10%	511.54 ±41.56 b
7.Isolite cake5%	521.67 ±19.33 b
8.Isolite cake 10%	497.50 ±31.24 b
CV	18.38%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 13 แสดงน้ำหนักสดรวมทั้งต้นและฝักของปีที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 น้ำหนักแห้งของต้นรวมฝักของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินมีผลต่อน้ำหนักแแห้งรวมกับฝักของต้นข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 29 และกราฟที่ 14)โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นรวมกับฝักของต้นข้าวโพดมากสุด คือ Isolite 10% โดยชั่งน้ำหนักแห้งของต้นรวมกับฝักข้าวโพดได้ 160.57 g อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชั่งน้ำหนักได้ตั้งแต่ 142.24-155.67 g

4.5 น้ำหนักแห้งของฝักข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของฝักข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 30 และกราฟที่ 15 โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของฝักข้าวโพดมากสุด คือ Isolite cake 10% ซึ่งชั่งน้ำหนักได้ 50.23 g และ treatment ที่ใส่ Zeolite 5% มีค่าต่ำสุดชั่งได้ 33.45 g

4.6 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 31 และกราฟที่ 16) โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดมากสุด คือ Zeolite10% มีน้ำหนักต้นแห้ง คือ 115.74 g อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment อื่น ซึ่งชั่งน้ำหนักได้ตั้งแต่ 103.10-115.56 g

4.7 ความสูงของต้นข้าวโพด

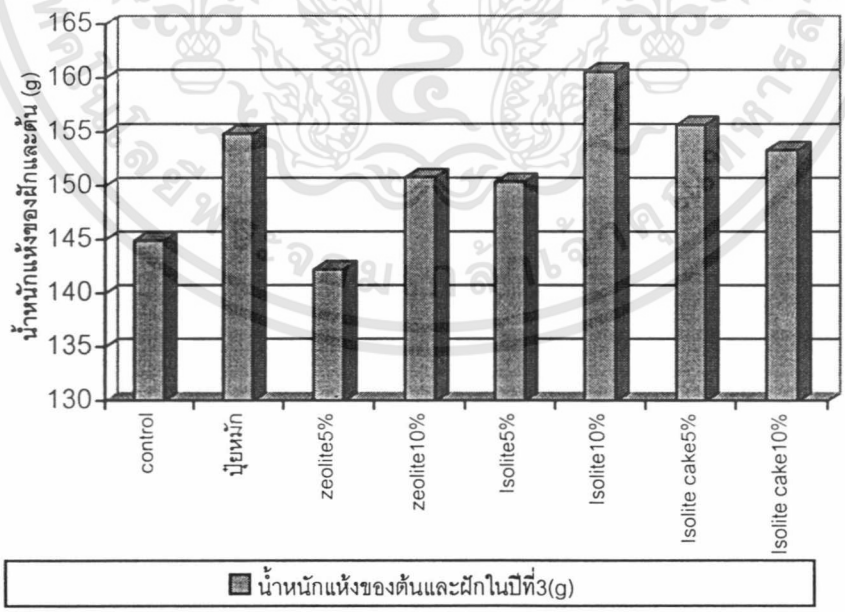
สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อความสูงของต้นข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 32 และกราฟที่ 17) โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อความสูงของต้นข้าวโพดมากที่สุด คือ treatment ที่ใส่ Isolite 10% มีความสูงที่สุด คือ 236.50 cm รองลงมา คือ treatment ที่ใส่ Isolite 5% มีความสูง 212.75 cm ส่วน treatment ที่ใส่ ปุ๋ยหมัก, Zeolite 5 และ 10% , Isolite cake 10% เมื่อเปรียบเทียบกับ Control พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งวัดได้ตั้งแต่ 195-208 cm treatment ที่มีความสูงน้อยที่สุด คือ Isolite cake 5% วัดได้ 189.25 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 น้ำหนักแห้งของฝักและต้นข้าวโพดในปีที่ 3

Treatment	น้ำหนักแห้งของฝักและต้นข้าวโพดปีที่ 3 (g)^{ns}
1. Control	144.94 ±8.29 a
2. ปุ๋ยหมัก	154.86 ±6.35 a
3. Zeolite 5%	142.24 ±8.80 a
4. Zeolite10%	150.80 ±5.34 a
5. Isolite5%	150.38 ±6.04 a
6. Isolite10%	160.57 ±4.58 a
7. Isolite cake5%	155.67 ±9.18 a
8. Isolite cake 10%	153.33 ±4.28 a
CV	8.77%

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- อักษรในคอลัมน์หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 14 แสดงน้ำหนักแห้งทั้งต้นและฝักของปีที่ 3

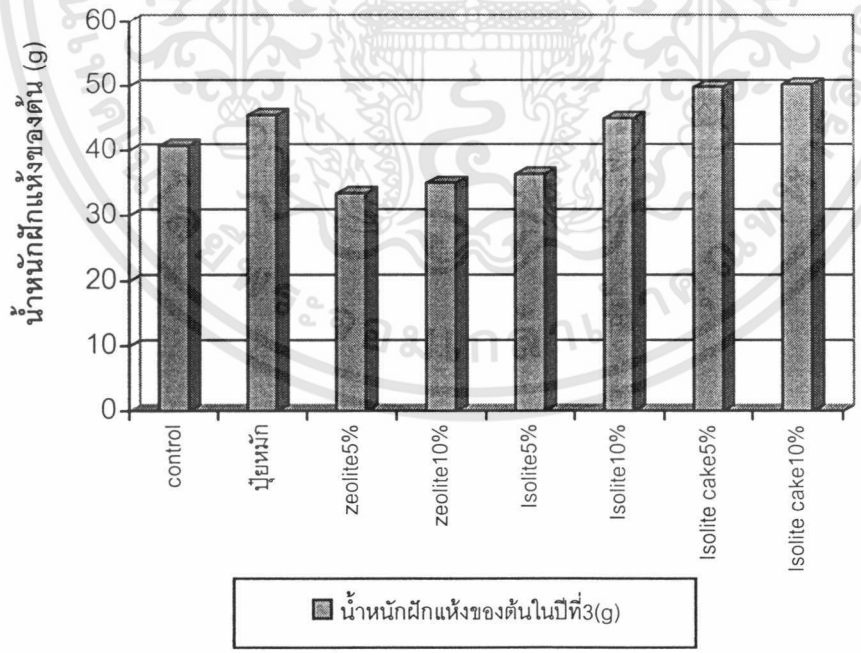
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 น้ำหนักฝักแห้งของต้นข้าวโพดในปีที่ 3

Treatment	น้ำหนักฝักแห้งของข้าวโพดปีที่3 (g) *
1.Control	40.77 ±1.44 abc
2.ปุ๋ยหมัก	45.51 ±3.73 bc
3.Zeolite 5%	33.46 ±1.27 a
4.Zeolite10%	35.06 ±2.40 ab
5.Isolite5%	36.40 ±4.24 ab
6.Isolite10%	45.02 ±5.36 abc
7.Isolite cake5%	49.83 ±4.63 c
8.Isolite cake 10%	50.23 ±3.75 c
CV	21.30%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 15 แสดงน้ำหนักฝักแห้งของต้นข้าวโพดในปีที่ 3

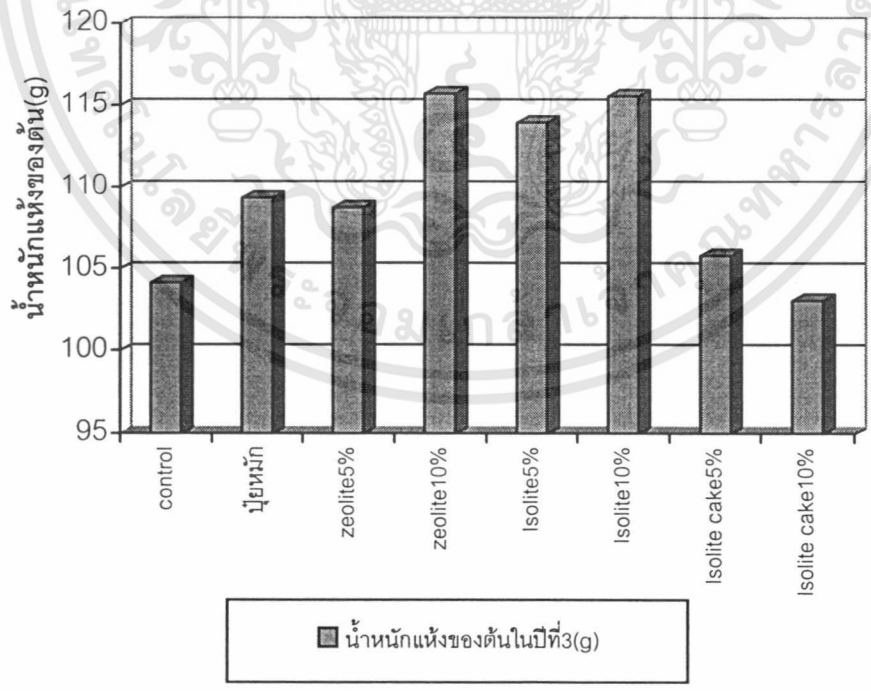
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในปีที่ 3

Treatment	น้ำหนักแห้งของข้าวโพดปีที่3 (g)^{ns}
1. Control	104.16 ±9.01 a
2. ปุ๋ยหมัก	109.36 ±8.59 a
3. Zeolite 5%	108.77 ±9.31 a
4. Zeolite10%	115.74 ±6.72 a
5. Isolite5%	113.98 ±5.67 a
6. Isolite10%	115.56 ±6.07 a
7. Isolite cake5%	105.84 ±5.26 a
8. Isolite cake 10%	103.10 ±1.90 a
CV	12%

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 16 แสดงน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในปีที่ 3

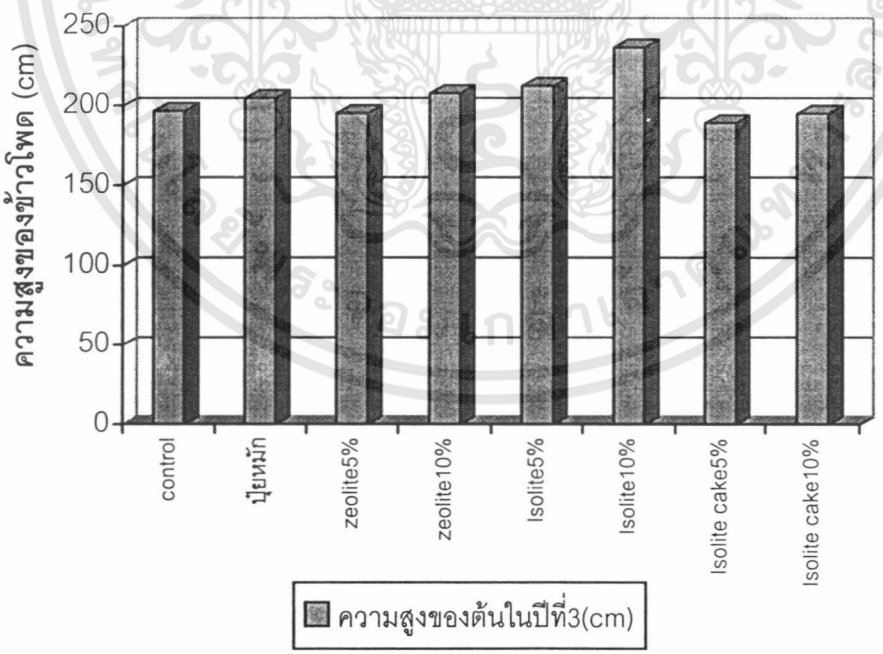
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32 ความสูงของต้นข้าวโพดในปีที่ 3

Treatment	ความสูงของต้นในปีที่ 3 (cm)*
1. Control	196.75 ±7.32 ab
2. ปุ๋ยหมัก	205.00 ±7.91 ab
3. Zeolite 5%	195.50 ±3.46 ab
4. Zeolite10%	208.00 ±4.65 ab
5. Isolite5%	212.75 ±3.12 b
6. Isolite10%	236.50 ±9.08 c
7. Isolite cake5%	189.25 ±7.35 a
8. Isolite cake 10%	195.00 ±9.14 ab
CV	9.12%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 17 แสดงความสูงของต้นข้าวโพดในปีที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คุณสมบัติของสารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ต่างๆ ที่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพด

5.1 ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด

สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนในพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 33 และ กราฟที่ 18)โดย treatment ที่มีไนโตรเจนในข้าวโพดมากที่สุด คือ Zeolite 5% ทำการวิเคราะห์ได้ 1.649 % อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ตั้งแต่ 1.264-1.502 %

5.2 ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 34 และ กราฟที่ 19) โดย treatment ที่มี ฟอสฟอรัสในข้าวโพดมากที่สุด คือ ปุ๋ยหมัก ทำการวิเคราะห์ได้ 0.215% อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.138-0.201 % ยกเว้น treatment ที่ใส่ Isolite 10% ซึ่งมีค่าวิเคราะห์ต่ำสุด 0.138 %

5.3 ปริมาณโพแทสเซียมในข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 35 และ กราฟที่ 20) โดย treatment ที่มีโพแทสเซียมในข้าวโพดมากที่สุด คือ Zeolite 5% ทำการวิเคราะห์ได้ 1.324 % อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Zeolite 10% ทำการวิเคราะห์ได้ คือ 1.317% ส่วนใน treatment อื่นๆพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Control โดยมีค่าตั้งแต่ 0.770-0.881 %

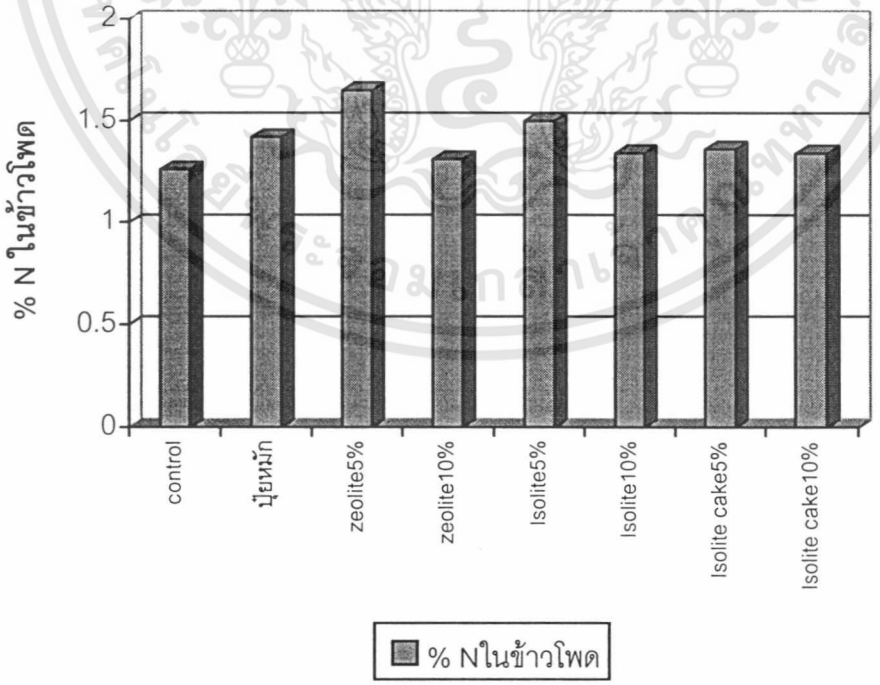
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพดของแต่ละ treatment

Treatment	N ในข้าวโพด (%)[ns]
1. Control	1.26 ±0.34 a
2. ปุ๋ยหมัก	1.42 ±0.07 a
3. Zeolite 5%	1.65 ±0.19 a
4. Zeolite10%	1.31 ±0.04 a
5. Isolite5%	1.50 ±0.07 a
6. Isolite10%	1.34 ±0.06 a
7. Isolite cake5%	1.36 ±0.09 a
8. Isolite cake 10%	1.34 ±0.08 a
CV	20.94%

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 18 แสดงปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวโพด

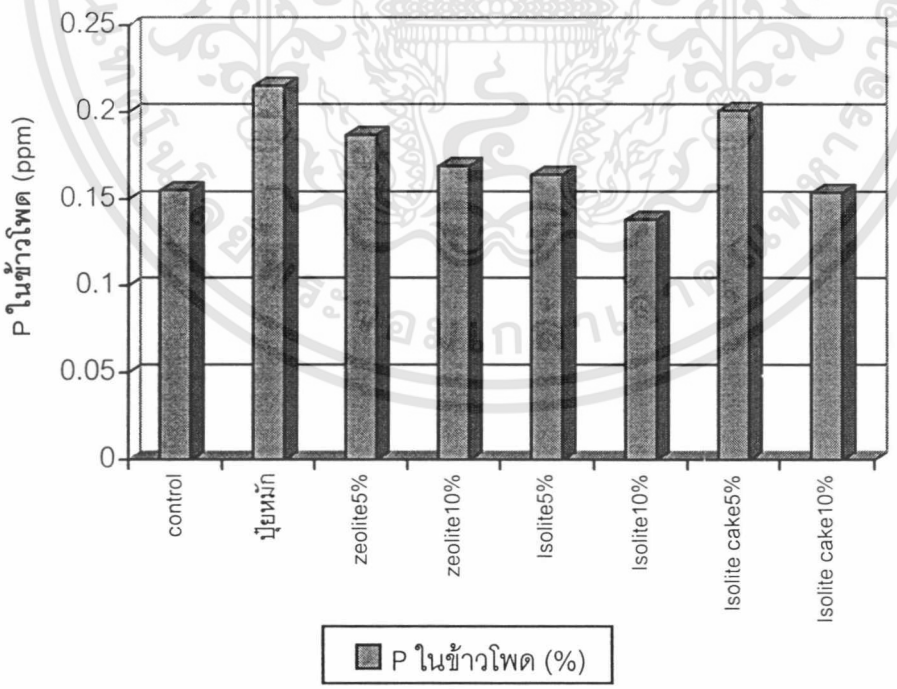
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดของแต่ละ treatment

Treatment	P ในข้าวโพด (ppm) *
1. Control	0.155 ±0.011 ab
2. ปุ๋ยหมัก	0.215 ±0.013 ab
3. Zeolite 5%	0.187 ±0.019 ab
4. Zeolite10%	0.169 ±0.011 ab
5. Isolite5%	0.164 ±0.014 ab
6. Isolite10%	0.138 ±0.079 a
7. Isolite cake5%	0.201 ±0.024 b
8. Isolite cake 10%	0.154 ±0.033 ab
CV	23.43%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 19 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพด

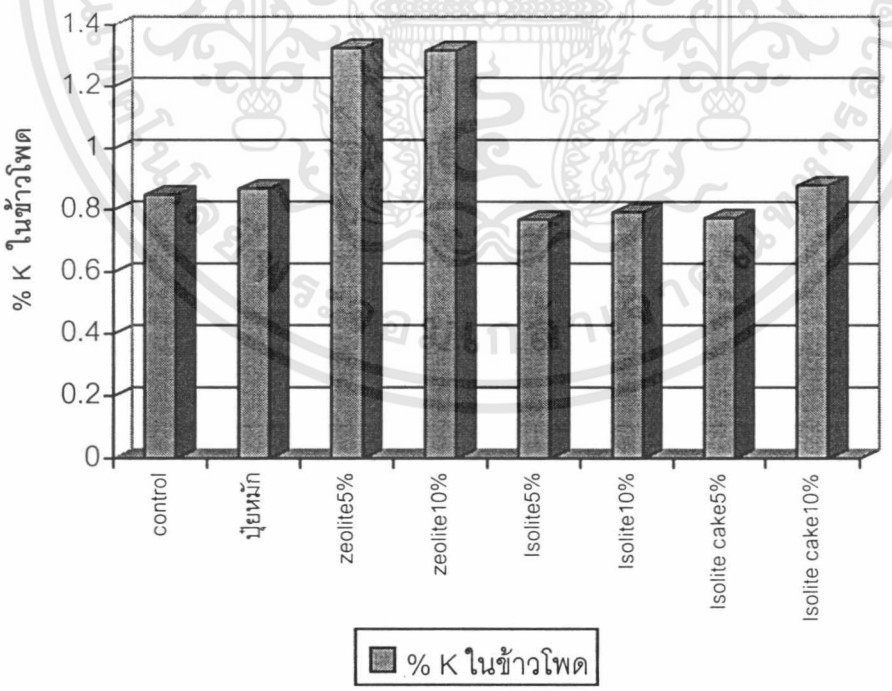
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35 ปริมาณโพแทสเซียมในข้าวโพดของแต่ละ treatment

Treatment	K ในข้าวโพด (%) *
1. Control	0.851 ±0.034 a
2. ปุ๋ยหมัก	0.872 ±0.087 a
3. Zeolite 5%	1.324 ±0.210 b
4. Zeolite10%	1.317 ±0.149 b
5. Isolite5%	0.770 ±0.066 a
6. Isolite10%	0.793 ±0.048 a
7. Isolite cake5%	0.774 ±0.100 a
8. Isolite cake 10%	0.881 ±0.071 a
CV	31.12%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 20 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมในต้นข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ปริมาณแคลเซียมในข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 36 และกราฟที่ 21) โดย treatment ที่มีแคลเซียมในข้าวโพดมากที่สุด คือ Isolite cake 5% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.718 % และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% ที่วิเคราะห์ได้ 0.641 % treatment ที่ใส่ Zeolite 10% มีค่าน้อยที่สุด คือ 0.193 %

5.5 ปริมาณแมกนีเซียมในข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 37 และกราฟที่ 22)โดย treatment ที่มี แมกนีเซียมในข้าวโพดมากที่สุด คือ Isolite 5% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.263 % และพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิเคราะห์ค่าได้ตั้งแต่ 0.179-0.263 %

5.6 ปริมาณเหล็กในข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณเหล็กในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 38 และกราฟที่ 23) โดย treatment ที่มี เหล็กในข้าวโพดมากที่สุด คือ Zeolite 5% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 281.95 ppm รองลงมา คือ treatment ที่ใส่ Isolite 10% และ Control ซึ่งมีค่าที่วิเคราะห์ได้เท่ากันคือ 208.54 ppm และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ treatment ที่ใส่ Zeolite 10% และ Isolite 5% treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% มีค่าของเหล็กในข้าวโพดน้อยที่สุด คือ 108.70 ppm

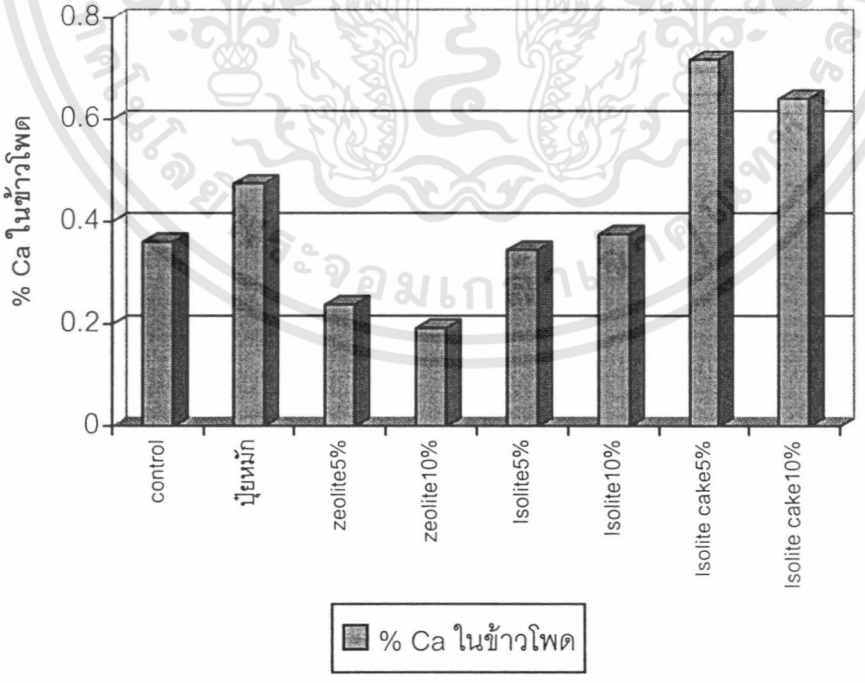
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36 ปริมาณแคลเซียมในข้าวโพดของแต่ละ treatment

Treatment	Ca ในข้าวโพด (%) *
1. Control	0.361 ±0.039 bcd
2. ปุ๋ยหมัก	0.475 ±0.046 d
3. Zeolite 5%	0.239 ±0.018 ab
4. Zeolite10%	0.193 ±0.097 a
5. Isolite5%	0.345 ±0.064 bc
6. Isolite10%	0.376 ±0.047 cd
7. Isolite cake5%	0.718 ±0.045 e
8. Isolite cake10%	0.641 ±0.032 e
CV	45.14%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 21 แสดงปริมาณแคลเซียมในต้นข้าวโพด

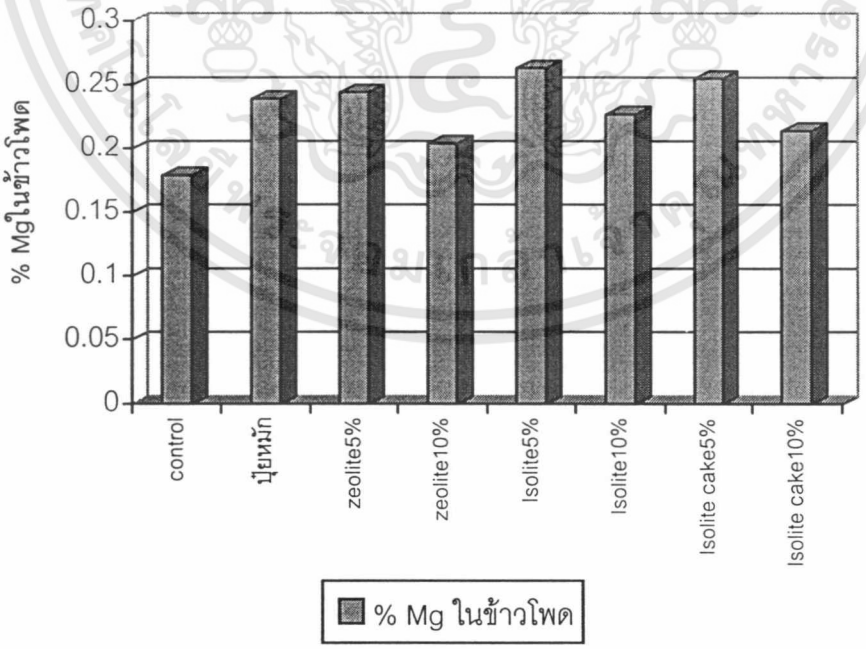
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37 ปริมาณแมกนีเซียมในข้าวโพดของแต่ละ treatment

Treatment	Mg ในข้าวโพด (%)[ns]
1. Control	0.179 ±0.019 a
2. ปุ๋ยหมัก	0.239 ±0.460 a
3. Zeolite 5%	0.244 ±0.025 a
4. Zeolite10%	0.204 ±0.076 a
5. Isolite5%	0.263 ±0.054 a
6. Isolite10%	0.227 ±0.025 a
7. Isolite cake5%	0.255 ±0.033 a
8. Isolite cake 10%	0.214 ±0.023 a
CV	27.43%

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 22 แสดงปริมาณแมกนีเซียมในต้นข้าวโพด

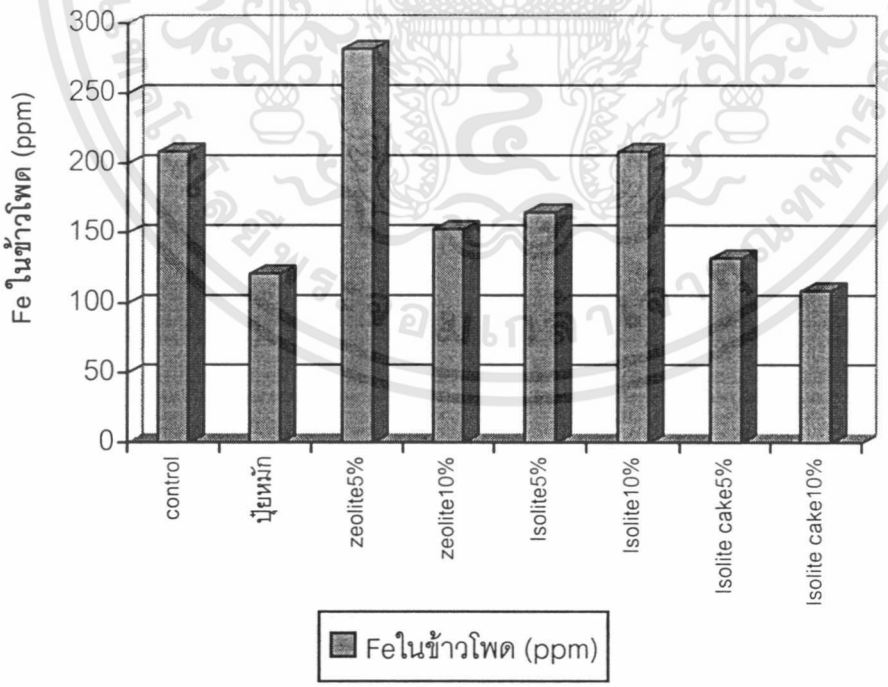
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38 ปริมาณเหล็กในข้าวโพดของแต่ละ treatment

Treatment	Fe ในข้าวโพด (ppm) *
1. Control	208.54 ±49.74 ab
2. ปุ๋ยหมัก	121.12 ±15.39 a
3. Zeolite 5%	281.95 ±78.70 b
4. Zeolite10%	152.99 ±46.42 ab
5. Isolite5%	164.92 ±29.44 ab
6. Isolite10%	208.54 ±44.65 ab
7. Isolite cake5%	132.22 ±16.19 a
8. Isolite cake 10%	108.70 ±6.59 a
CV	53.44%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 23 แสดงปริมาณเหล็กในต้นข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 ปริมาณแมงกานีสในข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณแมงกานีสในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 39 และกราฟที่ 24)โดย treatment ที่มี แมงกานีสในข้าวโพดมากที่สุด คือ Control ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 316.39 ppm รองลงมา คือ treatment ที่ใส่ Isolite 5% วิเคราะห์ค่าได้ 184.42 ppm และ treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% มีค่าแมงกานีสในข้าวโพดต่ำที่สุด คือ 33.65 ppm

5.8 ปริมาณสังกะสีในข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณสังกะสีในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 40 และกราฟที่ 25)โดย treatment ที่มี สังกะสีในข้าวโพดมากที่สุด คือ Control ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 67.58 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับtreatment ที่ใส่ Isolite 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 62.33 ppm treatment รองลงมา คือ Zeolite 5% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 55.59 ppm treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% มีค่าสังกะสีในข้าวโพดต่ำที่สุด คือ 26.19 ppm

5.9 ปริมาณทองแดงในข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณทองแดงในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 41 และกราฟที่ 26) โดย treatment ที่มีทองแดงในข้าวโพดมากที่สุด คือ Isolite cake 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 2.989 ppm อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ค่าได้ 1.991-2.989 ppm

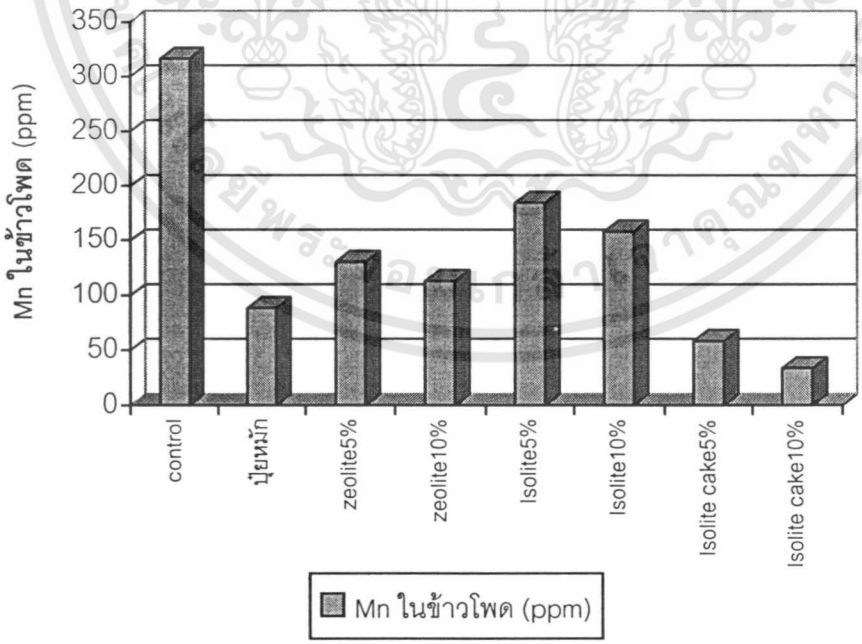
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39 ปริมาณแมงกานีสในข้าวโพดของแต่ละ treatment

Treatment	Mn ในข้าวโพด (ppm) *
1. Control	316.39 ±42.05 e
2. ปุ๋ยหมัก	88.17 ±9.28 abc
3. Zeolite 5%	130.36 ±19.96 cd
4. Zeolite10%	113.14 ±17.47 bc
5. Isolite5%	184.42 ±20.42 d
6. Isolite10%	158.00 ±23.69 cd
7. Isolite cake5%	58.37 ±19.01 ab
8. Isolite cake 10%	33.65 ±6.54 a
CV	38.47%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 24 แสดงปริมาณแมงกานีสในต้นข้าวโพด

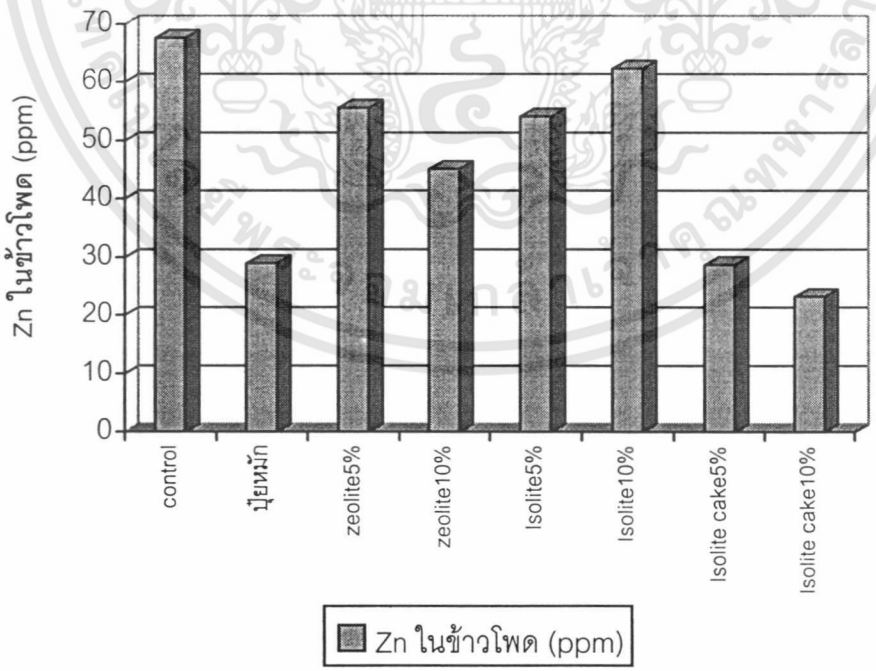
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40 ปริมาณสังกะสีในข้าวโพดของแต่ละ treatment

Treatment	Zn ในข้าวโพด (ppm) *
1. Control	37.58 ±9.87 c
2. ปุ๋ยหมัก	28.98 ±4.46 a
3. Zeolite 5%	55.59 ±3.60 bc
4. Zeolite10%	45.09 ±2.88 b
5. Isolite5%	54.13 ±5.71 bc
6. Isolite10%	62.33 ±1.88 c
7. Isolite cake5%	28.68 ±3.63 a
8. Isolite cake 10%	26.19 ±5.12 a
CV	39.12%

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 25 แสดงปริมาณสังกะสีในต้นข้าวโพด

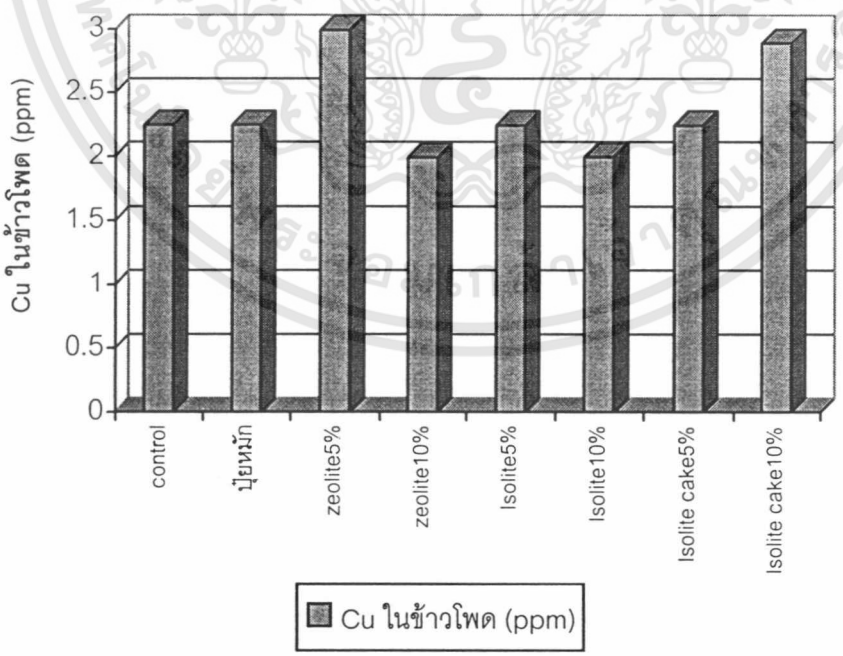
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41 ปริมาณทองแดงในข้าวโพดของแต่ละ treatment

Treatment	Cu ในข้าวโพด (ppm) [ns]
1. Control	2.247 ±0.48 a
2. ปุ๋ยหมัก	2.248±0.63 a
3. Zeolite 5%	2.994 ±0.91 a
4. Zeolite10%	1.992±0.41 a
5. Isolite5%	2.247 ±0.95 a
6. Isolite10%	1.994 ±0.41 a
7. Isolite cake5%	2.246 ±0.48 a
8. Isolite cake 10%	2.989 ±0.91 a
CV	53.25%

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

- อักษรในคอลัมน์หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)



กราฟที่ 26 แสดงปริมาณทองแดงในต้นข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คุณสมบัติของสารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ต่างๆ ที่มีผลต่อปริมาณการ uptakeในต้นข้าวโพด

6.1 ปริมาณการ uptake ไนโตรเจนของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake ไนโตรเจนในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 42) พบว่า treatment ที่ใส่ Zeolite 5% มีการ uptake สูงที่สุด คือ 2.31 g / ต้น และพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ตั้งแต่ 1.97-2.31 g / ต้น

6.2 ปริมาณการ uptake ฟอสฟอรัสของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake ฟอสฟอรัสในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 42)โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake ฟอสฟอรัสในข้าวโพดมากที่สุด คือ ปุ๋ยหมัก ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.33 g / ต้น รองลงมา คือ treatment ที่ใส่ Isolite cake 5% วิเคราะห์ค่าได้ 0.31 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment ที่ใส่ Zeolite ทั้ง 5 และ 10% Isolite 5% และ Isolite cake 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.24-0.26 g / ต้น treatment ที่มีปริมาณ uptake ต่ำสุดคือIsolite10% มีค่าวิเคราะห์ได้0.22 g/ต้น

6.3 ปริมาณการ uptake โพแทสเซียมของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake โพแทสเซียมในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 42) โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake โพแทสเซียมในข้าวโพดมากที่สุด คือ Zeolite 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 1.96 g / ต้น รองลงมา คือ treatment ที่ใส่ Zeolite 5% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 1.84 g/ต้น ส่วนใน treatment อื่นๆพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Control ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1.15-1.36 g / ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 ปริมาณการ uptake แคลเซียมของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake แคลเซียมในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 42)โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake แคลเซียมในข้าวโพดมากที่สุด คือ Isolite cake 5% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 1.13 g / ต้นรองลงมา คือ treatment ที่ใส่ Issolite cake 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.99 g / ต้น ต่ำสุด คือ treatment ที่ใส่ Zeolite 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.29 g / ต้น

6.5 ปริมาณการ uptake แมกนีเซียมของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake แมกนีเซียมในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 42) โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake แมกนีเซียมในข้าวโพดมากที่สุด คือ Isolite cake 5% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.395 g / ต้น และพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าตั้งแต่ 0.256-0.395 g / ต้น

6.6 ปริมาณการ uptake เหล็กของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake เหล็กในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 42) โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake เหล็กในข้าวโพดมากที่สุด คือ Zeolite 5% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 41.36 mg / ต้น รองลงมา คือ Isolite ทั้ง 5 และ 10% และ Isolite cake 5% ,Isolite 10% และ Control ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์ค่าได้ 20.35-33.32 mg / ต้น treatment ที่มีค่าต่ำสุดคือIsolite cake 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 16.76 mg / ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7 ปริมาณการ uptake แมงกานีสของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake แมงกานีสในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 42)โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake แมงกานีสในข้าวโพดมากที่สุด คือ Control ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 46.08 mg / ต้น และ treatment ที่มีปริมาณการ uptake แมงกานีสในข้าวโพดน้อยที่สุด คือ Isolite cake 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 5.25 mg / ต้น

6.8 ปริมาณการ uptake สังกะสีของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake สังกะสี ในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 42)โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake สังกะสีในข้าวโพดมากที่สุด คือ Isolite 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 10.03 mg / ต้นรองลงมา คือ Control ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 9.81 mg / ต้น treatment ที่มีค่าต่ำสุด คือ Isolite cake 10% วิเคราะห์ค่าได้ 4.02 mg/ต้น

6.9 ปริมาณการ uptake ทองแดงของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake ทองแดงในข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังตารางที่ 42) โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อปริมาณการ uptake ทองแดงในข้าวโพดมากที่สุด คือ Isolite cake 10% ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.470 mg / ต้น และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment อื่นๆ ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 0.302-0.470 mg / ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42 แสดงค่า uptake ธาตุอาหารต่างๆของข้าวโพดในแต่ละ treatment

treatment	N uptake(g/ต้น)	P uptake(g/ต้น)	K uptake(g/ต้น)	Ca uptake(g/ต้น)	Mg uptake(gต้น)
1. Control	2.17 a	0.221 a	1.23 a	0.512 bc	0.256 a
2. ปุ๋ยหมัก	2.20 a	0.332 b	1.34 a	0.734 d	0.373 a
3. Zeolite5%	2.31 a	0.259 ab	1.84 ab	0.335 ab	0.339 a
4. Zeolite10%	1.94 a	0.257 ab	1.96 ab	0.286 a	0.310 a
5. Isolite5%	2.25 a	0.245 ab	1.15 a	0.520 bc	0.395 a
6. Isolite10%	2.15 a	0.221 a	1.28 a	0.598 cd	0.365 a
7. Isolite cake5%	2.10 a	0.308 ab	1.18 a	1.130 e	0.395 a
8. Isolite cake10%	2.08 a	0.241 ab	1.36 a	0.987 e	0.329 a
CV	11.72%	23.94%	26.71%	48.23%	28.30%

ตารางที่ 42 (ต่อ)

treatment	Fe uptake(mg/ต้น)	Mn uptake(mg/ต้น)	Zn uptake(mg/ต้น)	Cu uptake(mg/ต้น)
1. Control	32.79 ab	46.08 d	9.81 d	0.318 a
2. ปุ๋ยหมัก	18.64 a	13.36 ab	4.56 ab	0.356 a
3. Zeolite5%	41.36 b	18.55 bc	7.90 cd	0.415 a
4. Zeolite10%	23.35 ab	16.98 abc	6.80 bc	0.302 a
5. Isolite5%	24.36 ab	27.79 c	8.16 cd	0.353 a
6. Isolite10%	33.32 ab	25.79 c	10.03 d	0.324 a
7. Isolite cake5%	20.35 ab	8.52 ab	4.47 ab	0.345 a
8. Isolite cake10%	13.76 a	5.25 a	4.02 a	0.470 a
CV	54.89%	68.60%	39.51%	54.68%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของสารปรับปรุงดินที่มีต่อคุณสมบัติของดิน

ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกข้าวโพดในปีที่ 3 พบว่าในทุก treatment มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย และหลังจากปลูกข้าวโพดแล้วทำการวิเคราะห์ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินหลังปลูกไม่แตกต่างจากก่อนปลูก

ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกและหลังปลูกไม่แตกต่างกันซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าตั้งแต่ 0.03-0.05 mS/cm

การใช้ Isolite cake เป็นสารปรับปรุงดินสามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดินได้เนื่องจาก Isolite cake เป็นสารปรับปรุงดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงอยู่แล้วจึงทำให้ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงไปด้วย

ปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปลูกข้าวโพด พบว่า treatment ที่ใส่ปุ๋ยหมักมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุดเนื่องจากปุ๋ยหมักมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารปรับปรุงดินอื่นๆ ส่วนใน treatment ที่ใส่ Isolite cake นั้น ฟอสฟอรัสในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากค่าความเป็นกรดของดินทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีความเป็นประโยชน์ลดลงและคุณสมบัติของสารปรับปรุงดินอาจเกิดการสลายตัวจึงทำให้มีผลกระทบต่อดินหลังปลูกข้าวโพด

การใช้ Zeolite เป็นสารปรับปรุงดินพบว่ามีปริมาณโพแทสเซียมอยู่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ treatment อื่นๆซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมน้อยกว่า เนื่องจาก Zeolite มีปริมาณโพแทสเซียมสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับสารปรับปรุงดินอื่นๆ ยกเว้นปุ๋ยหมัก แต่ไม่ พบว่า treatment ที่ใส่ปุ๋ยหมักจะมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่มากที่สุดจากการที่ทำการวิเคราะห์ ซึ่งอาจเนื่องมาจากการสลายตัวของสารปรับปรุงดินและการ uptake ไปใช้ของข้าวโพด

ปริมาณธาตุอาหารรอง พบว่าในดินหลังปลูกมีปริมาณแคลเซียมลดลงในทุก treatment และ treatment ที่ใส่ Isolite cake จะสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้แก่ดินสูงที่สุดอาจเนื่องจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลายตัวของสารปรับปรุงดินที่เป็น Isolite cake และแมกนีเซียมในดินหลังปลูกข้าวโพด พบว่า แมกนีเซียมมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุก treatment ปริมาณโซเดียมในดินหลังปลูกทุก treatmen มีปริมาณสูงขึ้น ยกเว้น treatment ที่ใส่ Zeolite10% ที่ลดลง

ผลของสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินหลังจากการปลูกข้าวโพด พบว่า การปรับปรุงดินด้วย Zeolite 10% ทำให้ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงที่สุด รองลงมา คือ Zeolite 5% เนื่องจากค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของ Zeolite มีค่าสูงถึง 102.30 me/100g soil

2. ผลของสารปรับปรุงดินที่มีผลผลิตของข้าวโพด

ผลของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่า treatment ที่มีการใส่ Isolite cake มีน้ำหนักฝักสดและน้ำหนักฝักแห้งของข้าวโพดสูงที่สุด ในส่วนของน้ำหนักฝักสดรวมต้นข้าวโพด treatment ที่ใส่ Isolite cake5%มีค่าสูงสุด น้ำหนักแห้งรวมต้นข้าวโพดและความสูงของข้าวโพด พบว่า treatment ที่ใส่ Isolite 10%มีน้ำหนักและความสูงมากที่สุด

3. ผลของสารปรับปรุงดินต่อความเข้มข้นและการดูดใช้ธาตุอาหารในข้าวโพด

ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นข้าวโพด พบว่า ไนโตรเจนใน treatment ที่ใส่ Zeolite 5% มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับControl ฟอสฟอรัสในข้าวโพดใน treatment ที่ใส่ ปุ๋ยหมักมีค่าสูงที่สุด ส่วนใน treatment ที่ใส่ Isolite10% มีค่าฟอสฟอรัสต่ำสุด และโพแทสเซียม พบว่า treatment ที่ใส่ Zeolite 5% มีค่าสูงที่สุดเนื่องจากในดินมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่สูงทำให้พืชสามารถดูดไปใช้ได้มาก

ปริมาณธาตุอาหารรองในต้นข้าวโพด พบว่า แคลเซียมใน treatment ที่ใส่ Isolite cake มีปริมาณสูง อาจเนื่องมาจากในดินมีปริมาณแคลเซียม อยู่สูงจึงทำให้พืชดูดมาใช้ได้มาก แมกนีเซียม พบว่า treatment ที่ใส่ Isolite5% มีปริมาณสูงที่สุด

ปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าวโพด พบว่า Zeolite 5% มีปริมาณเหล็กสูงสุด น้อยสุด คือ treatment ที่ใส่ ปุ๋ยหมัก แมงกานีส พบว่า treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% มีน้อยที่สุดส่วนที่สูงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุด คือ Isolite 5% ในสังกะสี พบว่า treatment ที่ใส่ Isolite10% มีน้อยที่สุดส่วนที่มีสูงที่สุด คือ Control และในทองแดง พบว่า treatment ที่ใส่ Zeolite5% มีปริมาณทองแดงมากที่สุดและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณธาตุอาหารที่ข้าวโพด uptake ไปใช้ พบว่า ปริมาณ ไนโตรเจนใน treatment ที่ใส่ Zeolite 5%มีค่าสูงสุด , ฟอสฟอรัส treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% สูงสุดและโพแทสเซียมมีปริมาณ uptake สูงที่สุดใน treatment ที่ใส่ Isolite5%

ปริมาณธาตุอาหารรองธาตุ แคลเซียมและแมกนีเซียม พบว่า Isolite cake 5% มีปริมาณการ uptake สูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินสูงใน treatment ที่เป็น Isolite cake 5%

ปริมาณจุลธาตุอาหารที่ถูก uptake ไปใช้ พบว่า เหล็ก , แมงกานีส , สังกะสี และ ทองแดง มีปริมาณการ uptake สูงที่สุด คือ treatment ที่ใส่ Zeolite 5% , Control, Isolite 10% และ Isolite cake 10% ตามลำดับทั้งนี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับปริมาณจุลธาตุอาหารที่มีอยู่ในข้าวโพด

คลอโรฟิลล์ใน treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยที่สุดส่วน treatment อื่นๆพบว่าในแต่ละสัปดาห์มีปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกันมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับ Control และพบว่าสัปดาห์ที่4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการศึกษาอิทธิพลของผลตกค้างของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินชุดน้ำพอง หลังการปลูกข้าวโพดในปีที่ 3 พบว่า ค่า pH ของดินทั้งก่อนปลูกและหลังปลูกมีค่าเป็นกรดอ่อน ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกและหลังปลูกมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกใน treatmentที่ใส่ Zeolite 10%ยังคงมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงที่สุด ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าเพิ่มขึ้นในทุก treatment เมื่อเทียบกับดินก่อนปลูก ปริมาณโพแทสเซียมหลังจากการปลูกข้าวโพดแล้วปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นในทุก treatment ยกเว้น treatment ที่ใส่ Zeolite 10% และ Isolite10%ที่มีค่าลดลง ปริมาณแคลเซียมใน treatment ที่ใส่ Zeolite 10% พบว่า มีปริมาณสูงขึ้นหลังจากการปลูกข้าวโพดส่วนใน treatment อื่นๆมีค่าลดลง ปริมาณแมกนีเซียมในดินหลังปลูกข้าวโพดทุก treatment มีปริมาณเพิ่มขึ้น ปริมาณโซเดียม พบว่า มีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุก treatment ยกเว้น treatment ที่ใส่ ปุ๋ยหมัก , Zeolite 10% ที่มีปริมาณลดลง ปริมาณอินทรียวัตถุ พบว่าในทุก treatment มีปริมาณอินทรียวัตถุใกล้เคียงกับดินก่อนปลูก

ผลของสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อผลผลิตของข้าวโพด พบว่า ปริมาณน้ำหนักฝักสดและฝักแห้งของข้าวโพดใน treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% มีน้ำหนักสูงที่สุด คือ 121.65 และ 50.23 g/ต้น และ treatment ที่มีน้ำหนักต้นสด และ ต้นแห้ง สูงที่สุด คือ treatment ที่ใส่ Isolite 10% โดยชั่งน้ำหนักได้ 394.29 และ 115.51 g/ต้น ส่วน treatment ที่ใส่ Isolite cake 5% มีน้ำหนักสดรวมฝักและต้นสูงสุด คือ 521.67 g/ต้น น้ำหนักแห้งของฝักรวมต้นข้าวโพดสูงที่สุด คือ treatment ที่ใส่ Isolite 10% 160.57 g/ ต้น และ treatment ที่มีส่วนสูงสูงที่สุด คือ treatment ที่ใส่ Isolite 10% มีความสูง 236.50 cm treatment ที่มีส่วนสูงต่ำสุด คือ treatment ที่ใส่ Isolite cake 5% มีความสูง 189.25 cm

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชหลังจากทำการวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพดใน treatment ที่ใส่ Zeolite 5%มีปริมาณ ไนโตรเจนสูงที่สุด รองลงมา คือ Isolite cake 10% ฟอสฟอรัสในข้าวโพด พบว่า ปุ๋ยหมักมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด โพแทสเซียมในข้าวโพดพบว่า Zeolite ทั้ง 5 และ 10% มีปริมาณโพแทสเซียมในข้าวโพดสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุอาหารรองในข้าวโพด พบว่า treatment ที่ใส่ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10%จะให้ปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด ในขณะที่ treatment ที่ใส่ Isolite ให้ปริมาณ แมกนีเซียมสูงที่สุด จุลธาตุ พบว่าใน treatment Control และ Isolite 10% ให้ปริมาณเหล็กในข้าวโพดสูงที่สุด แมงกานีสและสังกะสีในข้าวโพด พบว่า Control ให้ปริมาณ แมงกานีสและสังกะสีสูงที่สุดตามลำดับ ส่วน treatment ที่ให้ปริมาณทองแดงสูงที่สุด คือ treatment ที่ใส่ Isolite cake 10%

การ uptake ปริมาณธาตุอาหารของข้าวโพด พบว่า treatment ที่ใส่ Zeolite 5% จะมีปริมาณการ uptake ไนโตรเจนสูงสุด และ treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% จะมีฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สูงที่สุด

การ uptake ธาตุอาหารรองของข้าวโพด ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม พบว่า treatment ที่ใส่ Isolite cake 5% จะมีปริมาณการ uptakeแคลเซียมและแมกนีเซียมสูงที่สุด ส่วนจุลธาตุ พบว่า treatment ที่ใส่ Zeolite 5% จะมีปริมาณการ uptake เหล็กสูงที่สุด และ Control จะมีปริมาณการ uptake ของแมงกานีสและสังกะสี สูงที่สุด ส่วนทองแดง treatment ที่ใส่ Isolite cake 10% จะมีปริมาณการ uptake ทองแดง สูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กัลยา จินดาพงศ์ และ ไกลวัล โกศิริ. 2542. ผลของซีโอไลท์และอีโซไลท์ต่อปริมาณธาตุอาหารที่ในดินและธาตุอาหารที่ถูกชะล้างและผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด ในดินชุดน้ำพอง. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. หน้า 1-30 .

กอเซ็ม สและหมัด และ สาธิต ดวงอาจ. 2543. ผลของซีโอไลท์และอีโซไลท์ต่อปริมาณธาตุอาหารที่ ในดินและธาตุอาหารที่ถูกชะล้างและผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด ในดินชุดน้ำพอง. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. หน้า 34-50.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2541. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามชุดดิน เล่ม 2 ดินบนที่ดอน. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. หน้า 264-271.

กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด เอกสารวิชาการ เล่มที่ 4. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 186 น.

คณะอนุกรรมการจัดทำพจนานุกรมธรณีวิทยา. 2530. พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยาอังกฤษ-ไทย. คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ, กรุงเทพฯ.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2534. การใช้ปูนและซีโอไลท์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 65 น.

ทัศนีย์ อัตตนันท์. 2537. บทบาทของสารปรับปรุงดิน. เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง สารปรับปรุงบำรุงดิน. สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. หน้า 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทัศนีย์ อัตตนันท์, ประไพ อิสระ, บัญญัติ เศรษฐฐิติ และ สมชาย กรีฑาภิรมย์. 2540. การศึกษาเปรียบเทียบซีโอไลท์กับวัสดุอื่นๆในระบบชั้นดินก่ออิฐที่ใช้บำบัดน้ำเสียจากห้องสุขา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิรนาม. 2541. ซีโอไลท์และแร่เพื่อการปรับปรุงดินทางการเกษตร (ตอน 1). วารสารเคหการเกษตร. 22 : 149-156.

นิรนาม. 2541. ซีโอไลท์และแร่เพื่อการปรับปรุงดินทางการเกษตร (ตอนจบ). วารสารเคหการเกษตร. 22 :141-148.

นงลักษณ์ วิบูลสุข และ พวงเล็ก โมลากุล. 2535. การใช้ซีโอไลท์ปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร:ผลที่มีต่อปริมาณธาตุอาหารในดินและธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง. วารสารดินและปุ๋ย. 17 :180-183.

นงลักษณ์ วิบูลสุข. 2541. การใช้ซีโอไลท์เป็นสารปรับปรุงดิน. วารสารดินและปุ๋ย. 20 :107-116.

ปัญญา จารุศิริ และคณะ. 2539. แร่และหินอุตสาหกรรมของไทยในอุตสาหกรรมซีเมนต์ เซรามิกและแก้ว. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องแร่อุตสาหกรรม.

ปัทมา วิตยากร. 2534. ความสัมพันธุ์ระหว่างอินทรียวัตถุและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินทรายที่มีผลต่อการใช้ที่ดินและการจัดการดินต่างกัน. วารสารดินและปุ๋ย. 13 :254-264.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2537. สารปรับปรุงดินทางกายภาพ. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องสารปรับปรุงบำรุงดิน. สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. หน้า 5-6.

ปรีดา พากเพียร, สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์, ไพโรจน์ โสมนัส และ พิชิต หงษ์สกุล. 2535. แนวทางการใช้ซีโอไลท์เพื่อลดปัญหามลพิษและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. วารสารดินและปุ๋ย. 14 :337-341.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิสิฐ เอื้อมธุรพจน์ และ สุธารา จันทรา นิมิต. 2539. การใช้ซีโอไลท์และอีโซไลท์เป็นสารปรับปรุงดินทราย 3 ชุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. หน้า 20-21.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2527. ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. โครงการผลิตสิ่งตีพิมพ์ทางการเกษตร. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 235-246.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. เคมีของดิน. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 41-42.

พรสวาท วัฒนกูล, ลัดดา มีสุข และ ประมวลพงษ์ สินธุเสน. 2540. การเปลี่ยนเพอร์ไลท์เป็นซีโอไลท์. รายงานการวิจัยประจำปี 2539. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ราเชนทร์ ถิรพร. 2539. ข้าวโพด. บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 239 น.

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, พิทยากร ลิ่มทอง, เสียงแจ๋ว พิริยะพฤนต์ และ ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์. 2534. การผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา. รวบรวมงานวิชาการเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. หน้า 13-21.

สันติภาพ ปัญจพรรดิ์. 2537. ปัญหาที่เกิดกับดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารแก่นเกษตร. 11 :154-157.

สันติภาพ ปัญจพรรดิ์. 2537. ดินทราย:ดินเจ้าปัญหา. วารสารแก่นเกษตร. 12 :99-100.

สมชาย กรีฑาภิรมย์ และ ณัชพงศ์ รู้ตระกูล. 2537. การทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับอนุมูลแอมโมเนียของสารประกอบตระกูลซีโอไลท์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 1-4.

Aldrich, S.R. and E.R. Leng. 1966. Modern corn Production. F&W. Printing Corp. Cincinnati. U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ames, L.L., Jr. 1960. Cation sieve properties of clinoptilolite. Am. Minera. 145 :689-700.

Bouzo L., M. Lopez, R. Vill egas, E. Garcil and J.A. Acosta. 1996. Use of natural zeolite to increase yields in sugacane crop minimzing environmental pollution. 15th Word Congress of Soil Science. Acpulco. Mexico. 10-16 July 1994. Vol. 5a :695-701.

Deer, W.A., R.A. Howe, and J. Zussman. 1963. Rock forming mineral. Vol.4, Framework silicate. Longmans, Green,&Co. London.

Ming, D.W. and J.R. Dixon, 1986. Zeolite :Recent development in soil mineralogy. In Transction of the XIII Congress of the International Society of Soil Science : Symposia Paper, 1987, Vol.5, pp. 371-382 (Hambrug, West German)., Aug. 13-20, 1986.

Ming, D.W. 1986. Manufactured soil for plant growth at a Lunar Base. Lunar Base Agriculture, Soils for Plant Growth, pp. 93-103.

Mumpton, F.A., and W.C. Ormaby. 1976. Morphology of zeolite in sedimentary rocks by scanning electron microscopy. Clays Clay Miner. 24 : 1-23.

Nishita, H. and R.M. Haug. 1972. Influences of clinoptilolite on Sr 90 abd Cs 137 uptake by plants . Soil Sci. 114 :149-157.

Shepard, A.O., and H.C. Starkey. 1964. Effect of cation exchange on the thermal behavior of heulsndite and clinoptilolite. U.S. Gelo. Surv. Prof. Paper 475-D :89-92.

Suwardi, Itsuo Goto and Midori Ninaki. 1994. The Quality of Natural Zeolite from Japan and Indonesia and Their Application Effect for soil Amenment. Reprinted from Journal of Agricultural Science, Tokyo Nogyo Daigaku. 39(3) : 133-148.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ward, J.W. 1970. In frared spectroscopic studies of zeolite. *In* R.F. Gould (ed.) Molecular sieve zeolite-I. Adv. Chem. Ser. 101 :380-404.

Wu J.G., Y. Jiang, J.H. Cong and X.Y. Wang. 1995. The effect of natural zeolite on growth and yield of rice in cold rice soil. Journal of Jilin Agricultural University. China. 16(1) :41-47.

Wu J.C. 1996. Mechanism of the effect of natural zeolite on improvement of cold rice soil. Journal of Jilin Agricultural University. China. 16(3) :63-66.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมี

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดินในแต่ละ treatment ก่อนปลูกข้าวโพด

Treat	Rep	EC(1:5)	pHดิน:น้ำ	%	me/100g soil					Avail P
ment		mS/cm	(1:1)	OM	Ca	Mg	K	Na	CEC	(ppm)
1	1	0.03	5.53	0.26	0.96	0.13	0.07	0.24	1.17	28.65
1	2	0.02	5.44	0.34	0.90	0.12	0.05	0.29	1.67	38.34
1	3	0.02	5.58	0.26	0.72	0.07	0.04	0.30	1.02	27.94
1	4	0.02	5.83	0.36	0.77	0.12	0.07	0.27	1.09	44.33
2	1	0.03	5.81	0.45	2.32	0.17	0.05	0.02	1.32	121.75
2	2	0.04	6.66	0.53	2.36	0.22	0.06	0.02	1.97	81.40
2	3	0.03	6.07	0.45	2.42	0.20	0.08	0.02	1.16	105.18
2	4	0.04	6.82	0.44	1.96	0.19	0.10	0.06	1.52	99.12
3	1	0.03	5.45	0.35	2.35	0.29	0.54	0.20	3.91	22.84
3	2	0.03	5.53	0.36	2.16	0.27	0.53	0.17	4.68	23.33
3	3	0.03	5.88	0.39	2.72	0.35	0.45	0.25	4.23	19.08
3	4	0.03	6.13	0.40	2.32	0.28	0.48	0.20	4.69	23.25
4	1	0.04	5.96	0.43	4.24	0.44	1.32	2.97	8.62	19.74
4	2	0.03	6.20	0.39	2.99	0.41	0.87	3.05	7.24	24.84
4	3	0.03	5.59	0.34	3.68	0.39	1.12	2.43	6.64	24.11
4	4	0.03	5.89	0.40	3.91	0.44	1.05	2.59	7.77	25.17
5	1	0.03	6.17	0.35	0.85	0.14	0.06	0.24	0.96	27.44
5	2	0.03	5.93	0.35	0.86	0.10	0.05	0.22	1.41	29.82
5	3	0.04	5.73	0.41	0.95	0.15	0.10	0.25	0.81	41.32
5	4	0.04	5.90	0.31	1.11	0.12	0.07	0.38	0.76	48.62
6	1	0.04	6.17	0.33	1.12	0.12	0.08	0.38	0.88	25.37
6	2	0.05	7.19	0.31	1.07	0.10	0.07	0.82	1.17	24.24
6	3	0.06	6.25	0.32	1.26	0.16	0.07	0.41	0.90	28.71
6	4	0.04	6.60	0.30	1.29	0.09	0.08	0.77	1.65	16.51
7	1	0.07	7.75	0.55	5.54	0.07	0.06	0.31	1.41	59.11
7	2	0.07	7.54	0.48	5.42	0.10	0.04	0.27	1.00	61.72
7	3	0.05	7.40	0.45	5.19	0.13	0.06	0.36	1.22	61.80
7	4	0.06	7.35	0.48	5.54	0.10	0.06	0.30	1.54	62.97
8	1	0.07	7.65	0.59	9.43	0.09	0.05	0.33	1.38	86.59
8	2	0.08	7.53	0.62	9.09	0.11	0.05	0.33	1.18	81.20
8	3	0.06	7.44	0.41	6.73	0.08	0.06	0.32	0.92	74.80
8	4	0.06	7.67	0.51	7.90	0.09	0.05	0.31	1.48	88.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีของดินในแต่ละ treatment หลังปลูกข้าวโพด

Treat	Rep	EC(1:5)	pHดิน:น้ำ	%	me/100g soil					Avail P
ment		mS/cm	(1:1)	OM	Ca	Mg	K	Na	CEC	(ppm)
1	1	0.03	5.18	0.03	0.09	0.54	0.46	0.37	1.69	45.42
1	2	0.04	5.22	0.33	0.15	0.46	0.45	0.37	1.86	42.63
1	3	0.04	5.32	0.33	0.58	0.79	0.41	0.50	1.42	36.85
1	4	0.04	5.08	0.29	0.28	0.58	0.38	0.41	0.92	50.97
2	1	0.02	5.93	0.45	1.11	0.67	0.36	0.32	1.72	103.5
2	2	0.02	6.35	0.47	1.51	0.57	0.35	0.38	1.96	104.92
2	3	0.05	5.85	0.38	1.27	0.58	0.32	0.21	1.79	125.50
2	4	0.04	5.95	0.50	1.51	1.08	0.29	0.32	1.82	122.75
3	1	0.03	5.18	0.37	2.07	0.96	0.71	1.24	4.71	32.24
3	2	0.05	4.89	0.42	1.99	0.87	0.55	1.26	5.14	41.16
3	3	0.04	5.00	0.44	2.37	0.78	0.54	2.34	5.56	22.48
3	4	0.05	5.30	0.39	2.30	0.96	0.37	1.37	4.92	32.99
4	1	0.05	5.34	0.44	3.65	1.21	0.68	2.31	7.66	32.13
4	2	0.06	5.34	0.51	4.37	1.49	0.77	2.26	9.29	23.78
4	3	0.05	5.22	0.42	4.54	1.54	0.80	2.42	9.15	28.63
4	4	0.06	5.15	0.36	3.40	1.16	0.59	1.93	8.95	34.63
5	1	0.05	5.57	0.39	0.53	0.58	0.04	0.43	1.09	35.02
5	2	0.02	5.63	0.42	0.43	0.62	0.06	0.41	1.19	31.25
5	3	0.02	6.18	0.33	0.28	0.46	0.06	0.87	1.02	45.63
5	4	0.03	5.84	0.36	0.61	0.79	0.06	0.32	1.05	46.00
6	1	0.07	5.85	0.40	0.64	0.83	0.05	0.58	2.19	38.28
6	2	0.04	6.63	0.34	0.89	0.25	0.07	0.63	1.84	35.23
6	3	0.03	6.00	0.35	0.74	1.21	0.10	0.59	1.35	41.25
6	4	0.05	5.86	0.43	0.61	1.04	0.13	0.59	2.62	37.35
7	1	0.04	7.47	0.56	3.36	0.67	0.11	0.45	2.34	61.51
7	2	0.04	7.60	0.50	3.22	0.57	0.17	0.71	2.49	75.63
7	3	0.03	7.13	0.39	2.27	0.62	0.17	0.54	2.24	77.82
7	4	0.05	7.60	0.49	2.94	0.95	0.29	0.55	1.86	75.27
8	1	0.08	7.66	0.57	6.44	0.95	0.29	0.47	1.32	116.07
8	2	0.06	7.83	0.61	7.75	0.71	0.42	0.61	1.79	128.49
8	3	0.07	7.58	0.40	5.03	0.58	0.65	0.46	2.09	112.00
8	4	0.07	7.68	0.40	4.94	0.04	0.51	0.39	2.37	95.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการวิเคราะห์พืช

ตารางที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิวล์ของข้าวโพดในแต่ละ treatment

Treatment	Rep	ปริมาณคลอโรฟิวล์เมื่อข้าวโพดอายุได้					
		สัปดาห์ ที่1	สัปดาห์ที่2	สัปดาห์ที่3	สัปดาห์ที่4	สัปดาห์ที่5	สัปดาห์ที่6
1	1	33.8	40.3	50.4	43.8	39.7	10.8
1	2	36.0	36.0	50.5	52.0	44.9	42.1
1	3	36.0	38.3	48.4	42.8	52.3	46.7
1	4	37.1	34.7	41.7	46.6	43.3	38.5
2	1	41.3	41.1	48.8	49.4	50.3	47.0
2	2	38.3	37.2	50.7	52.7	45.2	46.2
2	3	34.3	30.9	46.0	47.4	48.4	45.3
2	4	43.0	41.0	49.0	46.0	36.0	31.7
3	1	46.1	43.9	55.8	60.0	46.8	31.1
3	2	33.5	31.6	46.5	48.0	33.9	30.0
3	3	41.0	39.4	48.5	46.2	45.3	44.5
3	4	36.6	34.8	49.4	49.8	45.8	49.5
4	1	41.0	36.4	48.8	49.1	34.7	30.0
4	2	45.1	41.5	48.1	47.8	48.8	32.5
4	3	38.1	39.7	44.4	44.8	46.3	38.5
4	4	37.8	34.5	45.6	42.7	31.1	29.7
5	1	35.5	38.7	50.3	47.7	49.6	49.1
5	2	36.9	36.5	49.1	47.9	47.0	41.5
5	3	40.0	41.4	40.8	45.2	43.3	27.8
5	4	35.6	41.3	51.7	48.1	45.5	33.1
6	1	42.1	34.5	49.1	47.7	47.1	46.9
6	2	40.7	37.5	47.5	48.3	41.2	31.0
6	3	37.2	36.5	50.9	52.1	52.4	49.9
6	4	35.2	34.2	39.9	40.4	36.3	36.6
7	1	36.3	35.5	44.6	43.3	45.7	44.4
7	2	38.7	30.1	41.6	43.3	44.1	43.4
7	3	39.4	40.6	49.0	48.1	52.4	50.7
7	4	36.7	37.0	46.1	45.4	47.9	45.7
8	1	40.6	38.9	49.4	48.3	44.2	47.6
8	2	35.5	34.2	47.0	46.3	50.7	52.6
8	3	32.6	29.9	37.4	38.3	36.1	36.7
8	4	39.4	36.8	41.9	41.5	38.8	38.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ผลของสารปรับปรุงดินต่อปริมาณผลผลิตของข้าวโพด

Treatment	Rep	น้ำหนักฝักสด (g)	น้ำหนักฝักแห้ง (g)	น้ำหนักฝัก+ต้นสด(g)	น้ำหนักฝัก+ต้นแห้ง(g)	น้ำหนักต้นแห้ง (g)	ความสูง (cm)
1	1	67.92	39.11	266.10	127.91	88.60	189
1	2	108.89	44.54	422.29	138.77	94.23	180
1	3	81.70	41.35	353.67	145.83	104.48	210
1	4	81.88	37.89	458.60	167.23	129.34	208
2	1	89.75	39.24	540.91	169.55	130.31	221
2	2	141.24	53.72	554.97	158.41	104.69	184
2	3	108.06	49.94	399.25	139.05	89.11	212
2	4	90.11	39.12	452.00	152.43	113.31	203
3	1	76.72	36.01	345.28	135.80	99.79	198
3	2	80.19	34.98	352.56	128.51	93.53	190
3	3	55.22	30.39	346.03	136.56	106.17	204
3	4	62.37	32.47	416.78	168.07	135.60	190
4	1	71.84	32.33	431.37	157.45	125.12	197
4	2	104.55	37.02	533.27	160.76	123.74	205
4	3	61.13	30.08	403.58	148.05	117.97	219
4	4	94.58	40.82	387.97	136.95	96.13	211
5	1	115.83	48.81	468.20	154.52	105.71	213
5	2	87.09	34.85	535.03	164.86	130.01	206
5	3	67.22	30.48	370.25	136.71	106.23	211
5	4	58.02	31.47	355.77	145.43	113.96	221
6	1	103.97	33.97	590.54	167.56	133.59	259
6	2	83.04	37.82	394.97	147.12	109.30	228
6	3	132.16	52.63	520.56	164.34	111.71	242
6	4	149.84	55.64	540.08	163.26	107.62	217
7	1	115.09	41.53	510.28	148.35	106.82	175
7	2	139.59	47.74	499.25	150.89	103.15	182
7	3	125.22	46.95	578.99	140.96	94.01	191
7	4	156.33	63.10	497.93	182.48	119.38	209
8	1	156.52	59.53	564.55	160.11	100.58	175
8	2	115.48	52.87	536.83	161.35	108.48	190
8	3	104.16	42.84	446.48	145.89	103.05	196
8	4	110.42	45.67	442.14	145.95	100.28	219

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ผลของสารปรับปรุงดินต่อปริมาณธาตุอาหารในข้าวโพด

Treatment	Rep	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
1	1	1.71	0.19	0.79	0.45	0.18	301.00	367.00	88.00	2.00
1	2	1.55	0.13	0.82	0.37	0.19	164.47	298.52	48.92	2.99
1	3	1.54	0.15	0.94	0.35	0.22	116.81	205.67	52.52	2.99
1	4	1.25	0.15	0.85	0.26	0.13	315.50	394.37	80.87	0.99
2	1	1.34	0.21	0.70	0.41	0.20	93.98	77.98	39.00	3.99
2	2	1.60	0.25	1.01	0.60	0.37	157.00	80.00	34.00	2.00
2	3	1.25	0.21	1.03	0.49	0.16	136.54	78.73	20.93	1.99
2	4	1.48	0.19	0.74	0.40	0.21	96.98	115.98	21.99	0.99
3	1	2.02	0.22	1.62	0.28	0.29	398.60	76.92	62.94	4.99
3	2	1.94	0.21	1.75	0.24	0.28	208.00	173.00	47.00	4.00
3	3	1.38	0.19	0.97	0.25	0.23	95.77	130.69	59.86	0.99
3	4	1.26	0.13	0.96	0.19	0.18	425.43	140.82	52.54	1.98
4	1	1.35	0.14	1.13	0.17	0.21	292.12	152.54	38.88	1.99
4	2	1.36	0.19	1.00	0.21	0.22	102.47	71.64	47.75	1.98
4	3	1.34	0.18	1.60	0.19	0.19	105.45	102.47	51.73	2.98
4	4	1.18	0.17	1.54	0.19	0.19	111.93	126.92	41.97	0.99
5	1	1.52	0.13	0.87	0.54	0.28	152.39	129.48	70.71	1.99
5	2	1.34	0.19	0.58	0.27	0.17	117.95	219.91	48.98	4.99
5	3	1.69	0.18	0.83	0.30	0.19	250.65	177.75	51.93	0.99
5	4	1.45	0.15	0.81	0.27	0.41	138.69	210.54	44.90	0.99
6	1	1.31	0.15	0.80	0.26	0.18	108.59	151.42	65.75	1.99
6	2	1.46	0.14	0.70	0.49	0.19	222.00	123.00	57.00	1.00
6	3	1.41	0.15	0.92	0.39	0.27	181.02	226.78	63.66	1.98
6	4	1.19	0.12	0.75	0.36	0.26	322.55	130.82	62.91	2.99
7	1	1.53	0.26	0.95	0.69	0.34	101.88	112.87	38.95	2.99
7	2	1.50	0.22	0.61	0.84	0.26	138.55	51.83	25.92	0.99
7	3	1.24	0.17	0.95	0.62	0.19	175.00	25.00	22.00	3.00
7	4	1.16	0.15	0.58	0.73	0.22	113.43	43.78	27.86	1.99
8	1	1.55	0.20	0.99	0.59	0.18	123.60	49.84	17.94	3.98
8	2	1.43	0.22	0.78	0.72	0.28	97.55	34.84	27.87	4.97
8	3	1.17	0.08	0.74	0.66	0.19	97.65	17.94	18.93	1.99
8	4	1.23	0.11	1.01	0.59	0.19	116.00	32.00	40.00	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ผลของสารปรับปรุงดินปริมาณ uptake ธาตุอาหารของข้าวโพด

Treat	Rep	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
ment				g / ต้น				mg/ ต้น		
1	1	2.19	0.24	1.006	0.58	0.23	38.50	46.94	11.26	0.255
1	2	2.15	0.19	1.137	0.51	0.26	22.86	41.42	6.78	0.415
1	3	2.24	0.22	1.375	0.52	0.32	17.03	29.99	7.66	0.436
1	4	2.09	0.24	1.427	0.44	0.22	52.76	65.95	13.52	0.167
2	1	2.27	0.35	1.190	0.70	0.35	15.93	13.22	6.61	0.678
2	2	2.53	0.40	1.604	0.95	0.59	24.87	12.67	5.38	0.316
2	3	1.73	0.29	1.436	0.67	0.22	18.98	10.94	2.91	0.277
2	4	2.25	0.29	1.129	0.61	0.32	14.78	17.67	3.35	0.152
3	1	2.74	0.29	2.197	0.38	0.39	54.13	10.44	8.55	0.678
3	2	2.49	0.27	2.250	0.30	0.5	26.73	22.23	6.03	0.514
3	3	1.88	0.26	1.319	0.33	0.31	13.08	17.84	8.17	0.136
3	4	2.11	0.22	1.613	0.32	0.30	71.50	23.66	8.83	0.333
4	1	2.11	0.22	1.772	0.26	0.33	45.99	24.02	6.12	0.314
4	2	2.19	0.30	1.610	0.34	0.36	16.47	11.35	7.67	0.319
4	3	1.98	0.27	2.369	0.29	0.28	15.61	15.17	7.66	0.441
4	4	1.61	0.24	2.107	0.26	0.27	15.33	17.38	5.75	0.136
5	1	2.35	0.20	1.340	0.83	0.43	23.55	20.00	10.92	0.307
5	2	2.20	0.31	0.949	0.45	0.29	19.45	36.25	8.07	0.824
5	3	2.31	0.25	1.130	0.41	0.26	34.27	24.30	7.09	0.136
5	4	2.11	0.22	1.175	0.39	0.59	20.17	30.61	6.52	0.145
6	1	2.19	0.25	1.345	0.44	0.30	18.19	25.37	11.01	0.333
6	2	2.15	0.20	1.025	0.72	0.27	32.66	18.09	8.38	0.147
6	3	2.31	0.25	1.513	0.64	0.45	29.75	37.27	10.46	0.326
6	4	1.94	0.18	1.227	0.59	0.43	52.68	21.37	10.27	0.489
7	1	2.27	0.38	1.413	1.02	0.51	15.11	16.74	5.77	0.444
7	2	2.26	0.34	0.925	1.26	0.39	20.90	7.82	3.91	0.150
7	3	1.75	0.24	1.332	0.87	0.27	24.66	3.52	3.10	0.422
7	4	2.12	0.28	1.064	1.32	0.41	20.69	7.98	5.08	0.363
8	1	2.48	0.32	1.581	0.94	0.29	19.79	7.97	2.87	0.638
8	2	2.30	0.35	1.252	1.16	0.45	15.74	5.62	4.49	0.803
8	3	1.71	0.12	1.082	0.96	0.28	14.25	2.62	2.76	0.291
8	4	1.82	0.17	1.516	0.88	0.29	17.28	4.76	5.96	0.149

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 7 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	7	16.664	2.381	26.755*
Error	24	2.135	8.898E-02	
Total	31	18.799		
CV	4.66%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 8 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความเป็นกรด-ด่างของดินหลังข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	27.832	3.976	84.788*
Error	24	1.125	0.0689	
Total	31	28.957		
CV	15.91%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	7	7.247E-03	1.035E-03	26.755*
Error	24	1.175E-03	4.896E-05	
Total	31	8.422E-03		
CV	16.84%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 10 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.00479	0.000688	5.471*
Error	24	0.0030	0.000125	
Total	31	0.00779		
CV	35.71%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.196	2.806E-02	11.824*
Error	24	5.695E-02	2.373E-03	
Total	31	0.253		
CV	12.06%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 12 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณอินทรียวัตถุของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.09299	0.0133	3.757*
Error	24	0.08487	0.003536	
Total	31	0.178		
CV	18.11%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน ก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	7	25867.116	3695.3020	57.537*
Error	24	1541.384	64.224	
Total	31	27408.500		
CV	16.56%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 14 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน หลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	34998.914	4999.845	72.620*
Error	24	1652.391	68.850	
Total	31	36651.305		
CV	59.92%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	7	3.906	0.558	118.293*
Error	24	0.113	4.718E-03	
Total	31	4.020		
CV	27.85%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 16 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	1.471	0.210	27.574*
Error	24	0.183	0.00762	
Total	31	1.654		
CV	65.81%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	7	189.237	27.034	110.733*
Error	24	5.859	0.244	
Total	31	195.096		
CV	15.79%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 18 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	112.319	16.046	52.096*
Error	24	7.392	0.308	
Total	31	119.711		
CV	87.45%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.276	3.950E-02	12.494*
Error	24	7.587E-02	3.161E-03	
Total	31	0.352		
CV	32.29%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 20 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	1.829	0.2610	4.226*
Error	24	1.484	0.0618	
Total	31	3.312		
CV	41.64%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโซเดียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	7	22.082	3.155	166.521*
Error	24	0.455	1.894E-02	
Total	31	22.536		
CV	23.08%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 22 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโซเดียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	13.134	1.876	36.197*
Error	24	1.244	0.05184	
Total	31	14.378		
CV	81.74%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	7	155.691	22.242	127.921*
Error	24	4.173	0.174	
Total	31	159.864		
CV	17.25%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 24 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	190.780	27.254	151.877*
Error	24	4.307	0.179	
Total	31	195.087		
CV	82.36%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดในปีที่ 3

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	1.5185.130	2169.30	4.526*
Error	24	11503.98	479.332	
Total	31	26689.11		
CV	29.38%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 26 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักสดของต้นข้าวโพดในปีที่ 3

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	45132.64	6447.52	1.749*
Error	24	88786.52	3699.44	
Total	31	133919.16		
CV	18.58%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในปีที่ 3

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	716.18	102.31	0.529*
Error	24	4644.52	193.52	
Total	31	5360.7		
CV	12%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 28 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักฝักแห้งของข้าวโพดในปีที่ 3

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	1216.89	173.84	3.292*
Error	24	1267.55	52.82	
Total	31	2484.44		
CV	21.30%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความสูงของต้นข้าวโพดในปีที่ 3

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	6269.97	895.71	4.726*
Error	24	4548.25	189.51	
Total	31	10818.22		
CV	9.12%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 30 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V.	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.432	0.06168	0.666*
Error	24	2.223	0.09264	
Total	31	2.655		
CV	20.94%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.0189	0.0027	2.031*
Error	24	0.03191	0.001329	
Total	31	0.05081		
CV	23.43%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 32 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมในข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	1.532	0.219	4.513*
Error	24	1.164	0.04851	
Total	31	2.696		
CV	31.12%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมในข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.943	0.135	20.036*
Error	24	0.161	0.006726	
Total	31	1.105		
CV	45.14%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 34 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมในข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.02185	0.003121	0.753*
Error	24	0.09945	0.004144	
Total	31	0.1210		
CV	27.43%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณเหล็กในข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	98902.604	14128.943	1.991*
Error	24	170318.36	7096.599	
Total	31	269220.97		
CV	53.44%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 36 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมงกานีสในข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	218834.11	31262.016	15.865*
Error	24	47292.588	1970.524	
Total	31	266126.70		
CV	68.47%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณสังกะสีในข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	7493.114	1070.445	10.001*
Error	24	2568.782	107.033	
Total	31	10061.897		
CV	39.12%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 38 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณทองแดงในข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	4.470	0.639	0.341*
Error	24	44.883	1.870	
Total	31	49.353		
CV	53.25%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake ไนโตรเจนของข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.299	0.042	0.612*
Error	24	1.674	0.067	
Total	31	1.973		
CV	11.72%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 40 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake ฟอสฟอรัสของข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.045	0.0068	2.013*
Error	24	0.075	0.0031	
Total	31	0.12		
CV	23.85%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake โพแทสเซียมของข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	2.692	0.385	5.265*
Error	24	1.753	0.073	
Total	31	4.445		
CV	26.05%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 42 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake แคลเซียมของข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	2.477	0.354	18.56*
Error	24	0.457	0.019	
Total	31	2.934		
CV	49.21%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake แมกนีเซียมของข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.062	0.0088	0.911*
Error	24	0.234	0.0097	
Total	31	0.296		
CV	27.87%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 44 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake เหล็กของข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	2062.95	294.707	1.596*
Error	24	4430.83	184.618	
Total	31	6493.78		
CV	53.84%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 45 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake แมกกานีสของข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	4698.47	671.21	12.15*
Error	24	1325.68	55.24	
Total	31	6024.16		
CV	68.40%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ตารางที่ 46 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake สังกะสีของข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	161.88	23.13	7.588*
Error	24	73.15	3.05	
Total	31	235.03		
CV	39.10%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 47 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณ uptake ทองแดงของข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

S.V	df	SS	MS	F
Treatment	7	0.0087	0.0125	0.268*
Error	24	1.116	0.0465	
Total	31	1.203		
CV	52.77%			

* = SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

ns = NON SIGNIFICANT AT 95% LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้