ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของซีโอไลท์ และ อีโซไลท์ต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน และธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง และผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด ในชุดดินน้ำพอง

Zeolite and Isolite application to Improve Sandy Soil (Ng) effect on Nutrients in Soil and Nutrients Leaching on effect to the growth and yield of corn

โดย

นางสาวกัลยา จินดาพงศ์

นางสาวไกรวัล โกศิริ

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของซีโอไลท์ และ อีโซไลท์ต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน และธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง และผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด ในชุดดินน้ำพอง

Zeolite and Isolite application to Improve Sandy Soil (Ng) effect on Nutrients in Soil and Nutrients Leaching on effect to the growth and yield of corn

โดย

นางสาวกัลยา จินดาพงศ์
นางสาวไกรวัล โกศิริ

.....
(อาจารย์นุกูล ถวิลถึง)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(รศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม)
หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา
26/4/42

ปพ.
ท 398ผ
2541
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33458
วัน, เดือน, ปี - 5 ส.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเล่มนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ถ้าไม่ได้รับความช่วยเหลือจากทุกๆท่านดังจะกล่าวดังต่อไปนี้ อาจารย์นุกูล ถวิลถึง ที่ให้คำปรึกษาด้านต่างๆเกี่ยวกับการทำปัญหาพิเศษ และอาจารย์ท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวรายชื่อไว้ข้างต้นที่ให้ความช่วยเหลือและแนะนำด้านต่างๆ เกี่ยวกับการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา ที่อนุเคราะห์ทางด้านอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ทำการทดลอง และ คุณนุจรี บุญแปลง,คุณทองม้วน สุนทรา และคุณสมจิตร มั่งนาค ที่ให้ความสะดวกในการเบิกและคืนอุปกรณ์

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆและน้องๆภาคปฐพีทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการขนหิน ดิน ช่วยผสมดิน และช่วยกันหาขวดน้ำอัดลมขนาด 2 ลิตร เพื่อมาทำการทดลอง ในการทำปัญหาพิเศษ

กัลยา จินดาพงศ์

ไกรวัล โกศิริ

เมษายน 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของซีโอไลท์ และ อีโซไลท์ต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน และธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง และผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด ในชุดดินน้ำพอง

Zeolite and Isolite application to Improve Sandy Soil (Ng) effect on Nutrients in Soil and Nutrients Leaching on effect to the growth and yield of corn

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของ Zeolite และ Isolite ต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน และธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง และผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดในชุดดินน้ำพอง โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 8 treatment ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ดังนี้ Zeolite, Isolite และ Isolite Cake ในอัตรา 5% และ 10% และ ปุ๋ยหมักในอัตรา 2 ตัน / ไร่ โดยทุก treatment ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15 – 15 – 15 ในอัตรา 75 Kg / ไร่ และมี treatment ที่ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวเป็นตัวควบคุม จากผลการทดลองพบว่า Zeolite เป็นสารปรับปรุงดินที่มี C.E.C สูงมาก (C.E.C สูงถึง 102.30 meq / 100 g) Zeolite และ Isolite มีปฏิกิริยาเป็นด่างอ่อนถึงด่างจัดมาก, Isolite cake มีปฏิกิริยาเป็นกรดรุนแรง ส่วนปุ๋ยหมักมีปฏิกิริยาเป็นกลาง หลังจากปรับปรุงดินด้วยสารปรับปรุงดินทั้ง 4 ชนิดแล้วพบว่า treatment ที่ใช้ Zeolite, ปุ๋ยหมัก และ Isolite 10% สามารถเพิ่ม C.E.C. ให้แก่ดินได้อย่างชัดเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง treatment ที่ใช้ Zeolite 10% , ปริมาณอินทรียวัตถุจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดใน treatment ที่ใช้ปุ๋ยหมัก และ Isolite cake, ความเป็นกรด-ด่างของดินจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยใน treatment ที่ใส่ปุ๋ยหมัก, Zeolite และ Isolite แต่ treatment ที่ใส่ Isolite cake ค่า pH ของดินจะลดลง, ค่าการนำไฟฟ้าของดินจะเพิ่มขึ้นในทุก treatment ยกเว้น treatment ที่ใช้ Isolite 10% ส่วนผลของสารปรับปรุงดินต่อปริมาณน้ำและธาตุอาหารที่ถูกชะล้างพบว่า treatment ที่ใช้ Zeolite มีแนวโน้มในการดูดซับธาตุอาหารต่างๆได้ดีกว่าสารปรับปรุงดินชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Zeolite 10% สำหรับผลของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้างโพดการใส่ Zolite 10% จะทำให้ผลผลิตของฝักสดสูงที่สุด แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ treatment ที่ใช้ Zeolite 5% ในขณะที่น้ำหนักต้นสดนั้นพบว่าการใช้ Zeolite และ Isolite cake ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักแห้งของข้าวโพดพบว่า treatment ที่ใช้ Zeolite 10% จะมีน้ำหนักแห้งมากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Zeolite 5% และ Isolite cake

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญกราฟ	(6)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	31
ผลการทดลอง	35
วิจารณ์ผลการทดลอง	62
สรุปผลการทดลอง	65
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	Cation exchange properties ของแร่ซีโอไลท์ที่สำคัญบางชนิดที่พบในดิน	7
2	แสดงคุณสมบัติของซีโอไลท์บางชนิดที่สำคัญ	7
3	ส่วนประกอบของธาตุต่างๆ ในซีโอไลท์	8
4	งานวิจัยล่าสุดที่ตีพิมพ์เผยแร่ในเรื่องการใช้ซีโอไลท์ที่เป็น Slow release fertilizers ให้กับพืชทางดิน	10
5	คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของซีโอไลท์	13
6	ส่วนประกอบของอีโซไลท์	13
7	แสดงผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอะตอมไมท์จากแหล่งต่างๆ	14
8	คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของ อีโซไลท์ เค้ก (Isolite cake) จากโรงงานผลิตน้ำตาล	16
9	คุณสมบัติทางเคมีบางประการของชุดดินน้ำพอง	20
10	แสดงเนื้อดินของชุดดินน้ำพอง (ดินเกิดจาดวัตถุต้นกำเนิดชนิดเคลื่อนย้ายด้วยน้ำ)	20
11	แสดงปริมาณธาตุอาหารบางธาตุ ในชุดดินน้ำพอง	21
12	แสดงธาตุอาหารในเมล็ด และตอซังของข้าวโพด (กก./ไร่)	25
13	แสดงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกข้าวโพด	28
14	คำแนะนำในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดหวาน	30
15	แสดงคุณสมบัติบางประการของชุดดินน้ำพอง (จากการวิเคราะห์ทางเคมี)	35
16	แสดงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของสารปรับปรุงดิน	35
17	ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลุก และดินหลังปลูกข้าวโพด	37
18	ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกข้าวโพด และดินหลังปลูกข้าวโพด	39
19	ปริมาณอินทรียวัตถุแต่ละ treatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลุกข้าวโพด	41
20	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด	43
21	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด	45
22	ปริมาณโพแทสเซียมของดินแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด	47
23	ปริมาณแคลเซียมของดินแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24	ปริมาณแมกนีเซียมของดินแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด	51
25	และดินหลังปลูกข้าวปริมาณโซเดียมของดินแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก โพด	53
26	สารปรับปรุงดินใน treatment ต่างๆ ที่มีผลต่อปริมาณน้ำ และปริมาณธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง	55
27	น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดหวานในแต่ละ teatment	57
28	น้ำหนักสดของต้นข้าวโพดหวานหลังการเก็บเกี่ยว	58
29	น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวานในแต่ละ treatment	59
30	น้ำหนักสดของฝักรวมกับต้นข้าวโพด	61

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

1	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อดินก่อนปลูกข้าวโพด	72
2	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อดินหลังปลูกข้าวโพด	73
3	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้าง ใน treatment ต่างๆ	74
4	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 1	76
5	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 2	77
6	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 3	78
7	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 4	79
8	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 5	80
9	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 6	81
10	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 7	82
11	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 8	83
12	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 9	84
13	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 10	85
14	สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารแต่ละtreatment ที่ถูกชะล้าง	86
15	สารปรับปรุงดินใน treatment ต่างๆ ที่มีผลต่อผลผลิตข้าวโพด	87
16	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกข้าวโพด	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก หน้า

17	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติความเป็นกรด-ด่างของดินหลังปลูกข้าวโพด	88
18	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกข้าวโพด	89
19	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูกข้าวโพด	89
20	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนปลูกข้าวโพด	90
21	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินหลังปลูกข้าวโพด	90
22	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกข้าวโพด (CEC)	91
23	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินหลังปลูกข้าวโพด (CEC)	91
24	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสของดินก่อนปลูกข้าวโพด	92
25	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปลูกข้าวโพด	92
26	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด	93
27	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด	93
28	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด	94
29	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด	94
30	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโซเดียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด	95
31	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโซเดียมของดินหลังปลูกข้าวโพด	95
32	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด	96
33	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด	96
34	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกชะล้าง	97
35	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมที่ถูกชะล้าง	97
36	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมที่ถูกชะล้าง	98
37	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโซเดียมที่ถูกชะล้าง	98
38	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมที่ถูกชะล้าง	99
39	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแอมโมเนียมที่ถูกชะล้าง	99
40	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณไนเทรตที่ถูกชะล้าง	100
41	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักฝักสดของข้าวโพด	100
42	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักต้นสดของข้าวโพด	101
43	แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักต้นแห้งของข้าวโพด	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักฝักสดรวมกับต้นข้าวโพด 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญกราฟ

กราฟที่		หน้า
1	แสดงการเปรียบเทียบค่าpH ดินก่อนปลูกะดินหลังปลูกข้าวโพด	37
2	แสดงการเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด	39
3	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด	41
4	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด	43
5	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด	45
6	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูก	47
7	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมแต่ละ treatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูก	49
8	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโซเดียมแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูก	51
9	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูก	53
10	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักฝักสดของข้าวโพดในแต่ละtreatment	57
11	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักต้นสดของข้าวโพดในแต่ละtreatment	58
12	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักฝักสดรวมกับต้นข้าวโพดในแต่ละ treatment	59
13	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในแต่ละtreatment	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของซีโอไลท์ (Zeolite)	103
2	ลักษณะของอีโซไลท์ (Isolite)	103
3	ลักษณะของอีโซไลท์ เค้ก (Isolite cake)	104
4	ลักษณะของปุ๋ยหมัก	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของซีโอไลท์ และ อีโซไลท์ต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน และธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง และผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด ในชุดดินน้ำพอง

Zeolite and Isolite application to Improve Sandy Soil (Ng) effect on Nutrients in Soil and Nutrients Leaching on effect to the growth and yield of corn

คำนำ

ดินทรายเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากมีธาตุอาหารตามธรรมชาติน้อย มีอินทรีย์วัตถุต่ำ อุ้มน้ำได้น้อย โครงสร้างไม่ดีทำให้เกิดความแน่นทึบได้ง่าย ซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัด ผลผลิตน้อย ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้น้อยตามไปด้วย การปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตรให้ดีขึ้นควรเริ่มจากการจัดการดินให้ถูกวิธี และการจัดการระบบการปลูกพืชให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่ทำการเกษตร การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินก็เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น ซึ่งอินทรีย์วัตถุที่ใส่ในการปรับปรุงบำรุงดินที่มักใช้กันได้แก่ ปุ๋ยหมัก พืชปุ๋ยสด ที่พบใช้กันอยู่ทั่วไป แต่ในปัจจุบันนี้เริ่มมีการใช้สารปรับปรุงดินเช่น ซีโอไลท์ อีโซไลท์ และอีโซไลท์เค้ก เป็นต้นเนื่องจากสารปรับปรุงดินเหล่านี้มีคุณสมบัติพิเศษที่เหมาะสมต่อการใช้เป็นสารปรับปรุงบำรุงดิน เช่น มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) สูง มีพื้นที่ผิวสูงมาก จึงสามารถดูดซับธาตุอาหารต่างๆไว้ได้หลายชนิดจึงเป็นการช่วยลดปริมาณธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในดินทรายได้ ทำให้การใส่ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และมีความร่วนซุย ในโรงงานผลิตผงชูรสนำอีโซไลท์มาใช้ในการกรองของเสีย จึงทำให้เป็นวัสดุเหลือใช้ เหมาะสำหรับเป็นการนำมาใช้เป็นสารปรับปรุงดินอย่างยิ่ง เพื่อเป็นการลดปริมาณวัสดุเหลือใช้ ดังนั้นทางคณะผู้ทำการทดลองจึงมีความสนใจที่นำ เอาสารปรับปรุงดินดังกล่าวข้างต้นมาเป็นสารปรับปรุงบำรุงดินทรายในชุดดินน้ำพองที่ใช้ในการปลูกข้าวโพดหวาน โดยใส่สารปรับปรุงดินในอัตราที่แตกต่างกันร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ว่าสารปรับปรุงดินชนิดใดเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นสารปรับปรุงดินทรายชุดดินน้ำพองที่ใช้ในการปลูกข้าวโพดหวานมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการใช้ซีโอไลท์ และอีโซไลท์ เป็นสารปรับปรุงดินทราย
2. เพื่อศึกษาผลของการใส่ซีโอไลท์ และอีโซไลท์เป็นสารปรับปรุงดินทรายทั้งคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของดิน เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชในอันที่จะเพิ่มผลผลิตของพืชให้สูงขึ้น
3. เพื่อศึกษาผลของการใส่ซีโอไลท์ และอีโซไลท์ที่มีปริมาณธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ประเทศไทยมีดินทรายเป็นบริเวณกว้างมากกว่าดินชนิดอื่นที่ใช้เพาะปลูกพืช โดยมีพื้นที่ถึง 80 เปอร์เซนต์ของพืชไร่ทั้งหมด หรือประมาณ 6 ล้านไร่ นอกจากนี้ยังมีดินที่ค่อนข้างเป็นทรายอีก 70 ล้านไร่ ซึ่งส่วนใหญ่ปกคลุมแหล่งปลูกพืชของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ พื้นที่ริมฝั่งทะเลภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคใต้ ในบริเวณที่ลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนมากจะพบดินชุดอุบล ดินชนิดนี้มีชั้นดินที่มีเนื้อดินเป็นทรายร่วนหนากว่า 80 ซม. ผลเฉลี่ยจากการปลูกข้าวไม่เกิน 12 ถังต่อไร่ ส่วนบริเวณที่ดอนชุดดินทรายที่สำคัญได้แก่ ชุดดินน้ำพอง และยางตลาด ซึ่งปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้ปลูกมันสำปะหลังหรืออ้อย และเป็นป่า

ดินทรายเป็นดินที่มีปัญหามากมายในการเพาะปลูก ซึ่งสาเหตุใหญ่ ได้แก่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำยกตัวอย่างเช่น ดินทรายจัดชุดน้ำพองอุ้มน้ำได้เพียง 58 ม.ม. ในระดับความลึก 0-1 เมตร และดินร่วนทรายชุดสัตหีบอุ้มน้ำได้ประมาณ 72 ม.ม. ในระดับความลึกเดียวกัน ซึ่งเมื่อเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงขึ้นความชื้นของดินบริเวณดังกล่าวจะไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช สาเหตุที่ดินเก็บความชื้นได้ต่ำเนื่องมาจากดินทรายมีอนุภาคขนาดใหญ่ การเรียงตัวของช่องว่างนี้จึงเกิดช่องว่างขนาดใหญ่เป็นส่วนมาก ซึ่งไม่สามารถเก็บน้ำได้มากนัก นอกจากนี้ดินทรายยังมีอินทรียวัตถุต่ำมาก (ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งทำให้ดูดยึดน้ำได้น้อยลงไปอีก ปัญหาที่ตามมาเรื่องเนื้อดินเป็นทรายจัด ก็คือ ปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ในสภาพลุ่มๆดอนๆ เป็นลูกคลื่น ดินทรายเกิดการแน่นทึบได้ง่าย (สันติภาพ,2537) นอกจากนี้ช่วงฝนตกหนักก็ยังพัดพาเอาธาตุอาหารสูญหายไปจากหน้าดินอีก ทำให้ธาตุอาหารต่างๆมักขาดแคลนในดินเสมอที่เห็นได้ชัดคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน การสลายตัวของเศษพืชเป็นไปอย่างรวดเร็วทำให้เหลืออินทรียวัตถุในดินน้อยมาก การใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์อย่างเดียวอาจไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด เพราะดินมีความสามารถในการเก็บกักและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารจากปุ๋ยได้น้อย

ปัญหาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินทรายมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัด การเตรียมดินโดยการไถแล้วฝนตกลงมาอาจทำให้ทรายละเอียดไหลลงมารวมกันเป็นจุดๆ เป็นสาเหตุให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของหน้าดิน การแห้งแข็ง (soil crust) ของผิวดินเพียง 2-3 มม. ซึ่งเกิดจากแรงกระแทกกับเม็ดฝน ทำให้ดินแตกกระจาย อนุภาคขนาดเล็กจะไปอุดตามช่องว่างของดิน ทำให้ผิวดินแน่นและแข็งเมื่อแห้ง การระบายอากาศเลว การซึมน้ำได้ต่ำ ซึ่งมีผลต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญของพืช การเพิ่มอินทรียวัตถุให้ดินทรายจะมีผลผลให้ดินมีความทนต่อการกระแทกของฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของดินดีขึ้น และยากต่อการแห้งของผิวดิน (สันติภาพ,2526) Brady(1974) รายงานว่า การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุจะให้สารพวก carboxyl, amide, slimes และgums ทำให้เม็ดดินจับตัวกันเป็นก้อน(aggregate) มีโครงสร้างดีขึ้น ทนต่อแรงกระแทกของฝนและไม่แห้งแข็งง่าย การคงทนของก้อนดินนี้จึงเพิ่มขึ้นระหว่างการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ ถึงแม้ว่าใส่อินทรีย์วัตถุสดๆลงไปในดินจะไม่ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินนั้นเพิ่มขึ้น

Parr และ Meyer (1988) กล่าวว่าปัจจุบันประเทศกำลังพัฒนาได้หันมาสนใจการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ทั้งนี้เพราะการจัดการดินวิธีอื่นๆ เช่น การใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ การชลประทาน ฯลฯ ล้วนเป็นการลงทุนสูง เกษตรกรที่ยากจนไม่สามารถจะนำไปปฏิบัติในความเป็นจริงได้ Chiwanakupt และ Sithibutsa (1988) ได้สรุปผลการศึกษาค้นคว้าทดลองทั่วประเทศของกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตรว่า ดินไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินทรายมีความอุดมสามารถอุ้มน้ำได้น้อย ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปริมาณธาตุอาหารสูญเสียไปจากดินได้ง่าย และรวมทั้งไม่มีระบบการหมุนเวียนธาตุอาหารภายในดินด้วย ปัญหาต่างๆเหล่านี้ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ ซึ่งหากดำเนินการถูกต้องเหมาะสมตามหลักการจัดการดินแล้วปัญหาเหล่านี้จะหมดไป เกษตรกรก็สามารถทำการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ถาวร และ คณะ (2537) รายงานว่า การเพิ่มความจุในการต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH ให้กับดินเนื่องจากผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง pH จะทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารลดลงโดยเฉพาะฟอสฟอรัส การเกิดสภาวะฝนแล้งหรือทิ้งช่วง ข้อจำกัดเกี่ยวกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารจะเกิดขึ้นก่อนข้อจำกัดอื่นๆที่มีผลตามมา อินทรีย์วัตถุมีอิทธิพลต่อการต้านทานการลดลงของ pH ของดินเขตร้อนที่ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นกรด อิทธิพลส่วนหนึ่งมาจากการสลายตัวเพิ่มอินทรีย์คอลลอยด์ให้กับดิน เพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนต่างๆ ให้กับดิน และทำให้ดินมีประจุลบเพิ่มขึ้น เพิ่มการเก็บกักธาตุไอออนบวก เพิ่มความจุในการต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH ให้กับดิน

1.<u>สารปรับปรุงดิน</u>

นักวิชาการด้านดินและปุ๋ยได้สรุปคำจำกัดความของสารปรับปรุงดินไว้ว่า " สารใดก็ตามที่ใส่ลงไปในดินแล้วทำให้สภาพทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจมีธาตุอาหารพืชปนอยู่ในสารนั้น แต่วัตถุประสงค์ที่ใช้ไม่เน้นการเติมธาตุอาหารพืช"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สารปรับปรุงดิน</u> ที่เกษตรกรมีการใช้กันมาก พอจะแบ่งได้เป็นกลุ่มหลักๆคือ

1. สารปรับปรุงสภาพทางกายภาพ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และ ปุ๋ยอินทรีย์

2. สารปรับปรุงทางเคมี ได้แก่ ปูนขาว ปูนมาร์ล ยิปซั่ม โดโลไมท์

3. สารปรับปรุงดินในการรักษาความชื้น ซึ่งมีความสามารถในการดูดซึมน้ำ ในเวลาอันรวดเร็ว ช่วยให้ดินอุ้มน้ำและเก็บความชื้นให้สูงกว่าปกติ ได้แก่ สารในกลุ่มพอลิเมอร์

4. สารปรับปรุงดินทั้งสภาพทางกายภาพ เคมี และรักษาความชื้นของดิน ได้แก่ กลุ่มของแร่และหินต่างๆ เช่น ซีโอไลท์ เพอร์ไล์ พูไมซ์ ทริดิไมต์ เป็นต้น ซึ่งมีการใช้กระจายทั่วไปทุกภาค โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.1 <u>ซีโอไลท์</u>

ซีโอไท์เป็นแร่อลูมิโนซิลิเกต (Aluminosilicates) ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีอะลูมิเนียม (Al) หรือ ซิลิกา Si) จับรวมตัวกับออกซิเจน 4 อะตอม ในแบบเท็ดตระฮีดรอล (Tetrahedron) เป็นหน่วยพื้นฐาน เท็ดตระฮีดรอลดังกล่าวเมื่อเชื่อมต่อเข้ากันในลักษณะวงแหวนแบบ 3 มิติ จะเกิดเป็นผลึกแร่ซีโอไลท์ที่มีช่องว่าง (channels) ภายในเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม ตัวแร่ซีโอไลท์เองยังสามารถแบ่งย่อยลงไปอีกโดยใช้จำนวนของเท็ดตระฮีดรอลในแต่ละวง (ring) เป็นตัวจำแนก ซึ่งมีอยู่ตั้งแต่ 4,6,8 และ12 หน่วย อนึ่งการเรียวต่อกันของจำนวนวงนี้เองที่ใช้กำหนดคุณสมบัติในกลนดูดซับ (retention) น้ำและธาตุอาหารซึ่งปรากฏว่าหากมีจำนวนวงมาต่อกันมากเท่าไรก็ยิ่งเพิ่มศักยภาพในการดูดซับมากตามไปด้วย

ซีโอไลท์เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนใต้ท้องทะเล หรือการที่ลาวา และหินเถ้าภูเขาไฟไหลลงไปทับถมในท้องทะเล ทะเลสาบหรือลงสู่ระบบน้ำใต้ดินที่มีความเป็นด่างสูงและมีความอบอุ่น แล้วลาวานั้นจะเปลี่ยนสภาพเป็นกลุ่มแร่ซีโอไลท์ ซึ่งต้องใช้เวลานานหลายๆปี แร่ซีโอไลท์ที่พบในธรรมชาตินั้นมีอยู่ประมาณ 40 ชนิด แต่มีประสิทธิภาพ คุณภาพรวมทั้งปริมาณที่สามารถเป็นการค้าได้มีอยู่เพียง 4-5 ชนิดเท่านั้น คือ มอเดนไนต์ (mordnite) คลินอปติโลไนต์ (clinoptinite) ชาบาไซต์ (chabazite) อีริโอไนต์ (erionite) และฟิลลิปไซต์ (phillipsite) นอกจากนี้ยังมีซีโอไลท์สังเคราะห์ขึ้นอีกกว่า 150ชนิด ที่เป็นการค้า และแพร่หลายในตลาดโลก

การเกิดซีโอไลท์จะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมทางธรณี บวกกับช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมซึ่งจะทำให้เกิดซีโอไลท์ต่างชนิดกันไป และแร่ในกลุ่มซีโอไลท์ชนิดหนึ่งก็จะสามารถเปลี่ยนไปเป็นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดหนึ่งได้ หากสภาพแวดล้อมทางธรณีวิทยาเปลี่ยนแปลงไป สภาพแวดล้อมทางธรณีวิทยาที่ทำให้เกิดแร่ซีโอไลท์ขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นประเทศที่มีภูเขาไฟ และมีทะเล หรือทะเลสาบ โดยอุณหภูมิที่ทำให้เกิดซีโอไลท์ได้นั้นสามารถทำให้เกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไปจนถึงมากกว่า 200 องศาเซลเซียส

ญี่ปุ่นถือเป็นประเทศแรกที่รู้จักนำซีโอไลท์มาใช้อย่างจริงจัง และญี่ปุ่นก็เป็นประเทศที่มีซีโอไลท์ธรรมชาติอยู่ในปริมาณมาก ส่วนใหญ่เป็นคลินอปติโลไนต์ นอกจากญี่ปุ่นแล้ว อเมริกา (ส่วนใหญ่เป็นซาบาไซต์) อังการี บัลกาเรียกก็มีซีโอไลท์อยู่ในปริมาณมากเช่นกัน สำหรับประเทศไทยนั้นพบว่ามีกลุ่มแร่ซีโอไลท์แทรกตัวปะปนอยู่กับหินภูเขาไฟบ้างในปริมาณเล็กน้อยยังไม่มากพอที่จะนำมาใช้เป็นประโยชน์ทางการค้าได้ (นิรนาม,2541)

1.1.1 <u>คุณสมบัติของซีโอไลท์</u>

ซีโอไลท์เป็นแร่ที่มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวที่เด่นชัดไม่ว่าจะเป็นทางภาพ หรือ ทางเคมี คุณสมบัติดังกล่าว เกิดจากการเรียงตัวของโครงสร้างของแร่ในรูปวงแหวน ทำให้เกิดช่องว่างภายในเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีขนาดพอเหมาะแก่การดูดซับอนุภาคของธาตุๆ ตลอดจนโมเลกุลของสารอินทรีย์ และน้ำ นอกจากนี้การที่ Al^{3+} เข้าแทนที่ Si^{4+} ทำให้มีประจุบวกเหลือตกค้างอยู่ที่หน่วยของเท็ดตระฮีดรอน นี่คือแหล่งที่มาของ CEC (Cation Exchange Capacity) ในแร่ซีโอไลท์ ซึ่งขีดความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของแร่ชนิดนี้จะมีค่าสูงกว่าแร่ดินเหนียวที่สำคัญๆ ที่พบในดินไม่ว่าจะเป็นเวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) และสเม็คไทท์หลายเท่า (ดังตารางที่ 1,2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 Cation exchange properties ของแร่ซีโอไลท์ที่สำคัญบางชนิดที่พบในดิน

แร่	CEC meq/100g	Voil Volume,%	Exchange Selectivite
Zeolite			
Analicime	460	18	Complicate by ion-sieving
Chabazite	420	47	$Cs^+>K^+>NH_4^+>Na^+=Ba^{2+}>Sr^{2+}$
Clinoptilolite	220	34	$Cs^+>K^+=NH_4^+>Sr^{2+}=Ba^{2+}$
Mordenite	220	28	$Cs^+>K^+>NH_4^+>Na^+>Ba^{2+}$
Phillipsite	380	31	$Ba^{2+}>Cs^+=K^+>Na^+$
Phyllosilicates			
Vermiculite	160	-	
Smectite	110	-	

แหล่งที่มา : ดัดแปลงจาก Ming, D.W. (1989)

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของซีโอไลท์บางชนิดที่สำคัญ

ชนิดของแร่	ปริมาณของช่องว่างภายใน (%)	ความถ่วงจำเพาะ	ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (meq/100g)
ฟิลลิปไซต์	0.31	2.15-2.20	3.87
ลอมอนไทต์	0.34	2.20-2.30	4.25
อิริโอไนต์	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
มอเดนไนต์	0.28	2.12-2.15	2.29
คลินอปติโลไนต์	0.34	2.16	2.54

แหล่งที่มา : Breck (1974)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.2 คุณสมบัติทางเคมี

ซีโอไลท์ มีค่า CEC อยู่ระหว่าง 100-300 meq/100g และค่าดังกล่าวอาจเพิ่มขึ้นสูงถึง 600 meq/100g ในซีโอไลท์ที่เป็นสารสังเคราะห์ นอกจากนี้ตัวแร่ซีโอไลท์ที่มีพื้นที่ผิวสูงมากจึงสามารถดูดซับธาตุๆ ได้หลายชนิด อาทิเช่น โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) แบเรียม (Ba) ตลอดจนโลหะหนัก และสารกัมมันตภาพรังสี เช่น ไทตาเนียม (Ti) รูบิเดียม (Rb) ตะกั่ว (Pb) ซีเซียม (Cs) เป็นต้น อีกทั้งสามารถแลกเปลี่ยนธาตุประจุบวกดังกล่าวได้อีกด้วย ซึ่งซีโอไลท์มีส่วนประกอบของธาตุๆ ดังตารางที่ 3

คุณสมบัติที่เด่นอีกประการหนึ่งก็คือ แร่ชนิดนี้เมื่อกำจัดน้ำออก (dehydrated) สามารถดูดซับเอาโมเลกุลของสารอินทรีย์-อนินทรีย์ได้หลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นสารพิษ หรือก๊าซพิษ ตัวอย่างเช่น แฮลกอฮอล์ แอมโมเนีย ไนตรัสออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟล์ และอื่นๆ โดยโมเลกุลของน้ำเหล่านี้จะเข้าไปแทรกอยู่แทนที่โมเลกุลเดิมของน้ำนั่นเอง

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของธาตุต่างๆในซีโอไลท์

ธาตุ	ส่วนประกอบ
ซิลิคอน	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.

แหล่งที่มา : นงลักษณ์ และ พวงเล็ก (2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.3 <u>คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

ซีโอไลท์เป็นแร่โปร่งจึงมีค่า bulk density เฉลี่ยประมาณ 2-2.3 g/cm^3 (Deer et al.,1973) ยกเว้นชนิดแบเรียมอยู่มากๆ จะยิ่งโปร่งมากขึ้นไปอีก คือ 2.5-2.8 g/cm^3 นอกจากนี้ซีโอไลท์มีโพรงภายในค่อนข้างมากจึงมีพื้นที่ผิวสูงตามไปด้วยโดยมีค่าอยู่ระหว่าง750-880 m^2/g (Ward,1970) ส่วนความสามารถในการดูดซับน้ำนั้นก็สูงเช่นกัน แต่ขึ้นอยู่กับชนิดของซีโอไลท์เป็นหลัก ปกตินำ้ในโมเลกุลของซีโอไลท์จะระเหยออกไปเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ถึงแม้จะสูญเสียน้ำไป แต่โครงสร้างของซีโอไลท์จะมีรูปร่างเหมือนเดิม และสามารถดูดซับน้ำหรือสารอินทรีย์-อนินทรีย์ ตลอดจนธาตุๆ เข้าแทนที่โมเลกุลของน้ำในผลึกได้

1.1.4 <u>การนำซีโอไลท์มาใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม</u>

ส่วนใหญ่จะใช้สารซีโอไลท์นี้เพื่อดูดซับความชื้น ฟอกก๊าซ หรือสารละลายต่างๆให้มีความบริสุทธิ์ตลอดจนใช้เป็นสารเจือปนในอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ ยาง พลาสติก รวมทั้งวัสดุก่อสร้างนานาชนิด นอกจากกระบวนการผลิตผงซักฟอก และน้ำยาล้างทำความสะอาด ในปัจจุบันได้มีการนำเอาซีโอไลท์นี้เข้ามาทดแทนฟอสเฟส ส่วนการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสารเคมีเจือปน ไม่ว่าจะเป็นฟีนอล โซไพรีน โลหะหนักต่างๆ รวมทั้งสารกัมมันตภาพรังสี สามารถใช้สารซีโอไลท์เป็นตัวกรองเอากากของสารพิษเหล่านี้ออกจากน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ อนึ่งสารซีโอไลท์นี้ยังสามารถใช้ดูดซับก๊าซพิษ หรือสารที่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้เป็นอย่างดี

1.1.5 <u>การนำซีโอไลท์มาใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร</u>

ซีโอไลท์มีศักยภาพในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ซึ่งเป็นธาตุอาหารพืชได้หลายชนิด รวมทั้งมีความจุในการดูดซับธาตุอาหารพืช จึงได้มีการคิดค้นทดลองนำเอาสารตัวนี้มาใช้ผลิตปุ๋ยที่ปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชอย่างช้าๆ (Slow release fertilizers) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยไนโตรเจนที่เมื่อใส่ลงดินแล้วปกติจะถูกชะล้างสูญหายไปจากดินได้โดยง่าย ดังตารางที่ 4

นอกจากจะใช้สารซีโอไลท์ในแง่ของปุ๋ยแล้ว ตัวสารนี้ดูดซับสารได้ดีเมื่ออยู่ในดิน จึงเป็นการเก็บรักษาความชื้นไว้ในยามแห้งแล้ง ส่งเสริมให้รากพืชเจริญเติบโตได้ดี รวมทั้งส่งเสริมการสลายตัวของหินฟอสเฟส ทำให้เพิ่มระดับของฟอสเฟสในรูปที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากซีโอไลท์มีค่า CEC สูง การเติมสารนี้ให้แก่ดินจึงเท่ากับเป็นการเพิ่มสมรรถนะของดินในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุ้มน้ำและธาตุอาหารพืช อีกทั้งเมื่อซีโอไลท์สลายตัวจะปลดปล่อยแร่ธาตุที่พืชจะนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกหลายชนิด อาทิเช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม เหล็ก แมงกานีส และธาตุอาหารเสริมอื่นๆ อีก

ตารางที่ 4 งานวิจัยล่าสุดที่ตีพิมพ์เผยแพร่เรื่องการใช้สารซีโอไลท์เป็น Slow release fertilizers ให้กับ ให้กับพืชทางดิน

Cation Zeolite-Mineral	Reference
NH_4^+/Clinotilolite	Pierela et al., 1984
	Mackown and Tucker, 1985
	Ferguson et al.,1986
	Ferguson and Pepper.,1987
	Burtz and Jones.<1983
	Lewis et al., 1984
	Weber et al., 1983
K/Zeolite	Hershey et al.,1980
NH_4^+,K,Zn/Clinoptilolite	Lewis, et al.,1980
K, NH_4^+/Clinotilolite-apatite	Allen and Hossner, 1988
NH_4^+,K,Zn,Mn,Cu,Fe,Ca,Mg,/ Clinoptilolite	Ming et al., 1987

แหล่งที่มา : Ming, D.W. (1989)

1.1.6 การใช้ซีโอไลท์เป็นสารปรับปรุงดิน

ในด้านการเกษตรซีโอไลท์ได้รับการพิจารณาให้เป็นสารปรับปรุงดิน (soil conditioner) สารที่ใช้ผสมในยาฆ่าแมลง โรคพืช และวัชพืช และเป็นสารที่ผสมในปุ๋ยเคมีเพื่อให้เป็นปุ๋ยที่ปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างช้าๆ (slow release fertilizers) (Ming and Dixon ,1986) การใส่ซีโอไลท์ลงในดินจึงน่าจะช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหาร จากการชะล้างได้มาก นงลักษณ์ และ พวงเล็ก (2538) ได้ทำการศึกษาผลการใส่ซีโอไลท์ที่มีต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน และธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในดินทรายชุดสตึก โดยผสมดินกับซีโอไลท์ และ/ หรือปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี N, P และ K ผลปรากฏว่าการใส่ซีโอไลท์ช่วยลดปริมาณการชะล้างปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียมเป็นอย่างมาก ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองนี้ธาตุอาหารถูกชะล้างน้อยกว่าเมื่อไม่ใส่ซีโอไลท์ประมาณ 25 เท่า คิดเป็นอัตราการสูญเสียไนโตรเจนเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณปุ๋ยทั้งหมด ในขณะที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ไนโตรเจนถูกชะล้างเกินกว่า 100เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณปุ๋ย ส่วนธาตุโพแทสเซียมสูญเสียเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่ซีโอไลท์ และอัตราการสูญเสียเพิ่มสูงขึ้นเป็น 102 เปอร์เซ็นต์ และ 125 เปอร์เซนต์เป็นกรรมวิธีControl และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามลำดับ นอกจากนี้ซีโอไลท์ยังทำให้ไนโตรเจน และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เหลืออยู่ในดินมากขึ้น แต่ก็มีเกลือโซเดียมในดินเพิ่มขึ้นด้วย เพราะซีโอไลท์มีโซเดียมเป็นองค์ประกอบอยู่มากพอสมควร

Wu (1996) กล่าวว่า แร่ซีโอไลท์ธรรมชาติสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วยเพิ่มการดูดฟอสฟอรัสใช้ในโตรเจน และของพืช นอกจากนี้ซีโอไลท์ยังสามารถช่วยเพิ่มการละลายของ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในน้ำ โดยไม่มีผลต่อ pH ของดิน Wu และคณะ (1995) ได้ทำการศึกษาผลของซีโอไลท์ธรรมชาติการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินเขตหนาว โดยใช้ซีโอไลท์ หรือปูนในอัตรา 0-8 ตันเฮกเตอร์ พบว่าดินที่มี pH 5.8 ซีโอไลท์จะให้ผลมากว่าการใส่ปุ๋ยทุกอัตรา และในดินที่มีpH 5.5 การใช้ซีโอไลท์ในอัตราสูงจะให้ผลผลิตสูงกว่าที่ใส่ปูนส่วนในดินที่มี pH 5.0 การใช้ซีโอไลท์ในอัตราที่มากว่า 5 ตัน/เฮกเตอร์ จะให้ผลผลิตสูงกว่าใส่ปูน แต่จะให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าใส่ปูนเมื่อใช้ในอัตราที่มากเกินไป นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ซีโอไลท์จะทำให้ความสูงของต้น การเจริเติบโตของราก และน้ำหนักแห้งทั้งหมดเพิ่มขึ้น

Bouzo และ คณะ (1996) ได้ศึกษาการใช้ซีโอไลท์ธรรมชาติในการเพิ่มผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่ค่อยมีปัญหาทางสภาพแวดล้อม โดยการใส่ซีโอไลท์ก่อนการปลูกอ้อย โดยทำการทดลองในดิน 3 ชนิด คือ Oxisols, Entisols และ Inceptisols จากการศึกษาพบว่า การใช้ซีโอไลท์ในดิน Entisols และ Inceptisols จะทำให้ปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลดลงครึ่งหนึ่งในการปลูกอ้อยครั้งต่อไป

1.2 อีโซไลท์ (Isolite)

อีโซไลท์เป็นสารเซรามิคที่เตรียมได้จากการเผาดินเบา (Diatomaceous earth) ซึ่งดินเบาเป็นดินที่เกิดจากซากไดอะตอม โดยไดอะตอมเป็นเซลล์เดียวขนาดเล็กมาก มีตั้งแต่ 2-2,000 ไมครอน ไดอะตอมที่มีขนาดใหญ่จะมีน้อย มีการขยายพันธุ์โดยการแบ่งเซลล์จากหนึ่งเซลล์เป็น 2 เซลล์ มีผนังเซลล์เป็นฝา ประกอบด้วยซิลิกาประกอบกัน เมื่อใช้กล้อง telescope ส่องดูลักษณะคล้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่องยา ไดอะตอมบางชนิดว่ายน้ำได้ บางชนิดอาศัยน้ำพัดพาไป พบในน้ำทั่วโลกทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม โดยส่วนมากชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำอยู่ล้อมรอบ น้ำจะเป็นตัวควบคุมกระบวนการและเปลี่ยนแปลงทางเคมี เมื่อไดอะตอมตายลง เปลือกที่เป็นซิลิกาจะตกตะกอน สะสมกันเป็นจำนวนมาก จนเป็นแหล่งไดอะตอม ในประเทศไทยมีอยู่ 2 แหล่ง คือ ในจังหวัด ลำปาง และจังหวัด ปราจีนบุรี ในจังหวัด ลำปาง พบในบริเวณ อำเภอเกาะคา อำเภอแม่ทะ และอำเภอเมือง ได้แก่ ดินเบาไดอะตอมไมท์ (Diatomite) ซึ่งมีซิลิคอน (Si) เป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีสภาพแหล่งกำเนิดแบบทะเลสาบน้ำจืด จากการสำรวจของกรมทรัพยากรธรณีครอบคลุมพื้นที่ 120 ตารางกิโลเมตร พบว่ามีปริมาณสำรองพิสูจน์ได้ทั้งสิ้นมากกว่า 243 ล้านตัน ในปี 2535 มีเหมืองที่เปิดดำเนินการ 2 เหมือง ในอำเภอแม่ทะ มีกำลังผลิตแร่โดยเฉลี่ยประมาณปีละ 1หมื่นตัน

1.2.1 <u>คุณสมบัติของอีโซไลท์</u>

อีโซไลท์เป็นดินซุย เบา เนื้อพรุน ถ้ามองด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะมีลักษณะคล้ายรังผึ้งที่มีรูพรุนกระจัดกระจาย องค์ประกอบ คือ silicon dioxide ($SiO_2.nH_2O$) มีเนื้อลักษณะคล้ายชอล์ก (ทัศนีย์, 2537) มีช่องว่างสูงถึง 74 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้พื้นที่ผิวมาก (4.6 m^2/g) สามารถช่วยอุ้มน้ำและดูดความชื้นได้ดี ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6 ทำให้ผิวดินมีความยืดหยุ่นดีขึ้น มีอากาศถ่ายเทสะดวกขึ้น ขบวนการทางจุลชีววิทยาในดินดีขึ้น ส่งผลให้ความชื้นในดินสูงขึ้น รวมทั้งยังรักษาการเจริญเติบโตของระบบราก พืชสามารถดูดใช้น้ำ และธาตุอาหารพืชจากดิน นอกจากนี้อีโซไลท์มีปฏิกิริยาทางเคมีเชื่องช้า ไม่ทำปฏิกิริยากับโซเดียม (Na) ทนความร้อนทำให้ไม่แตกหักง่าย รวมทั้งยังช่วยชะล้างเกลือออกจากดินด้วย

ไดอะตอมไมท์ที่ทำการค้าของโลกจะประกอบด้วยซิลิกาประมาณ 86-94 % ไดอะตอมไมท์จากแหล่งลำปางที่ถือว่าเป็นเกรดดีนั้นมีซิลิกา (SiO_2) ประมาณ 72.2-73.3 % อลูมินา (Al_2O_3) 9.5-13.5 % และเหล็ก (Fe_2O_3) 2.7-5.0 % รายละเอียด และผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไดอะตอมไมท์จากแหล่งต่าง ๆเป็นดังตารางที่ 7

จากการศึกษาแร่วิทยาด้วยวิธีการเอ็กซเรย์ (XRD) พบว่าไดอะตอมไมท์จากแหล่งลำปางนี้ ประกอบด้วยซิลิกาจากซากไดอะตอมประมาณ 50-60 % แร่ควอร์ตอิสระ 12 % แร่ดินชนิดต่างๆ 30-40 % โดยแร่ที่พบเกิดร่วมในอะตอมไมต์จะประกอบด้วย เคโอลิไนต์ สเมกไทต์ หรือ มอนโมริลโลไนต์ และ อิลไลต์ (ปัญญา จารุศิริ และคณะ2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของอีโซไลท์

ลักษณะทางฟิสิกส์ และเคมี	ค่าที่ได้
เปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสุด	Nil (0)
ความถ่วงจำเพาะ	2-3.3
ดัชนีความหักเหของแสง	1.46
pH	9.0-10.2
เปอร์เซ็นต์ของแสง	83-90
สี	ขาว
โครงสร้าง	Flux Calcined
ค่าเฉลี่ยขนาดของไดอะตอม (ไมครอน)	38
ความหนาแน่น	18

แหล่งที่มา : Technical data of EAGLE – PICHER MINERALS , INC.

ตารางที่ 6 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

แหล่งที่มา : Technical date of EAGAL-PICHER MINERALS,INC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไดอะตอมไมท์จากแหล่งต่าง ๆ

แหล่ง	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	P_2O_5	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	MnO	H_2O	LOI
ดินเบา ดินดิบ แหล่งตำบลน้ำโจ้	67.26	14.29	6.52	0.49	0.10	0.34	0.35	0.16	1.11	0.007	1.62	7.28
ดินเบา ดินดิบในโรงเก็บแร่ แหล่งตำบลน้ำโจ้	72.47	12.67	3.86	0.42	0.09	0.39	0.32	0.14	0.90	0.007	2.02	6.73
ดินเบาแร่เกรดต่ำ แหล่งตำบลน้ำโจ้	51.85	14.46	20.58	0.59	0.58	0.16	0.39	0.15	0.04	0.05	1.90	7.90
ดินเบา ดินดิบสีขาว แหล่งตำบลน้ำโจ้	65.93	12.00	9.87	0.42	0.46	0.20	0.42	0.15	1.14	0.06	2.19	6.73
ดินเบาแต่งแล้ว แหล่งตำบลน้ำโจ้	70.57	12.80	4.71	0.44	0.10	0.26	0.38	0.15	0.01	0.01	2.38	7.00
ดินเบาสีขาว ก่อนแต่ง แหล่งตำบลบ้านกิ่ว	70.08	14.20	4.16	0.49	0.05	0.43	0.61	0.46	1.62	0.006	1.81	6.06
ดินเบาอมน้ำ แหล่งตำบลบ้านกิ่ว	71.90	16.77	0.37	0.54	0.02	0.33	0.55	0.23	1.72	0.01	1.76	5.90
ดินเบาสีชมพู แหล่งตำบลบ้านกิ่ว	68.81	15.97	3.38	0.54	0.03	0.54	0.72	0.25	1.89	0.01	1.57	5.93

แหล่งที่มา : ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2539

1.2.2 การใช้อิโซไลท์ (Isolite) ในการปรับปรุงดิน

ปิยะ (2537) รายงานว่า การนำซีโอไลท์มาใช้ผสมในดินที่มีการปลูกจำพวกหญ้าสนาม โดยใช้ในอัตรา 1.5 หรือ 3 ปอนด์/ตารางฟุต พบว่าได้ผลดี นอกจากนี้ยังนิยมใช้กับไม้เตี้ยๆ โดยใช้กับระบบน้ำหยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 อีโซไลท์เค้ก (Isolite Cake)

อีโซไลท์มีคุณสมบัติเป็นดินซุย เบา เนื้อพรุน เหมาะสำหรับเป็นตัวกรอง จึงได้นำอีโซไลท์มาทำเป็นวัสดุกรอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานผลิตผงชูรส นำมาใช้กรองของเสีย จึงทำให้มีวัสดุเหลือใช้ (Isolite cake) ซึ่งซีโอไลท์ที่ผ่านการนำมาใช้เป็นวัสดุกรองแล้วจะมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8

1.4 ปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักนับว่าเป็นแหล่งของวัตถุอินทรีย์ที่ดีแหล่งหนึ่ง ซึ่งเกษตรกรสามารถผลิตนำมาใช้ได้เอง ในการศึกษาและปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน และเป็นแหล่งของธาตุอาหารของพืช หากใช้ในอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสม ปุ๋ยหมักสามารถผลิตขึ้นมาได้ง่ายและใช้เวลาไม่นานนักโดยการใช้เศษเหลือของพืชในไร่นา ตลอดจนเศษขยะและเศษวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ถนอม คลอดเพ็ง และคณะ,2526)

ประโยชน์ของปุ๋ยหมักมีมากมาย ในแง่การใช้การบำรุงดินสำหรับพืชไร่ถ้าจะให้ได้ผลดีควรใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มเติมลงไปด้วย โดยทั่วไปแนะนำให้ใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 1-3 ตันต่อไร่ต่อปี ถ้าใส่ครั้งเดียว อัตรา 3-6 ตันต่อไร่ แล้วปลูกพืชติดต่อกันเป็นเวลา 2-3 ปีโดยหว่านให้ทั่วแปลงแล้วทำการไถคราดกลบทิ้งไว้ประมาณ 7-15 วันจึงทำการปลูกพืชต่อไป ถ้าจะให้ผลดีควรใส่ปุ๋ยเคมีให้แก่พืชไร่เพิ่มเติมลงไปด้วย เช่นการปลูกข้าวโพดในดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือควรใส่ปุ๋ย 15-15-15 , 16-16-8 และ 18-12-6 หรือปริมาณธาตุอาหารใกล้เคียง อัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อไร่ (น่ารู้น่าทำ เกษตรวันนี้ ,2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของอีโซไลท์ เค้ก (Isolite Cake) จากโรงงานผลิตน้ำตาล

คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี	ค่าที่ได้
ไนโตรเจน (%)	0.121
แอมโมเนียม (%)	0.019
ฟอสเฟส (%)	0.457
โพแทสเซียม (%)	0.071
แคลเซียม (%)	0.490
โซเดียม (%)	0.480
แมกนีเซียม (%)	0.081
เหล็ก (ppm.)	160.0
แมงกานีส (ppm)	7.0
ซัลเฟส (%)	0.229
คลอไรด์ (%)	0.005
ความชื้น (%)	34.430
น้ำตาล (%)	22.080
สารอินทรีย์ (%)	39.83
pH	3.16

แหล่งที่มา : Techical data of EAGLE -PICHER MINERALS ,INC.

2. การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารในดินทราย

การสูญเสียธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะการชะล้าง (Leaching) เป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพราะดินในภาคนี้ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนทรายมีอินทรีย์วัตถุน้อย จึงมีความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารต่ำ เมื่อฝนตกหนักธาตุอาหารจะถูกชะล้างลงสู่ใต้ดินอย่างรวดเร็ว ประมาณ 90% ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ในดินทรายในช่วงฤดูฝนถูกชะล้างลงสู่ดินล่างภายใน 1 เดือน ในขณะที่ดินร่วนเหนียวยังคงมีไนโตรเจนเหลือ อยู่ในดินประมาณ 50% นอกจากไนโตรเจนธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อื่นๆเช่น K, Ca, Mg, Na, ฯลฯ ก็ถูกชะล้างได้ง่ายเช่นเดียวกัน ฉนั้นการศึกษาการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารในดินทรายขณะที่ปลูกพืชและจัดการดินด้วยวิธีต่างๆจึงเป็นแนวทางใช้ประกอบการพิจารณาวิธีการใส่ปุ๋ยและการจัดการดินสำหรับดินทรายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารของพืชและลดการสูญเสียปุ๋ย การศึกษาการเคลื่อนที่ธาตุอาหารพืชในดินทรายทดลองใน Lysimeter ความลึก 1 เมตร การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารพืชในดินทรายเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อฝนตกเพราะดินมีความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารต่ำ ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชจะถูกชะล้างลงไปกับ Percolated Water สู่ระดับความลึกเกิน 1 เมตร ตามลำดับความมากน้อยคือ $SO_4^{2-} > Ca^{2+} > Cl^- > K^+ > Na^+ > Mg^{2+} > NO_3^- > NH_4^+$ สำหรับฟอสฟอรัสนั้นเคลื่อนที่ลงไปได้เล็กน้อยแต่อยู่ในระดับ 50 เซนติเมตร ทั้งนี้ความมากน้อยของธาตุอาหารที่ถูกชะล้างขึ้นอยู่กับปริมาณที่มีอยู่ในดินด้วย เช่น NH_4^+ ถูกชะล้างน้อยที่สุดเพราะมีอยู่ในดินน้อยมากส่วนใหญ่จะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของ NO_3^- เป็นต้น (นงลักษณ์ วิบูลสุข และคณะ , 2531)

ปริมาณน้ำฝนที่มากนอกจากจะช่วยทำให้ขบวนการปลดปล่อยอินทรีย์ในโตรเจนของดินดำเนินไปได้ดีกว่าในสภาพแห้งแล้งแต่ปริมานน้ำฝนมีมาก (220 ม.ม.) นี้ก็ทำให้ธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งในรูปแอมโมเนียมและไนเตรทถูกชะล้างจากดินชั้นบน (0-15 ซม.) ซึ่งเป็นบริเวณที่ใส่ปุ๋ย และแนวโน้มของการถูกชะล้างจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วในดินทรายที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว แสดงว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สามารถลดอัตราและปริมาณการถูกชะล้างของธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะถ้ามีการใส่อินทรีวัตถุในปริมาณมากและใส่ติดต่อกันนานๆ เนื่องจากอินทรีวัตถุช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารของดิน (Cation Exchenge Capacity, CEC) ดังนั้นสมควรใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับวัสนดุอินทรีย์หรือปุ๋ยอินทรีย์โดยเฉพาะในพื้นที่การเกษตรที่เป็นดินทราย (ประไพ ชัยโรจน์ และคณะ , 2531)

2.1 ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available phosphorus)

เนื่องจากความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่ำมาก การเพิ่มสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินนี้จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะการใส่ปุ๋นอินทรีย์จะทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีปริมาณสูงกว่าที่ได้จากการใส่ปุ๋ยเคมี แต่การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อาจจะไปช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในขบวนการ immobilization ซึ่งทำให้อนินทรีย์ฟอสฟอรัสถูกเปลี่ยนไปเป็นอินทรีย์ฟอสฟอรัส จึงทำให้ค่าฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้มีปริมานลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
33458

2.2 โพแทสเซียมที่สกัดได้จากดิน (Extractable Potassium)

การใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มปริมานโพแทสเซียมให้แก่ดิน และปริมานโพแทสเซียมที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์หรืออินทรีวัตถุในดินโดยการถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดินจะมีผลอย่างมากในกรณีที่ความชื้นของดินสูงหรือในฤดูฝนซึ่งฝนตกหนักและมีการกระจายของฝนดี

การที่มีน้ำฝนมากเกินไปในดินทรายจะชะล้างธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียม ยกเว้นฟอสฟอรัสไปจากบริเวณที่ใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ แต่การชะล้างธาตุอาหารไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีจะลดลงถ้าใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ประไพ ชัยโรจน์ และ สำเนา เพชรฉวี , 2531)

การสูญเสียไนโตรเจนในดินมีได้หลายวิธี เช่น การระเหยในรูปของก๊าซแอมโมเนียในสภาพดินมี pH สูง การสูญเสียโดยการชะล้าง (leaching) และขบวนการต่างๆในดิน เช่น ดีไนตริฟิ-เคชั่น (denitrification) การสูญเสียโดยการชะล้างในเขตที่มีฝนตกชุก เนื่องจาก NO_3^- เป็น anion จะมีการเคลื่อนย้ายในดินมากกว่าในรูปของแอมโมเนียมถึงแม้ว่าการใส่ปุ๋ยจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจนขบวนการต่างๆในดินซึ่งกระทำโดยกิจกรรมของจุลินทรีในย์ดินจะเปลี่ยนแปลงรูปของอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น NH_4^+ และ NO_3^- ซึ่งนอกจากจะถูกไปใช้เป็นประโยชน์โดยตรงแล้วยังมีการสูญไปโดยวิธีต่างๆทำให้ลดประสิทธิภาพของปุ๋ย โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินที่มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารต่ำ แอมโมเนียมไนโตรเจนที่ถูกเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนถูกชะล้างสูญหายไปจากพบริเวณรากพืชได้เร็วกว่า (พวงเล็ก และ วิศษฐ์ ,253)

3. ลักษณะของดินที่นำมาทำการทดลอง

ชุดดินที่นำมาทำการทดลอง คือ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินน้ำพองนี้เป็นดินทราย ซึ่งปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้ปลูกมันสำปะหลังหรืออ้อย และเป็นป่า ชุดดินนี้มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อุ้มน้ำได้น้อย และมักขาดน้ำในฤดูเพาะปลูก คืออุ้มน้ำได้เพียง 58 ม.ม. ในระดับความลึก 0-1 เมตร (สันติภาพ,2537) และเป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ นอกจากนี้ดินชุดน้ำพองเป็นดินที่มีแร่ดินเหนียวอยู่น้อยมาก เพียง 2.5-3 % และมีอนุภาคขนาดทราย 87-88 % (ปัทมา, 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดดินน้ำพองพบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ มี 3.0 % ของพื้นที่ทั้งหมดในภาค ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ประมาณ 3.18 ล้านไร่ (Nam Phong ,Ng) ตามระบบ U.S. Soil Taxonomy สามารถจำแนกได้ดังนี้

Order Entisol

Great Group Quartzipsamment

Subgroup Ustoxic Quartzipsamment

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

ชุดดินนี้เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินชนิดเคลื่อนย้ายโดยน้ำ ซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมี เนื้อดิน และปริมาณธาตุอาหารบางธาตุ ดังตารางที่ 9,10 และ11 ตามลำดับ

3.1. แนวทางในการแก้ปัญหาและข้อจำกัด

ปัญหาของดินทรายดังกล่าวข้างต้นหากไม่ทำการแก้ไขย่อมจะเป็นตัวกำจัดการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก

3.1.1 หลักการปรับปรุงดินเพื่อปลูกพืช

3.1.1.1 การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน นอกจากใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืชที่ปลูกแล้ว กลยุทธที่มีความเป็นไปได้อย่างยิ่งในการยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินนี้ได้แก่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน อินทรีย์วัตถุทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น ดินโปร่งร่วนซุย ช่วยลดปัญหาการแน่นตัวของดินในชั้นดินล่าง เม็ดดินจะยึดเกาะกันได้ดีขึ้นและทนทานต่อการถูกกัดเซาะโดยน้ำเป็นการลดอัตราการชะล้างพังทลายของดิน ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้นเป็นการสงวนความชื้นไว้ในดินให้เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้ยาวนานขึ้น ดินมีการดูดยึดปุ๋ยได้ดีขึ้น มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างมากขึ้น และที่สำคัญอินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งธาตุอาหารพืชและจุลินทรีย์ดิน การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินจะทำโดยการไถกลบอินทรีย์วัตถุ หรือโดยการปลูกพืชตระกูลถั่วที่เหมาะสมร่วมกับพืชหลักในระบบการปลูกพืช ย่อมเป็นการสร้างประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินโดยการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยพืชสดในดินในอัตรา 1-3 ตันต่อไร่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก เหมาะสมที่จะใช้กับพืชผัก ไม้ดอก-ไม้ประดับ หรือไม้ผลไม้ยืนต้น สำหรับพืชไร่ควรใช่ปุ๋ยพืชสด พืชปุ๋ยสดที่เหมาะสมจะใช้ในสภาพไร่ได้แก่ ปอเทือง ปอเทืองเตี้ย ถั่วพร้า และถั่วพุ่ม สามารถปลูกในพื้นที่แล้วไถกลบได้เลย

ตารางที่ 9 คุณสมบัติทางเคมีบางประการของชุดดินน้ำพอง

Depth (cm)	Horizon	pH(1:1) H_2O	pH(1:1) KCl	ΔpH	% O.M. (%C*1.724)	% (me/100g)	% B.S.
0-15	Ap	5.6	5.2	-0.4	0.62	3.3	70
15-42	C11	6.4	5.0	-1.4	0.07	0.2	80
42-100	C12	6.9	58	-1.1	0.05	0.7	86
100-120	IIC	5.0		-	0.15	4.9	53

แหล่งที่มา : เพิ่มพูน (2527)

ตารางที่ 10 แสดงเนื้อดินของชุดดินน้ำพอง (ดินเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดชนิดเคลื่อนย้ายด้วยน้ำ)

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	1.0	Sand
100-120	IIC	75	11	14.0	Sandy loam

แหล่งที่มา : เพิ่มพูน (2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณธาตุอาหารบางธาตุในดินชุดน้ำพอง (ดินเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดชนิดเคลื่อนย้ายโดยน้ำ)

Depth	Horizon	Basic cation (me/100g)				Acidic Cation	Avai. P(ppm)
(cm)		Ca	Mg	K	Na	(me/100g)	(Bray II)
0-15	Ap	1.6	0.4	0.1	0.2	1.0	3.2
15-42	C11	0.4	0.1	0.3	0.2	0.10	1.6
42-100	C12	0.3	0.1	0.04	0.1	0.1	1.2
100-120	IIC	1.2	0.1	0.1	2.3	2.3	1.8

แหล่งที่มา : เพิ่มพูน (2527)

3.1.1.2 การปรับปรุงคุณสมบัติของดิน

ดินส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีปัญหาดินเป็นกรดและเกิดชั้นดานในดิน การแก้ไขดินกรดโดยหว่านปูนขาวเพื่อลดความเป็นกรดของดิน โดยหว่านปูนขาวให้ทั่วแปลงอัตรา 500-1000 กก.ต่อไร่ ขึ้นกับความรุนแรงของความเป็นกรดของดิน ซึ่งจะทราบได้โดยนำดินไปวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง จากนั้นจึงทำการไถพรวนคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน พักดินไว้ 15-20 วัน จึงทำการเพาะปลูก การหว่านปูนขาวอาจหว่านพร้อมๆกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในแปลงเพาะปลูก แล้วทำการไถกลบดินในคราวเดียวกัน

สำหรับการทำลายชั้นดานในดิน การเตรียมดินเพื่อการเพาะปลูกโดยทั่วไปควรไถดินถึงระดับความลึก 30 ซม. จากผิวดิน ถ้าพื้นที่บริเวณนั้นมีชั้นดานอยู่ใต้ผิวดิน ควรทำลายชั้นดานโดยใช้ไถบุกเบิก (subsoiler) หรือไถดินดาน (ripper) ไถดินให้ลึกเพื่อทำลายชั้นดาน วิธีการป้องกันการเกิดชั้นดานในดิน ควรไถดินในระดับความลึกที่แตกต่างกันโดยไถดินในระดับลึกบ้างตื้นบ้าง สลับกันไปในแต่ละปีเพาะปลูก และควรทำการไถในขณะที่ดินมีความชื้นพอเหมาะหลังจากทำการปรับสภาพทางกายภาพของดินแล้วควรปรับปรุงดินโดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในดินทุกครั้งก่อนทำการเพาะปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.3 <u>การอนุรักษ์ดินและน้ำ</u>

ดินในภาคนี้ส่วนใหญ่เป็นดินทราย ดินทรายมีคุณสมบัติไม่เกาะตัว ง่ายต่อการชะล้างโดยกระแสน้ำไหลบ่า (high erodibility) ก่อให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายอยู่เสมอโดยเฉพาะในพื้นที่ลาดเท เพื่อป้องกันปัญหานี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในพื้นที่

หลักการพื้นฐานในการอนุรักษ์ดินและน้ำ กล่าวคือต้องจัดสร้างสิ่งปกคลุมดินป้องกันไม่ให้เม็ดฝนกระทบดินโดยตรง และสร้างสิ่งกีดขวางทิศทางการไหลของกระแสน้ำไหลบ่าเป็นการชลอลอความเร็วและความรุนแรงของกระแสน้ำรวมทั้งจัดสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่

3.1.2 <u>การจัดการดินเพื่อปลูกพืชไร่</u>

3.1.2.1 <u>ข้าวโพด : พันธุ์ที่แนะนำคือ สุวรรณ 1 สุวรรณ 2 ซาวาเอียนซูเปอร์สวีท</u>

ข้าวโพดที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการปลูกข้าวโพด คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซัลเฟอร์ ชุดดินนี้มีการชะล้างพังทลายและสูญเสียหน้าดินสูง ทำให้ธาตุอาหารพืชถูกชะล้างไปจากดิน การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินทำได้โดยการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ได้แก่ การใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกในอัตรา 1-3 ตันต่อไร่ หรือไถกลบพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่ว เช่น ปอเทือง ถั่วพร้า ถั่วพุ่ม เพื่อให้ได้แหล่งไนโตรเจนเพิ่มขึ้น หรือโดยการไถกลบตอซังพืช นอกจากนี้อาจใช้ระบบร่วมกับการปลูกข้าวโพด ได้แก่การปลูกพืชตระกูลถั่วร่วมกับการปลูกข้าวโพด หรือปลูกพืชตระกูลถั่วแซม หรือเหลื่อมฤดูกับการปลูกข้าวโพด โดยปลูกในแนวระดับของความลาดเทของพื้นที่ เพื่อลดอัตราการชะล้างพังทลายของดิน เป็นการรักษาธาตุอาหารพืชและความชุ่มชื้นในดินให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ยาวนานขึ้น

ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพด ควรเป็นดินร่วนเหนียว มีความร่วนซุย หน้าดินลึก ดินมีการระบายน้ำดี ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.5-7.5

การปลูกควรปลูกเป็นแถว ระยะปลูก 75x25 ซม^2. จำนวน 1 ต้นต่อหลุม หรือ 75x50 ซม^2. จำนวน 2ต้นต่อหลุม อัตราเมล็ดพันธุ์3-4 กก.ต่อไร่ ควรคลุกเมล็ดด้วยยากันเชื้อราก่อนปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใส่ปุ๋ยเคมีควรใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50-70 กก.ต่อไร่ แบ่งใส่โดยใส่รองพื้นก้นหลุมก่อนปลูกพร้อมกับฟูราดานเพื่อป้องกันแมลงทำลายต้นอ่อน จากนั้นจึงใส่อีกครั้งหนึ่งเมื่อต้นข้าวโพดสูงประมาณ 40 ซม. ใส่โดยการโรยข้างแถวปลูก ห่างจากแถวต้นข้าวโพดประมาณ 15-20 ซม. แล้วพรวนดินกลบโคนต้น การกำจัดวัชพืชให้กระทำตามความจำเป็น ควรทำการกำจัดวัชพืชแต่เนิ่นๆ อาจจะด้วยมือหรือสารเคมี

การจัดระบบการให้น้ำ ข้าวโพดจะอาศัยน้ำจากน้ำฝนเป็นหลัก ข้าวโพดต้องการน้ำเพื่อการผสมเกสรในระยะออกดอกตัวผู้และตัวเมีย ควรมีแหล่งน้ำชลประทานเพื่อใช้ประโยชน์ในสภาวะฝนทิ้งช่วง การปลูกข้าวโพดตอนต้นฤดูฝนจะให้ผลผลิตสูงกว่า และเป็นการหลีกเลี่ยงการแพร่ระบาดของโรคราน้ำค้าง

การเก็บเกี่ยว ข้าวโพดหวานอายุเก็บเกี่ยว 75 วัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 100 วัน ควรเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อฝักแก่จัด

4. การปลูกข้าวโพดหวาน

4.1 สภาพที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวโพดหวาน

ปกติแล้วข้าวโพดหวานเป็นพืชที่ปลูกได้ตั้งแต่เขตหนาว เช่น ประเทศแคนาดา จนถึงเขตร้อน เช่น ประเทศไทย ข้าวโพดหวานจะไม่เจริญเติบโตถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส ดังนั้น อุณหภูมิในประเทศไทยจึงเหมาะแก่การปลูกข้าวโพดหวานตลอดทั้งปี อาจจะมียกเว้นบ้างตามบริเวณที่ราบสูงในฤดูหนาว แต่ก็เป็นเพียงช่วงสั้นๆ เท่านั้น

ในเรื่องของดินนั้น ข้าวโพดหวานชอบดินร่วนและมีการระบายน้ำดี น้ำไม่ท่วมขัง ปฏิกิริยาของดิน (soil pH) อยู่ในช่วง 5.5-6.5 สำหรับดินในประเทศไทยนั้นแทบจะกล่าวได้ว่าปลูกข้าวโพดหวานได้แทบทุกที่ ดินบางชุดอาจมีปัญหาบาง แต่ก็สามารถแก้ไขได้

ถึงแม้ว่าสภาพดินฟ้าอากาศแบบประเทศไทยจะเอื้ออำนวยให้ปลูกข้าวโพดได้ทั้งปี แต่ผลผลิตข้าวโพดหวานก็จะแตกต่างกันไปตามฤดูกาลถึงแม้ว่าจะเลือกใช้พันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมสูงมากโดยเฉพาะพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ได้มีการปลูกข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์ATS-1 เป็นการค้า โดยปลูกทุกๆวัน ในปี พ.ศ. 2536 ในสภาพของเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธ์ ATS-1 มีช่วงวันตั้งแต่ปลูกถึงออกดอกยาวขึ้นเล็กน้อยในฤดูหนาว ซึ่งข้าวโพดพันธ์นี้จะออกดอกเมื่ออายุประมาณ 52 วันในฤดูร้อน แต่อาจยืดยาวเป็น 60 วันในฤดูหนาว ส่วนผลผลิตนั้นอาจจะต่ำเมื่อปลูกในเดือนมีนาคม และเดือนกันยายน ซึ่งเป็นเพราะฝนตกชุก และข้าวโพดเสียหายเป็นบางส่วน การปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายนจนถึงกุมภาพันธ์นั้นจะให้ผลผลิตสูงมาก เพราะเกษตรกรสามารถจัดระบบได้เต็มที่ คือสามารถให้น้ำได้ตามเวลา นอกจากนี้อากาศเย็นในช่วงกลางคืนก็มีส่วนช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้นด้วย

4.2 ความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพด

ข้าวโพด เป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยม ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลัก ส่วนธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารซึ่ง เรียกว่าธาตุปริมาณน้อย ซึ่งข้าวโพดมีความต้องการในการสร้างความเจริญเติบโต และผลผลิตในปริมาณที่น้อยมาก แต่ถ้าขาดธาตุดังกล่าวจะทำให้เป็นอุปสรรคในการจำกัดความเจริญเติบโต และกระทบกระเทือนถึงผลผลิต ได้แก่ เหล็ก สังกะสี แมงกานีส โบร่อน โมลิบดินั่ม ทองแดง แต่อย่างไรก็ตามธาตุดังกล่าวนี้ ไม่ปรากฏว่ามีปัญหาในการปลูกข้าวโพด หรือพืชไร่ทั่วๆ ไป นอกจากนี้ยังมีปริมาณที่เพียงพอในดินทั่วๆ ไป ธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง ตลอดจนธาตุปริมาณน้อยทั้งหลายนี้ ข้าวโพดมีความต้องการในระดับต่างๆ กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจำพวกธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยม มีความสำคัญต่อข้าวโพดอย่างเห็นได้ชัด และข้าวโพดจะแสดงการตอบสนองต่อธาตุอาหารทั้งสามนี้ในปริมาณที่แตกต่างกัน และในระยะเวลาการเจริญเติบโตที่ต่างกันในแต่ละชนิดของดิน และการที่ข้าวโพดดูดธาตุอาหารต่างๆ จากดินนำมาเพื่อการเจริญเติบโตนั้นย่อมมีผลจะทำให้ปริมาณของธาตุอาหารต่างๆ ในดินลดน้อยลงตามกาลเวลาของการปลูกพืชด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าไม่มีการบำรุงเพิ่มเติมจะถึงจุดๆ หนึ่งที่จะเกิดการขาดแคลน และเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วยดังตัวอย่าง เช่น การปลูกข้าวโพดติดต่อกันในระยะยาว เช่น ที่นิคมสร้างตนเองพระพุทธบาท จ.ลพบุรี ซึ่งทำการปลูกข้าวโพดติดต่อกันมาตั้งแต่เปิดให้กสิกรเข้าทำกินประมาณอายุได้ 25 ปี ผลปรากฏว่า ผลผลิตซึ่งเดิมที่ได้รับประมาณ 600 กก./ไร่ (ดินเหนียวสีแดง) แต่ปัจจุบันผลผลิตเฉลี่ยตกลงมาเหลือเพียง 250 กก./ไร่ การผลิตเมล็ดข้าวโพดในอัตราเฉลี่ยต่อไร่นั้น ข้าวโพดต้องดึงดูดเอาธาตุอาหารต่างๆ มาใช้จากดินเป็นปริมาณสูง ซึ่ง Takahashi (1968) ได้รายงานไว้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่12 แสดงธาตุอาหารในเมล็ดและตอซังข้าวโพด (กก./ไร่)

ธาตุอาหาร	ผลผลิตเมล็ดข้าวโพด 587 กก./ไร่	
	เมล็ด	ตอซัง
ไนโตรเจน	9.32	4.5
ฟอสฟอรัส	2.24	0.67
โพแทสเซี่ยม	2.94	9.5
แคลเซี่ยม	0.54	3.07
แมกนีเซี่ยม	1.14	3.0
แมงกานีส	0.009	0.06
สังกะสี	0.027	0.024

เมื่อพิจารณาจะเห็นว่า การผลิตข้าวโพดได้น้ำหนักเมล็ด 587 กก./ ไร่ ต้องใช้ไนโตรเจนจากดินประมาณ 9.32 กก. ซึ่งเมื่อคิดเป็นปริมาณปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตประมาณ 48 กก. ฟอสฟอรัส 2.24 กก. คิดเป็นปุ๋ยดับเบิ้ลซุเปอร์ฟอสเฟสประมาณ 6 กก. และโพแทสเซียม 2.94 กก. คิดเป็นปุ๋ยโพแทสประมาณ 4 กก. นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่นๆ อีก การที่กสิกรไถกลบต้นข้าวโพดคืนสู่ดิน เป็นการนำธาตุอาหารกลับไปสู่ดินได้บ้าง ข้าวโพดเจริญเติบโตในแต่ระยะนั้นมีความต้องการอาหารธาตุจากดินไปใช้ต่างๆ กัน เช่น ไนโตรเจนนั้นข้าวโพดจะดูดจากดินขึ้นมาใช้ตั้งแต่เริ่มแรกของการเจริญเติบโต และปริมาณจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในระยะที่ข้าวโพดกำลังจะออกดอก และฝักอ่อนถึงระยะอายุ 50-60 วัน ซึ่งก็ตรงกับรายงานของ Nelson (1968) รายงานไว้ที่อายุประมาณ 40-50 วัน แต่อย่างไรก็ตามธาตุไนโตรเจนจากดินก็จะถูกดูดไปใช้ตลอดระยะการเจริญเติบโต ส่วนธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่ข้าวโพดดูดไปใช้ตลอดระยะการเจริญเติบโต ซึ่งระยะที่ข้าวโพดต้องการมากคือเริ่มระยะแรก แต่อย่างไรก็ตามจะสังเกตเห็นว่า ข้าวโพดในระยะเดือนแรกจะแสดงอาการขาดธาตุฟอสฟอรัส ไม่ว่าจะปลูกในดินชนิดใดก็ตาม แต่อาการจะหายในในเมื่ออายุของข้าวโพดมากขึ้น ทั้งนี้มิใช่ว่าดินนั้นจะขาดธาตุฟอสฟอรัสเสมอไป แต่เป็นเพราะระบบราก และสรีระวิทยาของข้าวโพดไม่สามารถดูดธาตุฟอสฟอรัสในดินให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตในระยะนั้นได้ สำหรับธาตุโปตัสเซียมซึ่งมีอยู่ในปริมาณสูงในดินที่มีดินเหนียวปนอยู่ เช่นดินในแหล่งปลูกข้าวโพดทั่วไป การดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมเซียมนี้ข้าวโพดจะดูดไปใช้ในปริมาณสูงตลอดฤดูกาลตามปริมาณที่ปรากฏในดิน และส่วนใหญ่ประมาณ 1/3 ของปริมาณที่พบอยู่ในเมล็ด และ 2/3 จะพบอยู่ในต้น และใบซึ่งเป็นส่วนที่จะถูกไถกลบลงสู่ดินดังเดิม และไม่ค่อยปรากฏให้เห็นว่ามีการขาดธาตุโพแทสเซียมในดินส่วนใหญ่ของประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การตอบสนองของข้าวโพดต่อธาตุอาหารหลัก (N, P และ K)

ความสัมพันธ์ของระยะเวลาการดูดธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของธาตุไนโตรเจน ซึ่งมีความสำคัญต่อข้าวโพดที่ปลูกในดินแทบทุกชนิด ข้าวโพดส่วนใหญ่จะตอบสนองต่อธาตุดังกล่าวนี้ในระดับต่างๆ กัน ตามความมากน้อยของความอุดมสมบูรณ์ของดิน Takahashi (1972) ทำการทดลองพบว่า ช่วงเวลาการเจริญเติบโตของข้าวโพดในช่วงอายุ 18-39 วัน จะพบว่าปริมาณการดูดธาตุไนโตรเจนสูงสุด และปริมาณจะลดลงตามอายุการเจริญเติบโตของข้าวโพด ทั้งนี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับปริมาณการดูดใช้ต่อวันด้วย

จากความสัมพันธ์ของข้าวโพดต่อการดูดใช้ธาตุอาหารต่างๆ นี้ การตอบสนองของข้าวโพดต่อธาตุอาหารต่างๆ ซึ่งมีอยู่ในดินแต่ละชนิดก็มีความสำคัญในด้านการตัดสินใจในการที่จะเพิ่มหรือลด ตลอดจนการแก้ไขเพิ่มผลผลิตให้กับข้าวโพด ดินแต่ละชนิดย่อมมีปริมาณระดับและการเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป เช่นดินเหนียวสีแดงที่พบโดยทั่วไปในท้องถิ่นปลูกข้าวโพด ย่อมมีการตอบสนองของข้าวโพดที่ปลูกในดินนี้ต่างกันคือ ในดินเหนียวสีแดงเป็นพื้นที่ทำการกสิกรรมมานาน การสูญเสียและลดระดับความอุดมสมบูรณ์ซึ่งหมายถึง ธาตุอาหารต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส อย่างรวดเร็วดังนั้นข้าวโพดที่ปลูกในดินสภาพดังกล่าวจะพบว่ามีการตอบสนองต่อไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในระดับสูงหรือต่ำตามระดับของปริมาณธาตุอาหารมากน้อยลดหลั่นกันไป ส่วนข้าวโพดที่ปลูกในดินเหนียวสีแดงที่เป็นพื้นที่ทำการกสิกรรมใหม่โดยเฉพาะอย่างในท้องที่ จ .อุทัยธานี และ อ .กัณทรลักษณ์ จ .ศรีสะเกษ และบางส่วนของ จ. เลย พบว่าปริมาณของธาตุอาหารต่างๆ ในดินมีอยู่ในระดับสูงมาก การปลูกข้าวโพดในท้องที่ดังกล่าวแทบจะไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเลย โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส และอาจจะมีผลตอบสนองต่อไนโตรเจนบ้างในปริมาณเล็กน้อยเช่นเดียวกับผลตอบสนองของข้าวโพดที่ปลูกในดินเหนียวสีดำ ดินร่วนเหนียวสีน้ำตาล ข้าวโพดที่ปลูกในดินดังกล่าวมีผลตอบสนองต่อธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนใหญ่ จะมีผลตอบสนองต่อธาตุฟอสฟอรัสอยู่บ้างก็เพียงในระดับต่ำเท่านั้น สำหรับดินเหนียวสีน้ำตาลคล้ำนั้น โดยทั่วไปจะพบว่ามีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกัน มีการตอบสนองต่อไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในระดับต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับท้องถิ่นซึ่งเวลาของการเปิดป่าแตกต่างกัน เช่นในเขต จ. ลพบุรี และเพชรบูรณ์นั้น ข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในระดับต่ำ - ปานกลาง แต่ดินชนิดเดียวกันในบางท้องถิ่นของ จ. นครสวรรค์นั้น ข้าวโพดตอบสนองในระดับต่ำ การที่สามารถประเมินผลการตอบสนองของข้าวโพดที่ปลูกในดินชนิดต่างๆ นี้ ย่อมเป็นประโยชน์ในการที่จะใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลของการที่ใช้ปุ๋ย เพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินชนิดนั้นๆ ได้ อย่างไรก็ตาม มาตรฐานการตัดสินว่า ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความอุดมสมบูรณ์ หรือปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ที่อยู่ในดินอยู่ในระดับใดจึงถือว่าเป็นระดับต่ำ หรือสูงพอ และดินชนิดดังกล่าวนี้จะต้องการธาตุอาหารต่างๆ เพิ่มเติมหรือไม่ จากการค้นคว้าทดลองหาระดับธาตุอาหารฟอสฟอรัสในดินโดยใช้มาตรฐานของการใช้ค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้คำนวณจากสมการ Mitcherlich พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ 15 ppm (สกัดดินด้วยวิธี Bray II) หรือ 5.4 กก. ต่อไร่ นั้น เป็นระดับวิกฤต (Critical level) กล่าวคือ ถ้าดินโดยทั่วไปมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินต่ำกว่าระดับนี้ ข้าวโพดปลูกในดินดังกล่าวจะมีการตอบสนองต่อฟอสฟอรัสที่ใส่ในดิน เช่นการใช้ปุ๋ยฟอสเฟต สำหรับปริมาณโพแทสเซียมในดินเหนียว หรือร่วนเหนียว พบว่าถ้าปริมาณของธาตุโพแทสเซียมในดินต่ำกว่า 100 ppm (สกัดดินด้วย 1 N Ammoniumacetate pH 7) หรือ 36 กก./ ไร่ ถือว่าดินนั้นมีปริมาณโพแทสเซียมในดินต่ำ พืชอาจจะแสดงการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใส่ แต่อย่างไรก็ตาม ลักษณะธรรมชาติของโปตัสเซี่ยมในดินจะมีการถูกปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดในดินมาอยู่ในรูปของ exchangeable โพแทสเซียมมีการหมุนเวียนมาแทนที่อยู่ตลอดเวลาจากสินแร่ feldspar สู่ส่วนที่เป็นสารละลายในดิน ฉะนั้นการตอบสนองของโปตัสเซียมในดินที่มีดินเหนียวปนอาจจะไม่แสดงการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโปแตส ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่า 100ppm ก็ตาม แต่ถ้าในกรณีดินทราย หรือปนทราย ส่วนใหญ่ มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมต่ำกว่า 100 ppm แต่ไม่ถือว่าดินนั้นมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมต่ำ ดังนั้นการขาดธาตุอาหารโพแทสเซียมและการตอบสนองต่อธาตุนี้กับดินโดยเฉพาะดินในแหล่งปลูกข้าวโพดแทบจะไม่พบเลย และสิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งโดยทั่วไปจะถือว่ามีธาตุไนโตรเจนปนอยู่ประมาณ 20 % ซึ่งเป็นแหล่งสำรองธาตุไนโตรเจนในรูปอินทรีย์สารถึง 98 % แต่อย่างไรก็ตาม การถือว่าในดินชนิดใดมีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุสูง แล้วจะถือว่าดินนั้นมีปริมาณของธาตุไนโตรเจนอยู่สูงเสมอไปนั้นไม่เป็นความจริงเสมอไป แต่เป็นเพียงดัชนีบ่งชี้ให้ทราบเพียงคร่าวๆ ว่าการที่ดินมีอินทรีย์วัตถุอยู่สูงย่อมมีแนวโน้มที่จะมีธาตุไนโตรเจนอยู่สูง ซึ่งถือว่าระดับปานกลาง ของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินเหนียวประมาณ 2.0 % และในดินทรายอาจจะมีต่ำกว่า 1.00 % ก็ได้ ส่วนธาตุอาหารรอง และธาตุปริมาณน้อยนั้นย่อมมีอยู่ในระดับแตกต่างกันออกไปในแต่ละธาตุ ซึ่งยังไม่ก่อให้เกิดปัญหากับดินในแหล่งปลูกข้าวโพด ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน แสดงไว้ในตารางที่ 13

การที่ดินมีปฏิกิริยาของดิน (pH) ที่เป็นกรดจัดนั้นย่อมเป็นอุปสรรคต่อการปลูกข้าวโพด และยังส่งผลสะท้อนไปยังการเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารต่างๆ ในดินซึ่งเป็นปัจจัยควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องปรับระดับของ pH ให้พอเหมาะ คือการนำปูนขาวหรือปูนมาร์ล ตลอดจนหินบดมาใส่ตามอัตราที่กำหนดโดยได้จากการคำนวณทางห้องปฏิบัติการหลังจากทราบผลวิเคราะห์ดินแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่13 แสดงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกข้าวโพด

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน	ค่าวิเคราะห์ดิน				
	pH	%OM.	P(ppm)	K(ppm)	CEC(meq/100g)
ต่ำ	<0.5	<1.8	<10	<40	<10
ปานกลาง	5.0-6.4	1.8-2.9	10-19	40-90	10-24
สูง	6.5-7.5	>3.0	>20	>100	25

4.4 การใช้ปุ๋ยธาตุรอง และธาตุปริมาณน้อยกับข้าวโพด

ข้าวโพดหวาน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชไร่ที่ต้องการธาตุรอง (secondary elements) และธาตุปริมาณน้อย (minor elements) ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่ และพืชล้มลุกอื่นๆ การศึกษาถึงสภาวะของธาตุรอง และธาตุปริมาณน้อยในดินไร่ของประเทศไทยที่และวๆ มา พบว่าดินในหลายท้องที่ขาดธาตุรอง และธาตุปริมาณน้อยเมื่อปลูกข้าวโพด ดินที่พบว่ามักจะขาดได้แก่

- ดิน gray podzolic และ red – yellow podzolic ซึ่งมีเนื้อดินเป็นทราย มักพบว่าข้าวโพดขาดกำมะถัน แมกนีเซียม และสังกะสี
- ดินใน corn belt ได้แก่ ดิน reddish brown lateritic พบว่าบางแห่งขาดธาตุกำมะถันแต่ความรุนแรงน้อยกว่าที่พบในดินประเภทแรกในข้อ 1 การพบการขาดธาตุสังกะสีในดินชนิดนี้มีไม่บ่อยครั้งเหมือนในดินประเภทแรก

4.4.1 การใส่ปุ๋ยธาตุรอง และธาตุปริมาณน้อย

กำมะถัน การแก้ไขการขาดธาตุนี้ ทำได้โดยการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบกำมะถันในปุ๋ยควรมีปริมาณอย่างน้อย 5% ของเนื้อปุ๋ย หรือจะใช้การใส่สารเคมีที่มีกำมะถันโดยตรงก็ได้ สารพวกนี้ได้แก่ ผงกำมะถัน ยิบซั่ม และสารประกอบประเภทเกลือซัลเฟตทั้งหลาย

โดยปกติข้าวโพดที่ให้ผลผลิตประมาณ 500 – 600 กก./ไร่ จะดูดธาตุกำมะถันออกไปจากดินประมาณ 2.0 – 3.0 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยกำมะถันจึงควรคำนวณใส่ให้ได้ปริมาณกำมะถันอย่างน้อย 4 กก./ไร่ ปุ๋ยเคมี 20 – 20 – 0, 16 – 20 – 0 และสูตรอื่นๆ อีกหลายชนิด มีกำมะถันปนอยู่เกือบถึง 10 % เมื่อใส่ปุ๋ยนี้ในอัตรา 50 กก./ไร่ ก็จะมีกำมะถันอยู่ถุง 4 – 5 กก./ไร่ ซึ่งก็นับว่าเป็นการเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแก้ไขปัญหาการขาดธาตุนี้ในดินที่ขาดเฉพาะ 1 ฤดู การใส่ผลกำมะถัน หรือยิปซั่มก็อาจใส่แบบหว่านลงไปก่อนปลูกก็ได้ ถ้าเป็นสารประกอบให้ใส่รวมกับปุ๋ยเคมีได้

<u>แมกนีเซียม</u> ปกติข้าวโพดจะขาดธาตุนี้ในกรณีที่ดินเป็นกรดจัด การดูดธาตุแมกนีเซียมออกไปจากหน้าดิน เท่าที่เคยวิจัยมานั้นพบว่า ดูดออกไปไม่เป็นจำนวนคงตัวแน่นอน แต่โดยเฉลี่ยข้าวโพดที่มีระดับผลผลิต 500 – 600 กก./ไร่ จะดูดธาตุนี้ออกไปจากหน้าดินประมาณ 1 กก./ไร่ ปุ๋ยที่นิยมใช้ได้แก่แมกนีเซียมซัลเฟต โดยใส่คลุกกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 5 – 10 กก./ไร่ ของเนื้อปุ๋ยใส่ตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี

<u>สังกะสี</u> ข้าวโพดที่มีระดับผลผลิต 500 – 600 กก./ไร่ จะดูดธาตุสังกะสีออกไปจากหน้าดิน ประมาณ 0.5 – 1.0 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยสังกะสีใช้สารประกอบพวกสังกะสีซัลเฟตใส่ในอัตรา 3 – 5 กก./ไร่ โดยคลุกรวมกับปุ๋ยเคมี ใส่ตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมี

4.5 <u>การใช้ปุ๋ยและการบำรุงดิน</u>

ในการปลูกข้าวโพดหวานในแต่ละครั้งข้าวโพดจะดูดธาตุอาหารจากดินไปเป็นจำนวนมาก เกษตรกรจึงจำเป็นจะต้องใส่ปุ๋ยและบำรุงดินให้ดมสมบูรณ์และใส่ให้ถูกระยะเวลาความต้องการของข้าวโพด ข้าวโพดที่ได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอตั้งแต่ระยะเริ่มงอกจะทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบเป็นไปอย่างสมบูรณ์และสม่ำเสมอ ในทำนองเดียวกันในระยะของการสร้างดอก ธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยจะทำให้การเจริญพันธุ์ของข้าวโพดเป็นไปอย่างสมบูรณ์และจะได้ผลผลิตสูง ดังนั้นช่วงระยะวิกฤติจะเป็นช่วงเวลาสำคัญที่เกษตรกรจะต้องพิจารณาในการใส่ปุ๋ยให้แก่ข้าวโพด จากการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง จะทำให้ข้าวโพดหวานให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ย 2 ครั้งอย่างไรก็ตาม เกษตรกรจึงต้องคำนึงถึงชนิดของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินในการพิจารณาปริมาณของปุ๋ยที่จะใส่ในแต่ละครั้ง และจำนวนครั้งของการใส่ปุ๋ยดังตารางที่ 14

นอกจากการใส่ปุ๋ยเคมีแล้ว การปรับปรุงบำรุงดินด้วยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยคอกจะช่วยให้กายภาพของดินและเคมีของดินดีขึ้น ดินจะมีความอุดมสมบูรณ์ ความร่วนและความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ดังนั้น เกษตรกรจึงควรมีการไถกลบตอซังของข้าวโพดหวานกลับไปสู่ดินบ้าง หรือจัดหาปุ๋ยคอกใส่ในอัตรา 1 ตันต่อไร่ หรือปลูกพืชตระกูลถั่วสลับกับการปลูกข้าวโพดหวานจะทำให้คุณสมบัติของดินดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสังเกตุการปลูกข้าวโพดหวานของเกษตรกรที่ปลูกติดต่อกันเป็นเวลานาน และไม่มีการบำรุงดินให้ดี พบว่า ผลผลิตข้าวโพดหวานลดลง และจำเป็นต้องแก้ไข

ตารางที่ 14 คำแนะนำในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดหวาน

ครั้งที่	ชนิดปุ๋ย	อัตรา (กก./ไร่)	อายุข้าวโพดหวาน (วัน)
1	16-20-0	75	ขั้นเตรียมดิน
2	46-0-0	75	25
3	46-0-0	150	45

หมายเหตุ

1. ในดินทรายการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ควรใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15
2. การจะใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3หรือไม่ ให้พิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของข้าวโพดเป็นสำคัญ

แหล่งที่มา : เอกสารทางวิชาการ ฉบับที่ 1 (2524). สมาคมการค้าปุ๋ย และธุรกิจเกษตรไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์และสารเคมี

1. ชุดดินน้ำพอง (เก็บจากสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5 จ.ขอนแก่น)
2. ข้าวโพดหวาน
3. Lysimeter 32 อัน
4. ซีโอไลท์ (Zeolite)
5. อีโซไลท์ (Isolite)
6. ปุ๋ยเคมี
7. ปุ๋ยหมัก
8. ซีโอไลท์ เค้ก (isolite cake)
9. ภาชนะรับน้ำ (ขวดน้ำอัดลมขนาด 2 ลิตร)
10. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
11. เครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2. วิธีการทดลอง

1. เก็บดินมา 3 ระดับความลึก คือ 0-15 cm.,15-50 cm.,และ50-100 cm.
2. Lysimeter ทำจากท่อ PVC มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.50 cm. สูง 100 cm ปลายท่อด้านล่างปิดด้วยแผ่นพลาสติกใสที่เจาะรูสำหรับเป็นทางออกของน้ำที่ถูก leaching ลงมา มีภาชนะรองรับน้ำอยู่ด้านล่างทำมาจากขวดน้ำอัดลมขนาด 2 ลิตรที่เจาะรูไว้ด้านข้าง รองพื้น Lysimeter ด้วยตะแกรงถี่ๆ ตามด้วยหินกรวดหนัก 4 kg
3. นำดินแต่ละชั้นความลึกมาคลุกเคล้ากัน
4. นำดินที่ชั้นความลึก 50-100 cm. หนัก 36.88 kg และ 15-50 cm.หนัก 30.49 kg ใส่ใน Lysimeter ตามลำดับ(แบ่งดินไว้จำนวนหนึ่งเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารก่อนปลูกข้าวโพด)
5. ดินในชั้นความลึกระดับ 0-15 cm.หนัก 8.19 kg นำมาผสมคลุกเคล้ากับสารปรับปรุงดินต่อไปนี้ คือ ซีโอไลท์,อีโซไลท์,ปุ๋ยหมัก,อิโซไลท์ เค้ก และ ปุ๋ยเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทำการทดลอง 8 treatment, 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ CRD ดังนี้

Treatment ที่ 1 Control (ดิน+ปุ๋ยเคมี)

Treatment ที่ 2 ดิน+ปุ๋ยเคมี+ปุ๋ยหมัก (ปุ๋ยหมักใช้อัตรา 2 ตัน/ไร่ หรือ 3.76 g / Lysimeter)

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

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

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

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

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

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

การใส่ปุ๋ยเคมีแบ่งได้ 3 ครั้ง คือ (เอาสารทางวิชาการ ฉบับที่ 1, 2524. สมาคมการค้าปุ๋ยและธุรกิจเกษตรไทย)

ครั้งที่ 1 สูตร 15-15-15 ใส่ 150 กิโลกรัม/ไร่ ใส่ดินก่อนปลูก (0.4321 g/Lysimeter)

ครั้งที่ 2 สูตร 46- 0- 0 (urea) ใส่ 150 กิโลกรัม/ไร่ ใส่หลังปลูก 25 วัน (0.4321 g/Lysimeter

ครั้งที่ 3 สูตร 46- 0- 0 (urea)ใส่ 75 กิโลกรัม/ไร่ ใส่หลังปลูก 45 วัน (0.217 g/Lysimeter)

5. ปลูกข้าวโพดหวาน จำนวน 5 ต้น/Lysimeter ถอนออกให้เหลือ 1 ต้น/Lysimeter เมื่อต้นข้าวโพดมีอายุประมาณ 2 สัปดาห์

6. นำภาชนะมารองรับน้ำจากการ leaching ในแต่ละ Lysimeter วัดปริมาตรน้ำที่ได้ จากนั้นนำน้ำที่ได้ไปกรองแล้ววิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารที่ถูก leaching (โดยเก็บอาทิตย์ละครั้ง)

7. ชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งข้าวโพดแต่ละ treatment

8. หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดแล้ว จะนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์อีกครั้ง เป็นการวิเคราะห์ดินหลังปลูก

9. เปรียบเทียบผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ดินซีโอไลท์,อีโซไลท์ อีโซไลท์เค้ก และน้ำ

3.1 การวิเคราะห์ดิน,ซีโอไลท์,อีโซไลท์ และอีโซไลท์เค้ก

- ค่าความเป็นกรด-เป็นด่าง โดยใช้เครื่องวัด pH (pH Meter Model HI 8317)ใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1

- ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกใช้วิธี ทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำแล้วสกัดเอาน้ำส่วนที่ได้ไปวัดค่าการนำไฟฟ้า (ECe) โดยใช้เครื่องวัด EC (EC Meter Model CG 857)

- ค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูก โดยใช้เครื่องวัด EC (EC Meter Model CG 857) ใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5

- ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter) โดยวิธี(Walley & Black.1934)ใช้ 1.0 N $K_2Cr_2O_7$ ออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอน นำไปคำนวณโดยเปลี่ยน %ของ Organic Carbon ไปเป็น Organic matter โดยคูณด้วย 1.72

- ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II ที่ใช้น้ำยาสกัด (0.1 N HCL + 0.3 N NH_4F) ในสัดส่วน 1:10 เขย่านาน 60 วินาที และ ใช้น้ำยาโมลิบเดทที่เป็นกรดและกรดแอสคอบิค develop สี แล้ววัดความเข้มข้นด้วย Spectronic 20 Spectrophotometer Model Spectonic 21

- ปริมาณโพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม และโซเดียม สกัดดินด้วย 1 N NH_4OAc pH 7.0 และหาค่าโดยเครื่อง Atomicabsoption spectrophotometer

- ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity,CEC) โดย ชะดินด้วย 1 N NH_4OAc pH 7.0 และแทนที่ประจุแอมโมเนียมด้วยสารละลาย 10% NaCl ในสภาพกรด กลั่นหาประจุแอมโมเนียม แล้วคำนวณหาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวิเคราะห์น้ำ

เป็นการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารแต่ละตัวที่ถูก leaching ได้แก่

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่องวัด pH (pH Meter Model HI 8317)

- ค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้เครื่องวัด EC (EC Meter Model CG 857)

- ปริมาณไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม โดยวิธี Colorimetric (J.E. Yang, E.o, Skogley, * BE. Sehaff, and J.J. KIM.)

- ปริมาณไนเตรท โดยวิธีSSP (Simplified sodium salicylate procedure) (J.E. Yang, E.o, Skogley, * BE. Sehaff, and J.J. KIM.)

- ปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธี BrayII

- ปริมาณโพแทสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม และโซเดียม วัดโดยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1.คุณสมบัติของดินชุดน้ำพองที่ใช้ในการทดลอง

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินชุดน้ำพอง และสารปรับปรุงดิน มีคุณสมบัติดังแสดงไว้ในตารางที่ 15 และ16 ตามลำดับ

ตารางที่ 15 แสดงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินชุดน้ำพอง

Depth	pH(ดิน:น้ำ)	ECe	Basic cation (meq/100g)				CEC	%O.M.	Avai.P(ppm)
(cm)	(1:1)	(mS/cm)	Ca	Mg	K	Na	(meq/100g)		(Bray No.2)
0-15	4.98	1.77	0.66	0.07	0.14	0.14	1.40	0.37	19.23
15-50	4.89	0.72	0.54	0.05	0.05	0.1	1.10	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 16 แสดงคุณสมบัติทางเคมีบางประการของสารปรับปรุงดิน

สารปรับ	pH(:น้ำ)	ECe	Basic cation (meq/100g)				CEC	%O.M.	Avai.P(ppm)
ปรุงดิน	(1:2)	(mS/cm)	Ca	Mg	K	Na	(meq/100g)		(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	3.86	0.66	1.56	0.30	0.34	1.51	4.17	30.10	97.50
ปุ๋ยหมัก	6.53	4.06	21.02	0.09	4.08	0.52	27.60	10.42	780.00

หมายเหตุ -*สารปรับปรุงดิน : น้ำ (1:1)

- nd = non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณสมบัติของสารปรับปรุงดินต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ปลูกข้าวโพด

2.1 ความเป็นกรด-ด่าง

2.1.1 ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินใน treatment ต่างๆ มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของดินชุดน้ำพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 17 และกราฟที่ 1 โดยพบว่าการใส่ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10% ทำให้ pH ของดินลดลงโดยวัดได้ 4.75 และ 4.92 ตามลำดับ ในขณะที่ใส่ปุ๋ยหมัก Zeolite และ Isolite สามารถเพิ่มความเป็นกรด-ด่างของดินได้เล็กน้อย วัดได้ตั้งแต่ 5.25- 6.18 โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเติม Isolite สามารถเพิ่มความเป็นกรด-ด่างของดินได้มากที่สุดทั้ง 5 และ 10%โดยวัดได้ 5.69 และ 6.18 ตามลำดับ

2.1.2 ความเป็นกรด-ด่างของดินหลังปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินใน treatment ต่างๆ มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของดินชุดน้ำพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 17 และกราฟที่ 1 โดย pH ของดินหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพบว่า pHของดินหลังปลูกทั้งหมดสูงขึ้นโดยวัดได้ตั้งตั้งแต่ 8.06-9.24 โดยเฉพาะการใส่ Isolite และ Isolite cake จะทำให้ pHของดินสูงขึ้นถึง 8.63-9.24

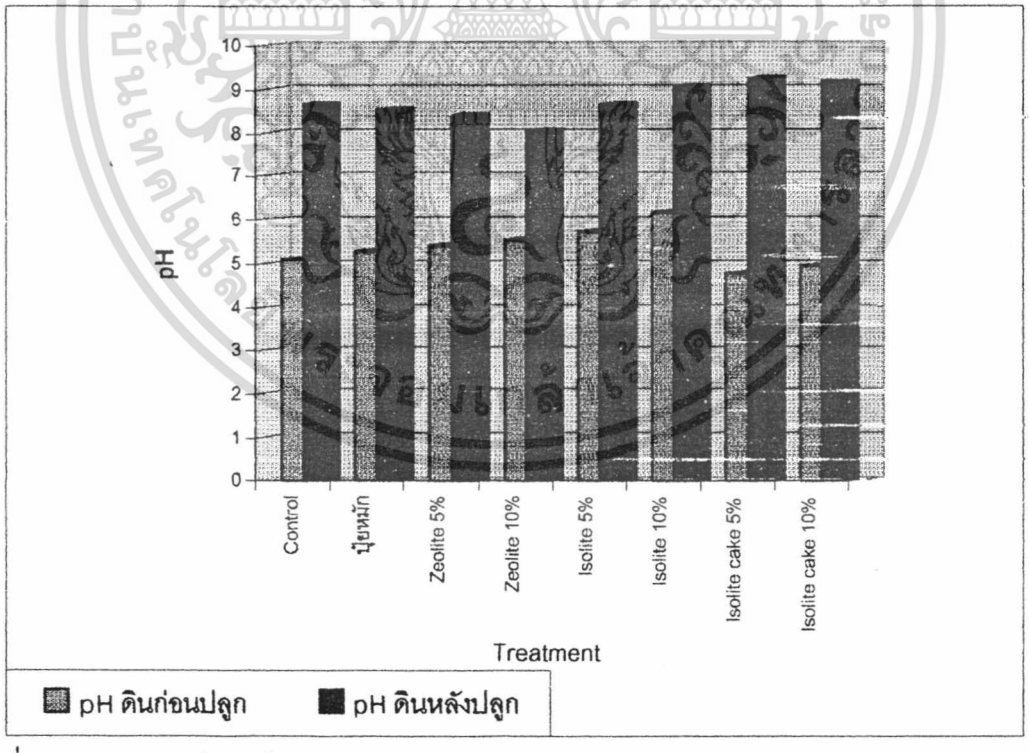
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพดหวาน

Treatment	pH ดินก่อนปลูก **	pH ดินหลังปลูก**
1. Control	5.06 e	8.63 abcd
2. ปุ๋ยหมัก	5.25 bc	8.50 cde
3. Zeolite 5%	5.37 d	8.38 de
4. Zeolite 10%	5.54 c	8.06 e
5. Isolite 5%	5.69 b	8.63 bcde
6. Isolite 10%	6.18 a	9.06 abc
7. Isolite cake 5%	4.75 f	9.24 a
8. Isolite cake 10%	4.92 f	9.16 ab
CV	1.68%	4.24%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าpH ดินก่อนปลูก และหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (ECe)

2.2.1 ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินใน Treatment ต่างๆ มีผลต่อการนำไฟฟ้าของดินชุดน้ำพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 18 และกราฟที่ 2 โดย ECe ของดินก่อนปลูกพบว่าทุก treament สามารถเพิ่มค่า ECe ให้แก่ดินได้ยกเว้นที่ใส่ Isolite 10% โดย treament ที่สามารถเพิ่มค่า ECe ให้แก่ดินได้สูงที่สุดคือ Isolite cake 5% รองลงมาคือ Zeolite 5%ซึ่งวิเคราะห์ได้ 4.18 และ 4.52 mS/cm. ตามลำดับ ในขณะที่ treament อื่นๆ ไม่แตกต่างกันมากนักโดยวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 2.90-3.89 mS/cm.

2.2.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินมีผลต่อการนำไฟฟ้าของดินชุดน้ำพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 18 และกราฟที่ 2 โดย Treatment ที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดคือ treatment ที่มี Isolite cake 10% ซึ่งวัดได้ 0.24 mS/cm ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment อื่นๆ ในขณะที่ treatment อื่นๆ ไม่มีความแตกต่างมากนัก โดยวัดได้ตั้งแต่ 0.12-0.16 mS/cm และเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินลดลงในทุกtreatment

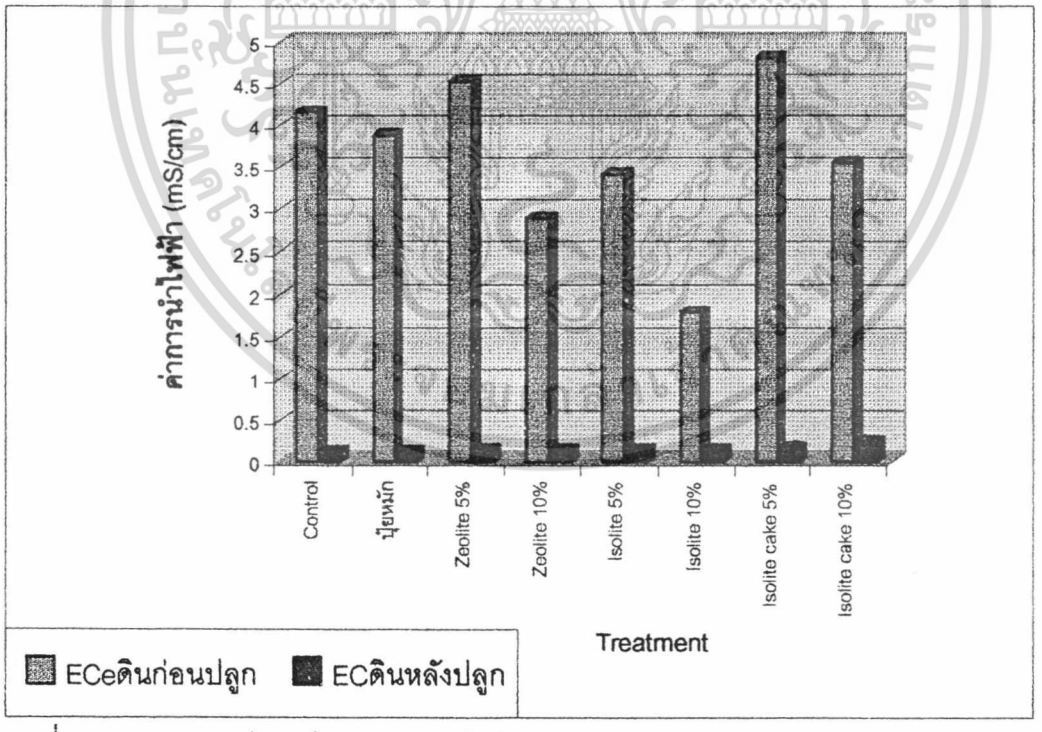
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด และหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	ECeดินก่อนปลูก**	ECดินหลังปลูก**(1:5)
1. Control	2.00 f	0.13 b
2. ปุ๋ยหมัก	3.89 c	0.12 b
3. Zeolite 5%	4.52 b	0.15 b
4. Zeolite 10%	2.90 e	0.15 b
5. Isolite 5%	3.41 d	0.15 b
6. Isolite 10%	1.79 g	0.15 b
7. Isolite cake 5%	4.81 a	0.16 b
8. Isolite cake 10%	3.55 d	0.24 a
CV	3.14%	20.10%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูก และหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

2.3.1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินก่อนปลูกข้าวโพด

จากการวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุของดินก่อนปลูกข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแต่ละtreatment อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 19 และกราฟที่ 3 โดย treatment ที่สามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินได้มากที่สุด คือ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10 % โดยวิเคราะห์ได้ 1.69 และ 3.94 % ตามลำดับ รองลงมา คือ treatment ที่ใส่ ปุ๋ยหมัก ซึ่งวิเคราะห์ได้ 1.27% ส่วนtreatment อื่น ๆไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

2.3.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินหลังปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดิน มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแต่ละ treatment อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 19 และกราฟที่ 3 โดย treatment ที่ใช้ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10% ยังมี อินทรียวัตถุสูงสุด คือ 0.43-0.75% ตามลำดับ รองลงมาคือ treatment ที่ใส่ Zeolite และ ปุ๋ยหมัก ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุได้ ตั้งแต่ 0.31-0.34% ส่วน treatment ที่วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุได้ต่ำที่สุด คือ Isolite 10% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Isolite 5% และ treatment Control เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุของดินลดลงในทุก treatment

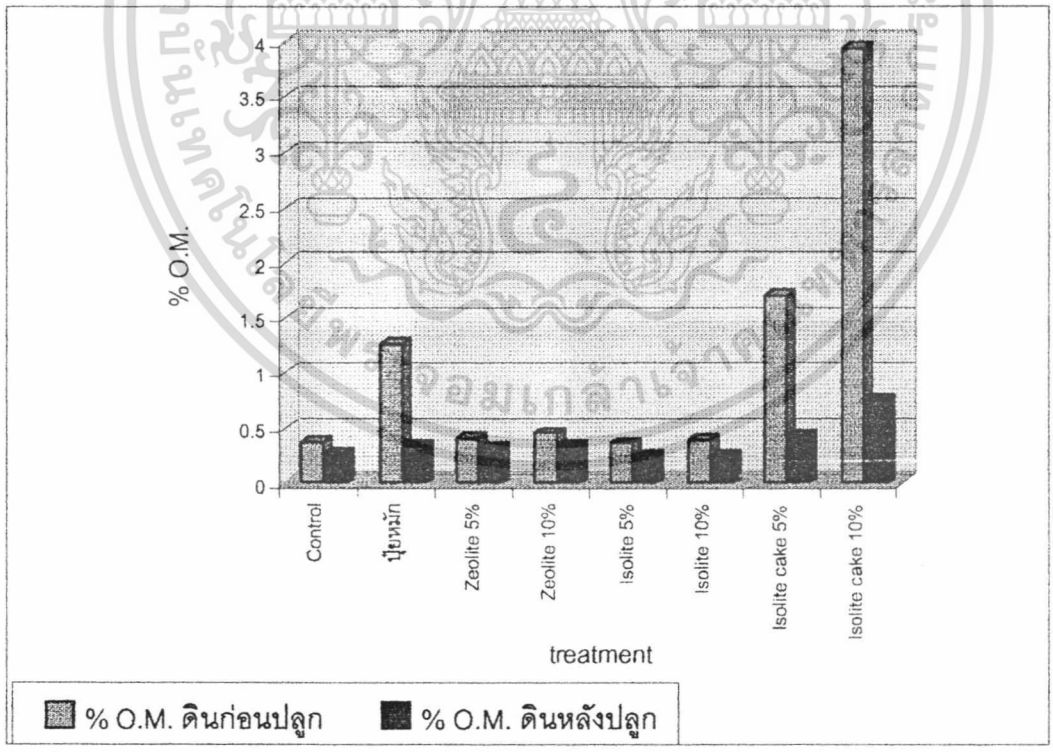
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 ปริมาณอินทรีย์วัตถุแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูกและดินหลังปลูกข้าวโพดหวาน

Treatment	% O.M. ดินก่อนปลูก**	% O.M. ดินหลังปลูก**
1. Control	0.37 de	0.26 de
2. ปุ๋ยหมัก	1.27 c	0.33 c
3. Zeolite 5%	0.40 de	0.31 cd
4. Zeolite 10%	0.45 d	0.34 c
5. Isolite 5%	0.36 de	0.25 de
6. Isolite 10%	0.32 e	0.24 e
7. Isolite cake 5%	1.69 b	0.43 b
8. Isolite cake 10%	3.94 a	0.75 a
CV	6.32 %	11.82%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณอินทรีวัตถุของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

2.4.1 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินมีผลต่อความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 20 และกราฟที่ 4 โดย treatment ที่ใช้ปุ๋ยหมัก มีผลทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ วิเคราะห์ได้ 66.37 ppm รองลงมาคือ treatment ที่ใส่ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10% โดยวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 27.88-29.69 ppm ส่วน treatment อื่นๆ เมื่อเทียบกับ treatment Control พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 19.49-23.07 ppm.

2.4.2 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินหลังปลูกข้าวโพด

จากการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินหลังปลูกข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินแต่ละ treatment อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 20 และกราฟที่ 4 โดย treatment ที่ใช้ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10% มีผลทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ 57.10 และ65.00 ppm. ส่วน treatment ที่ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำที่สุด คือ Zeolite ทั้ง 5 และ 10% โดยวิเคราะห์ฟอสฟอรัสได้ 18.78 และ 23.19 ppm. ตามลำดับ ส่วน treatment อื่นๆ พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ Control และเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นในทุก treatment ยกเว้น treatment ที่มีการเติม ปุ๋ยหมัก และZeolite 5%

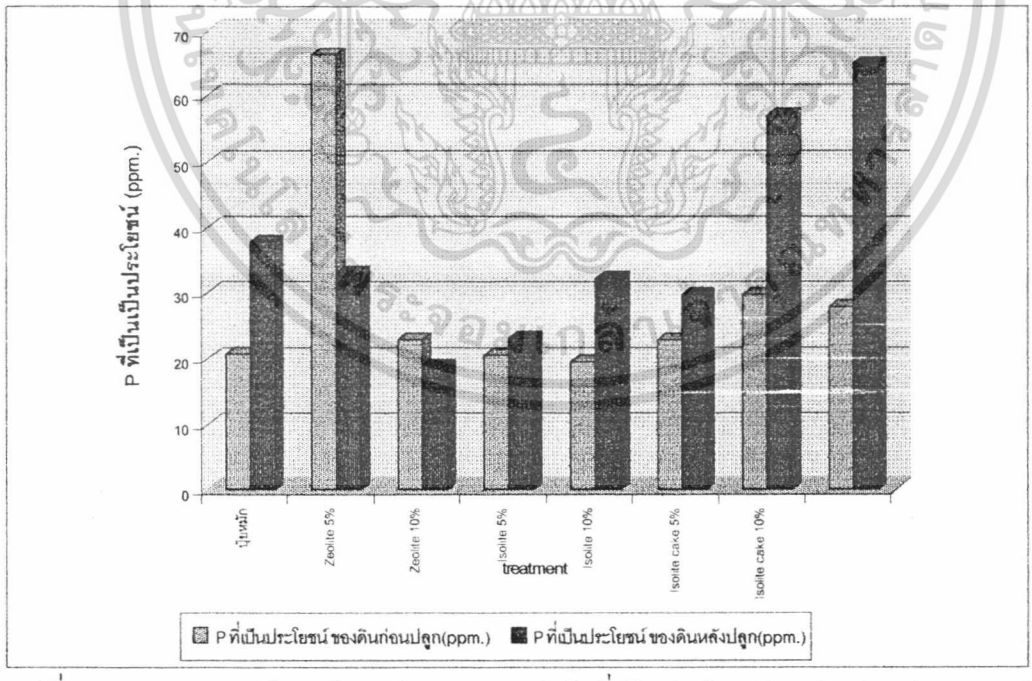
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูก และหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	P ที่เป็นประโยชน์ ** ของดินก่อนปลูก(ppm.)	P ที่เป็นประโยชน์** ของดินหลังปลูก(ppm.)
1. Control	20.78 c	37.69 b
2. ปุ๋ยหมัก	66.37 a	32.97 b
3. Zeolite 5%	23.07 c	18.78 d
4. Zeolite 10%	20.57 c	23.19 cd
5. Isolite 5%	19.49 c	32.30 bc
6. Isolite 10%	23.00 c	29.67 bc
7. Isolite cake 5%	29.69 b	57.10 a
8. Isolite cake 10%	27.88 b	65.00 a
CV	11.24%	16.22%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchang Capacity,CEC)

2.5.1 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกข้าวโพด

จากการวิเคราะห์ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 21 และกราฟที่ 5 โดยการใส่Zeolite , Isolite และปุ๋ยหมักสามารถเพิ่มค่า CEC ได้ อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยหมัก และsolite ทั้ง 5และ10% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน Treatment ที่สามารถเพิ่มค่า C.E.C. ของดินได้สูงสุดคือ Zeolite 10% รองลงมา คือ Zeolite 5 % โดยวิเคราะห์ได้ 18.18 และ 7.38 meq/100g ตามลำดับ

2.5.2 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินหลังปลูกข้าวโพด

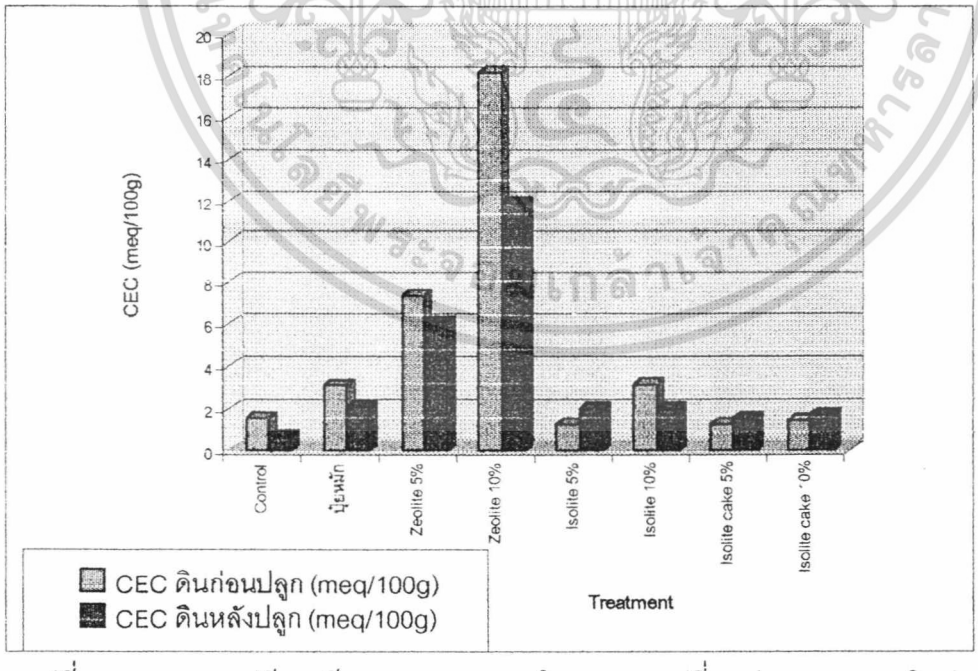
การเติมสารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 21 และกราฟที่ 5 โดย การใส่ Zeolite ทั้ง 5 และ10 % ยังคงมีค่า CEC สูงสุด คือ 6.10 และ 11.88 meq/100g ตามลำดับ รองลงมาคือ treatment ที่ใส่ ปุ๋ยหมัก , ilsolite และ Isolite cake โดยวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 1.52 - 2.10 meq/100g ส่วน treatment Control วิเคราะห์ค่า CEC ได้ต่ำที่สุด คือ 0.67 meq/100g เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพบว่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกลดลงในทุก treatment ยกเว้น treatment ที่มีการใส่ Isolite 5 % และ Isolite cake

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูก ข้าวโพดหวาน

Treatment	CEC ดินก่อนปลูก ** (meq/100g)	CEC ดินหลังปลูก ** (meq/100g)
1. Control	1.53 b	0.67 d
2. ปุ๋ยหมัก	3.10 b	2.10 c
3. Zeolite 5%	7.38 b	6.10 b
4. Zeolite 10%	18.18 a	11.88 a
5. Isolite 5%	1.27 b	1.97 c
6. Isolite 10%	3.13 b	2.00 c
7. Isolite cake 5%	1.20 b	1.52 c
8. Isolite cake 10%	1.40 b	1.74 c
CV	99.76%	11.71%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โพแทสเซียม

2.6.1 โพแทสเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินมีผลต่อปริมาณโพแทสเซียม ในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 22 และกราฟที่ 6 โดย treatment ที่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด คือ Zeolite 10%รองลงมา คือ Zeolite 5 % ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ treatment อื่นๆ โดยวิเคราะห์ได้ 1.99 และ 0.89 meq/100g ตามลำดับ ส่วน treatment อื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับ treament Control พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 0.07-0.15 meq/100g

2.6.2 โพแทสเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินมีผลต่อปริมาณโพแทสเซียม ในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 22 และกราฟที่ 6 โดย treatment Zeolite ทั้ง 5 และ10% ยังคงมีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุดวิเคราะห์ได้ 0.68 และ 1.34 meq/100g ในขณะที่ treatment อื่นๆไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ treatment Control โดยวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 0.02-0.07 meq/100g และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมกับดินก่อนปลูกพบว่า ปริมาณโพแทสเซียมลดลงในทุก treatment ยกเว้น treatment ที่มีการใส่ Isolite cake10%

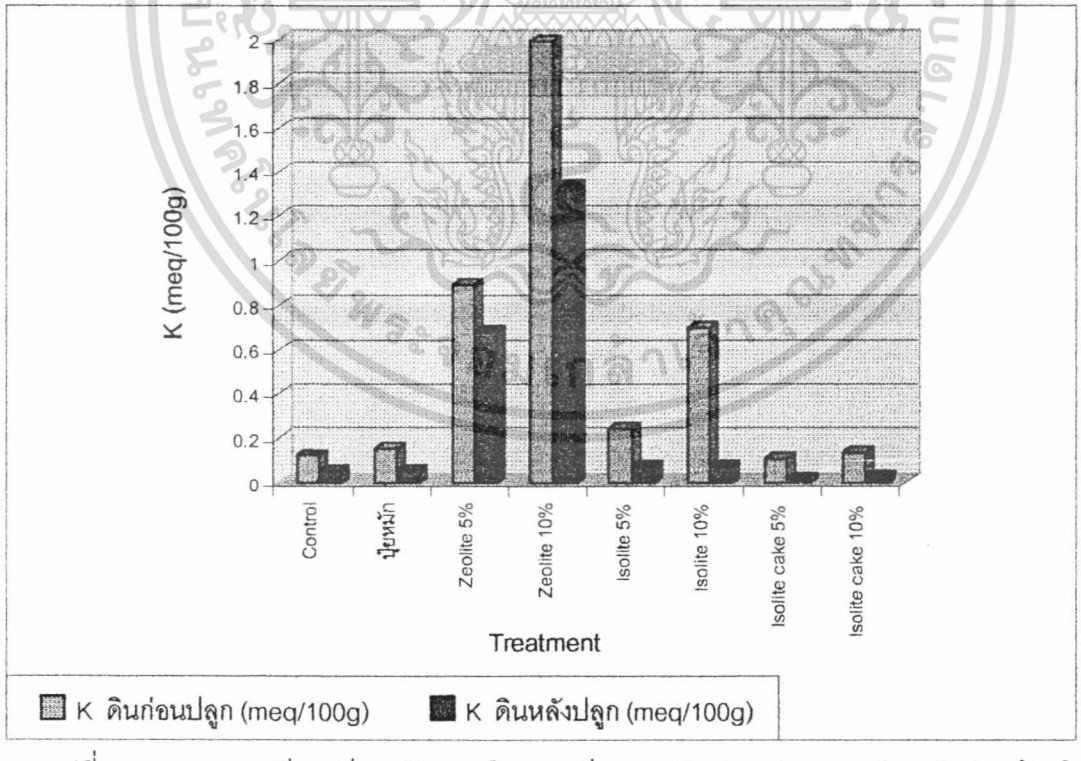
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 ปริมาณโพแทสเซียมแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	K ดินก่อนปลูก (meq/100g)**	K ดินหลังปลูก (meq/100g)**
1. Control	0.12 cd	0.05 c
2. ปุ๋ยหมัก	0.15 cd	0.05 c
3. Zeolite 5%	0.89 b	0.68 b
4. Zeolite 10%	1.99 a	1.34 a
5. Isolite 5%	0.24 c	0.07 c
6. Isolite 10%	0.07 b	0.07 c
7. Isolite cake 5%	0.11 cd	0.02 c
8. Isolite cake 10%	0.13 cd	0.03 c
CV	17.08 %	32.87 %

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 แคลเซียม

2.7.1 แคลเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

การเติมสารปรับปรุงดิน ที่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 23 และกราฟที่ 7 โดยที่ treatment ที่ใส่ Zeolite ทั้ง 5 และ 10% ทำให้ค่าแคลเซียมของดินเพิ่มขึ้นถึง 2.29 และ 4.84 meq/100g ตามลำดับ รองลงมาคือ treatment ที่ใส่ปุ๋ยหมัก ซึ่งวิเคราะห์ค่าได้ 1.36 meq/100g ส่วน treatment อื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับtreatment Control โดยวิเคราะห์ค่าได้ตั้งแต่ 0.42-0.73 meq/100g

2.7.2 แคลเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

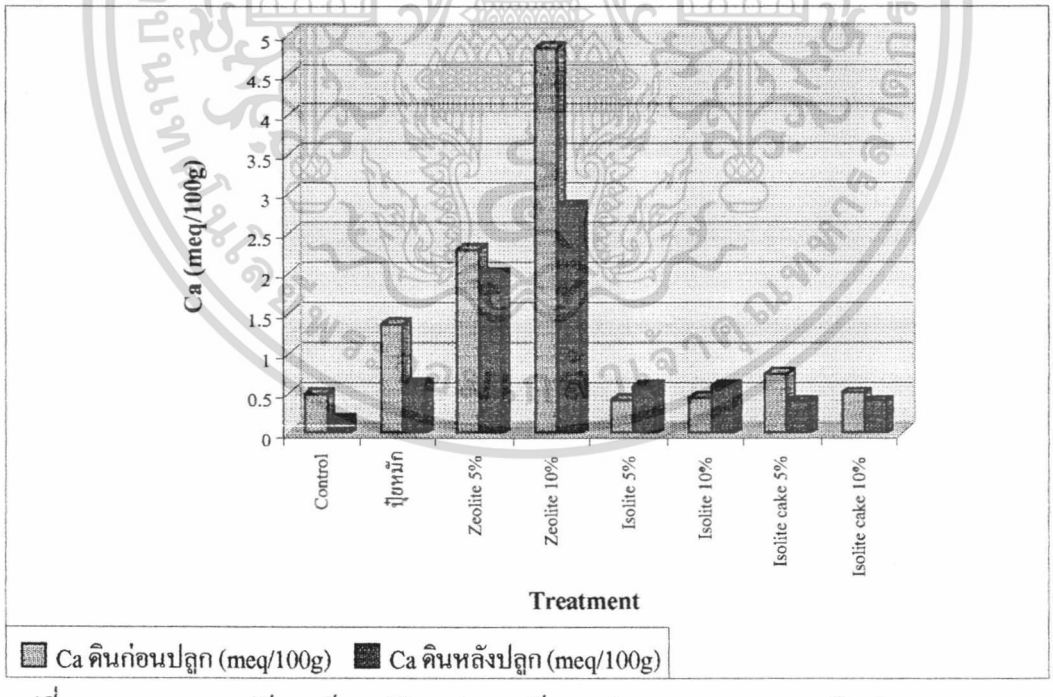
จากการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมในดินหลังปลูกข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อปริมาณแคลเซียมของชุดดินน้ำพองหลังการปลูกข้าวโพด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 23 และกราฟที่ 7 โดย treatment ที่มีผลทำให้ดินมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด คือ Zeolite ทั้ง 5 และ 10 % ซึ่งวิเคราะห์ได้ 2.00 และ 2.85 meq/100g ตามลำดับ ส่วน treatment อื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพบว่า ปริมาณแคลเซียมลดลงในทุก treatment ยกเว้นใน Isolite cake 5 และ 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 ปริมาณแคลเซียมแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	Ca ดินก่อนปลูก (meq/100g)**	Ca ดินหลังปลูก (meq/100g)**
1. Control	0.49 d	0.17 b
2. ปุ๋ยหมัก	1.36 c	0.62 b
3. Zeolite 5%	2.29 b	2.00 a
4. Zeolite 10%	4.84 a	2.85 a
5. Isolite 5%	0.42 d	0.58 b
6. Isolite 10%	0.44 d	0.59 b
7. Isolite cake 5%	0.73 d	0.40 b
8. Isolite cake 10%	0.50 d	0.40 b
CV	20.70%	65.19%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
-อักษรต่างกันในคอลัมน์หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 แมกนีเซียม

2.8.1 แมกนีเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดิน มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมของชุดดินน้ำพองหลังปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 24 และกราฟที่ 8 โดย treatment ที่ใช้ Zeolite ทั้ง 5 และ 10% สามารถเพิ่มปริมาณแมกนีเซียมให้แก่ดินได้สูงสุด คือ 0.53 และ 0.85 meq/100g ตามลำดับ รองลงมาคือ treatment ที่ใส่ปุ๋ยหมัก ซึ่งวิเคราห์ได้ 0.30 meq/100g ส่วน treatment อื่นมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าตั้งแต่ 0.09-0.20 meq/100g

2.8.2 แมกนีเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดิน มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 24 และกราฟที่ 8 โดย treatment ที่ใช้ Zeolite ทั้ง 5 และ 10% ยังคงมีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุด คือ 0.49 และ 0.79 meq/100g ตามลำดับ ส่วน treatment อื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมได้ ตั้งแต่ 0.12-0.17meq/100g และเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกพบว่าปริมาณแมกนีเซียมในtreatment Control , ปุ๋ยหมัก และ Zeolite ทั้ง 5 และ 10 % ลดลง แต่ treatment ที่ Isolite และ Isolite cake มีปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น

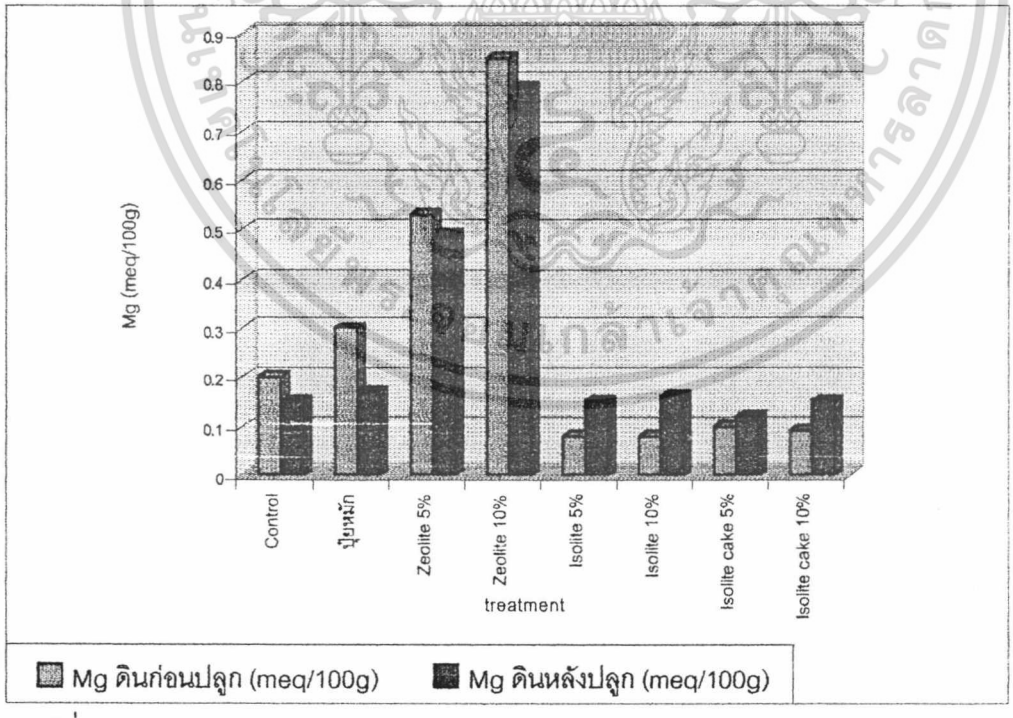
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 ปริมาณแมกนีเซียมแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	Mg ดินก่อนปลูก (meq/100g)**	Mg ดินหลังปลูก (meq/100g)**
1. Control	0.20 d	0.15 c
2.ปุ๋ยหมัก	0.30 c	0.17 c
3. Zeolite 5%	0.53 b	0.49 b
4. Zeolite 10%	0.85 a	0.79 a
5. Isolite 5%	0.08 e	0.15 c
6. Isolite 10%	0.08 e	0.16 c
7. Isolite cake 5%	0.10 e	0.12 c
8. Isolite cake 10%	0.09 e	0.15 c
CV	12.86%	23.71%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 โซเดียม

2.9.1 โซเดียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

สารปรับปรุงดินมีผลต่อปริมาณโซเดียมของดินชุดน้ำพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังตารางที่ 25 และกราฟที่ 9 โดย treatment ที่ใช้ Zeolite 10% สามารถเพิ่มปริมาณโซเดียมให้แก่ดินมากที่สุด รองลงมา คือ ปุ๋ยหมัก Isolite 5 % และ Zeolite 5 % ตามลำดับ โดยวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 0.80-1.16 meq/100g ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับ treatment อื่นๆ ส่วน treatment อื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับ treatment Control พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 0.23-0.35 meq/100g อย่างไรก็ตามทุก treatment มีปริมาณโซเดียมสูงกว่าtreatment Control

2.9.2 โซเดียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

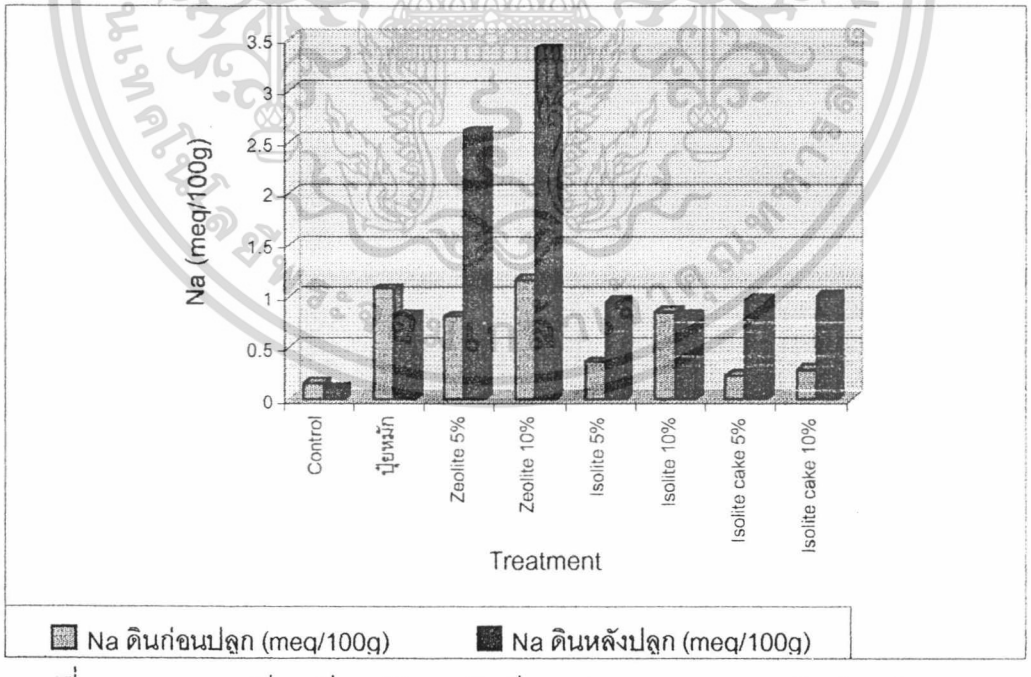
จากการวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมในดินหลังปลูก พบว่าสารปรับปรุงดิน ใน treatment ต่างๆ มีผลต่อปริมาณโซเดียมของชุดดินน้ำพองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 25 และกราฟที่ 9 โดย treatment ที่มีโซเดียมมากที่สุด คือ Zeolite 10% ซึ่งวิเคราะห์ได้ 3.40 meq/100g รองลงมา คือ treatment Zeolite 5 % ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับ treatment อื่นๆ โดยวิเคราะห์ได้ 3.40 และ 2.59 meq/100g ตามลำดับ ส่วน treatment อื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 0.81-1.00 meq/100g อย่างไรก็ตามทุก treatment มีปริมาณโซเดียมสูงกว่าtreatment Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 ปริมาณโซเดียมแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพดหวาน

Treatment	Na ดินก่อนปลูก (meq/100g)**	Na ดินหลังปลูก (meq/100g)**
1. Control	0.15 d	0.10 d
2. ปุ๋ยหมัก	1.07 a	0.81 c
3. Zeolite 5%	0.80 abc	2.59 b
4. Zeolite 10%	1.16 a	3.40 a
5. Isolite 5%	0.35 bcd	0.94 c
6. Isolite 10%	0.85 ab	0.82 c
7. Isolite cake 5%	0.23 cd	0.96 c
8. Isolite cake 10%	0.28 bcd	1.00 c
CV	62.97%	34.87%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณโซเดียมแต่ละtreatment ของดินก่อนปลูก และดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คุณสมบัติของสารปรับปรุงดินต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในดินที่ปลูกข้าวโพด

3.1 ปริมาณน้ำและธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง

การเติมสารปรับปรุงดินไม่มีผลต่อปริมาณน้ำฟอสฟอรัส,แคลเซียม , แมกนีเซียม , โซเดียม และโพแทสเซียมที่ถูกชะล้างดังแสดงในตารางที่ 26 โดยปริมาณน้ำวัดได้ตั้งแต่ 2621.5-6550.13 ml. ,ฟอสฟอรัส วิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 0.03-0.10 mg., แคลเซียมวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 143.79-540.83 mg., แมกนีเซียมวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 16.80-75.17 mg., โซเดียมวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 64.74-262.06 mg. และโพแทสเซียม วิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 37.76-109.15 mg.อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยพบว่าZeolite 10% สามารถอุ้มน้ำและดูดซับธาตุอาหารต่างๆ ได้มากทำให้สูญเสียธาตุอาหารน้อยที่สุด รองลงมา คือ Zeolite 5% ส่วนใน treatment ที่มีการใส่ Isolite พบว่า Isolite 10% มีแนวโน้มให้ผลดีกว่า Isolite 5% เมื่อเปรียบเทียบกับ Control พบว่าทุก treatment มีแนวโน้มที่จะมีการสูญเสียธาตุอาหารโดยการถูกชะล้างน้อยกว่า Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 สารปรับปรุงดินใน Treatment ต่างๆ ที่มีผลต่อปริมาณน้ำ และปริมาณธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง

Treatment	ปริมาณน้ำ	ปริมาณธาตุที่ถูกชะล้าง (mg)/Lysimeter						
	(ml)	P^{ns}	Ca^{ns}	Mg^{ns}	Na^{ns}	K^{ns}	NO_3^-	NH_4^+
Control	5509.53a	0.10a	540.83	75.17a	262.06a	89.08a	297.58a	6.01a
ปุ๋ยหมัก	6550.13a	0.05a	454.97	52.44a	195.81a	109.15a	288.38a	5.93a
Zeolite 5%	3401.25a	0.04a	158.06	21.78a	92.66a	67.06a	121.07a	2.58a
Zeolite 10%	2621.5a	0.03a	145.44	16.80a	64.74a	37.76a	97.42a	3.42a
Isolite 5%	4430.5a	0.08a	383.69	59.53a	220.24a	83.77a	161.70a	3.53a
Isolite 10%	2734.25a	0.06a	143.79	20.41a	111.83a	54.00a	104.86a	3.33a
Isolite Cake 5%	5796.68a	0.06a	242.17	32.37a	112.47a	75.59a	195.02a	4.03a
Isolite Cake 10%	6339.8a	0.08a	323.1	39.95a	186.99a	96.08a	210.86a	9.12a
CV	58.45%	90.95%	111.52%	116.98%	90.67%	86.89%	72.19%	81.94%

หมายเหตุ – ^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คุณสมบัติของสารปรับปรุงดินใน treatment ต่าง ๆที่มีต่อผลผลิตของข้าวโพดหวาน

4.1 น้ำหนักสดของฝักข้าวโพดหวาน

จากการทำการทดลองแล้วเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพด โดยชั่งน้ำหนักฝักสดของฝักข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงในแต่ละ treatment มีผลต่อน้ำหนักฝักสดของข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 27 และกราฟที่ 10 โดย treatment ที่มีน้ำหนักฝักสดของข้าวโพดสูงที่สุด คือ Zeolite 10% ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment Zeoite 5% โดยชั่งน้ำหนักฝักสดได้ 141.17 gและ 92.51 g ตามลำดับ ส่วน treatment อื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับ Control พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชั่งน้ำหนักฝักสดได้ตั้งแต่ 12.53-41.42 g.

4.2 น้ำหนักสดของต้นข้าวโพดหวาน

สารปรับปรุงดิน มีผลต่อน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 28 และกราฟที่ 11 โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดสูงที่สุด คือ Isolite cake 10% โดยชั่งน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดได้ 355.04 g. อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment Zeolite 10%, Isolite cake 5% และ Zeolite 5% โดยวิเคราะห์ได้ 337.26 , 322.38 และ 294.67 g ตามลำดับ ส่วน treatment อื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับControl โดยชั่งน้ำหนักได้ตั้งแต่ 155.64-176.09 g.

4.3 น้ำหนักสดของต้นรวมกับฝักของต้นข้าวโพดหวาน

สารปรับปรุงดินมีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 29 และ กราฟที่ 12 โดยสารปรับปรุงดินที่ที่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของข้าวโพดมากที่สุด คือ Zeolite 10% และ 5% โดยชั่งน้ำหนักได้ตั้งแต่ 478.43 และ 388.47 g ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment ที่ใช้ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10% ซึ่งชั่งน้ำหนักสดได้ 363.80 และ 371.21 g ตามลำดับ ในขณะที่ treatmnt อื่นๆไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treament Control

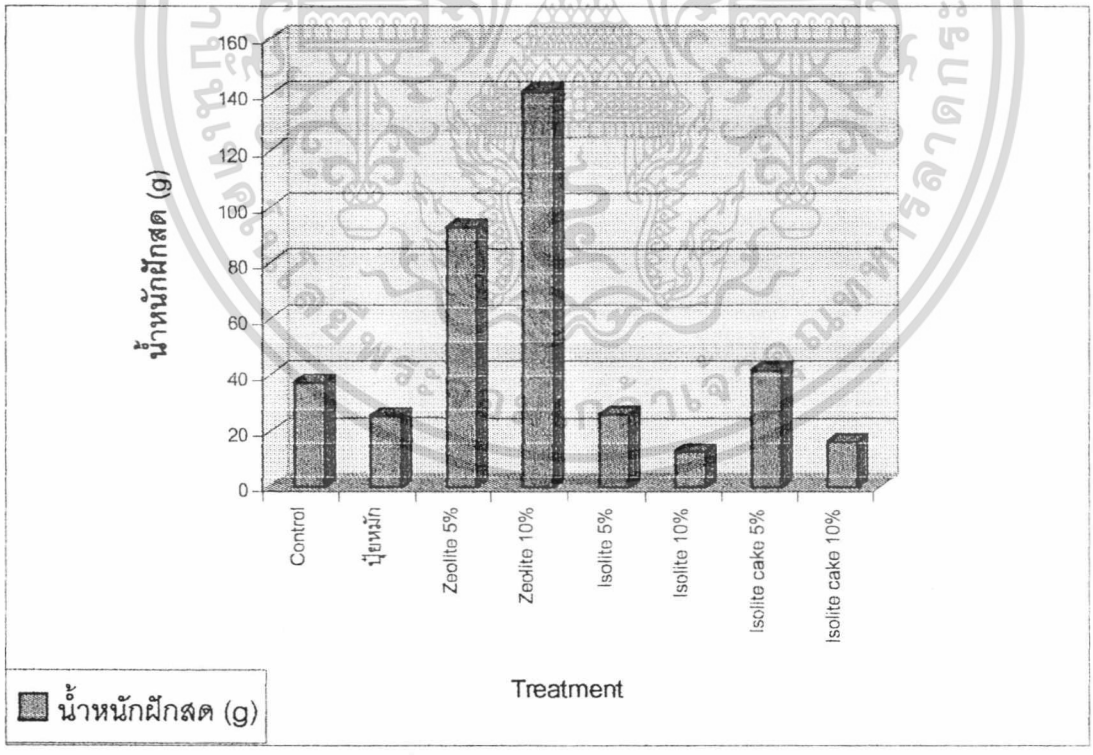
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดหวานในแต่ละ *treatment*

Treatment	น้ำหนักฝักสด (g)**
1. Control	37.24 b
2. ปุ๋ยหมัก	25.45 b
3. Zeolite 5%	92.51 a
4. Zeolite 10%	141.17 a
5. Isolite 5%	25.83 b
6. Isolite 10%	12.53 b
7. Isolite cake 5%	41.42 b
8. Isolite cake 10%	16.17 b
CV	31.89%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักฝักสดของข้าวโพดในแต่ละtreatme

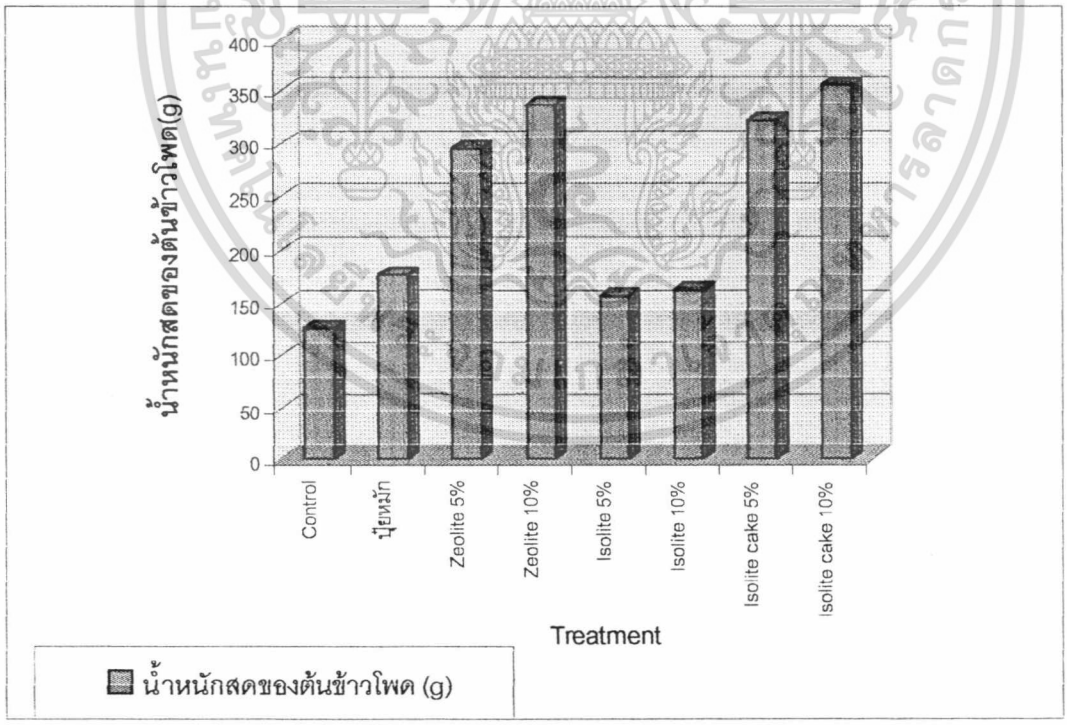
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28 น้ำหนักสดของต้นข้าวโพดหวานหลังการเก็บเกี่ยว

Treatment	น้ำหนักสดของต้นข้าวโพด (g)**
1. Control	126.46 b
2. ปุ๋ยหมัก	176.09 b
3. Zeolite 5%	294.67 a
4. Zeolite 10%	337.26 a
5. Isolite 5%	155.64 b
6. Isolite 10%	162.01 b
7. Isolite cake 5%	322.38 a
8. Isolite cake 10%	355.04 a
CV	31.89%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นข้าวโพดในแต่ละtreatment

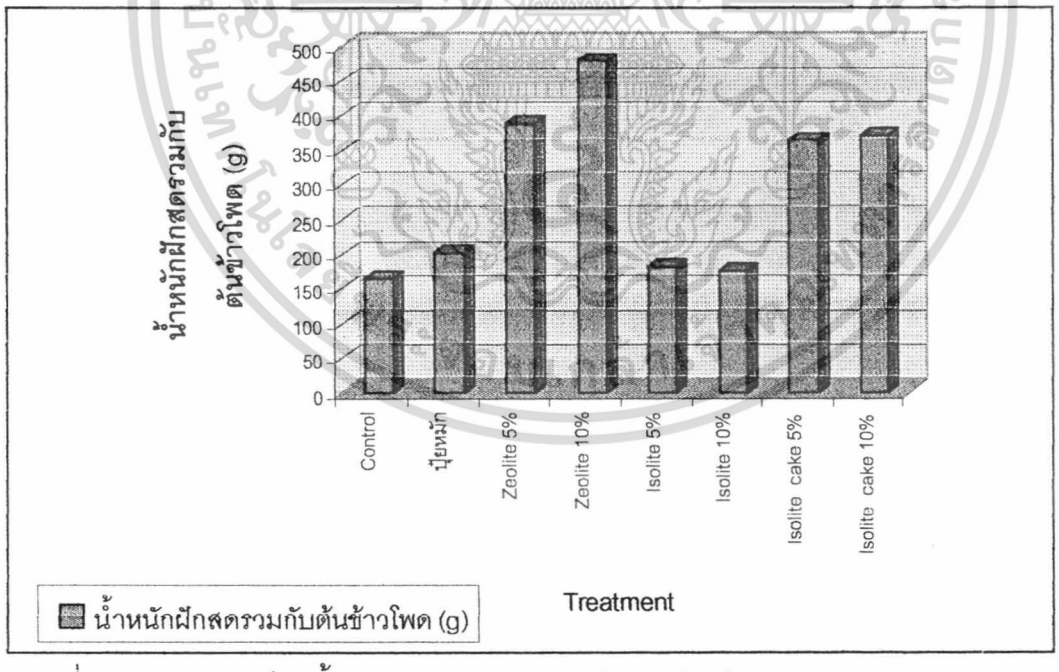
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 น้ำหนักสดของฝักรวมกับต้นข้าวโพด

Treatment	น้ำหนักสดของฝักรวมกับต้นข้าวโพด (g)**
1. Control	163.39 b
2. ปุ๋ยหมัก	201.54 b
3. Zeolite 5%	388.47 a
4. Zeolite 10%	478.43 a
5. Isolite 5%	181.14 b
6. Isolite 10%	174.54 b
7. Isolite cake 5%	363.80 a
8. Isolite cake 10%	371.21 a
CV	32.31%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่12 แสดงการเปรียบน้ำหนักสดของฝักรวมกับต้นข้าวโพดในแต่ละtreament

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวาน

จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของข้าวโพดแล้วนำไปอบแห้ง พบว่าสารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 30 และกราฟที่ 13 โดยสารปรับปรุงดินที่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของข้าวโพดมากที่สุด คือ Zeolite และ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10% โดยชั่งน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดได้ตั้งแต่ 126.57-139.99 g ส่วน treatment เมื่อเปรียบเทียบกับกับ treatment Control พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชั่งน้ำหนักแห้งได้ตั้งแต่ 76.79-88.61 g

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

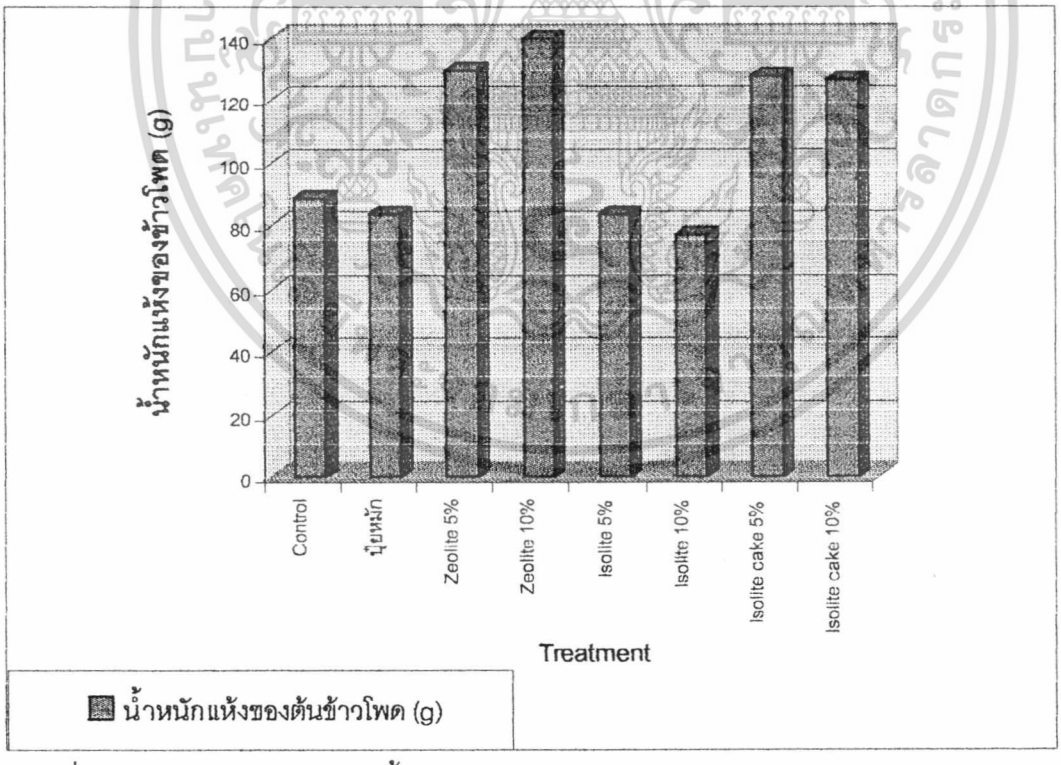
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดหวานในแต่ละ *treatment*

Treatment	น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด (g)**
1. Control	88.61 b
2. ปุ๋ยหมัก	83.13 b
3. Zeolite 5%	129.58 a
4. Zeolite 10%	139.99 a
5. Isolite 5%	83.43 b
6. Isolite 10%	76.79 b
7. Isolite cake 5%	127.75 a
8. Isolite cake 10%	126.57 a
CV	20.40%

หมายเหตุ -**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)



กราฟที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในแต่ละtreatment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังจากการปรับปรุงดินด้วยสารปรับปรุงดินแล้วพบว่าทุก treatment มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัด หลังจากปลูกข้าวโพดแล้วพบว่า pH ของดินเพิ่มขึ้นทุก treatment ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากน้ำที่ใช้ในการทดลอง (น้ำบาดาล) คือมีคุณสมบัติเป็นด่าง ยังไงก็ตามtreatment ที่ใส่ Zeolite จะสอดคล้องกับการทดลองของนงลักษณ์และพวงเล็ก (2538) ที่พบว่าการใช้ซีโอไลท์ นอกจากจะมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในดินและธาตุอาหารที่ถูกชะล้างแล้ว ยังพบว่าค่า pH ของดินสูงขึ้นใน treatment ที่มี Zeolite ร่วมด้วย

ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกพบว่า treatment ที่ใช้ Isolite cake 5%ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าให้แก่ดินสูงที่สุด รองลงมาคือ Zeolite 5% ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากสารปรับปรุงดินดังกล่าวมีไอออนต่างๆละลายออกมามาก ส่วน treatment ที่ใช้ Isolite cake 10% และ Zeolite 10% มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า Isolite cake 5% และ Zeolite 5% อาจเป็นเพราะว่า Isolite cake มีคุณสมบัติที่มีความโปร่งสูง จึงสามารถดูดซับธาตุอาหารไว้ได้มาก ส่วน Zeolite มีคุณสมบัติที่สำคัญคือมีค่า ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง ฉะนั้นจึงมีไอออนต่างๆละลายออกมาน้อย,treatmentอื่นๆจะเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าให้แก่ดินได้เพียงเล็กน้อย , ดินหลังปลูกพบว่าการใช้ Isolite cake 10%จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด ในขณะที่treatment อื่นๆไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การใช้ Isolite cake และปุ๋ยหมักเป็นสารปรับปรุงดินสามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดินได้ เนื่องจาก Isolite cake ผ่านการใช้เป็นวัสดุในการกรองจึงทำให้มีปริมาณอินทรียสารอยู่สูง ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดินได้สูงด้วย ส่วนปุ๋ยหมักเป็นส่วนที่ได้จากการหมักเศษของซากพืชและขยะรวมกันจึงทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่มากในขณะที่ treatment ที่ใช้ Zeolite และ Isolite ไม่สามารถเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินได้ หลังจากการปลูกข้าวโพดแล้วพบว่าปริมานอินทรียวัตถุของดินจะลดลงทุก treatment

ปริมาณฟอสฟอรัสของดินก่อนปลูกข้าวโพดจะอยู่ในช่วงระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูงโดย treatment ที่ใส่ปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสให้แก่ดินมากที่สุด เนื่องจากปุ๋ยหมักมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสารปรับปรุงดินอื่นๆ ส่วน treatment ที่มีการใส่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับปรุงดินด้วย Zeolite 10% จะทำให้ค่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงที่สุด รองลงมาคือ Zeolite 5% เนื่องจากค่าค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของ Zeolite มีค่าสูงถึง 102.30 meq/100g ส่วนสารปรับปรุงดินชนิดอื่นพบว่าไม่สามารถเพิ่มค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกให้แก่ดินได้ หลังจากการปลูกข้าวโพดแล้วพบว่าทุก treatment มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกลดลง ยกเว้น treatment ที่ใช้ Isolite และ Isolite cake 5%

การปรับปรุงดินด้วย Zeolite พบว่ามีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ในขณะที่ treatment อื่นๆ มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำเนื่องจากZeolite มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุดเมื่อเทียบกับ ปุ๋ยหมัก, Isolite และ Isolite cake หลังจากปลูกข้าวโพดแล้วพบว่าปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลงทุก treatment ของการทดลอง

ปริมาณธาตุอาหารรอง พบว่าแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินก่อนปลูกข้าวโพดทุก treatment ที่ทำการทดลอง treatment ที่ใช้ Zeolite จะสามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมให้แก่ดินสูงที่สุด และหลังการปลูกข้าวโพดแล้วปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมของดินจะลดลงในทุก treatment ที่ทำการทดลอง

การปรับปรุงดินด้วย Zeolite และปุ๋ยหมักทำให้ดินก่อนปลูกข้าวโพดมีปริมาณโซเดียมอยู่ในระดับสูงเนื่องจาก Zeolite เป็นสารปรับปรุงดินที่มีส่วนประกอบของโซเดียมอยู่สูง ส่วนปุ๋ยหมักมีปริมาณโซเดียมอยู่สูงอาจเนื่องมาจากวัสดุที่ทำปุ๋ยหมักมีโซเดียมเป็นองค์ประกอบอยู่สูง ส่วน treatment ที่มีการใส่ Isolite และ Isolite cake จะมีปริมาณโซเดียมอยู่ในระดับต่ำ หลังปลูกข้าวโพดแล้วพบว่า treatment ที่ใช้ Zolite, Isolite และ Islite cake 5%จะมีปริมาณโซเดียมเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากสารปรับปรุงดินเหล่านี้เกิดการสลายตัว ส่วน treatment ที่ใช้ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยหมัก และIsolite 10% จะมีปริมาณโซเดียมลดลง

ปริมาณธาตุอาหารที่ถูกชะล้างจะเกิดขึ้นน้อยที่สุดใน treatment ที่ใช้ Zeolite 10% รองลงมาคือ Zeolite 5% เนื่องจาก Zeolite เป็นสารปรับปรุงดินที่มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงจึงสามารถดูดซับธาตุอาหารต่างๆไว้ได้มาก และ treatment ที่ใช้ Zeolite สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุ้มน้ำได้มากที่สุดอีกด้วย ส่วน treatment ที่ใช้ Isolite พบว่า การใช้ Isolite 10% จะมีการสูญเสียธาตุอาหารน้อยกว่าการใช้ Isolite 5%

ผลของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตของพืช พบว่า treatment ที่มีการใช้ Zeolite 10% จะมีน้ำหนักสดของข้าวโพดมากที่สุด ทั้งนี้อาจจะเนื่องจาก Zeolite มี ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง จึงสามารถดูดซับธาตุอาหารต่างๆ ตลอดจนอนุภาคในสารอินทรีย์และน้ำได้ดีทำให้มีการสูญเสียธาตุอาหารและน้ำเนื่องจากการชะล้างน้อยพืชจึงสามารถดูดไปใช้ได้มาก ส่วนน้ำหนักแห้งของข้าวโพดมีความสัมพันธ์ลักษณะเดียวกับน้ำหนักสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของสารปรับปรุงดินทั้ง 4 ชนิดพบว่า Zeolite และ Isolite จะมีปฏิกิริยาเป็นด่างอ่อนถึงด่างจัดมาก ส่วน Isolite cake จะมีปฏิกิริยาเป็นด่างรุนแรง ส่วนปุ๋ยหมักมีปฏิกิริยาเป็นกลาง, ค่าการนำไฟฟ้า (ECe) ของ Zeolite, Isolite และ Isolite cake จะต่ำ ส่วนปุ๋ยหมักมีค่าการนำไฟฟ้าปานกลาง ปริมานอินทรียวัตถุที่พบในZeolite และ Isolite จะมีค่าต่ำ ส่านปุ๋ยหมักและIsolite cake มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่พบใน Isolite มีปริมาณปานกลาง ส่วนฟอสฟอรัสที่พบใน Zeolite, Isolite cake และปุ๋ยหมักมีปริมาณสูง Zeolite มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก ดังนั้นจึงมีปริมาณด่างที่แลกเปลี่ยนได้สูงมากตามไปด้วย ปุ๋ยหมักมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงส่วนIsolite และ Isolite cake มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ

หลังจากปรับปรุงดินด้วย Zeolite, Isolite, Isolite cake และปุ๋ยหมักแล้วพบว่าค่า pH ของดินจะเป็นกรด แต่หลังจากการปลูกพืชแล้ว pH จะเพิ่มขึ้นทุก treatment ของการทดลอง, ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกจะมีค่าสูง แต่จะลดลงหลังจากปลูกข้าวโพดแล้ว, ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินก่อนปลูกข้าวโพดจะมีค่าสูงและหลังปลูกข้าวโพดจะลดลงในทุก treatment ยกเว้น treatment ที่ใช้ Isolite 5% และ Isolite cake ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกจะเพิ่มขึ้น ,ปริมาณธาตุอาหารรองพบว่ามีลักษณะเดียวกับค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก, ปริมาณฟอสฟอรัสในการปลูกข้าวโพดอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงและหลังจากปลูกข้าวโพดปริมาณฟอสฟอรัสจะเพิ่มขึ้นทุกtreatment ยกเว้น treatment ที่ใช้ ปุ๋ยหมัก และZeolite 5 % ,ปริมาณอินทรียวัตถุใน treatment ที่ใส่ Isolite cake อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ส่วน treatment อื่นๆมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ และหลังจากปลูกข้าวโพดแล้วพบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงในทุก treatment ที่ทำการทดลอง, ปริมาณโซเดียมของดินก่อนปลูกจะอยู่ในระดับต่ำถึงสูง โดย treatment ที่มี โซเดียมสูงที่สุดคือ treatment ที่ใช้ Zeolite 10% และหลังจากปลูกข้าวโพดแล้ว ปริมาณโซเดียมจะลดลงใน treatment ที่ใช้ปุ๋ยเคมี,ปุ๋ยหมัก และIsolite 5% ส่วน treatment ที่ใช้ Zeolite, Isolite cake และ Isolite 5% ปริมาณโซเดียมจะเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการปรับปรุงดินโดยใช้สารปรับปรุงดินทั้ง 4 ชนิดพบว่า การใช้ Zeolite 10% มีแนวโน้มที่จะสามารถเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ และการดูดซับธาตุอาหารต่างๆได้มากขึ้นทำให้มีการสูญเสียธาตุอาหารน้อยลง รองลงมาคือ Zeolite 5% ส่วน Treatment ที่ใช้ Isolite พบว่า การใช้ Isolite 10% มีแนวโน้มให้ผลในการดูดซับน้ำ และธาตุอาหารดีกว่า การใช้ Isolite 5% ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment ที่มีการใช้ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10%

การปรับปรุงดินโดยใช้สารปรับปรุงดินทั้ง 4 ชนิดพบว่า มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยการใส่ Zeolite 10% มีผลทำให้ข้าวโพดมีน้ำหนักสดมากที่สุด รองลงมาคือ treatment ที่ใช้ Zeolite 5% ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ treatment ที่ใช้ Isolite cake ทั้ง 5 และ 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ถนอม คลอดเพ็ง. 2526. ผลกระทบของสารปรับปรุงดินบางชนิดต่อความหนาแน่นรวมและปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดิน. วารสารพัฒนาที่ดิน. 2023-31.

ถนอม คลอดเพ็ง และ ชัยวุฒิ นิมนลังกูล. 2526. ผลกระทบของปุ๋ยหมักต่อสมบัติทางกายภาพบางประการของดิน. วารสารวิชาการเกษตร. 1:157-162.

ถาวร วิจิตรสุนทรกุล และ สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2537. อินทรีย์วัตถุช่วยเพิ่มความต้านทานความเป็นกรด-ด่างของดิน. วารสารแก่นเกษตร. 22:173-179.

ทวีศักดิ์ ภู่หล้า. 2540. ข้าวโพดหวาน:การปรับปรุงพันธุ์และการปลูกเพื่อการค้า. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 189 หน้า

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

นิรนาม. 2535. การใช้ปุ๋ยหมัก. วารสารเกษตรวันนี้. 11:17-19.

นิรนาม. 2541. ซีโอไลท์และแร่เพื่อการปรับปรุงดินทางการเกษตร (ตอน1) .วารสารเคหการเกษตร. 22:149-156.

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

นิรนาม. 253 . รายงานการจัดการดินกลุ่มชุดดินที่ 35. กองแผนงานกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 17-28.

นงลักษณ์ วิบูลสุข และ พวงเล็ก โมรากุล. 2538. การใช้ซีโอไลท์ปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรผลที่มีต่อปริมาณธาตุอาหารในดินและธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง. วารสารดินและปุ๋ย. 17180-183.

นงลักษณ์ วิบูลสุข , พวงเล็ก โมรากุล , วิศิษฐ์ โชลิตกุล และ ไพโรจน์ โสมนัส. 2531. การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารในดินทราย. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2531. สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ศูนย์ศึกษาค้นคว้าพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. หน้า 227-237.

ประไพ ชัยโรจน์ และ สำเนา เพชรฉวี. 2531. การเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในดินทราย. กลุ่มงานวิจัยและความอุดมสมบูรณ์ของดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 7-13.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญญา จารุศิริ และ คณะ. 2539. แร่และหินอุตสาหกรรมของไทยในอุตสาหกรรมซีเมนต์ เซรามิกส์และแก้ว. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องแร่อุตสาหกรรม.

ปัทมา วิตยากร. 2534. ความสัมพันธ์ระหว่างอินทรีย์วัตถุและคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินทรายที่มีต่อการใช้ที่ดินและการจัดการดินต่างกัน. วารสารดินและปุ๋ย. 8:254-264.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2537. สารปรับปรุงดินทางกายภาพ. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง สารปรับปรุงบำรุงดิน สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. หน้า 5-6.

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

พัชรี แสงจันทร์ เกษสุดา เดชพิมล และ สถาพร ไพบูลย์ศักดิ์. 2535. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินทรายที่ได้รับอินทรีย์วัตถุเป็นเวลานานโดยการเขตกรรมที่ต่างกันเน้นศึกษาอินทรีย์วัตถุในดิน. วารสารแก่นเกษตร. 20124-139.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2527. ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. โครงการผลิตสิ่งตีพิมพ์ทางการเกษตร คณะเกษตร มหาลัยขอนแก่น. หน้า 235-246.

ศุภวัตร อินทะหลาบ และ เอ็ด สดไธสง. 2522. ผลการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรทในชุดดินโคราชและชุดดินน้ำพองและผลผลิตข้าวโพด. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2522 กองพืชสวนกรมวิชาการเกษตร. หน้า 234-235.

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

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

อรุณ จันทนโอ. การเกษตรปัจจุบันและอนาคต. คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 125.

Adams, W.A. 1973. The effect of organic matter on the bulk and true densitics of some cultivated Podzolic soils. J. Soil Sci. 24:10-17.

Alexander, M. 1976. Mineralization and Immobilization of Nitrogen in Introduction to Soil Microbiology(second edition) pp.225-250.

Bouze. L., M. Lopez, R. Vill egas, E.Garcia and J.A. Acosta. Use of natural zeolites toincrease yields in sugarcane crop minimizing environmental pollution. 15th.Word Congress of Soil Science, Acapulco. Mexico. 10-16 July 1994. Vol.5a. 695-701.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Brady, N.C. 1974. The Nature and Properties of Soil.8th ed. Macmillan Publishing Co.,New York.

Broadbent, F.E. 1965. Effect of Fertizer Nitrogen on the Release of Soil Nitrogen, pp. 692-696.

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

Hamblin, A.P. and D.B. Davies. 1977. In fluence of organic matter on Physical properties of some East Anglian soils of high silt content. J. Soil Sci.28:19-22.

Hartmann, R. and M. de Boodt. 1974. The Influence of the moisture content, texture, and organic matter on the aggregation of sandy and loamy soils. Gooderma 11:53-62.

Igarashi, T., Vibulsukh, N., Cnairoj, P., Pnetchawee, S., Cholitkul, W. and Ishida, H.1980. Hehavior of nutrient in upland soils and effect of mulching on soil fertility and growth of upland Crops in Thailand. Department of Agriculture , Thailand.

Inoue , T. and et al. 1984.Dynamic beghavior of organic matter and available nutrients in upland soils of Thailand. A report of joint research work on "studies on the effective use of organic matter for increasing soil productivity under the cooperative Research Work between Thailand and Japan : 215-245.

J.E. Yang, E.o, Skogley, * BE. Sehaff, and J.J. KIM. A Simple Spectrophotometric Determination of Nitrate in Water, Resin and Soil Extracs.

Maeda Ken-ichi and H. shiga. 1978. Relationship Between Minneralization and Immobilization of Nitrogen influenced by Various conditions of submerged Soils. Soil sic. Plant Nutr. 24 (4) : 515-524.

Ming, D.W. and J.B. Dixon. 1986. Clinoptilolite in South Texas soils. Soil Sci. Soc. Amer. J. 50 : 1618-1622.

Ming, D.W. 1989. Manufactured soil for plant growth at a lunar base. Lunar Base Agriculture : Soils for Plant Growth. ASA-CSSA. pp. 93-105.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Samnao phetchawee and et al. 1986. Long Term Effect of mulching with Fertilizer under Cropping Corn-logume on crop Yield and Improvement of Soil Chemical. Physical Propertics. Paper presented in the International Seminar on "Yield Maximization of Feed Grains through Soil and Fertilizer Management" on May, 12-16 1986, Bangkok, Thailand.

Sozuki, M., Thepoolon, M. Morkul, P. Phetchawee,s. and Cholitkul,w. 1980. Soil chemical Studies on rotting process of plant remains in relation to fertility of upland soil in Thailand. Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperative, Thailand.

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

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

Yoshika,s. 1987. Compilation report on "Soil Fertility in Northeast Thailand". Agricultural Development Research center in Northeast, KhonKaen, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมี

ตารางที่ 1 สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อดินก่อนปลูกข้าวโพด

Treatment	Rep	ECe	pH	%O.M.	meq/100g					P
		(mS/cm)	ดิน:น้ำ(1:1)		CEC	Mg	K	Ca	Na	(ppm.)
1	1	1.90	5.05	0.37	1.60	0.17	0.12	0.49	0.12	22.50
1	2	2.10	5.06	0.33	1.60	0.21	0.13	0.46	0.16	19.38
1	3	2.15	5.07	0.39	1.30	0.19	0.12	0.51	0.15	18.75
1	4	1.85	5.04	0.39	1.60	0.23	0.14	0.48	0.19	22.50
2	1	3.89	5.74	1.27	3.10	0.31	0.19	1.50	0.20	57.25
2	2	4.20	5.43	1.25	2.80	0.35	0.14	0.82	2.07	68.25
2	3	3.89	5.63	1.30	3.00	0.25	0.14	2.10	0.07	70.00
2	4	3.58	5.54	1.26	3.50	0.29	0.12	1.42	1.94	70.00
3	1	4.52	5.38	0.40	6.50	0.47	0.84	2.31	0.87	23.00
3	2	4.52	5.30	0.40	7.90	0.58	0.93	2.23	0.79	23.13
3	3	4.36	5.22	0.48	7.20	0.48	0.84	2.35	0.81	23.13
3	4	4.68	5.30	0.32	7.90	0.59	0.90	2.27	0.73	23.00
4	1	2.90	5.58	0.33	37.70	0.84	2.21	4.99	1.18	20.63
4	2	3.01	5.50	0.56	13.40	0.88	1.87	4.42	1.22	21.00
4	3	2.90	5.54	0.47	10.80	0.82	1.99	5.25	1.10	20.00
4	4	2.79	5.54	0.42	10.80	0.86	1.89	4.68	1.14	20.63
5	1	3.41	5.66	0.37	1.40	0.08	0.08	0.37	0.31	20.63
5	2	3.48	5.72	0.35	1.29	0.06	0.11	0.43	0.28	18.13
5	3	3.34	5.84	0.33	1.10	0.08	0.39	0.41	0.41	18.50
5	4	3.41	5.54	0.39	1.29	0.10	0.37	0.47	0.38	20.69
6	1	1.79	6.19	0.23	3.40	0.08	0.07	0.52	0.88	27.83
6	2	1.77	6.16	0.40	3.40	0.14	0.07	0.47	0.85	18.50
6	3	1.79	6.13	0.37	2.30	0.08	0.07	0.35	0.82	18.00
6	4	1.81	6.22	0.26	3.40	0.02	0.07	0.40	0.85	27.75
7	1	4.81	4.72	1.73	1.40	0.11	0.10	0.75	0.24	33.50
7	2	4.81	4.87	1.62	1.30	0.10	0.12	0.66	0.25	27.63
7	3	4.97	4.65	1.65	1.20	0.09	0.12	0.79	0.20	27.63
7	4	4.65	4.94	1.75	0.90	0.08	0.12	0.70	0.21	30.00
8	1	3.55	4.87	3.80	1.30	0.07	0.14	0.32	0.27	26.25
8	2	3.47	4.69	4.07	1.40	0.09	0.13	0.43	0.28	27.63
8	3	3.63	4.73	3.92	1.45	0.11	0.13	0.57	0.28	30.00
8	4	3.55	4.83	3.95	1.45	0.09	0.11	0.68	0.29	27.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อดินหลังปลูกข้าวโพด

Treatment	Rep	EC(1:5)	pH	% O.M.	meq/100g					
		mS/cm	ดิน:น้ำ(1:1)		CEC	Ca	Mg	K	Na	P
1	1	0.13	8.88	0.26	0.30	0.15	0.20	0.07	0.10	31.94
1	2	0.10	8.25	0.25	0.43	0.20	0.14	0.03	0.12	33.63
1	3	0.20	9.34	0.26	0.65	0.18	0.13	0.05	0.10	37.25
1	4	0.09	8.19	0.25	1.30	0.13	0.15	0.06	0.08	47.94
2	1	0.14	8.74	0.34	2.10	0.15	0.22	0.05	1.16	29.13
2	2	0.15	8.66	0.29	2.15	0.91	0.18	0.03	0.87	35.69
2	3	0.10	8.35	0.31	2.00	0.71	0.15	0.05	0.66	32.56
2	4	0.09	8.24	0.29	2.15	0.70	0.15	0.03	0.54	34.50
3	1	0.02	8.01	0.32	5.69	1.93	0.40	0.62	2.82	24.00
3	2	0.11	7.97	0.24	5.45	1.71	0.37	0.84	3.04	15.81
3	3	0.12	8.80	0.35	6.84	2.18	0.64	0.73	2.17	19.81
3	4	0.20	8.56	0.34	6.41	2.17	0.54	0.50	2.36	15.50
4	1	0.16	8.49	0.33	11.99	1.64	0.95	1.40	3.23	19.63
4	2	0.15	7.87	0.35	11.95	4.31	0.75	1046	3.84	32.50
4	3	0.11	7.41	0.36	12.50	1.14	0.67	1.54	2.69	22.63
4	4	0.19	8.49	0.33	11.09	4.31	0.80	1.31	3.84	18.00
5	1	0.13	8.70	0.25	2.00	0.54	0.14	0.07	0.60	30.88
5	2	0.15	8.71	0.24	1.97	0.47	0.12	0.07	0.13	32.56
5	3	0.18	9.08	0.28	1.97	0.60	0.17	0.04	0.87	31.94
5	4	0.13	8.00	0.22	1.94	0.72	0.19	0.09	2.15	30.81
6	1	0.15	9.08	0.23	1.61	0..51	0.14	0.07	0.25	33.44
6	2	0.14	8.94	0.23	1.91	0.59	0.16	0.08	0.75	29.56
6	3	0.16	8.89	0.25	2.00	0.66	0.19	0.06	0.95	23.75
6	4	0.16	9.32	0.25	2.48	0.61	0.17	0.07	1.31	31.94
7	1	0.18	9.30	0.56	1.22	0.40	0.11	0.02	0.86	54.13
7	2	0.11	9.46	0.43	1.66	0.33	0.13	0.03	1.58	53.13
7	3	0.17	8.96	0.40	1.72	0.39	0.11	0.02	0.86	65.88
7	4	0.16	9.26	0.34	1048	0.48	0.16	0.02	0.54	55.25
8	1	0.25	9.15	0.73	1.13	0.50	0.16	0.03	1.07	52.56
8	2	0.24	9.14	0.79	1.61	0.39	0.17	0.03	1.22	59.13
8	3	0.23	9.09	0.73	2.11	0.46	0.30	0.02	0.90	71.88
8	4	0.23	9.22	0.76	2.10	0.25	0.13	0.03	0.81	75.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างใน treatment ต่างๆ

		ปริมาตรน้ำที่วัดได้ (ml)				
Treatment	Rep	week1	week2	week3	week4	week5
1	1	0.0	1189.0	1289.0	551.0	260.0
1	2	684.7	292.0	770.0	279.0	0.0
1	3	0.0	935.0	1705.0	472.0	0.0
1	4	83.4	234.0	954.0	222.0	0.0
2	1	1246.0	1511.0	1989.0	632.0	271.0
2	2	1223.0	1845.0	1862.0	517.0	0.0
2	3	1470.2	1396.0	1979.0	706.0	265.0
2	4	376.5	1199.0	1926.0	559.0	290.0
3	1	0.0	468.0	536.0	121.0	0.0
3	2	1919.0	1310.0	1746.0	0.0	0.0
3	3	1464.0	1462.0	1702.0	229.0	0.0
3	4	984.0	386.5	1278.0	0.0	0.0
4	1	470.0	616.0	1451.0	0.0	0.0
4	2	0.0	0.0	826.0	0.0	0.0
4	3	0.0	0.0	1477.0	200.0	0.0
4	4	2218.0	1329.0	1780.0	119.0	0.0
5	1	1414.0	1433.0	2048.0	698.0	160.0
5	2	0.0	0.0	860.0	93.0	0.0
5	3	0.0	0.0	1360.0	0.0	0.0
5	4	0.0	0.0	1540.0	58.0	0.0
6	1	0.0	0.0	919.0	191.0	0.0
6	2	0.0	0.0	46.0	0.0	0.0
6	3	0.0	0.0	1829.0	657.0	0.0
6	4	0.0	0.0	631.0	0.0	0.0
7	1	0.0	2462.0	1815.0	541.0	0.0
7	2	0.0	1896.0	1662.0	600.0	0.0
7	3	2762.5	2448.0	1848.0	513.0	0.0
7	4	758.0	2169.0	2111.0	560.0	210.0
8	1	0.0	1547.0	1993.0	996.0	700.0
8	2	0.0	392.0	1829.0	682.0	0.0
8	3	435.5	2111.0	2025.0	910.0	689.0
8	4	846.7	2391.0	2098.0	948.0	535.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ) สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาณปริมาตรน้ำที่ถูกชะล้างใน treatment ต่างๆ

		ปริมาตรน้ำที่วัดได้(ml)					
Treatment	Rep	week6	week7	week8	week9	Week10	รวม
1	1	894.0	900.0	2000.0	620.0	1861.0	3289.0
1	2	1012.0	200.0	270.0	440.0	1470.0	2025.7
1	3	0.0	0.0	0.0	0.0	760.0	3112.0
1	4	0.0	303.0	230.0	318.0	840.0	1493.4
2	1	550.0	0.0	250.0	0.0	0.0	5649.0
2	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5447.0
2	3	527.0	0.0	352.0	0.0	1000.0	5816.2
2	4	807.0	622.0	530.0	0.0	360.0	4350.5
3	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1125.0
3	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4975.0
3	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4857.0
3	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2648.5
4	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2537.0
4	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	826.0
4	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1677.0
4	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5446.0
5	1	410.0	820.0	1630.0	1300.0	1870.0	5753.0
5	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	953.0
5	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1360.0
5	4	0.0	0.0	0.0	500.0	1528.0	1598.0
6	1	0.0	0.0	0.0	0.0	1054.0	1110.0
6	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0
6	3	688.0	716.0	946.0	940.0	2000.0	2486.0
6	4	0.0	0.0	0.0	0.0	320.0	631.0
7	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4818.0
7	2	580.0	0.0	250.0	0.0	0.0	4158.0
7	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7571.5
7	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5808.0
8	1	800.0	373.0	28.0	0.0	0.0	5236.0
8	2	590.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2903.0
8	3	700.0	285.0	0.0	0.0	0.0	6170.5
8	4	934.0	281.0	240.0	0.0	0.0	6818.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 สารปรับปรุงดินในแต่ละ Treatment ที่มีต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 1

					ธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง (mg)				
Treatment	Rep	ปริมาตร	P	Ca	Mg	Na	K	NO_3^-	NH_4^+
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	684.70	0.017	35.31	5.06	12.05	7.72	137.07	2.59
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	83.40	nd	1.53	0.17	4.67	0.61	0	0
2	1	1246	nd	44.72	5.38	13.71	15.35	37.75	1.64
2	2	1223	0.015	39.75	5.99	14.43	13.91	36.98	0.48
2	3	1470.20	0.018	56.15	6.77	17.34	18.17	45.93	3.45
2	4	376.50	0.004	14.71	1.78	3.61	2.71	7.24	0.40
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	1919	0.024	71.44	9.40	52.19	25.02	61.07	0.07
3	3	1464	0.018	57.27	10.03	40.40	19.20	48.2	1.26
3	4	984	0.012	44.97	6.62	30.89	11.96	32.52	
4	1	470	0.006	12.92	1.45	3.19	3.54	9.38	0.39
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	2218	0	90.07	10.86	41.25	28.04	77.98	0.02
5	1	1414	0.018	61.01	9.51	35.91	19.62	52.74	0.93
5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	27620.50	0.011	77.43	9.20	27.07	20.24	62.89	0.17
7	4	758	0.035	37.51	6.36	16.97	11.09	34.41	1.17
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	3	4355	0	20.74	3.40	13.58	6.08	19.78	2.59
8	4	846.70	0	40.59	nd	12.53	9.87	27.39	0.60

หมายเหตุ nd หมายถึง non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 สารปรับปรุงดินในแต่ละ Treatment ที่มีต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 2

			ธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง (mg)						
Treatment	Rep	ปริมาตร	P	Ca	Mg	Na	K	NO_3^-	NH_4^+
1	1	1189	0.015	48.92	8.32	18.78	15.69	44.36	2.28
1	2	292	0.007	15.15	2.02	5.02	7.92	125.99	0.33
1	3	935	0.023	46.60	6.92	14.58	11.51	30.59	1.33
1	4	234	0.003	4.22	0.38	10.57	1.75	20.05	0.22
2	1	1511	0.019	67.40	7.93	26.29	20.67	62.08	0.66
2	2	1845	0.023	66.22	8.17	22.50	22.58	55.59	1.44
2	3	1396	nd	59.70	7.30	17.03	18.70	50.48	1.30
2	4	1199	0	54.48	7.74	23.50	18.53	54.14	1.07
3	1	468	0.006	21.69	2.93	7.02	5.87	17.24	0.31
3	2	1310	0.016	52.78	6.81	34.58	19.96	59.49	1.76
3	3	1462	0.018	52.79	7.41	17.54	20.20	57.73	1.11
3	4	386.50	0.01	21.75	2.88	14.53	6.43	17.55	1.12
4	1	616	0.008	25.92	3.13	11.58	8.75	22.81	1.49
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	1329	0.017	72.79	9.47	31.63	20.25	60.33	4.21
5	1	1433	0.018	33.54	3.62	10.60	15.99	47.18	1.54
5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	2462	0.031	114.6	10.92	45.79	30.67	83.81	0.83
7	2	1896	0.024	66.28	7.39	32.99	19.18	48.27	0.92
7	3	2448	0.031	128.7	17.62	48.96	39.85	111.21	3.19
7	4	2169	0.027	42.08	4.62	6.94	19.99	98.44	2.45
8	1	1547	0	61.31	10.92	18.56	20.94	50.64	1.27
8	2	392	0.01	16.59	2.48	6.66	4.39	14.53	0.46
8	3	2111	0.026	34.45	nd	36.30	27.02	77.56	3.45
8	4	2391	0.060	103.0	15.94	40.16	38.35	108.62	2.39

หมายเหตุ nd หมายถึง non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 สารปรับปรุงดินในแต่ละ Treatment ที่มีต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 3

			ธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง (mg)						
Treatment	Rep	ปริมาตร	P	Ca	Mg	Na	K	NO_3^-	NH_4^+
1	1	1289	nd	4451	6.15	25.78	18.12	57.97	0.30
1	2	770	0.039	35.91	5.54	20.02	11.16	34.99	0.65
1	3	1705	nd	68.60	nd	25.57	23.46	59.73	1.14
1	4	954	0.024	11.60	0.96	35.10	5.95	3.08	1.07
2	1	1989	nd	106.7	15.77	55.69	31.30	90.36	0.35
2	2	1862	nd	62.50	8.64	24.57	25.06	59.10	0.59
2	3	1979	nd	101.4	15.83	62.53	32.73	89.90	0.90
2	4	1926	0	87.62	10.05	41.21	28.35	87.54	1.34
3	1	536	0.011	25.28	3.50	10.07	8.66	22.67	0.71
3	2	1746	0.022	117.8	16.53	53.07	31.46	79.32	0.42
3	3	1702	0.021	44.47	5.93	26.89	27.06	7.17	0.14
3	4	1278	0.016	61.79	8.60	65.17	19.19	58.07	0.66
4	1	1451	0.018	56.06	7.47	43.53	18.65	47.98	1.45
4	2	826	0.019	35.09	3.86	15.19	9.11	26.39	1.52
4	3	1477	0.018	55.49	7.82	28.94	19.34	49.45	1.18
4	4	1780	0.022	192.7	18.74	68.35	34.78	80.84	3.38
5	1	2048	0.026	189.2	18.02	71.27	37.51	93.01	1.44
5	2	860	0	27.18	4.38	90.47	3.90	7.00	0.11
5	3	1360	0.008	68.32	9.61	31.82	18.19	50.23	0.99
5	4	1540	0.039	67.14	9.09	48.35	16.84	57.80	0.85
6	1	919	0.023	30.70	3.76	15.62	11.63	29.82	1.88
6	2	446	0.01	13.24	1.15	7.31	3.04	7.86	1.38
6	3	1829	0.020	71.05	9.36	28.53	25.53	67.89	1.64
6	4	63	0	31.55	4058	17.29	7.69	22.26	0.68
7	1	1815	0	112.8	17.18	46.46	30.34	82.47	0.01
7	2	7662	0	58.36	7.05	27.58	21.37	48.79	1.57
7	3	1848	0.046	48.75	9.70	39.17	26.20	22.02	2.15
7	4	2111	0.016	105.6	16.46	61.64	34.48	95.93	0.76
8	1	1993	0	84.54	13.81	30.69	30.73	87.45	0.28
8	2	1829	0.046	73.01	9.69	22.31	22.37	69.37	1.50
8	3	2025	0	89.48	10.89	55.31	32.07	89.11	1.58
8	4	2098	0.026	103.9	19.48	69.94	33.23	95.34	0.29

หมายเหตุ nd หมายถึง non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 สารปรับปรุงดินในแต่ละ Treatment ที่มีต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 4

			ธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง (mg)						
Treatment	Rep	ปริมาตร	P	Ca	Mg	Na	K	NO_3^-	NH_4^+
1	1	551	0.007	nd	0.37	18.29	9.44	25.03	0.34
1	2	279	0.003	23.62	2.15	9.43	4.92	12.68	0.32
1	3	472	0.006	24.45	3.39	12.08	7.07	21.45	0.31
1	4	222	0.006	2.77	6.25	9.77	0.79	0.34	0.25
2	1	632	0.003	33.06	4.38	26.16	10.59	28.71	0.54
2	2	517	0.013	16.93	1.82	7.24	6.27	14.19	0.25
2	3	706	0.002	43.13	6.44	29.93	11.90	32.08	0.77
2	4	559	0.007	37.31	4.47	22.58	9.63	25.40	0.56
3	1	121	0.003	7.71	1.12	4.33	27.10	5.49	0.33
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	229	0.003	52.51	5.37	13.97	46.11	10.41	0.36
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	200	0.004	9.296	1.46	5.12	3.47	9.09	0.04
4	4	119	0.003	31.41	2.73	10.09	5.12	5.41	0
5	1	698	0.017	137.7	12.89	50.11	19.26	31.72	0.85
5	2	93	0.003	5.43	0.69	5.64	1.18	1.72	0.13
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	58	0.001	0	0	0	0	0	0
6	1	191	0.002	10.35	1.00	6.45	3.15	8.68	0.35
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	657	0.011	28.12	3.58	14.32	9.30	22.97	0.68
6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	541	0.009	24.90	3.82	12.12	5.62	14.62	0.07
7	2	600	0.008	26.78	3.072	10.68	8.62	21.28	0.33
7	3	513	0.006	27.80	3.89	16.93	8.20	1.87	0.59
7	4	560	0	35.50	5.22	25.31	10.37	22.98	0.61
8	1	996	0.012	50.75	7.89	24.10	16.85	45.25	0.60
8	2	682	0	43.92	7.04	22.64	12.50	30.99	0.44
8	3	910	0.002	42.58	6.06	42.22	14.06	27.71	0.73
8	4	948	0.024	50.43	6.70	36.59	15.11	9.97	2.39

หมายเหตุ nd หมายถึง non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 สารปรับปรุงดินในแต่ละ Treatment ที่มีต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 5

			ธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง (mg)						
Treatme	Rep	ปริมาตร	P	Ca	Mg	Na	K	NO_3^-	NH_4^+
1	1	260	0.007	15.67	2.51	10.76	4.58	11.81	0.45
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	271	nd	11.19	1.20	14.25	3.85	12.32	0.28
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	265	nd	23.28	2.33	13.14	4.91	12.04	0.81
2	4	290	0	25.71	2.27	15.14	5.39	13.18	0.59
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	160	0	41.72	3.49	17.41	5.93	7.27	0.44
5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	210	0	18.42	1.87	14.66	4.12	6.41	0.50
8	1	700	0	3.21	5.37	0.94	11.24	17.10	0.46
8	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	3	689	0.009	30.15	3.48	7.28	11.10	16.73	0.53
8	4	535	0.013	54.42	4.49	4.24	nd	0	4.40

หมายเหตุ nd หมายถึง non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 สารปรับปรุงดินในแต่ละ Treatment ที่มีต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 6

			ธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง (mg)						
Treatment	Rep	ปริมาตร	P	Ca	Mg	Na	K	NO_3^-	NH_4^+
1	1	894	nd	76.28	8.34	45.06	16.78	40.63	1.24
1	2	1012	0.025	127.6	12.49	36.83	21.25	45.99	1.62
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	550	nd	26.54	nd	22.33	8.8	25.01	0.47
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	527	nd	44.82	7.59	21.39	9.99	23.95	0.68
2	4	807	0	187.2	7.32	49.38	18.23	36.68	1.01
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	410	0.01	90.74	7.94	40.59	13.41	18.63	0.94
5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	688	0	33.85	5.41	14.31	11.07	31.27	1.16
6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	580	0	28.59	3.18	10.09	8.37	18.79	0
7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	800	0	40.70	6.504	34.56	12.21	9.07	0.89
8	2	590	0.015	46.25	1.25	16.16	10.69	25.81	0.53
8	3	700	0	33.54	nd	28.42	11.34	2.45	0.82
8	4	934	0.033	118.4	11.46	63.69	16.64	1.02	4.84

หมายเหตุ nd หมายถึง non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 สารปรับปรุงดินในแต่ละ Treatment ที่มีต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 7

			ธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง (mg)						
Treatment	Rep	ปริมาตร	P	Ca	Mg	Na	K	NO_3^-	NH_4^+
1	1	900	0.023	128.4	18.60	3.11	24.57	40.90	0.87
1	2	200	nd	32.85	2.72	10.80	4.23	9.09	0.23
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	303	0.008	5.17	nd	15.51	2.46	1.29	0.42
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2	4	622	0.016	100.8	12.64	48.26	17.54	28.27	1.18
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	820	0.021	181.0	22.51	99.71	20.24	37.27	1.44
5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	716	0.005	46.96	2.29	27.06	11.28	32.54	1.52
6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	373	0.009	18.39	3.08	0	5.89	1.88	0.55
8	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	3	285	0.007	17.88	nd	12.94	4.36	0.03	0.30
8	4	281	0.007	34.24	2.69	22.87	5.02	0.69	2.16

หมายเหตุ nd หมายถึง non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 สารปรับปรุงดินในแต่ละ Treatment ที่มีต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 8

			ธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง (mg)						
Treatment	Rep	ปริมาตร	P	Ca	Mg	Na	K	NO_3^-	NH_4^+
1	1	2000	0.05	493.9	6.08	123.2	75.6	90.90	1.75
1	2	270	0.01	64.47	7.52	18.41	8.94	12.27	0.66
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	230	0.009	2.72	nd	12.42	1.56	2.03	0.26
2	1	250	0.006	15.43	2.16	13.4	4.54	0.54	0.39
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	352	0.013	55.56	4.69	21.19	10.49	16.00	0.80
2	4	530	0.013	151.2	16.32	47.7	20.83	24.09	0.77
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1630	0.041	nd	50.53	103.7	55.26	74.10	1.56
5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	946	0.033	56.71	8.89	28.78	16.89	0	0.72
6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	250	0.006	14.40	1.98	6.5	3.66	5.89	0.17
7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	280	0.01	15.86	2.17	18.31	5.19	0.76	0.26
8	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	3	0	0	0	0	0	0	0	0
8	4	240	0.006	33.40	5.02	26.4	6.07	10.91	2.15

หมายเหตุ nd หมายถึง non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 สารปรับปรุงดินในแต่ละ Treatment ที่มีต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 9

			ธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง (mg)						
Treatment	Rep	ปริมาตร	P	Ca	Mg	Na	K	NO_3^-	NH_4^+
1	1	620	0.003	493.9	19.59	78.12	0	28.19	0.30
1	2	440	0.011	64.47	12.49	31.50	13.57	14.46	0.15
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	318	0.011	2.27	nd	19.40	1.28	18.17	0.56
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	1300	0.031	nd	35.00	13.96	45.63	22.73	0.49
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2	500	0.003	0	4.86	17.3	0	42.74	0.25
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	940	0.024	56.71	12.03	49.63	14.43	20.00	0.56
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	3	0	0	0	0	0	0	0	0
8	4	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ nd หมายถึง non detect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 สารปรับปรุงดินในแต่ละ Treatment ที่มีต่อธาตุอาหารที่ถูกชะล้างในสัปดาห์ที่ 10

			ธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง (mg)						
Treatment	Rep	ปริมาตร	P	Ca	Mg	Na	K	NO_3^-	NH_4^+
1	1	1861	0.047	438.9	55.56	190.5	0	84.60	1.08
1	2	1470	0	37.63	43.70	139.6	49.25	66.83	1.09
1	3	760	0.019	88.16	13.77	30.78	0	34.55	1.39
1	4	840	0.032	3.80	0.89	54.43	6.13	33.43	1.39
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	1000	0.025	163.7	23.33	69.80	30.7	33.93	0.98
2	4	360	0.014	122.4	11046	38.95	14.86	14.05	0.98
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2	1870	0.047	229.8	33.15	176.9	62.08	57.74	1.15
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1528	0.038	81.09	12.83	67.23	0	69.47	0.71
6	2	1054	0.04	39.91	6.04	34.15	15.39	47.92	1.59
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0.67
6	4	2000	0.075	138.1	23.20	189.6	80.20	90.92	0.79
7	1	320	0.002	0	0	14.53	6.13	14.55	0
7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	3	0	0	0	0	0	0	0	0
8	4	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 สารปรับปรุงดินในแต่ละ treatment ที่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารแต่ละชนิดที่ถูกชะล้าง

		(mg.)						
Treatment	Rep	Mg	Ca	K	Na	P	NO_3^-	NH_4^+
1	1	272.11	201.10	267.37	243.87	0.15	424.39	11.2
1	2	12.05	90.86	129.06	112.56	0.11	544.91	4.90
1	3	24.08	96.95	61.43	52.23	0.03	146.32	4.17
1	4	2.80	5.42	20.53	88.04	0.09	74.68	3.76
2	1	36.82	43.57	25.10	171.29	0.03	592.77	4.33
2	2	24.62	46.36	67.81	68.74	0.05	165.86	2.76
2	3	80.68	63.48	137.59	182.45	0.06	304.31	8.71
2	4	100.20	78.42	136.67	205.77	0.05	209.59	7.90
3	1	70.50	51.47	41.53	21.42	0.02	62.13	1.35
3	2	16.21	80.67	76.44	139.84	0.06	199.88	2.25
3	3	28.74	45.01	112.57	98.88	0.06	124.13	2.87
3	4	18.10	42.83	37.18	110.50	0.03	98.14	3.58
4	1	12.05	31.63	30.94	58.30	0.03	80.17	3.33
4	2	3.68	35.09	9.11	15.19	0.02	26.39	1.52
4	3	7.82	32.39	22.81	34.06	0.02	58.54	1.22
4	4	44.70	96.74	143.45	141.25	0.09	224.56	7.61
5	1	270.41	139.10	239.69	269.02	0.18	437.83	10.85
5	2	5.07	16.31	5.08	96.11	0.00	8.72	0.24
5	3	9.61	68.32	18.19	31.82	0.01	50.25	0.99
5	4	26.78	60.58	49.40	48.35	0.08	150	2.05
6	1	10.80	26..98	30.17	22.07	0.07	86.42	3.82
6	2	1.51	34.97	3.04	7.31	0.01	7.86	1.83
6	3	64.76	65.44	180.44	123.00	0.17	288.33	6.64
6	4	9.11	26.38	14.09	17.40	0.00	36.81	1.47
7	1	31.92	84.11	66.63	104.57	0.04	180.90	1.00
7	2	22.65	38.88	70.55	87.84	0.05	143.02	3.52
7	3	40.41	70.69	94.49	132.13	0.13	197.99	6.10
7	4	34.53	47.82	80.05	125.52	0.04	258.17	5.49
8	1	49.74	43.68	104.05	157.16	0.03	212.15	10.31
8	2	21.92	44.94	51.15	67.77	0.12	140.70	2.93
8	3	18.32	38.32	106.03	216.43	0.04	236.64	10.03
8	4	91.43	67.32	124.29	273.02	0.17	253.94	19.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 สารปรับปรุงดินใน treatment ต่างๆ ที่มีต่อผลผลิตของข้าวโพด

Treatment	Rep	น้ำหนักผลผลิตข้าวโพด (g)		
		ฝักสด	ต้นสด	ต้นแห้ง
1	1	7.04	99.06	60.59
1	2	28.41	93.70	91.33
1	3	76.00	176.21	107.17
1	4	37.49	136.85	95.35
2	1	0.00	266.20	92.61
2	2	101.79	209.88	113.37
2	3	0.00	148.35	73.20
2	4	0.00	79.93	53.32
3	1	85.06	331.03	133.58
3	2	107.14	211.80	114.26
3	3	30.47	302.91	143.00
3	4	147.37	333.05	127.48
4	1	112.78	450.09	164.83
4	2	190.09	341.73	152.65
4	3	138.96	264.56	122.46
4	4	122.85	292.66	120.00
5	1	0.00	61.98	48.27
5	2	24.38	198.74	79.39
5	3	78.93	218.09	106.96
5	4	0.00	143.76	99.09
6	1	0.00	93.31	66.30
6	2	0.00	246.34	92.42
6	3	0.00	17.62	32.21
6	4	50.11	290.78	116.26
7	1	18.62	289.79	131.37
7	2	35.34	273.39	124.20
7	3	51.36	356.34	131.25
7	4	60.36	370.00	124.18
8	1	9.74	330.21	141.03
8	2	13.76	344.53	115.94
8	3	27.16	463.17	126.66
8	4	14.02	282.26	122.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 16 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	6.4330	0.19190	113.4327**
Error	24	0.1940	0.0081	
Total	31	6.6725		
CV	1.68%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 17 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความเป็นกรด-ด่างของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	4.8267	0.6895	5.0686**
Error	24	3.2649	0.1360	
Total	31	8.0916		
CV	4.24%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ การนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	33.1747	4.1392	279.3298**
Error	24	0.4072	0.0170	
Total	31	33.5819		
CV	3.88%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 19 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ การนำไฟฟ้าของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	0.6353	0.0050	5.1943**
Error	24	0.0233	0.0010	
Total	31			
CV	20.10%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	44.1080	6.3011	1310.6969**
Error	24	0.1154	0.0048	
Total	31	44.2234		
CV	6.32%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 21 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	0.8022	0.1146	61.7397**
Error	24	0.0446	0.0019	
Total	31	0.8468		
CV	11.82%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินก่อนปลูกข้าวโพด (CEC)

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	954.9372	136.4196	6.3501**
Error	24	515.5916	21.4830	
Total	31	1470.5288		
CV	99.76%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 23 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินหลังปลูกข้าวโพด (CEC)

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	394.3993	56.3428	332.6008**
Error	24	4.0656	0.1694	
Total	31	398.4649		
CV	11.77%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	6793.1187	970.4484	92.2549**
Error	24	252.4609	10.5192	
Total	31	7045.5996		
CV	11.24%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 25 สดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	7212.7773	1030.3967	28.4580**
Error	24	868.7617	36.2077	
Total	31	8081.7617		
CV	16.22%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	66.3383	9.4769	115.8886**
Error	24	1.9626	0.0818	
Total	31	68.3010		
CV	20.70%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 27 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	25.2076	3.6011	9.3768**
Error	24	9.2170	0.3840	
Total	31	34.4246		
CV	65.19%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	2.1780	0.3111	243.2243**
Error	24	0.0307	0.0013	
Total	31	2.2087		
CV	12.86%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 29 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	1.6075	0.2296	53.7699**
Error	24	0.1025	0.0043	
Total	31	1.71		
CV	23.71%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโซเดียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	4.5687	0.6527	4.4138**
Error	24	3.5489	0.1479	
Total	31	8.1176		
CV	62.97%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 31 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโซเดียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	33.3761	4.7680	22.2701
Error	24	5.1384	0.241	
Total	31	38.5145		
CV	34.87%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	12.6652	1.8093	268.5200**
Error	24	0.1617	0.0067	
Total	31	12.8269		
CV	17.78%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 33 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	6.4125	0.9161	102.6343**
Error	24	0.2142	0.0089	
Total	31	6.6267		
CV	32.87%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกชะล้าง

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	0.0136	0.0019	0.6077^{ns}
Error	24	0.0767	0.0032	
Total	31	0.0903		
CV	90.95%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 35 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแคลเซียมที่ถูกชะล้าง

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	645299.7500	92185.6797	0.829^{ns}
Error	24	2668469.7500	111186.2422	
Total	31	3313769.5000		
CV	111.52%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแมกนีเซียมที่ถูกชะล้าง

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	12337.7109	1762.5302	0.8128^{ns}
Error	24	52046.3125	2168.5964	
Total	31	64384.0234		
CV	116.98%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 37 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโซเดียมที่ถูกชะล้าง

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	136426.1250	19489.4473	0.9760^{ns}
Error	24	479238.8750	19968.2871	
Total	31	615665.0000		
CV	90.67%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมที่ถูกชะล้าง

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	15027.7813	2146.8259	0.4851^{ns}
Error	24	106218.9219	4425.7886	
Total	31	121246.7031		
CV	86.89%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 39 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณแอมโมเนียมที่ถูกชะล้าง

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	131.5276	18.7897	1.2485^{ns}
Error	24	3691.1908	15.0496	
Total	31	492.7184		
CV	81.94			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ ปริมาณไนเตรทที่ถูกชะล้าง

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	221673.0	31667.5723	1.6683 ns
Error	24	455576.75	18992.3652	
Total	31	677249.45		
CV	72.19			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 41 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักฝักสดของข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	56336.1016	8048.0146	6.8597**
Error	24	28157.3594	1173.2233	
Total	31	84493.4609		
CV	69.85%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักสดของต้นข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	250534.6250	35790.6602	6.0496**
Error	24	141988.25	5916.1772	
Total	31	392522.875		
CV	31.89%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

ตารางที่ 43 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	19150.4688	2735.7813	5.7434**
Error	24	11432.1250	476.3385	
Total	31	30582.5938		
CV	20.40%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 44 แสดงค่าวิเคราะห์ทางสถิติ น้ำหนักฝักสดรวมกับต้นข้าวโพด

ANALYSIS OF VARIANCE

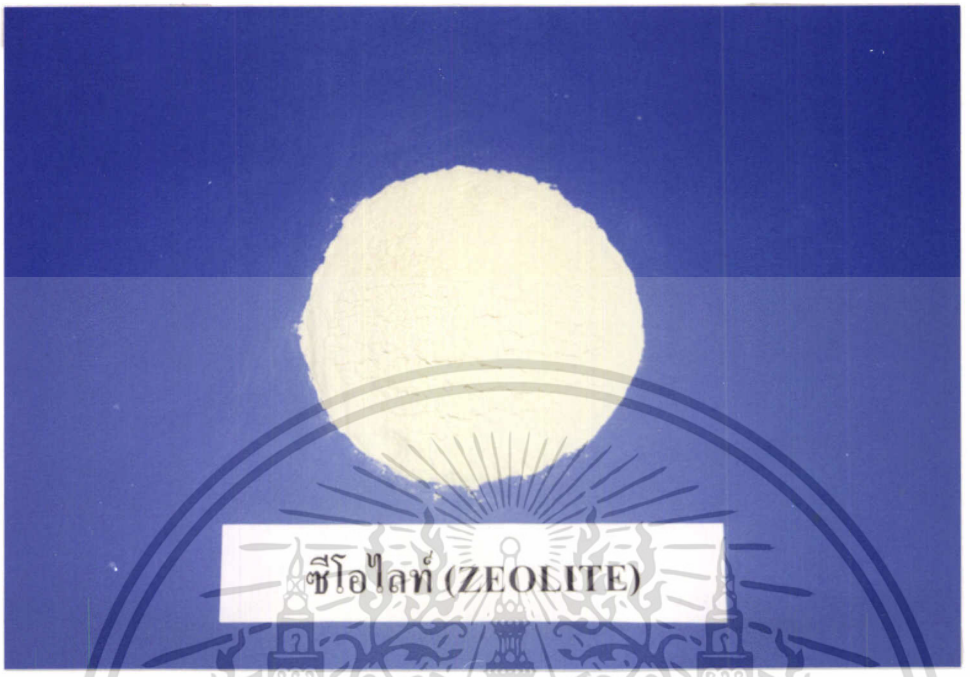
SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	424531.50	60647.355	6.8889 **
Error	24	211288.25	8803.6768	
Total	31	635819.75		
CV	32.31%			

* = SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

** = SIGNIFICANT AT 99 % LEVEL

ns= NON SIGNIFICANT AT 95 % LEVEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ลักษณะของซีโอไลท์ (Zeolite)

ภาพที่ 2 ลักษณะของอีโซไลท์ (Isolite)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 ลักษณะของอีโซไลท์ เค้ก (Isolite cake)

ภาพที่ 4 ลักษณะของปุ๋ยหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้