14936

**ปัญหาพิเศษปริญญาตรี**

**เรื่อง**

# การใช้ซีโอไลท์และอีโซไลท์เป็นสารปรับปรุงดินทราย 3 ชุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

# Ultilization of Zeolite and Isolite as soil conditioner to improve three soil series in the Northeast of Thailand

T099847

**โดย**

นายพิสิฐ เอื้อมธุรพจน์
นางสาวสุธารา จันทรานิมิตร

**เสนอ**

ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต(เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2539

ป ฝ.
พ ว 7 ส 8 ก
2539

ลงทะเบียน 99847
วัน.เดือน.ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ปัญหาพิเศษปริญญาตรี**

**เรื่อง**

# การใช้ซีโอไลท์และอีโซไลท์เป็นสารปรับปรุงดินทราย 3 ชุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

# Ultilization of Zeolite and Isolite as soil conditioner to improve three soil series in the Northeast of Thailand

**โดย**


นายพิสิฐ เอื้อมธุรพจน์

นางสาวสุธารา จันทรานิมิตร


.....

รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม

.....

อาจารย์นุกูล ถวิลถึง

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

29 / พ.ค. / 40


ปพ.
พ๗๗๕ก
๒๕๔๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา และอาจารย์นุกูล ถวิลถึง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้ให้โอกาสเราทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ รวมทั้งให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยตรวจและแก้ไขปัญหาพิเศษเรื่องนี้ ขอขอบคุณ อาจารย์ธีรวัฒน์ กษิรวัฒน์ ที่ได้ให้เมล็ดพันธุ์ ขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยให้คำแนะนำตลอดมาจนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง ที่ให้คำแนะนำด้านการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติงาน รวมทั้งป้าสำราญ ช้างน้อย และพี่ทองม้วน สุนทรา ที่คอยอำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์ต่าง ๆ ขอบคุณเพื่อน ๆ ชาวปฐพีวิทยาและเพื่อนภาคอื่น ๆ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ และคุณแม่ของเราทั้งสองที่ได้มอบความรักเป็นกำลังใจที่ยิ่งใหญ่ และให้การสนับสนุนในด้านการเรียน จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายพิสิฐ เอื้อมธุรพจน์
นางสาวสุธารา จันทรานิมิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ซีโอไลท์และอีโซไลท์เป็นสารปรับปรุงดินทราย ชุดยโสธร (Yt) สตึก(Suk) และน้ำพอง(Ng) เพื่อศึกษาคุณสมบัติและผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 8 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้ ซีโอไลท์, อีโซไลท์, อีโซไลท์ที่ใช้แล้วในอัตรา 5% และ 10% เปรียบเทียบกับตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 6 ตัน/ไร่ โดยทุกตำรับใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี (60-30-10 กิโลกรัม/ไร่) (N-$P_2O_5$-$K_2O$) และมีตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวเป็นตำรับควบคุม จากผลการทดลองพบว่า สารปรับปรุงดินทั้ง 3 ชนิด เป็นสารที่มี C.E.C. สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งซีโอไลท์มี C.E.C. ถึง 168 me/100g, ซีโอไลท์และอีโซไลท์ธรรมชาติมีปฏิกิริยาเป็นด่างอ่อนถึงด่างแก่ ส่วนอีโซไลท์ที่ใช้แล้วมีปฏิกิริยาเป็นกรด, ค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูง, และปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก หลังจากที่ปรับปรุงดินด้วยสารปรับปรุงดินทั้ง 3 ชนิด และปุ๋ยอินทรีย์ กทม. พบว่าสามารถเพิ่ม C.E.C. ของดินได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตำรับที่ใส่ซีโอไลท์, ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นและค่าการนำไฟฟ้าจะต่ำในตำรับที่ใส่ซีโอไลท์ และอีโซไลท์ แต่จะสูงมากในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ กทม., ปริมาณอินทรียวัตถุจะเพิ่มขึ้นในตำรับที่ใส่อีโซไลท์ที่ใช้แล้ว และตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. ส่วนผลของสารปรับปรุงดินต่อการการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน พบว่าการใส่ซีโอไลท์10 % ในชุดดิน Yt และ Suk จะให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงที่สุด รองลงมาคือ การใส่ซีโอไลท์ 5% ส่วนในชุดดิน Ng ตำรับที่ให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. การดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวโพดพบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวข้าวโพดสามารถดูดใช้ธาตุไนโตรเจนได้สูงสุด ส่วนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมจะไม่ได้รับผลกระทบจากการใช้สารปรับปรุงดิน ยกเว้นชุดดิน Yt จะมีการดูดใช้โปแตสเซียมได้ดีในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซีโอไลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| คำนิยม | I |
| บทคัดย่อ | II |
| สารบัญตาราง | IV |
| สารบัญกราฟ | VI |
| สารบัญภาพ | VII |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 2 |
| การตรวจเอกสาร | 3 |
| อุปกรณ์ | 22 |
| วิธีทำการทดลอง | 22 |
| ผลการทดลอง | 26 |
| - คุณสมบัติของสารปรับปรุงดิน | 26 |
| - คุณสมบัติของดินในตำรับต่าง ๆ ก่อนทำการปลูกข้าวโพด | 26 |
| - คุณสมบัติของดินในตำรับต่าง ๆ หลังทำการปลูกข้าวโพด | 40 |
| วิจารณ์ผลการทดลอง | 61 |
| สรุปผลการทดลอง | 63 |
| เอกสารอ้างอิง | 64 |
| ภาคผนวก | 68 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตาราง** **หน้า**

ตารางที่ 1 แหล่งแร่ซีโอไลท์ชนิดต่างๆ ที่พบในปริมาณมาก และมีศักยภาพในเชิงอุตสาหกรรม 5
ตารางที่ 2 Cation exchange properties ของแร่ซีโอไลท์ที่สำคัญบางชนิดที่พบในดิน 6
ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของธาตุต่างๆ ในซีโอไลท์ 7
ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอีโซไลท์ 13
ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของอีโซไลท์ 13
ตารางที่ 6 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของ Isolite cake จากโรงงานผลิตน้ำตาล 14
ตารางที่ 7 ลักษณะทางกายภาพของดิน 25
ตารางที่ 8 ลักษณะทางเคมีของดิน 25
ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ซีโอไลท์, อีโซไลท์ และอีโซไลท์ที่ใช้แล้ว 26
ตารางที่ 10 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ก่อนปลูกข้าวโพด 28
ตารางที่ 11 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด 29
ตารางที่ 12 ปริมาณผลรวมประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (C.E.C.) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด 30
ตารางที่ 13 ปริมาณของอินทรียวัตถุ (% OM) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด 32
ตารางที่ 14 ปริมาณฟอสฟอรัสของดินก่อนปลูกข้าวโพด 33
ตารางที่ 15 ปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด 35
ตารางที่ 16 ปริมาณเหล็กของดินก่อนปลูกข้าวโพด 36
ตารางที่ 17 ปริมาณแมงกานีสของดินก่อนปลูกข้าวโพด 38
ตารางที่ 18 ปริมาณสังกะสีของดินก่อนปลูกข้าวโพด 39
ตารางที่ 19 ค่าความเป็นกรดด่าง-ของดิน (pH) หลังปลูกข้าวโพด 41
ตารางที่ 20 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินหลังปลูกข้าวโพด 42
ตารางที่ 21 ปริมาณผลรวมประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (C.E.C.) ของดินหลังปลูกข้าวโพด 44
ตารางที่ 22 ปริมาณอินทรียวัตถุ (% OM) ของดินหลังปลูกข้าวโพด 45
ตารางที่ 23 ปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปลูกข้าวโพด 47
ตารางที่ 24 ปริมาณแมกนีเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด 48
ตารางที่ 25 ปริมาณเหล็กของดินหลังปลูกข้าวโพด 49
ตารางที่ 26 ปริมาณแมงกานีสของดินหลังปลูกข้าวโพด 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตาราง** **หน้า**

ตารางที่ 27 ปริมาณสังกะสีของดินหลังปลูกข้าวโพด 52
ตารางที่ 28 น้ำหนักสดของข้าวโพด 54
ตารางที่ 29 น้ำหนักแห้งของข้าวโพด 55
ตารางที่ 30 ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด 57
ตารางที่ 31 ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด 58
ตารางที่ 32 ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพด 60

**ตารางภาคผนวก** **หน้า**

ตารางภาคผนวกที่ 1 น้ำหนักสดของข้าวโพด 68
ตารางภาคผนวกที่ 2 น้ำหนักแห้งของข้าวโพด 69
ตารางภาคผนวกที่ 3 ความเป็นกรด-ด่างก่อนปลูกข้าวโพด 70
ตารางภาคผนวกที่ 4 ความเป็นกรด-ด่างหลังปลูกข้าวโพด 71
ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่าการนำไฟฟ้าก่อนปลูกข้าวโพด 72
ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าการนำไฟฟ้าหลังปลูกข้าวโพด 73
ตารางภาคผนวกที่ 7 ปริมาณอินทรียวัตถุก่อนปลูกข้าวโพด 74
ตารางภาคผนวกที่ 8 ปริมาณอินทรียวัตถุหลังปลูกข้าวโพด 75
ตารางภาคผนวกที่ 9 ค่า C.E.C. ก่อนปลูกข้าวโพด 76
ตารางภาคผนวกที่ 10 ค่า C.E.C. หลังปลูกข้าวโพด 77
ตารางภาคผนวกที่ 11 ปริมาณฟอสฟอรัสก่อนปลูกข้าวโพด 78
ตารางภาคผนวกที่ 12 ปริมาณฟอสฟอรัสหลังปลูกข้าวโพด 79
ตารางภาคผนวกที่ 13 ปริมาณแมกนีเซียมก่อนปลูกข้าวโพด 80
ตารางภาคผนวกที่ 14 ปริมาณแมกนีเซียมหลังปลูกข้าวโพด 81
ตารางภาคผนวกที่ 15 ปริมาณสังกะสีก่อนปลูกข้าวโพด 82
ตารางภาคผนวกที่ 16 ปริมาณสังกะสีหลังปลูกข้าวโพด 83
ตารางภาคผนวกที่ 17 ปริมาณเหล็กก่อนปลูกข้าวโพด 84
ตารางภาคผนวกที่ 18 ปริมาณเหล็กหลังปลูกข้าวโพด 85
ตารางภาคผนวกที่ 19 ปริมาณแมงกานีสก่อนปลูกข้าวโพด 86
ตารางภาคผนวกที่ 20 ปริมาณแมงกานีสหลังปลูกข้าวโพด 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวก** **หน้า**

ตารางภาคผนวกที่ 21 ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด 88
ตารางภาคผนวกที่ 22 ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด 89
ตารางภาคผนวกที่ 23 ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพด 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญกราฟ

**เรื่อง** **หน้า**


กราฟที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ก่อนปลูกข้าวโพด 28
กราฟที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด 39
กราฟที่ 3 ปริมาณผลรวมประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (C.E.C.) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด 30
กราฟที่ 4 ปริมาณของอินทรียวัตถุ (% OM) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด 32
กราฟที่ 5 ปริมาณฟอสฟอรัสของดินก่อนปลูกข้าวโพด 33
กราฟที่ 6 ปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด 35
กราฟที่ 7 ปริมาณเหล็กของดินก่อนปลูกข้าวโพด 36
กราฟที่ 8 ปริมาณแมงกานีสของดินก่อนปลูกข้าวโพด 38
กราฟที่ 9 ปริมาณสังกะสีของดินก่อนปลูกข้าวโพด 39
กราฟที่ 10 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) หลังปลูกข้าวโพด 41
กราฟที่ 11 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินหลังปลูกข้าวโพด 42
กราฟที่ 12 ปริมาณผลรวมประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (C.E.C.) ของดินหลังปลูกข้าวโพด 44
กราฟที่ 13 ปริมาณของอินทรียวัตถุ (% OM) ของดินหลังปลูกข้าวโพด 45
กราฟที่ 14 ปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปลูกข้าวโพด 47
กราฟที่ 15 ปริมาณแมกนีเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด 48
กราฟที่ 16 ปริมาณเหล็กของดินหลังปลูกข้าวโพด 49
กราฟที่ 17 ปริมาณแมงกานีสของดินหลังปลูกข้าวโพด 51
กราฟที่ 18 ปริมาณสังกะสีของดินหลังปลูกข้าวโพด 52
กราฟที่ 19 น้ำหนักสดของข้าวโพด 54
กราฟที่ 20 น้ำหนักแห้งของข้าวโพด 55
กราฟที่ 21 ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด 57
กราฟที่ 22 ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด 58
กราฟที่ 23 ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพด 60


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

**ภาพ** **หน้า**

ภาพที่ 1 ลักษณะของซีโอไลท์ 91
ภาพที่ 2 ลักษณะของอีโซไลท์ 91
ภาพที่ 3 ลักษณะของอีโซไลท์ที่ใช้แล้ว 91
ภาพที่ 4 ข้าวโพดที่ปลูกในชุดดิน Yt ทั้ง 8 ตำรับการทดลอง 92
ภาพที่ 5 ข้าวโพดที่ปลูกในชุดดิน Suk ทั้ง 8 ตำรับการทดลอง 92
ภาพที่ 6 ข้าวโพดที่ปลูกในชุดดิน Ng ทั้ง 8 ตำรับการทดลอง 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำนำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่มีเนื้อที่มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่น ๆ คือ มีพื้นที่ถึงหนึ่งในสามของประเทศหรือประมาณ 106 ล้านไร่ และเป็นภาคที่มีปัญหาด้านการเกษตรสูงสุด โดยมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำกว่าภาคอื่น ๆ ทั้งนี้มีสาเหตุหลักอยู่ 2 ประการด้วยกัน คือ การกระจายของฝนโดยเฉลี่ยไม่ดี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีอยู่ในช่วง 1,100-1,800 มม. ประการต่อมา คือ ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่มีเนื้อดินที่ค่อนข้างเป็นทราย จึงทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ อันเนื่องมาจากคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินนั่นเอง คุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญที่มีปัญหาคือ ดินทรายมีผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (C.E.C.) ค่อนข้างต่ำ ทำให้การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมีไม่ดีเท่าที่ควร นอกจากนี้ ดินทรายยังมีปัญหาทางกายภาพที่ไม่ค่อยเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้ความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีน้อย ดังนั้นจึงได้มีการพยายามนำเอาสารปรับปรุงดิน (Soil Conditioner) มาใช้เพื่อการเพิ่มผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ขณะเดียวกันยังสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินได้ดีอีกด้วย เช่นซีโอไลท์ (Zeolite) และอีโซไลท์ (Isolite) ทั้งนี้เพราะว่า ซีโอไลท์ (Zeolite) มี C.E.C. สูงมาก (100-300 me/100g) และเมื่อสลายตัวแล้วยังปลดปล่อยแร่ธาตุที่พืช นำไปใช้ประโยชน์ได้อีกหลายชนิด เช่น แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โปแตสเซียม (K) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) และธาตุอาหารเสริมอื่น ๆ อีก ส่วนอีโซไลท์ (Isolite) เป็นสารที่มีช่องว่างสูงถึง 74% จึงทำให้มีพื้นที่ผิวมาก สามารถช่วยอุ้มน้ำและดูดแร่ธาตุต่าง ๆ ได้ ดังนั้นสารทั้งสองชนิดนี้จึงน่าจะสามารถปรับปรุงคุณสมบัติของดินทราย ให้สามารถดูดซับธาตุอาหารและสามารถอุ้มน้ำเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับพืชได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของซีโอไลท์ (Zeolite) และอีโซไลท์ (Isolite)

2. เพื่อหาอัตราที่เหมาะสมและเปรียบเทียบคุณสมบัติของซีโอไลท์ (Zeolite) และอีโซไลท์ (Isolite) ในการปรับปรุงบำรุงดิน

3. เพื่อศึกษาผลของซีโอไลท์ (Zeolite) และอีโซไลท์ (Isolite) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดึงดูดธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองของข้าวโพดหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การตรวจเอกสาร

## 1.สารปรับปรุงดิน (Soil Conditioner)

สารปรับปรุงดิน (Soil Conditioner) หมายถึง สารใดก็ตามที่ใส่ลงไปในดินแล้วทำให้สภาพทางเคมี กายภาพและชีวภาพของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจมีธาตุอาหารพืชปนอยู่ในสารนั้น แต่วัตถุประสงค์ที่ใช้ไม่เน้นการเพิ่มธาตุอาหารพืช (ทัศนีย์, 2537) ปิยะ (2537) ได้กล่าวถึง สารปรับปรุงดินทางกายภาพว่า เป็นสารโพลิอีเล็กโตรไลท์ (polyelectrolyres) เช่นสารประกอบคอมเพล็คไวนีล (Complex vinyl), สารประกอบอะครีลิค (acrylic) และสารอนุพันธุ์บางชนิดของเซลลูโลส (Cellulose) และลิกนิน (Lignin) ที่มีสมบัติทำให้สารคอลลอยด์ดิน (Soil Colloid) จับตัวกันเป็นเม็ดดินหรือก้อนดินที่มีโครงสร้างทรงกลมและมีขนาดรูปทรงสม่ำเสมอและโปร่งมาก ในสภาพดังกล่าว สารปรับปรุงดินจะช่วยทำให้ดินที่มีปัญหาทางกายภาพมีความสามารถซาบซึมน้ำและอากาศ (Permesbility) ได้ดียิ่งขึ้น และมีผลไม่มากก็น้อยต่อการป้องกันไม่ให้เกิดการจับตัวกันเป็นแผ่นแข็งบนผิวดินเมื่อแห้ง ทัศนีย์ (2537) ได้แบ่งประเภทของสารปรับปรุงดินแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. สารปรับปรุงสภาพทางเคมี ได้แก่ ปูน ยิปซั่ม สารประกอบที่มีจุลธาตุต่าง ๆ
2. สารปรับปรุงสภาพทางกายภาพ ได้แก่ อินทรียวัตถุในดินหรือฮิวมัส ,สารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์สังเคราะห์
3. สารปรับปรุงดินในการรักษาความชื้น ได้แก่ สารอุ้มน้ำ, Calcined Clay, Isolite และ Zeolite

### 1.1 ซีโอไลท์ (Zeolite)

ซีโอไลท์ (Zeolite) เป็นคำมาจากภาษากรีก ซีโอ “Zeo” แปลว่า เดือด ส่วนลิโธส “Lithos” แปลว่า หิน ฉะนั้น ซีโอไลท์แปลรวมกันว่า หินเดือด (ดีพร้อม, 2534) ซีโอไลท์เป็นแร่อะลู - มิโนซิลิเกต (Aluminosilicates) ชนิดหนึ่งซึ่งมีอะลูมิเนียม (Al) หรือซิลิกา (Si) จับรวมตัวกับออกซิเจน 4 อะตอม ในหน่วยพื้นฐาน เท็ดตระฮีดรอนดังกล่าว เมื่อเชื่อมต่อเข้าด้วยกันในลักษณะวงแหวนแบบ 3 มิติจะเกิดเป็นผลึกของแร่ซีโอไลท์ที่มีช่องว่าง (channels) ภายในเป็นอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามตัวแร่ซีโอไลท์เองยังสามารถแบ่งแยกย่อยลงไปได้อีก โดยใช้จำนวนของเท็ดตระ-ฮีดรอนในแต่ละวง (ring) เป็นตัวจำแนก ซึ่งมีอยู่ตั้งแต่ 4, 5, 6, 8 และ 12 หน่วย อนึ่ง การเรียงตัวต่อกันของจำนวนวงนี้เองที่ใช้กำหนดคุณสมบัติในการดูดซับ (retention) น้ำและธาตุอาหาร ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรากฏว่าหากมีจำนวนวงมาต่อกันมากเท่าไรก็ยิ่งเพิ่มศักยภาพในการดูดซับมากตามไปด้วย (ปรีดา และคณะ, 2535)

จากการสำรวจพบว่าในสภาพธรรมชาติพบแร่ซีโอไลท์ประมาณ 50 ชนิด แต่ที่พบบ่อยและมีปริมาณค่อนข้างสูงในดินมีเพียง 9 ชนิดเท่านั้น ซึ่งได้แก่ clinoptilolite, analcime, chabazite, heulandite, mordenite, phillipsite, natrolite, stilpite และ gismondine แร่ทั้ง 9 ชนิดในกลุ่มนี้ คลินอพทิโลไลท์ (clinoptilolite) และ มอร์ดีไนท์ (mordenite) เท่านั้นที่พบมากในดินทั่วๆ ไป ส่วนแหล่งที่พบมักจะมาจากการทับถมของเถ้าถ่านภูเขาไฟ ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายก็จะให้ดินเค็มหรือดินด่าง ดังนั้นดินประเภทนี้จึงมีแร่ซีโอไลท์ปนเปื้อนอยู่อย่างเด่นชัด ดังนั้นเราจึงพบแหล่งแร่ซีโอไลท์กระจายอยู่ทั่วไปตามภูมิภาคต่างๆ ของโลกไม่ว่าจะเป็นทวีปเอเชีย ยุโรป อเมริกาเหนือ รวมทั้งแอฟริกา ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาใช้เพื่อการอุตสาหกรรม ดังแสดงในตารางที่ 1

### 1.1.1 <u>คุณสมบัติของซีโอไลท์</u>

ซีโอไลท์เป็นแร่ที่มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวที่เด่นชัดไม่ว่าจะเป็นทางกายภาพหรือทางเคมี คุณสมบัติดังกล่าวเกิดจากการต่อเรียงตัวของโครงสร้างทางแร่ในรูปวงแหวนทำให้เกิดช่องว่างภายในจำนวนมาก ซึ่งมีขนาดที่พอเหมาะแก่การดูดซับอนุภาคของธาตุต่างๆ (Mumpton และ Ormsby, 1976) ตลอดจนโมเลกุลของสารอินทรีย์และน้ำ (ปรีดา และคณะ, 2535) นอกจากนี้การที่ $Al^{3+}$ เข้าแทนที่ $Si^{4+}$ ทำให้มีประจุบวกเหลือตกค้างอยู่ที่หน่วยของเท็ดตระฮีดรอน นี่คือแหล่งที่มาของ C.E.C. (Cation Exchange Capacity) ในแร่ซีโอไลท์ (ไพบูลย์, 2528) ซึ่งขีดความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของแร่ชนิดนี้จะมีค่าสูงกว่า แร่ดินเหนียวที่สำคัญๆ ที่พบในดินไม่ว่าจะเป็นเวอร์มิคิวไลท์ (Vermiculite) และสเม็คไทท์ (Smectite)หลายเท่าดังแสดงในตารางที่ 2 ด้วยเหตุผลดังกล่าว ปัจจุบันจึงมีการนำเอาซีโอไลท์มาใช้จนเกิดประโยชน์อย่างกว้างขวาง ทั้งในด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม ตลอดจนเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่นับวันมีแต่จะเสื่อมโทรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 1** แหล่งแร่ซีโอไลท์ชนิดต่างๆ ที่พบในปริมาณมากและมีศักยภาพในเชิงอุตสาหกรรม

| ซีโอไลท์ | แหล่งที่พบ | |
|---|---|---|
| Analcime | แทนซาเนีย | แอฟริกา |
| | แคลิฟอร์เนีย | อเมริกา |
| | อินเดีย | เอเชีย |
| | อิตาลี | ยุโรป |
| Chabazite | อิตาลี | ยุโรป |
| | โปแลนด์ | ยุโรป |
| | แทนซาเนีย | แอฟริกา |
| Clinoptilolite | อะลาบามา | อเมริกา |
| | อัลเบอร์ตา | แคนาดา |
| | อังกฤษ | ยุโรป |
| | ฮังการี | ยุโรป |
| | เท็กซัส | อเมริกา |
| | ยูท่าห์ | อเมริกา |
| Mordenite | ฮังการี | ยุโรป |
| | นิวซีแลนด์ | |

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2** Cation exchange properties ของแร่ซีโอไลท์ที่สำคัญบางชนิดที่พบในดิน

| แร่ | C.E.C. (me/100g) | Void volume, (%) | Exchange Selectivities |
|---|---|---|---|
| Zeolite | | | |
| Analcime | 460 | 18 | Complicated by ion-sieving |
| Chabazite | 420 | 47 | $Cs^+>K^+>NH_4^+>Na^+=Ba^{2+}>Sr^{2+}$ |
| Clinoptilolite | 220 | 34 | $Cs^+>K^+>NH_4^+>Sr^{2+}=Ba^{2+}>Na^+$ |
| Mordenite | 220 | 28 | $Cs^+>K^+>NH_4^+>Na^+=Ba^{2+}$ |
| Phillipsite | 380 | 31 | $Ba^{2+}>Cs^+=K^+>Na^+$ |
| Phyllosilicates | | | |
| Vermiculite | 160 | - | - |
| Smectite | 110 | - | - |

แหล่งที่มา ดัดแปลงจาก Ming, D.W. (1989)

1.1.1.1 <u>คุณสมบัติทางเคมีของซีโอไลท์</u>

ซีโอไลท์มีสมบัติทางเคมีที่พึงประสงค์อยู่หลายด้าน เริ่มด้วยมีค่า C.E.C. อยู่ระหว่าง 100-300 me/100g และค่าดังกล่าวอาจเพิ่มขึ้นสูงถึง 600 me/100g ในซีโอไลท์ที่เป็นสารสังเคราะห์ (Ames, 1960) นอกจากนี้ตัวแร่ซีโอไลท์มีพื้นที่ผิวสูงมากจึงสามารถดูดซับธาตุต่างๆ ได้หลายชนิด อาทิเช่น โปแตสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) แบเรียม (Ba) ตลอดจนโลหะหนัก และสารกัมมันตภาพรังสี เช่น ไทตาเนียม (Ti) รูบิเดียม (Rb) ตะกั่ว (Pb) ซีเซียม (Cs) เป็นต้น อีกทั้งสามารถแลกเปลี่ยนธาตุประจุบวกดังกล่าวได้อีกด้วย ซึ่งในแร่ซีโอไลท์จะมีส่วนประกอบของธาตุต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

คุณสมบัติที่ดีเด่นอีกประการหนึ่งก็คือ แร่ชนิดนี้เมื่อกำจัดน้ำออก (dehydrated) สามารถจะดูดซับเอาโมเลกุลสารอินทรีย์-อนินทรีย์ได้อีกหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นสารพิษหรือก๊าซพิษ ตัวอย่างเช่น แอลกอฮอล์ แอมโมเนีย ไนตรัสออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และอื่นๆ โดยโมเลกุลของสารเหล่านี้จะเข้าไปแทรกอยู่แทนที่โมเลกุลเดิมของน้ำนั่นเอง (Shepard และ Starkey, 1964 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1.2 <u>คุณสมบัติทางกายภาพของซีโอไลท์</u>

ซีโอไลท์เป็นแร่โปร่งจึงมีค่า bulk density เฉลี่ยประมาณ 2.0-2.3 g/cm$^3$ ยกเว้นชนิดที่มีแบเรียมอยู่มากๆ จะยิ่งโปร่งมากขึ้นไปอีก คือประมาณ 2.5-2.8 g/cm$^3$ (Deer และคณะ, 1973) นอกจากนี้ซีโอไลท์มีโพรงภายในค่อนข้างมาก จึงมีพื้นที่ผิวสูงตามไปด้วย โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 700-880 m$^2$/g (Ward, 1970 ) ส่วนความสามารถในการดูดซับน้ำนั้นก็สูงเช่นกัน แต่ขึ้นอยู่กับชนิดของซีโอไลท์เป็นหลัก ปกติน้ำในโมเลกุลของซีโอไลท์จะระเหยออกไปเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ถึงแม้จะสูญเสียน้ำไป แต่โครงสร้างของซีโอไลท์จะมีรูปร่างเหมือนเดิม และสามารถดูดซับน้ำหรือสารอินทรีย์-อนินทรีย์ ตลอดจนธาตุต่างๆ เข้าแทนที่โมเลกุลของน้ำในผลึกได้

**ตารางที่ 3** ส่วนประกอบของธาตุต่างๆ ในซีโอไลท์

| ธาตุ | ส่วนประกอบ |
|---|---|
| ซิลิคอน (Si) | 34.90 % |
| อะลูมิเนียม (Al) | 5.65 % |
| เหล็ก (Fe) | 0.56 % |
| โซเดียม (Na) | 1.22 % |
| แมกนีเซียม (Mg) | 0.11 % |
| โปแตสเซียม (K) | 2.75 % |
| แคลเซียม (Ca) | 1.67 % |
| กำมะถัน (S) | 5 ppm |
| ฟอสฟอรัส (P) | 20 ppm |
| แมงกานีส (Mn) | 230 ppm |

แหล่งที่มา นงลักษณ์ และพวงเล็ก (2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.2 <u>การใช้ซีโอไลท์ (Zeolite) เป็นสารปรับปรุงดิน</u>

เนื่องจากซีโอไลท์ (Zeolite) เป็นสารที่มีศักยภาพในการแลกเปลี่ยนประจุบวกซึ่งเป็นธาตุอาหารพืชได้หลายชนิด รวมทั้งมีความจุในการดูดซับธาตุอาหารพืชได้หลายชนิด ดังได้กล่าวมาแล้ว จึงได้มีการคิดค้นทดลองนำเอาสารตัวนี้มาใช้ในการปรับปรุงดินเพื่อปลดปล่อยธาตุอาหารพืชอย่างช้า ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยไนโตรเจน ที่เมื่อใส่ในดินแล้วจะถูกชะล้างสูญหายไปจากดินได้ง่าย และเนื่องจากซีโอไลท์ (Zeolite) มีค่า C.E.C. สูง การเติมซีโอไลท์ให้แก่ดินจึงเป็นการเพิ่มสมรรถนะของดินในการอุ้มน้ำและธาตุอาหารพืชต่าง ๆ อีกทั้งเมื่อซีโอไลท์สลายตัวก็จะปลดปล่อยแร่ธาตุที่พืชนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายชนิด (ปรีดาและคณะ, 2535) Wu (1996) กล่าวว่า แร่ซีโอไลท์ธรรมชาติสามารถปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของพืช นอกจากนี้ซีโอไลท์ยังสามารถช่วยเพิ่มการละลายของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำ โดยไม่มีผลต่อ pH ของดิน

ในปัจจุบันซีโอไลท์ได้ถูกนำมาใช้ในด้านการปรับปรุงดิน เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตพืชกันอย่างกว้างขวาง โดย Wu และคณะ (1995) ได้ทำการศึกษาผลของซีโอไลท์ธรรมชาติต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินเขตหนาว โดยใช้ซีโอไลท์ หรือปูนในอัตรา 0-8 ตัน/เฮกเตอร์ พบว่าในดินที่มี pH 5.8 ซีโอไลท์จะให้ผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยทุกอัตรา และในดินที่มี pH 5.5 การใช้ซีโอไลท์ในอัตราสูงจะให้ผลผลิตสูงกว่าที่ใส่ปูน ส่วนในดินที่มี pH 5.0 การใช้ซีโอโลท์ในอัตราที่มากกว่า 5 ตัน/เฮกเตอร์ จะทำให้ผลผลิตสูงกว่าใส่ปูน แต่จะให้ผลผลิตที่ต่ำกว่าใส่ปูนเมื่อใช้ในอัตราที่มากเกินไป นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ซีโอไลท์จะทำให้ความสูงของต้น, การเจริญเติบโตของรากและน้ำหนักแห้งทั้งหมดเพิ่มขึ้น Gras และคณะ (1995) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการใช้ซีโอไลท์ที่ผสมกับ filter cake และปุ๋ยชีวภาพ (Bio-fertilizers)ในการปลูกผัก โดยในการทดลองจะปลูก Phaseolus vulganis พันธุ์ China และ แตงกวาพันธุ์ Poinest ในซีโอไลท์ 100% และที่ผสมกับ filter cake ในอัตราส่วน 50:50, 65:35 และ 75:25% ในที่เพาะแบบไม่มีการคลุกเชื้อและที่เพาะแบบมีการคลุกกับเชื้อราไมครอไรซ่า <u>Glomus manitrotic</u> หรือคลุกกับแบคทีเรีย <u>Azospirillum lipoferum</u> จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มอัตรา filter cake จะช่วยเพิ่มน้ำหนักแห้งของพืชที่ไม่มีการคลุกเชื้อ โดยจะเพิ่มขึ้น 400% เมื่อผ่านไป 2 เดือน และยังพบว่า P. vulganis ที่มีการคลุกเชื้อน้ำหนักแห้งจะเพิ่มขึ้น 28-48% และในแตงกวา เพิ่มขึ้น 57-114% Mercadet และคณะ (1995) ได้ทำการทดสอบส่วนผสมที่มีการผสมซีโอไลท์ในอัตราส่วน 0, 45, 90, 135 และ 180 g. ในถุงพลาสติกเพื่อเพาะเมล็ด Pinus caribaea var. caribaea และ Eucalytus pellita เพื่อทำการปลูกป่า พบว่า P. caribaea และ E. pellita จะเจริญเติบโตดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเพิ่มซีโอไลท์ 20% (180g/bag) แต่จะมีปัญหาในด้านการทดน้ำเข้าไปเรือนเพาะปลูกมากเกินไป

นอกจากจะมีการทดลองนำซีโอไลท์มาใช้เป็นสารปรับปรุงดินเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตให้แก่พืชแล้ว ยังได้มีการใช้ซีโอไลท์เพื่อช่วยเพิ่มการเก็บกักธาตุอาหารในดิน และสามารถปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์แก่พืชอย่างช้า ๆ โดย Notario และคณะ (1995) ได้ศึกษาถึงการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม จากซีโอไลท์ 2 ชนิด กับการปลดปล่อยจาก Potassium dihydrogen phosphate ($KH_2PO_4$) โดยใช้วิธีการซึมผ่าน พบว่าการปลดปล่อยธาตุอาหารจะเกิดขึ้นหลายขั้นตอน และเป็นไปตามกฎพลังงานจลน์โดยมีอัตราคงที่ เมื่อเวลาผ่านไป 70 วัน จะยังคงมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชซึมผ่านซีโอไลท์อยู่ แต่ฟอสฟอรัสจาก $KH_2PO_4$ จะหมดไป และจากการทดลองยังพบว่า ซีโอไลท์ทั้งสองชนิดจะมีความสามารถในการควบคุมการปลดปล่อยโปแตสเซียมให้ออกมาอย่างช้าๆ อีกด้วย Bouzo และคณะ (1996) ได้ศึกษาการใช้ซีโอไลท์ธรรมชาติในการเพิ่มผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในพื้นที่ที่ไม่ค่อยมีปัญหาทางสภาพแวดล้อม โดยการใส่ซีโอไลท์ก่อนการปลูกอ้อยโดยทำการทดลองในดิน 3 ชนิดคือ Oxisols, Entisols และ Inceptisols จากการศึกษาพบว่าการใช้ซีโอไลท์ในดิน Entisols และ Inceptisols จะทำให้ปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลดลงครึ่งหนึ่งในการปลูกครั้งต่อไป

Goto (1992) ได้ทำการศึกษาถึงผลของขนาดของซีโอไลท์ต่อคุณสมบัติของส่วนผสมที่ใช้ปลูกพืชสวน พบว่า ส่วนผสมที่ผสมซีโอไลท์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-2.0 mm., แบคทีเรียพวก nitrifying และปุ๋ยไนโตรเจน ทำให้มี $NH_4^+$-N ประมาณ 0.02-0.20 g/100g,$NO_3^-$-N ประมาณ 0.005-0.05 g/100g, pH 6.0-7.5, EC น้อยกว่า 2 mS/cm และมีค่า C.E.C.มากกว่า 50 me/100g Henmi (1992) ได้ศึกษาการใช้ ซีโอไลท์ที่ได้จากเถ้าของถ่านหิน พร้อมกับศึกษาถึงผลกระทบจากการที่จะนำมาใช้ประโยชน์ พบว่า ซีโอไลท์ที่ได้จากเถ้าของถ่านหินซึ่งมีค่า C.E.C.สูง สามารถนำมาปรับปรุงเพื่อใช้ในการดูดซับไอออนประจุบวกและก๊าซ และใช้ในการปลูกพืชได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้เพื่อลดปริมาณโลหะหนักในดินที่มีปัญหาได้อีกด้วย Gworek (1995) ได้ทดลองใช้ซีโอไลท์ชนิด 3A และ5A เพื่อลดปริมาณสังกะสีในต้นผักสลัดแก้ว ที่ปลูกในดินที่มีการปนเปื้อนสังกะสี พบว่า ซีโอไลท์ ชนิด 3A และ 5A สามารถลดปริมาณสังกะสีในใบพืชได้ถึง 36-65% และยังพบว่าการใช้ซีโอไลท์ชนิด 3A จะทำให้เกิดขบวนการ Immobilization ที่เร็วกว่า ขบวนการ Minelization และการสะสมสังกะสีในส่วนต่าง ๆ ของพืชจะลดลงด้วย Fukuyama และคณะ (1995) ได้ทำการปรับปรุงสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืชในระบบ hydroponic โดยการเพิ่ม Calcium-Zeolite (Ca-Zeolite) แล้วทำการปลูกมะเขือเทศพันธุ์ Hausu-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Homotora พร้อมกับเจือจางสารละลายธาตุอาหารของ Hoaglands ลงไป (EC 0.1 mS/cm) โดยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนด้วยกัน การทดสอบขั้นแรกสารละลายที่ใช้ปลูกจะเติมทองแดงลงไป 80 mM และในสารละลายบางชนิดจะเติม Ca-Zeolite 5g/litre จากการทดลองพบว่า Ca-Zeolite จะมีผลต่อการแลกเปลี่ยนที่ระหว่างทองแดงกับสังกะสีอย่างสมบูรณ์ และยังยับยั้งผลกระทบของปริมาณแคลเซียมมากเกินไป และในการทดสอบขั้นที่สอง พบว่ามีการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารระหว่างพืชกับสารละลายของผสม MS และทำให้ค่า EC เพิ่มขึ้นจาก 0.1-0.6 mS/cm จนกระทั่งเกิดอาการดอกเน่าเพราะมีเกลือมากเกินไป แต่เมื่อเพิ่ม Ca-Zeolite ในสารละลาย (0.3, 3.0, 10.0, 20.0 หรือ 40.0 g/litre) อาการเน่าของดอกลดลงจาก 100% เหลือ 0% เมื่อเติม Ca-Zeolite 20 g/litre และ 40 g/litre ซึ่งอาการเน่าของดอกที่ลดลงจะสัมพันธ์กับการลดความเข้มข้นของสังกะสีในสารละลายและในส่วนต่าง ๆ ของพืช (ราก, ลำต้น และผล) และยังพบว่าในผลจะมีความเข้มของสังกะสีที่บริเวณขั้วผล ต่ำกว่าที่ปลายผล ดูเหมือนว่าความเข้มข้นของสังกะสีจะเป็นสาเหตุโดยตรงที่ทำให้ดอกมะเขือเทศเน่า เมื่อเจริญเติบโตภายใต้สภาวะที่มีความเข้มข้นเกลือสูงๆ Markovic และคณะ (1995) ได้ทำการทดลองใช้ซีโอไลท์ เพื่อเพาะเมล็ดพริกไทยและมะเขือเทศ โดยเพาะมะเขือเทศและ Capsicum annuum ในวัสดุปลูก 8 ชนิดที่ประกอบด้วย ดินพรุ (จาก 2 แหล่ง) และปุ๋ยคอกผสมกับซีโอไลท์ (ซีโอไลท์ธรรมชาติที่ปรับปรุงแล้ว) จากการทดลองพบว่าการเพาะเมล็ดที่ได้ผลดีจะมีซีโอไลท์ผสมกับดินพรุ (2:1) และในวัสดุผสมระหว่างดินพรุ 70% กับปุ๋ยคอก 30%

### 1.1.3 <u>การใช้ซีโอไลท์ (Zeolite) ในการรักษาสิ่งแวดล้อม</u>

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วถึงคุณสมบัติของซีโอไลท์ที่สามารถดูดซับธาตุต่าง ๆ ได้หลายชนิด ตลอดจนโลหะหนักและสารกัมมันตภาพรังสี นอกจากนี้ แร่ชนิดนี้เมื่อกำจัดน้ำออกจะสามารถดูดซับเอาสารพิษแทรกอยู่แทนที่โมเลกุลเดิมของน้ำ จึงได้มีการนำเอาสารซีโอไลท์มาใช้ในเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยเริ่มครั้งแรกในวงการด้านอุตสาหกรรมและแผ่ขยายออกไปสู่ด้านเกษตรกรรม โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำให้สะอาดปราศจากสารปนเปื้อนของมลพิษอันเนื่องมาจากภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก

ในภาคอุตสาหกรรม ซีโอไลท์มีส่วนช่วยในการบำบัดน้ำเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสารเคมีเจือปน ไม่ว่าจะเป็นฟีนอล เบนโซไพรีนและโลหะหนักต่าง ๆ รวมทั้งสารกัมมันตภาพรังสี โดยใช้สารซีโอไลท์เป็นตัวกรองเอากากของสารพิษเหล่านี้ออกจากน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสามารถใช้ดูดซับสารพิษหรือสารที่ไม่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ (ปรีดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และคณะ, 2535) Gworek (1995) ได้ทำการทดลองผสมซีโอไลท์สังเคราะห์กับของเสียที่ได้จากโรงงาน พบว่าซีโอไลท์จะช่วยทำให้ตะกั่วลดลง 54.6-70.0%, ทองแดงลดลง 26.7-57.0%, สังกะสีลดลง 67.5% และแคดเมียมลดลง 61.0% นอกจากนี้ ปรีดา และคณะ (2535) ได้กล่าวว่า การใช้สารซีโอไลท์เป็นตัวกรองเอากากของสารพิษออกจากน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสามารถใช้ดูดซับสารพิษหรือสารที่ไม่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้อีกด้วย Rebedea และคณะ (1996) ได้ทำการศึกษาการใช้ซีโอไลท์สังเคราะห์ลดการดูดใช้โลหะของพืชและลดพิษที่เกิดจากโลหะในดินที่มีมลพิษ พบว่าการผสมซีโอไลท์ลงในดินสามารถลดการดูดใช้โลหะหนักของพืชได้ และทำให้ปริมาณของแคลเซียมที่ละลายน้ำในดินลดลง รวมทั้งลดความเป็นพิษและปริมาณของสังกะสีและตะกั่ว นอกจากนี้ยังพบว่าการผสมซีโอไลท์ลงในดินยังทำให้ pH ของดินสูงขึ้น Baidina (1992) ได้ทำการทดลองใช้ซีโอไลท์เป็นตัวดูดซับโลหะในดินที่มีการปนเปื้อน โดยการใส่ซีโอไลท์ธรรมชาติที่มีค่า C.E.C. สูง ในดินตัวอย่าง 1 กิโลกรัม จากเหมืองแร่สังกะสีซึ่งในดินจะมีสังกะสี, แคดเมียม และตะกั่วปนเปื้อนอยู่สูง หลังจากนั้นทดสอบปลูกพืชหัวและมะเขือเทศ โดยใช้ผสมกับปุ๋ยและไม่ผสมกับปุ๋ย จากผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้ซีโอไลท์ในอัตราที่ต่ำ (5 และ 10 g/kg) ไม่สามารถลดปริมาณโลหะหนักได้ แต่เมื่อใช้ในปริมาณที่สูง (35 และ 50 g/kg) สามารถลดปริมาณสังกะสี, ตะกั่ว และแคดเมียมในดินได้โดยโลหะหนักจะถูกดูดโดยซีโอไลท์อย่างช้า ๆ ทำให้ไม่มีผลกระทบต่อพืชตระกูลหัว และพบว่าในตำรับที่ใส่ซีโอไลท์ร่วมกับปุ๋ย ปริมาณของสังกะสีและแคดเมียมในดินจะลดลงอย่างชัดเจน แต่ในมะเขือเทศ ซีโอไลท์ไม่ทำให้ปริมาณโลหะหนักลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรากและลำต้น ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกับตัวตำรับควบคุม ดังนั้นการใส่ซีโอไลท์จะไม่มีผลกระทบกับโลหะหนักในมะเขือเทศ โดยมะเขือเทศไม่ได้ดูดใช้โลหะหนักน้อยลง และไม่มีผลต่อธาตุอาหารหลักด้วย (ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์) อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยจะทำให้ปริมาณของสังกะสีและแคดเมียมสูงขึ้น ทำให้ผลผลิตลดลง

ในด้านการประมง มีการใช้ซีโอไลท์ใส่ลงไปในบ่อกุ้ง เพื่อดูดซับของเสีย ซึ่งได้แก่ แอมโมเนียม ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และโลหะหนักบางตัว ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำได้ นอกจากนี้ซีโอไลท์ยังช่วยลดปัญหาตะกอนในน้ำและความหนืดข้นของน้ำ ตลอดจนช่วยเพิ่มออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำอีกด้วย (สมชาย และณัชพงศ์, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 อีโซไลท์ (Isolite)

อีโซไลท์เป็นสารเซรามิคที่เตรียมได้จากการเผาดินเบา (Diatomaceous earth) ซึ่งดินเบา เป็นดินที่เกิดจากซากไดอะตอม โดยไดอะตอมเป็นพืชเซลล์เดียวขนาดเล็กมาก มีขนาดตั้งแต่ 2-2,000 ไมครอน ไดอะตอมที่มีขนาดใหญ่จะมีน้อย มีการขยายพันธุ์โดยการแบ่งเซลล์จากหนึ่งเซลล์เป็น 2 เซลล์ มีผนังเซลล์เป็นฝาประกอบด้วยซิลิกาประกบกัน เมื่อใช้กล้อง telescope ส่องดูจะมีลักษณะคล้ายกับกล่องยา ไดอะตอมบางชนิดว่ายน้ำได้ บางชนิดอาศัยกระแสน้ำพัดพาไป พบในน้ำทั่วโลกทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม โดยส่วนมากชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำอยู่ล้อมรอบ น้ำจะเป็นตัวควบคุมกระบวนการและเปลี่ยนทางเคมี เมื่อไดอะตอมตายลง เปลือกที่เป็นซิลิกาจะตกตะกอนสะสมกันเป็นจำนวนมากจนเป็นแหล่งไดอะตอม ในประเทศไทยจะมีอยู่ 2 แหล่งคือ ในจังหวัดลำปาง ได้แก่ ดินเบาไดอะตอมไมท์ (diatomite) ซึ่งมีซิลิคอน (Si) เป็นองค์ประกอบ และในจังหวัดปราจีนบุรี ได้แก่ กลุ่มคาร์โอลิน (Kaolin) หรือที่ชาวบ้านเรียกว่าดินขาว มีส่วนประกอบของอะลูมิโนซิลิเกต ($Al_2O_3SiO_2$) มีโครงสร้างเป็นผลึกขนมเปียกปูน

### 1.2.1 คุณสมบัติอีโซไลท์

อีโซไลท์เป็นดินซุย เบา เนื้อพรุน ถ้ามองด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีลักษณะคล้ายรังผึ้ง ที่มีรูกระจัดกระจาย องค์ประกอบคือ Silicon dioxide ($SiO_2.nH_2O$) มีเนื้อลักษณะคล้ายชอล์ก (ทัศนีย์, 2537) มีช่องว่างสูงถึง 74% จึงทำให้มีพื้นที่ผิวมาก (4.6 $m^2/g$) สามารถช่วยอุ้มน้ำและดูดธาตุอาหารได้ดี ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ทำให้ผิวดินมีความยืดหยุ่นดีขึ้น มีอากาศถ่ายเทสะดวกขึ้น ขบวนการทางจุลชีววิทยาในดินดีขึ้น ส่งผลให้ความชื้นในดินสูงขึ้น รวมทั้งยังรักษาการเจริญเติบโตของระบบราก พืชสามารถดูดใช้น้ำและธาตุอาหารพืชจากดิน นอกจากนี้อีโซไลท์ มีปฏิกิริยาทางเคมีเชื่องช้า ไม่ทำปฏิกิริยากับโซเดียม (Na) ทนความร้อนทำให้ไม่แตกหักง่าย รวมทั้งยังช่วยชะล้างเกลือออกจากดินด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4** คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอีโซไลท์

| ลักษณะทางฟิสิกส์และเคมี | ค่าที่ได้ |
|---|---|
| เปอร์เซนต์ความชื้นสูงสุด | Nil (0) |
| ความถ่วงจำเพาะ | 2-3.3 |
| ดัชนีความหักเหของแสง | 1.46 |
| pH | 9.0-10.2 |
| เปอร์เซนต์ของแสง | 83-90 |
| สี | ขาว |
| โครงสร้าง | Flux Calcined |
| ค่าเฉลี่ยขนาดของไดอะตอม (ไมครอน) | 38 |
| ความหนาแน่น | 18 |

แหล่งที่มา Technical data of EAGLE-PICHER MINERALS, INC.

**ตารางที่ 5** 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 data of EAGLE-PICHER MINERALS, INC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.2.2 การใช้อีโซไลท์ (Isolite) ในการปรับปรุงดิน

การปรับปรุงดินโดยใช้อีโซไลท์ยังไม่มีการใช้อย่างแพร่หลายมากนัก อย่างไรก็ตาม ปิยะ (2537) ได้รายงานว่ามีการนำอีโซไลท์มาใช้ผสมในดินที่มีการปลูกพืชจำพวกหญ้าสนาม โดยใช้ในอัตรา 1.5 หรือ 3 ปอนด์/ตารางฟุต พบว่าได้ผลดี นอกจากนี้ยังนิยมใช้กับไม้เตี้ย ๆ โดยใช้กับระบบน้ำหยด

### 1.3 อีโซไลท์ที่ใช้แล้ว (Isolite Cake)

เนื่องจากอีโซไลท์มีคุณสมบัติเป็นดินซุย เบา เนื้อพรุน เหมาะสำหรับเป็นตัวกรอง จึงได้มีการนำเอาอีโซไลท์มาทำเป็นวัสดุกรอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานผลิตผงชูรส นำมาใช้กรองของเสีย จึงทำได้วัสดุเหลือใช้ (Isolite cake) ซึ่งอีโซไลท์ที่ผ่านการนำมาใช้เป็นวัสดุกรองแล้วจะมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6

**ตารางที่ 6** คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของ Isolite Cake จากโรงงานผลิตน้ำตาล

| คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี | ค่าที่ได้ |
|---|---|
| ไนโตรเจน (%) | 0.121 |
| แอมโมเนียม (%) | 0.019 |
| ฟอสเฟต (%) | 0.457 |
| โปแตสเซียม (%) | 0.071 |
| แคลเซียม (%) | 0.490 |
| โซเดียม (%) | 0.480 |
| แมกนีเซียม (%) | 0.081 |
| เหล็ก (ppm) | 160.0 |
| แมงกานีส (ppm) | 7.0 |
| ซัลเฟต (%) | 0.229 |
| คลอไรด์ (%) | 0.005 |
| ความชื้น (%) | 34.430 |
| น้ำตาล (%) | 22.080 |
| สารอินทรีย์ (%) | 39.83 |
| pH | 3.16 |

แหล่งที่มา Technical data of EAGLE-PICHER MINERALS, INC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ลักษณะของชุดดินที่ทำการทดลอง

ชุดดินที่ทำการศึกษามี 3 ชุดดินคือ ชุดดินสตึก (Satuk Series : Suk), ชุดดินน้ำพอง(Nam phong series : Ng) และชุดดินยโสธร (Yasothon series : Yt) ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังนี้

### 2.1 ชุดดินสตึก (Satuk Series : Suk)

ชุดดินนี้จัดอยู่ใน great soil group Red-Yellow Podzolic Soils (National), Paleustults (USDA) ซึ่งเกิดจากตะกอนลำน้ำซึ่งเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-8 เปอร์-เซนต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดี ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 3 เมตร ในฤดูแล้ง

ดินบนลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลซีด ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.5-6.0 ดินบนตอนล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สีพื้นเป็นสีอ่อนของสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลาง ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.0 ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินเหนียวปนทราย โดยจะมีความเหนียวเพิ่มขึ้นตามความลึก มีสีพื้นเป็นสีเหลืองปนแดง อาจพบจุดประสีแดงปนเหลืองหรือสีแดง หรือสีเทาบ้างในส่วนลึกของดินล่าง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.5-5.5

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ ปรากฏว่าดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงปานกลาง มีการอิ่มตัวด้วยเบสต่ำ มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำปานกลาง มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง เนื่องจากดินชุดนี้มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย และมีการระบายน้ำดี และสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด ฉะนั้นดินชุดนี้ส่วนใหญ่แล้วจึงเหมาะสมสำหรับปลูกพืชไร่ เช่น ปอ ถั่ว และข้าวโพด

### 2.2 ชุดดินน้ำพอง (Nam phong series : Ng)

ดินชุดนี้จัดอยู่ใน great soil group Regosols (National), Us toxic Quartzipsamments (USDA) เกิดจากตะกอนของลำน้ำซึ่งถูกพัดพามาทับถมกันเป็นเวลานานแล้ว บนลานตะพักลำน้ำเก่า สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงเป็นลูกคลื่นลอน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัน มีความลาดชัน 3-10 เปอร์เซนต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดีมากเกินไป ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้เร็ว มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 4 เมตร ในฤดูแล้ง

ดินบนลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน สีพื้นเป็นสีเข้มของสีน้ำตาลปนเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.0-7.0 ดินบนตอนล่างมีเนื้อดินเป็นดินทราย มีสีพื้นเป็นสีน้ำตาลอ่อน หรือสีชมพู ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลาง ค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 6.0 ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลอ่อนหรือสีเหลืองปนแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกลาง ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5-7.0

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ ปรากฏว่าดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำปานกลาง มีการอิ่มตัวด้วยเบสสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำมาก มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำและมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก เนื่องจากดินชุดนี้มีเนื้อดินเป็นทรายการระบายน้ำดีมากเกินไปและมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ต่ำมาก ฉะนั้น ดินชุดนี้ส่วนใหญ่แล้วยังคงสภาพเป็นป่าตามธรรมชาติ หรือเป็นป่าละเมาะ มีบางแห่งใช้ปลูกพืชไร่ พวกปอ ถั่ว และแตงบ้าง และมักจะเป็นไร่เลื่อนลอย โดยทั่วไปแล้วหากมีการใช้ประโยชน์ เหมาะที่จะใช้เป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ แต่อย่างไรก็ตามต้องมีการชลประทานเข้าช่วยด้วย

2.3 <u>ชุดดินยโสธร (Yasothon series : Yt)</u>

ดินชุดนี้จัดอยู่ใน great soil group Red-Yellow Latosols (National), Typic Haplustoxy (USDA) เกิดจากวัตถุน้ำพัดพามา หรือตะกอนที่ลำน้ำพัดพามาทับถมกันนานแล้วบนลานตะพักลำน้ำระดับสูง สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชัน 2-8 เปอร์เซนต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึกมากมีการระบายน้ำค่อนข้างดีมาก ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้เร็ว มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินลึกกว่า 4 เมตร ในฤดูแล้ง

ดินบนลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นทรายปนดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง ค่าความเป็นกรด-ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 5.0-6.0 ดินบนตอนล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีพื้นเป็นสีเข้มของสีน้ำตาลปนแดง ปฏิกิริยาเป็นกรดจัด ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.0 ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนเหนียวปนทราย สีพื้นเป็นสีแดงปนเหลือง หรือสีแดงถึงสีแดงเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.5-5.0

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ ปรากฏว่าดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ มีการอิ่มตัวด้วยเบสต่ำถึงปานกลางมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ เนื่องจากดินชุดนี้มีปริมาณแร่ธาตุอาหารต่ำ เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วนมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ และมีการระบายน้ำดี ปัจจุบันดินชุดนี้ส่วนใหญ่แล้วใช้ทำไร่ มีบางส่วนที่ยังคงมีสภาพเป็นป่าอยู่ บริเวณที่ใช้ทำไร่ส่วนใหญ่ปลูกพืชพวก ปอ ข้าวโพด ฝ้าย ละหุ่ง นอกจากนั้นยังปลูกพวก กล้วย มะม่วง ขนุน

## 3. พืชที่ใช้ในการทดลอง (ข้าวโพดหวานพิเศษ)

### 3.1 ชื่อวิทยาศาสตร์

Zea mays saccharata

Family Gramineae

Sub-family Panicoideae

Tribe Maydeae

Genus Zea

Species mays

### 3.2 ลักษณะทั่วไป

ข้าวโพดหวานพิเศษ (Hawaiian sugar super sweet) เป็นข้าวโพดที่น้ำตาลในเมล็ดเปลี่ยนเป็นแป้งได้ช้ามากทำให้เมล็ดสดมีรสหวานจัด เนื่องจากมีการสังเคราะห์แป้งต่ำ มีน้ำตาลในเมล็ดสูง ลักษณะเมล็ดจึงเหี่ยวย่น ลีบและเบากว่าชนิดอื่น ๆ เมล็ดที่กำลังงอกอาจถูกมดและแมลงในดินกัดกิน จนทำให้ดูเหมือนว่าข้าวโพดมีความงอกต่ำ ดังนั้นเมล็ดพันธุ์จึงต้องคลุกยาเพื่อป้องกันแมลงและเชื้อราก่อนปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99847

ข้าวโพดพันธุ์นี้มีลำต้นสีเขียวแกมเหลืองสูงประมาณ 150-180 เซนติเมตร มีใบประมาณต้นละ 12 ใบ ช่อดอกตัวผู้แตกเป็นพุ่มหนากว่าพวกข้าวโพดเหนียว อับเกสรตัวผู้สีเหลือง นวลอายุตั้งแต่วันปลูกจนถึงวันออกไหมประมาณ 45-50 วัน ต้นหนึ่งมี 1-2 ฝัก เปลือกห่อหุ้มอย่างมิดชิด เมล็ดมีสีเหลืองเรียงกันประมาณ 12-14 แถว ฝักสดเหมาะสำหรับรับประทานมีอายุประมาณ 65-70 วัน หรือประมาณ 2-3 สัปดาห์ หลังจากการผสมเกสรเมล็ดมีรสหวานจัดและกรอบ เปลือกหุ้มเมล็ดบางจึงไม่ค่อยติดฟัน

ข้าวโพดหวานพิเศษเป็นข้าวโพดที่นิยมกันมาในหมู่ กสิกร เนื่องจากเป็นพันธุ์ผสมเปิด (open pollinated) ซึ่งผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เรื่อย ๆ กสิกรสามารถเก็บเมล็ดไว้ปลูกต่อไปได้ แต่จะต้องไม่ปลูกใกล้กับข้าวโพดพันธุ์อื่น ๆ หรือเว้นระยะเวลาห่างจากการปลูกข้าวโพดอื่นสัก 2-3 สัปดาห์ เพื่อหลีกเลี่ยงการผสมข้ามพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีรสหวานอร่อยแล้วยังราคาสูงกว่าข้าวโพดชนิดอื่น ๆ แต่ข้อเสียของข้าวโพดพันธุ์นี้คือ อ่อนแอไม่ต้านทานต่อโรคและแมลง โดยเฉพาะโรคราน้ำค้าง

### 3.3 ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของข้าวโพด

**ราก**

รากของข้าวโพดมีระบบที่เรียกว่า ระบบรากฝอย (fibrous root system) ซึ่งแบ่งออกเป็นหลายชนิด เช่น รากขั้นต้น (primary root) รากยึดเหนี่ยว (brace root) รากด้านข้าง(Lateral root) และรากฝอย (root hair) แต่ไม่มีรากแก้ว (tap root) รากขั้นต้นที่งอกมาครั้งแรกจะมีจำนวน 20-30 ราก ส่วนรากยึดเหนี่ยวนั้นมีจำนวนไม่จำกัดและอาจจะแยกออกเป็นรากยึดเหนี่ยวย่อย ๆ อีกเป็นจำนวนมากก็ได้ อาจมีจำนวนถึงร้อยและยาว 30-60 เซนติเมตร ส่วนรากฝอยนั้นย่อมเล็กมากและมีอายุหรือความเป็นอยู่ชั่วคราว

**ลำต้น**

ข้าวโพดมีลำต้นแข็ง ไส้แน่นไม่กลวงเหมือนพืชอื่น ส่วนสูงของลำต้นมีตั้งแต่ 60 เซนติเมตร จนถึงกว่า 6 เมตร แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ ข้อของข้าวโพดเป็นข้อต่อของปล้องแล้วยังเป็นที่เกิดของราก ลำต้นใหม่และฝักอีกด้วย ปล้องที่โคนต้นจะสั้นและหนาแต่จะค่อย ๆ ยาวขึ้นไปทางด้านปลาย ปล้องเหนือพื้นดินจะมีจำนวนตั้งแต่ 8-20 ปล้อง

การแตกกอของข้าวโพด จะแตกกอไม่มากนักหรือไม่แตกกอเลย ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ข้าวโพดหวานมักแตกกอได้ง่ายกว่าข้าวโพดหัวบุบ (dent) ต้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่แตกออกมาใหม่นั้นอาจจะมีจำนวน 3-4 ต้นก็ได้ จะมีลักษณะไม่แตกต่างจากต้นแม่เลย และทุกต้นอาจให้ฝักที่สมบูรณ์ได้ด้วย

**ใบ**

ใบของข้าวโพดมีลักษณะคล้ายใบพวกพืชตระกูลหญ้าทั่ว ๆ ไป คือประกอบด้วยตัวใบ กาบใบ และหูใบ (ligule) ลักษณะของใบข้าวโพดก็มีแตกต่างกันไปมากมายแล้วแต่พันธุ์ จำนวนใบก็เช่นเดียวกัน มีตั้งแต่ 8-48 ใบทำหน้าที่ปรุงอาหารและเป็นที่ระเหยของน้ำ เมื่อข้าวโพดกระทบแล้งใบจะม้วนขอบขึ้นด้านบนเพื่อลดการระเหยของน้ำให้น้อยลง

**ดอก**

ข้าวโพดมีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียอยู่แยกกัน แต่อยู่ในลำต้นเดียวกัน (monoecious) ดอกตัวผู้รวมกันอยู่เป็นช่อ เรียกว่าช่อดอกตัวผู้ (tessel) และอยู่ตอนบนสุดของลำต้น กสิกรมักจะเรียก "ดอกหัว" ดอกตัวผู้ดอกหนึ่งจะมีอับเกสร (anther) 3 อับ แต่ละอับยาวประมาณ 6 มิลลิเมตร และมีเรณูเกสร (pollen grain) ประมาณอับละ 2,500 เมล็ด ส่วนดอกตัวเมียนั้น อยู่รวมกันเป็นช่อหรือฝักตอนข้อกลาง ๆ ลำต้น ดอกตัวเมียแต่ละดอกประกอบด้วยรังไข่ (ovary) และเส้นไหม (silk หรือ style) ซึ่งมีความยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร และยื่นปลายโผล่ออกไปรวมกันเป็นกระจุกอยู่ตรงปลายช่อดอกซึ่งมีเปลือกหุ้มอยู่ และพร้อมที่จะผสมพันธุ์ทันทีที่งอกพ้นเปลือก

**ผลผลิต**

ผลผลิตของข้าวโพดส่วนมากจะส่งออกในรูปของเมล็ดข้าวโพด ปี 2518 ประเทศไทยส่งเมล็ดข้าวโพดไปขายตลาดต่างประเทศ 86% ของที่ผลิตได้ทั้งหมดแต่ปัจจุบันความต้องการข้าวโพดของตลาดภายในประเทศมีเพิ่มขึ้น ปริมาณข้าวโพดที่ส่งออกจึงลดเหลือประมาณ 60-70% ของข้าวโพดที่ผลิตได้ ทั้งนี้เพราะความต้องการสำหรับใช้ผลิตอาหารสัตว์ภายในประเทศได้เพิ่มขึ้น โดยในปี 2519 ใช้ข้าวโพดสำหรับผลิตอาหารสัตว์ 7 แสนตัน แต่ในปัจจุบันปริมาณการใช้ภายในประเทศสำหรับผลิตได้เพิ่มขึ้นเป็น 1.2-1.5 ล้านตัน นอกจากนี้ยังมีโรงงานผลิตแป้งมันและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากเมล็ดข้าวโพดภายในประเทศ ดังนั้นจึงคาดว่าความต้องการข้าวโพดภายในประเทศจะสูงมากในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 ความต้องการธาตุอาหารและการใส่ปุ๋ยของข้าวโพด

#### 3.4.1 ไนโตรเจน

ข้าวโพดจะดูดจากต้นขึ้นมาใช้ตั้งแต่เริ่มแรกของการเจริญเติบโตและปริมาณจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในระยะที่ข้าวโพดกำลังจะออกดอกและฝักอ่อนถึงระยะอายุ 50-60 วัน ส่วนใบของข้าวโพดต้องการไนโตรเจนมากก่อนเป็นดอกตัวผู้ ถึงแม้ว่าในใบจะประกอบเป็นวัตถุแห้งเพียง 12-14% ของต้นข้าวโพดทั้งหมดแต่ได้พบว่ามีไนโตรเจนอยู่ถึง 30% ในใบก่อนเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในเมล็ด เมื่อต้นแก่ไนโตรเจนประมาณ 2/3 อยู่บนลำต้น (ส่วนเหนือพื้นดิน) จะเปลี่ยนแปลงเข้าไปอยู่ในเมล็ด คงเหลือไว้เพียง 1/3 ที่อยู่ในลำต้น

หริ่งและคณะ (2517) ดำริและคณะ (2519) ได้ศึกษาการตอบสนองต่อธาตุอาหารไนโตรเจนกับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินต่าง ๆ ในสภาพดินฟ้าอากาศของประเทศไทย ปรากฏว่า การปลูกข้าวโพดไม่ว่าจะปลูกในดินชนิดไหนควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนด้วย ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารควรเลือกใช้ปุ๋ยยูเรีย แอมโมเนียมซัลเฟตหรือแอมโมเนียมคลอไรด์ Aldrich และคณะ (1969) กล่าวว่าเนื่องจากปุ๋ยทั้งสามอย่างมีประสิทธิภาพต่อการตอบสนองต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเท่า ๆ กัน

#### 3.4.2 ฟอสฟอรัส

ธาตุอาหารฟอสฟอรัส มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตของข้าวโพดมากแต่ความต้องการธาตุอาหารยังน้อยกว่าไนโตรเจนและโปแตสเซียม ข้าวโพดต้องการเพียง 15% ในระยะเติบโตครั้งแรก ส่วนใหญ่นำไปใช้หลังจากเป็นดอกแล้วจนถึงแก่ ในใบมีฟอสฟอรัสประมาณ 20% ของจำนวนฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ต้นดูดไปใช้ เมื่อถึงระยะการเป็นเมล็ด การเปลี่ยนแปลงจากใบไปสู่เมล็ด ฟอสฟอรัสจะถูกดูดดึงไปจากเปลือก ซัง ก้านช่อดอก จากต้น ช่อดอกตัวผู้ leaf sheath และสุดท้ายจากใบ เมื่อถึงระยะแก่จำนวน ของฟอสฟอรัสทั้งหมดที่อยู่ในต้นข้าวโพดจะเข้าไปอยู่ในเมล็ดทั้งหมด

ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใช้กันอยู่ได้แก่ ซิงเกิลซุปเปอร์ฟอสเฟต ดับเบิ้ลฟอสเฟตหรือทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต ซึ่งปุ๋ยฟอสเฟตเหล่านี้ละลายน้ำได้ดี เหมาะที่จะใช้ในดินซึ่งไม่เป็นกรดจัด แต่ถ้าดินเป็นกรดจัด pH ประมาณ 5-5.3 ควรใส่ปุ๋ยฟอสเฟตบดเพราะหินฟอสเฟตบดมีคุณสมบัติค่อย ๆ ละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีในดินที่มีสภาพเป็นกรดจัด ส่วนใหญ่จะถูกตรึงกับเหล็กและอะลูมิเนียม อยู่ในรูปที่พืชดูดเอาไปใช้ไม่ได้

นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14936

การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตกับดินปลูกข้าวโพดของประเทศไทยที่ได้ผลส่วนใหญ่เป็นดินในกลุ่มดินเหนียวสีแดง (reddish brown lateritic soils) และดินเหนียวสีน้ำตาลคล้ำ (brow forest soils) จากการศึกษาหาผลตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟต ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตราต่ำ 6 kg $P_2O_5$/ไร่ จนถึงอัตราสูง 24 kg $P_2O_5$/ไร่ แต่การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตราสูง ๆ มักเพิ่มผลผลิตอีกเพียงเล็กน้อย หริ่งและคณะ (2520) ได้รายงานว่าควรมีการใส่ปุ๋ยดับเบิ้ลซุป-เปอร์ฟอสเฟตร่วมกับหินฟอสเฟต จะทำให้ได้ผลผลิตข้าวโพดมากที่สุดเมื่อเทียบกับหินฟอสเฟตบดอย่างเดียว

### 3.4.3 โปแตสเซียม

ธาตุโปแตสเซียมจำนวน 30% ของธาตุนี้ทั้งหมดถูกใช้ไปก่อนเป็นเมล็ด ธาตุโปแตสเซียมจึงมีสะสมอยู่ในเมล็ดเพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่สะสมอยู่ในลำต้นและใบข้าวโพด โปแตสเซียมที่ข้าวโพดดูดไปใช้สามารถกลับคืนมาสู่ดินอีกเมื่อไถกลบตอ ซัง

### 3.4.4 ธาตุรองและธาตุปริมาณน้อย

ข้าวโพดหวานต้องการธาตุรอง (Secondary element) และธาตุปริมาณน้อย (minor element) ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับพืชไร่และพืชล้มลุกอื่น ๆ ดิน red-yellow podzolic ซึ่งมีเนื้อทราย มักพบว่าข้าวโพดขาดกำมะถัน แมกนีเซียมและสังกะสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

# อุปกรณ์และวิธีการ

## 1. อุปกรณ์

1. ดินที่ใช้ทำการทดลองมี 3 ชุดดิน คือ ชุดดินยโสธร ชุดดินสตึกและชุดดินน้ำพอง โดยเก็บในพื้นที่ของสำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 5 จังหวัดของแก่น ดินดังกล่าวมีคุณสมบัติดังแสดงไว้ในตารางที่ 7 และ 8
2. ซีโอไลท์ (Zeolite)
3. อีโซไลท์ (Isolite)
4. อีโซไลท์ที่ใช้แล้วจากขบวนการกรองของโรงงานผลิตผงชูรส (Isolite Cake)
5. กระถางที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร จำนวน 72 กระถาง พร้อมจานรอง
6. เมล็ดข้าวโพดหวานพันธุ์ Super Sweet
7. ปุ๋ยอินทรีย์ กทม.
8. ปุ๋ยยูเรีย
9. ปุ๋ย Triplesuperphosphate
10. ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์
11. สารเคมีกำจัดโรคและแมลง เซฟวิน
12. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชในห้องปฏิบัติการ

## 2. วิธีทำการทดลอง

### 2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Complete Random Design (CRD) โดยแต่ละชุดดินจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ จำนวน 8 ตำรับการทดลอง โดยมีตำรับการทดลองดังนี้

| | |
|---|---|
| 1) ปุ๋ยเคมี (Control) | ( Fer ) |
| 2) ปุ๋ยเคมี + ซีโอไลท์ (5%) | ( Fer + Zeolite 5%) |
| 3) ปุ๋ยเคมี + ซีโอไลท์ (10%) | ( Fer + Zeolite 10%) |
| 4) ปุ๋ยเคมี + อีโซไลท์ (5%) | ( Fer + Isolite 5%) |
| 5) ปุ๋ยเคมี + อีโซไลท์ (10%) | ( Fer + Isolite 10%) |
| 6) ปุ๋ยเคมี + อีโซไลท์ที่ใช้แล้ว (5%) | ( Fer + Isolite Cake 5%) |
| 7) ปุ๋ยเคมี + อีโซไลท์ที่ใช้แล้ว (10%) | ( Fer+ Isolite Cake 10%) |
| 8) ปุ๋ยเคมี + ปุ๋ยอินทรีย์ 200 g | ( Fer + Com.) |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 <u>การปลูกและดูแลรักษา</u>

นำดินที่ผสมกันตามตำรับการทดลองข้างต้นของดินแต่ละชุด มาใส่ลงในกระถางดินที่มีจานรอง กระถางละ 10 กิโลกรัม ตากดินไว้ 1 วัน พรวนดินและทำการเพาะเมล็ดลงในกระถาง จำนวน 3 เมล็ด/กระถาง รดน้ำให้ชุ่ม เมื่อต้นกล้าเริ่มขึ้นประมาณ 10-15 เซนติเมตร คัดเลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์ที่สุดไว้ 1 ต้นและทำการใส่ปุ๋ยเคมี โดยใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 0.85 กรัม/กระถาง (60 กิโลกรัม/ไร่) ปุ๋ย Tripplesuperphosphate ในอัตรา 0.96 กรัม/กระถาง (30 กิโลกรัม/ไร่) ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 0.32 กรัม/กระถาง (10 กิโลกรัม/ไร่) ใส่ปุ๋ยทุกสูตรพร้อมกันเมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 3-4 สัปดาห์ ทำการให้น้ำตลอดการเพาะปลูกจนกระทั่งข้าวโพดมีอายุ 65-70 วัน จึงทำการเก็บเกี่ยว

2.3 <u>การเก็บข้อมูล</u>

2.3.1 <u>วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ</u>

- เนื้อดิน (Soil Texture) โดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometor method) โดยใช้ 5% calgon เป็นสารส่งเสริมการกระจายของอนุภาคดิน คำนวณหา %Sand %Silt และ %Clay

2.3.2 <u>วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี</u>

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่องวัด pH (pH Meter Model HI 8317) ใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1

- ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) โดยวิธี Wet-Combustion ใช้ 1.0 N $K_2Cr_2O_7$ ออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอน นำไปคำนวณโดยเปลี่ยน % ของ Organic Carbon ไปเป็น Organic matter โดยคูณด้วย 1.72

- ค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้เครื่องวัด EC (EC Meter Model CG 857) ซึ่งใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (C.E.C.) โดยชะล้างดิน ด้วยสารละลาย 1 N $NH_4OAc$ pH 7 และแทนที่ประจุแอมโมเนียม ด้วยสารละลาย 10% NaCl ในสภาพกรด กลั่นหาประจุแอมโมเนียม แล้วคำนวณหาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

- ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II ที่ใช้น้ำยาสกัด (0.1 N HCl + 0.3 N $NH_4F$) ในสัดส่วน 1:10 เขย่านาน 60 วินาที และใช้น้ำยาโมลิบเดทที่เป็นกรดและกรดแอสคอบิค develope สี แล้ววัดความเข้มข้นด้วย Spectronic 20 Spectrophotometer Model Spectonic 21

- ปริมาณโปแตสเซียม สะกัดดินด้วย 1 N Ammonium acetate วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer Model Hitachi Z8200

- วิเคราะห์หา Fe, Mn, Ca, Mg, Zn และ Cu ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยใช้น้ำยาสะกัด DTPA วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer Model Hitachi Z8200

2.3.3 <u>วิเคราะห์พืช</u>

- น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง

- ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในพืชโดยย่อยสลายโดยวิธี Kjeldahl โดยใช้กรด $H_2SO_4$ เข้มข้น นำไปหาปริมาณไนโตรเจนโดยนำไปกลั่นโดยใช้boric indicater acid 4% เป็นตัวจับ $NH_4OH$ ไตเตรทต่อด้วยกรด $H_2SO_4$ 0.1N

- ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในพืชโดยย่อยสลายโดยวิธี Acid mixture digestion และใช้สารละลาย Molybdate vanadate เป็นตัว develope สี วัดหาค่าเปอร์เซนต์ transmittance ที่ wevelength 420 nm. ด้วยเครื่อง Spectrophotometer Model Spectronic 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดในพืชโดยย่อยสลายโดยวิธี Sulphuric-peroxide โดยใช้ Axid Mixture Digestion ใช้ mixed acid $HNO_3$:$H_2SO_4$:$HClO_4$ ในอัตราส่วน 5:1:2 ในการ digestion และวัดปริมาณโปแตสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer Model Hitachi Z8200

**สถานที่ทำการทดลอง**

เรือนทดลองชั้น 5 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**สถานที่ทำการวิเคราะห์ดินและพืช**

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ระยะเวลาที่ทำการทดลอง**

ตุลาคม 2539 ถึง เมษายน 2540

**ตารางที่ 7** ลักษณะทางกายภาพของดิน

| ชุดดิน | ยโสธร (Yt) | สตึก (Suk) | น้ำพอง (Ng) |
|---|---|---|---|
| % Sand | 83.75 | 75.75 | 89.25 |
| % Silt | 12.86 | 17.86 | 9.36 |
| % Clay | 3.40 | 6.40 | 1.40 |
| Soil Texture | Loamy Sand | Loamy Sand | Loamy Sand |

**ตารางที่ 8** ลักษณะทางเคมีของดิน

| ชุดดิน | ยโสธร (Yt) | สตึก (Suk) | น้ำพอง (Ng) |
|---|---|---|---|
| pH (1:1) | 6.0 | 4.8 | 4.9 |
| EC (1:5) (mS/cm) | 0.01 | 0.02 | 0.01 |
| C.E.C. (me/100g) | 5.2 | 1.2 | 1.5 |
| OM (%) | 0.80 | 0.27 | 0.24 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

### 1.คุณสมบัติของสารปรับปรุงดิน (Soil Conditioner)

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสารปรับปรุงดิน คือ ซีโอไลท์, อีโซไลท์ และอีโซไลท์ที่ใช้แล้ว มีคุณสมบัติดังแสดงไว้ในตารางที่ 9

**ตารางที่ 9** ผลการวิเคราะห์ ซีโอไลท์, อีโซไลท์ และอีโซไลท์ที่ใช้แล้ว

| | Zeolite | Isolite | Isolite cake |
|---|---|---|---|
| pH | 7.37 (1:1) | 9.38 (1:3) | 3.50 (1:2) |
| EC (mS/cm) (1:5) | 0.05 | 0.20 | 0.75 |
| OM (%) | 0.85 | 1.27 | 22.41 |
| C.E.C.(me/100g) | 168.78 | 58.62 | 51.13 |
| P (ppm) | 4.65 | 7.00 | 87.53 |

### 2. คุณสมบัติของดินในตำรับต่าง ๆ ก่อนทำการปลูกข้าวโพด

#### 2.1 ความเป็นกรด-ด่างของดิน

จากการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดินก่อนปลูกข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของดินทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10 และกราฟที่ 1 โดยในดินทั้ง 3 ชุด ตำรับที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุด คือ ตำรับ Fer+Com. โดยมีค่า 7.34, 7.22 และ 7.58 สำหรับชุดดิน Yt, Suk และNg ตามลำดับ ส่วนตำรับที่ทำให้ดิน-กรดมากที่สุดในชุดดิน Suk และ Ng คือ ตำรับ Fer+Isolite cake 10% โดยวัดค่า pH ได้ 4.58 และ 4.68 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Fer+Isolite cake 5% และ Fer ในชุดดิน Ng ในกรณีของชุดดิน Yt ในตำรับ Fer+Isolite cake 5% มีความเป็นกรดมากที่สุดคือ 4.24 แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite cake 10% สำหรับตำรับ Fer+Zeolite 5%, Fer+Zeolite 10%, Fer+Isolite 5% และ Fer+Isolite 10% ของดินทั้ง 3 ชุดดิน มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.29-5.65, 5.83-5.94 และ 5.95-6.13 สำหรับดินชุด Yt, Suk และNg ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ค่าการนำไฟฟ้า(EC)

จากการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 11 และกราฟที่ 2 โดยในดินทั้ง 3 ชุด ตำรับที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด คือ ตำรับ Fer+Com. โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าได้ 2.05, 2.07 และ 2.42 mS/cm สำหรับชุดดิน Yt, Suk และNg ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ ซึ่งในตำรับการทดลองอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในชุดดิน Yt จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.06 mS/cm, ในชุดดิน Suk มีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-0.11 mS/cm และในดินชุด Ng จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.07 mS/cm

2.3 ปริมาณผลรวมประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน (C.E.C.)

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ของดินก่อนปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12 และกราฟที่ 3 โดยการใส่ Zeolite 10% ในดินทั้ง 3 ชุด จะมีค่าปริมาณผลรวมประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด คือ 119.94, 149.17 และ 161.50 me/100g รองลงมาคือในตำรับที่ใส่ Zeolite 5% ซึ่งวิเคราะห์ C.E.C. ได้ 84.50, 127.00 และ 77.60 me/100g สำหรับชุดดิน Yt, Suk และ Ng ตามลำดับ สำหรับตำรับที่วิเคราะห์ค่าผลรวมประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำที่สุด คือ ตำรับ Fer ซึ่งวิเคราะห์ C.E.C. ได้ 7.45, 9.66 และ 4.73 me/100g สำหรับชุดดิน Yt, Suk และ Ng ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite 5%, Fer+Isolite cake 5% และ Fer+Isolite cake 10% ในชุดดิน Yt แต่ในชุดดิน Suk และ Ng จะมีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุก ๆ ตำรับ ในกรณีของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. พบว่าสามารถเพิ่มผลรวมประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ในทุกชุดดินที่ทำการทดลอง โดยวิเคราะห์ C.E.C.ได้ 26.01, 45.10 และ 31.26 me/100g สำหรับชุดดิน Yt, Suk และ Ng ตามลำดับ

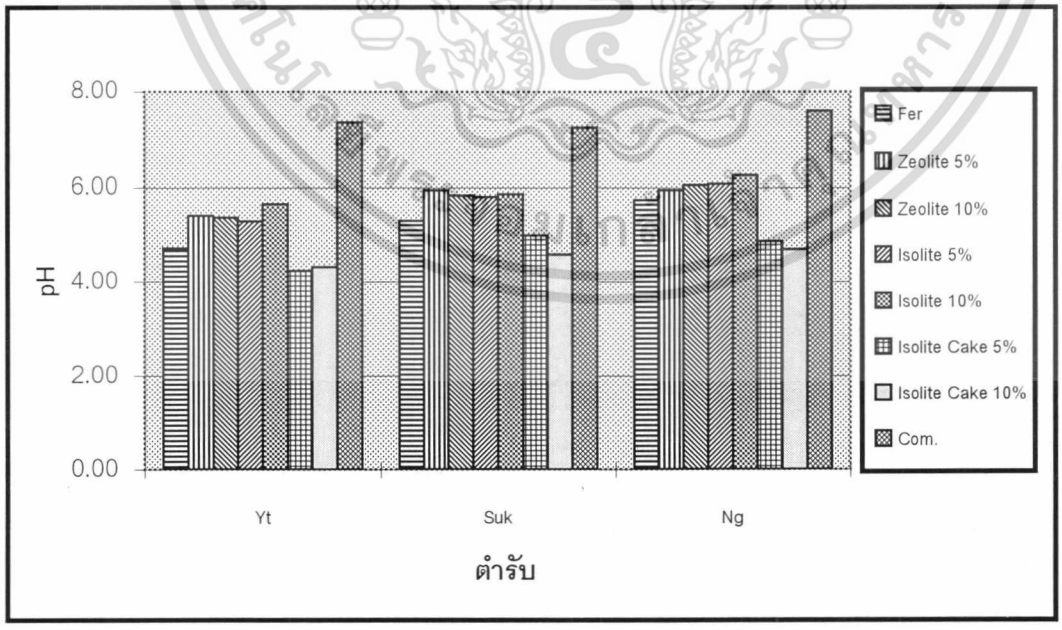
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 10** ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | pH (1:1) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 4.72 d | 5.31 d | 5.74 c |
| Fer+Zeolite 5% | 5.40 c | 5.94 b | 5.95 b |
| Fer+Zeolite 10% | 5.36 c | 5.83 cd | 6.04 b |
| Fer+Isolite 5% | 5.29 c | 5.80 c | 6.08 b |
| Fer+Isolite 10% | 5.65 b | 5.86 c | 6.13 b |
| Fer+Isolite cake 5% | 4.24 e | 4.99 e | 4.86 c |
| Fer+Isolite cake 10% | 4.31 e | 4.58 f | 4.68 c |
| Fer+Com. | 7.34 a | 7.22 a | 7.58 a |
| CV | 1.7% | 1.1% | 1.8% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 1** ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ก่อนปลูกข้าวโพด

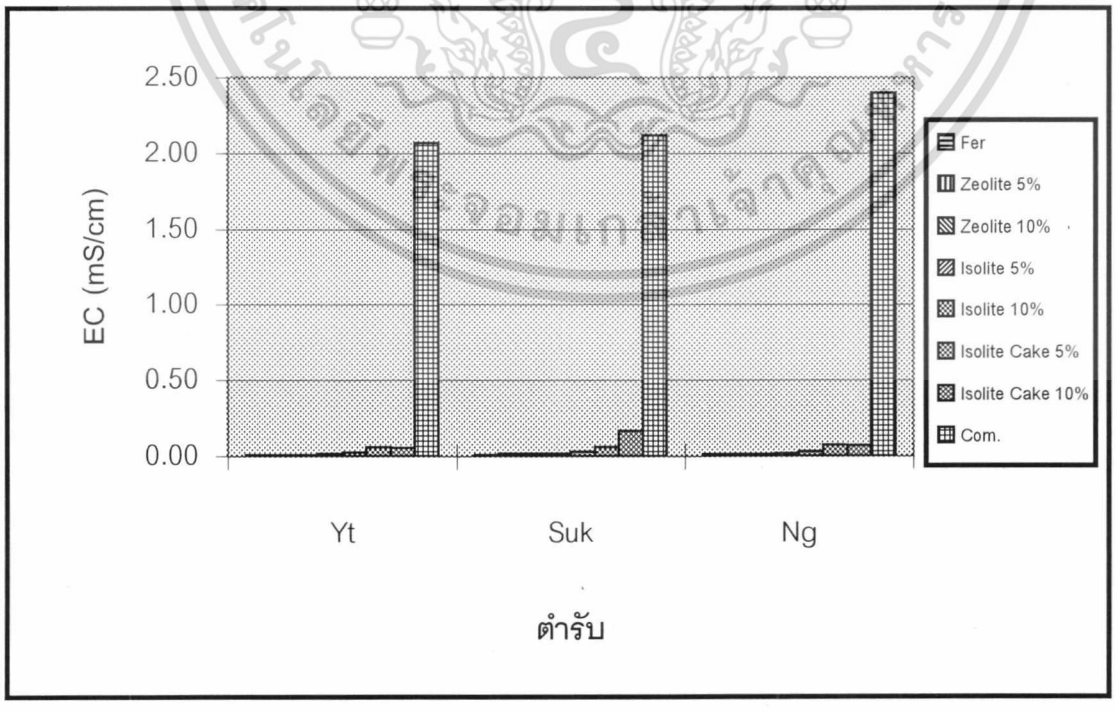
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 11** ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | EC (mS/cm) (1:5) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 0.01 b | 0.02 b | 0.01 b |
| Fer+Zeolite 5% | 0.01 b | 0.02 b | 0.01 b |
| Fer+Zeolite 10% | 0.01 b | 0.02 b | 0.01 b |
| Fer+Isolite 5% | 0.02 b | 0.02 b | 0.02 b |
| Fer+Isolite 10% | 0.03 b | 0.03 b | 0.03 b |
| Fer+Isolite cake 5% | 0.06 b | 0.06 b | 0.07 b |
| Fer+Isolite cake 10% | 0.06 b | 0.11 b | 0.07 b |
| Fer+Com. | 2.05 a | 2.07 a | 2.42 a |
| CV | 10.9% | 35.7% | 10.2% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 2** ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด

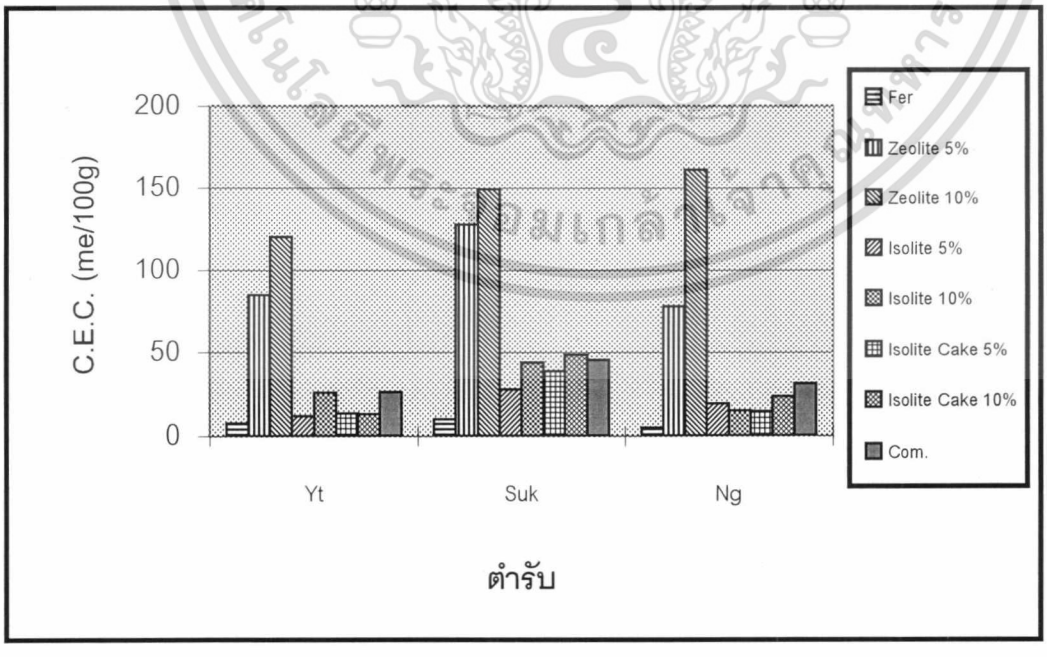
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 12** ปริมาณผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (C.E.C.) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | C.E.C. (me/100g) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 7.45 d | 9.66 f | 4.73 e |
| Fer+Zeolite 5% | 84.53 b | 127.38 b | 77.64 b |
| Fer+Zeolite 10% | 119.94 a | 149.17 a | 161.50 a |
| Fer+Isolite 5% | 11.64 d | 27.89 e | 19.29 d |
| Fer+Isolite 10% | 25.83 c | 43.85 cd | 14.83 d |
| Fer+Isolite cake 5% | 13.53 d | 38.83 d | 14.41 d |
| Fer+Isolite cake 10% | 13.05 d | 48.34 c | 23.43 cd |
| Fer+Com. | 26.01 c | 45.10 c | 31.26 c |
| CV | 10.5% | 5.5% | 11.6% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 3** ปริมาณผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (C.E.C.) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 <u>ปริมาณของอินทรียวัตถุของดิน</u>

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณของอินทรียวัตถุของดินก่อนปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 13 และกราฟที่ 4 โดยพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. (Fer+Com.) สามารถเพิ่มอินทรียวัตถุในดินได้สูงที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชุดดิน Ng ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุได้ถึง 12.29% ส่วนดินชุด Suk และ Yt ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุ 7.46 และ 5.21% ตามลำดับ ปริมาณของอินทรียวัตถุที่พบรองลงมาสำหรับชุดดิน ทั้ง 3 ชุด คือ ตำรับ Fer + Isolite cake 5,10% โดยวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุได้ 2.3 และ 3.39% สำหรับชุดดิน Yt, 2.44 และ 7.46% สำหรับชุดดิน Suk, 1.73 และ 3.06% สำหรับชุดดิน Ng ส่วนปริมาณของอินทรียวัตถุต่ำสุดของชุดดิน Yt คือตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับอีโซไลท์ 10% (Fer+Isolite 10%) โดยมีค่า 1.18% ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer, Fer+Zeolite 5%, Fer+Zeolite 10%, Fer+Isolite 5% และ Fer+Isolite cake 5%, ส่วนในชุดดิน Suk คือ ตำรับที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุด คือ ตำรับ Fer+Zeolite 10% โดยมีค่า 0.94% ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite cake 10% และสำหรับชุดดิน Ng คือตำรับ Fer+Isolite 5% จะมีค่า 0.87%

2.5 <u>ปริมาณฟอสฟอรัสของดิน</u>

สารปรับปรุงดินในตำรับต่าง ๆ มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสของดินก่อนปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 14 และกราฟที่ 5 โดยพบว่าตำรับ Fer+Isolite cake 10% จะมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุดในดินทั้ง 3 ชุด โดยเฉพาะในชุดดิน Suk ซึ่งวิเคราะห์ฟอสฟอรัสได้สูงมากถึง 41.87 ppm ส่วนชุดดิน Yt และ Ng มีฟอสฟอรัส 5.93 และ 8.89 ppm ตามลำดับ ในกรณีของชุดดิน Yt และ Ng ตำรับ Fer อย่างเดียวจะมีปริมาณฟอสฟอรัสของดินต่ำสุดมีค่าเท่ากัน คือ 0.83 ppm โดยในชุดดิน Yt จะให้ค่าที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 5% กับ Fer+Isolite 5%, ส่วนชุดดิน Ng จะให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง ในกรณีของชุดดิน Suk จะพบปริมาณฟอสฟอรัสของดินต่ำสุด ในตำรับ Fer+Com. คือ 6.69 ppm สำหรับชุดดิน Yt ในตำรับ Fer+Zeolite 10%, Fer+Isolite 10%, Fer+Com. และ Fer+Isolite cake 5% จะมีปริมาณฟอสฟอรัสปานกลางคือ 1.55-3.68 ppm, สำหรับชุดดิน Suk พบปริมาณฟอสฟอรัสปานกลางในตำรับ Fer, Fer+Zeolite 5%, Fer+Zeolite 10%, Fer+Isolite 5%, Fer+Isolite 10% และ Fer+Isolite cake 5% จะมีปริมาณอยู่ระหว่าง 9.00-16.08 ppm

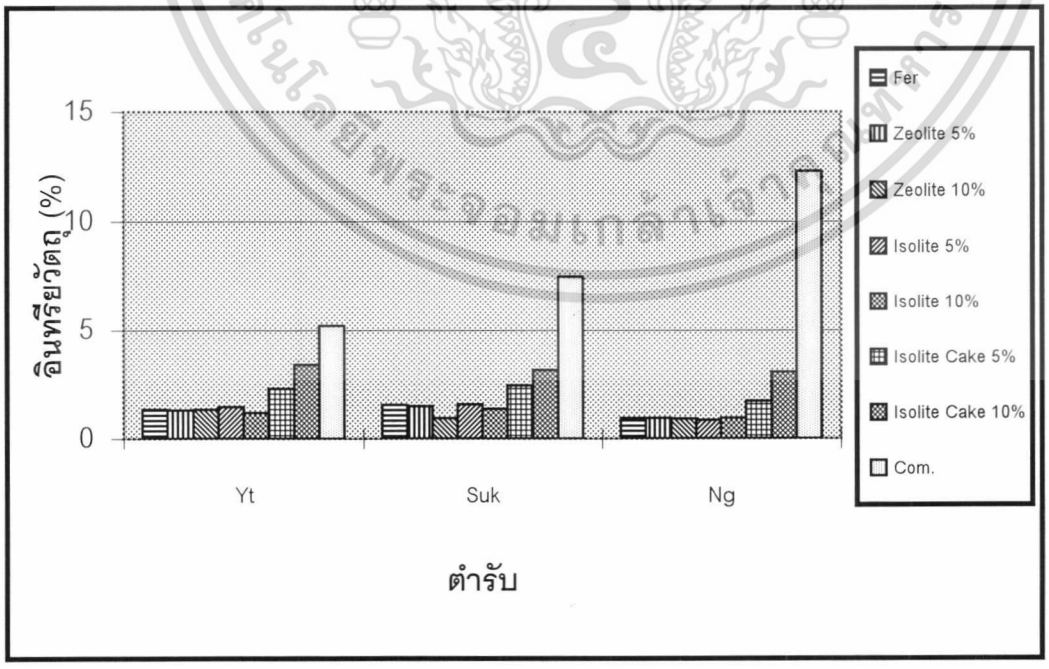
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 13** ปริมาณอินทรียวัตถุ (%OM) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | อินทรียวัตถุ (%) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 1.34 c | 1.54 d | 0.95 d |
| Fer+Zeolite 5% | 1.30 c | 1.49 d | 0.94 e |
| Fer+Zeolite 10% | 1.33 c | 0.94 e | 0.91 f |
| Fer+Isolite 5% | 1.45 bc | 1.59 d | 0.87 g |
| Fer+Isolite 10% | 1.18 c | 1.36 de | 0.95 d |
| Fer+Isolite cake 5% | 2.30 bc | 2.44 c | 1.73 c |
| Fer+Isolite cake 10% | 3.39 ab | 3.16 b | 3.06 b |
| Fer+Com. | 5.21 a | 7.46 a | 12.29 a |
| CV | 49.3% | 11.0% | 0.1% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 4** ปริมาณอินทรียวัตถุ (%OM) ของดินก่อนปลูกข้าวโพด

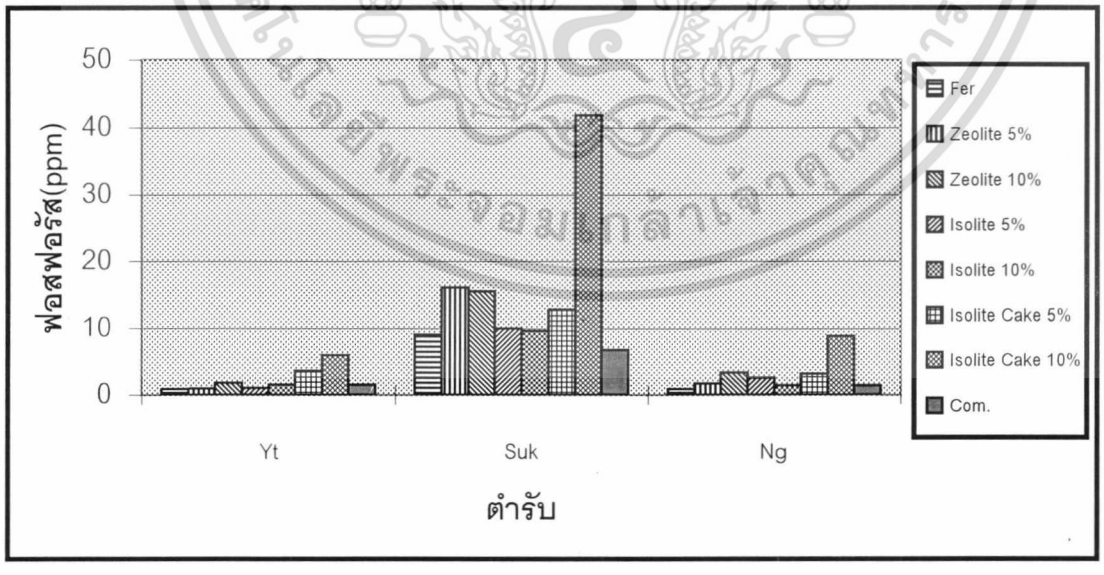
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 14** ปริมาณฟอสฟอรัสของดินก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | ฟอสฟอรัส (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 0.83 d | 9.00 d | 0.83 g |
| Fer+Zeolite 5% | 0.93 d | 16.08 b | 1.77 e |
| Fer+Zeolite 10% | 1.78 c | 15.52 b | 3.39 b |
| Fer+Isolite 5% | 1.05 d | 10.00 cd | 2.58 d |
| Fer+Isolite 10% | 1.57 c | 9.65 d | 1.44 f |
| Fer+Isolite cake 5% | 3.68 b | 12.80 c | 3.19 c |
| Fer+Isolite cake 10% | 5.93 a | 41.87 a | 8.89 a |
| Fer+Com. | 1.55 c | 6.69 e | 1.44 f |
| CV | 12.4% | 4.7% | 0.1% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 5** ปริมาณฟอสฟอรัสของดินก่อนปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 <u>ปริมาณแมกนีเซียมของดิน</u>

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 15 และกราฟที่ 6 โดยสำหรับชุดดิน Yt และ Ng ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (Fer) จะมีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดคือ 1.04 และ 0.72 ppm ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 5%, Fer+Zeolite 10% กับ Fer+Isolite 10% ในชุดดิน Yt และตำรับ Fer+Zeolite 5%, Fer+Isolite 5% กับ Fer+Com.ในชุดดิน Ng ในกรณีของชุดดิน Suk จะพบปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดในตำรับ Fer+Zeolite 5% โดยมีค่า 1.07 ppmซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite cake 10%, ส่วนตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซียมต่ำที่สุดในชุดดิน Suk คือ Fer+Isolite 5% มีค่า 0.48 ppm ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite 10% กับ Fer+Isolite cake 5%, สำหรับชุดดิน Yt จะพบปริมาณแมกนีเซียมที่ต่ำ ในตำรับ Fer+Com. โดยมีค่า 0.28 ppm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite 5% กับ Fer+Isolite cake 5%, และสำหรับชุดดิน Ng จะพบปริมาณแมกนีเซียมต่ำสุดในตำรับ Fer+Zeolite 10% มีค่า 0.33 ppm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite 10%, Fer+Isolite cake 5% กับ Fer+Isolite cake 10%

2.7 <u>ปริมาณเหล็กของดิน</u>

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณเหล็กของดินก่อนปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 16 และกราฟที่ 7 โดยในดินทั้ง 3 ชุด ตำรับที่มีปริมาณเหล็กในดินสูงสุด คือ ตำรับ Fer+Isolite cake 10% โดยมีค่า 27.75, 40.42 และ 32.40 ppm สำหรับชุดดิน Yt, Suk และ Ng ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite cake 5%, Fer+Isolite 10%, Fer+Isolite 5%, Fer+Zeolite 10% และ Fer+Zeolite 5% ในชุดดิน Suk, ส่วนตำรับที่มีปริมาณเหล็กน้อยที่สุดในดินทั้ง 3 ชุด คือ Fer+Com. ซึ่งวิเคราะห์เหล็กได้ 0.69, 0.50 และ 0.55 ppm สำหรับชุดดิน Yt, Suk และ Ng ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 15** ปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

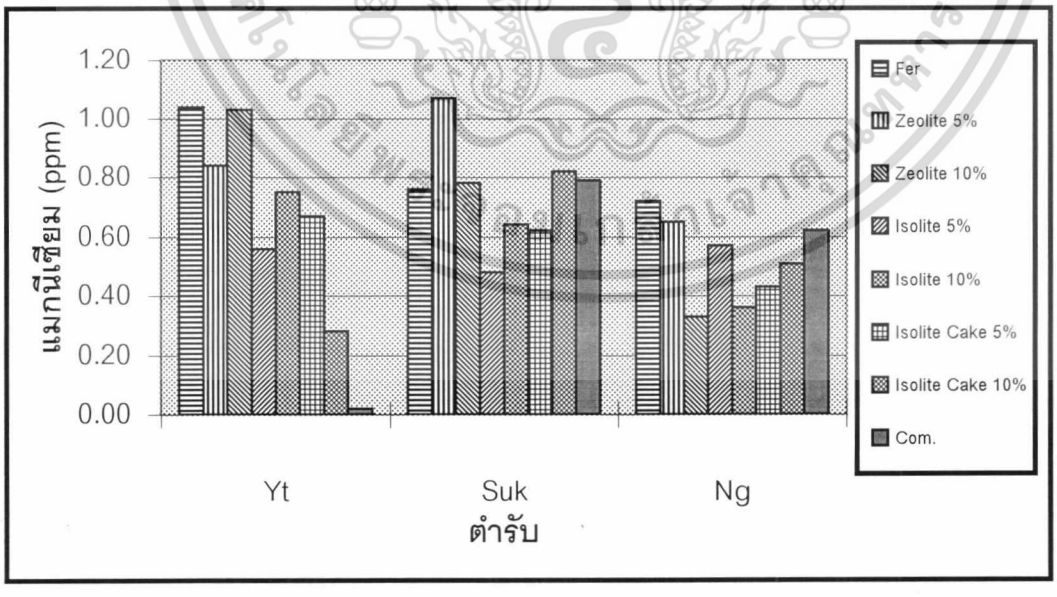
| ตำรับ | แมกนีเซียม (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk* | Ng** |
| Fer | 1.04 a | 0.76 b | 0.72 a |
| Fer+Zeolite 5% | 0.84 ab | 1.07 a | 0.65 ab |
| Fer+Zeolite 10% | 1.03 a | 0.78 b | 0.33 d |
| Fer+Isolite 5% | 0.56 bc | 0.48 c | 0.57 abc |
| Fer+Isolite 10% | 0.75 ab | 0.64 bc | 0.36 d |
| Fer+Isolite cake 5% | 0.60 bc | 0.62 bc | 0.43 cd |
| Fer+Isolite cake 10% | 0.67 b | 0.82 ab | 0.51 bcd |
| Fer+Com. | 0.28 c | 0.79 b | 0.62 ab |
| CV | 25.8% | 20.1% | 18.2% |

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

-** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

-อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ99% (DMRT)




**กราฟที่ 6** ปริมาณแมกนีเซียมของดินก่อนปลูกข้าวโพด

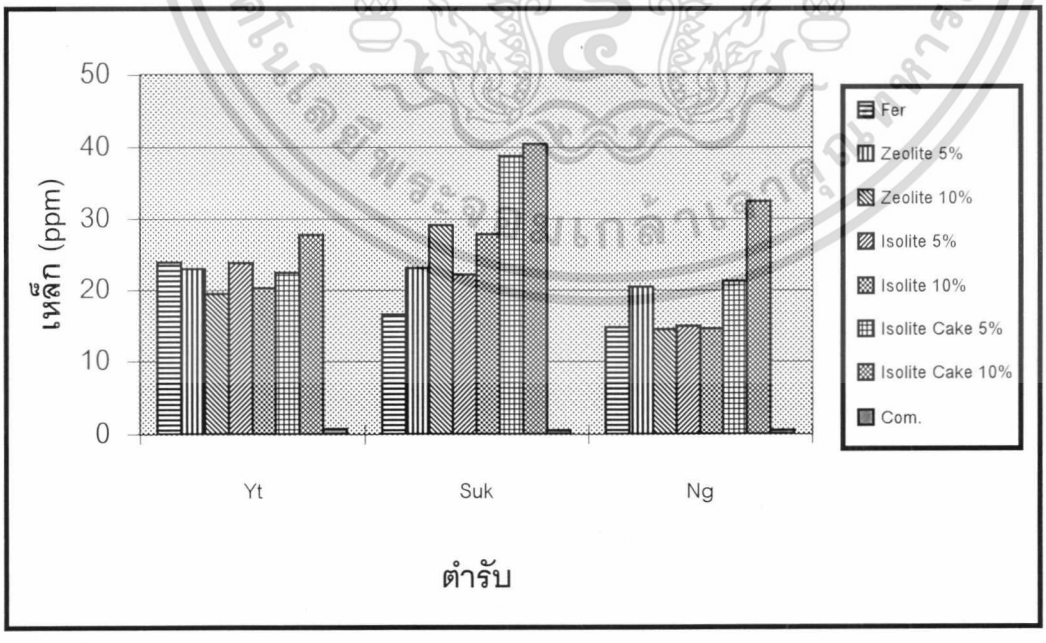
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 16** ปริมาณเหล็กของดินก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | เหล็ก (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk* | Ng** |
| Fer | 23.85 b | 16.55 b | 14.72 b |
| Fer+Zeolite 5% | 23.00 bc | 23.12 ab | 20.50 b |
| Fer+Zeolite 10% | 19.50 c | 29.05 ab | 14.51 b |
| Fer+Isolite 5% | 23.80 b | 22.16 ab | 14.92 b |
| Fer+Isolite 10% | 20.33 bc | 27.80 ab | 14.56 b |
| Fer+Isolite cake 5% | 22.44 bc | 38.72 a | 21.30 b |
| Fer+Isolite cake 10% | 27.75 a | 40.42 a | 32.40 a |
| Fer+Com. | 0.69 d | 0.50 c | 0.55 c |
| CV | 8.0% | 32.6% | 27.6% |

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ99% (DMRT)




**กราฟที่ 7** ปริมาณเหล็กของดินก่อนปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 <u>ปริมาณแมงกานีสของดิน</u>

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณแมงกานีสของดินก่อนปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 17 และกราฟที่ 8 โดยในดินทั้ง 3 ชุด ตำรับที่มีปริมาณแมงกานีสในดินสูงที่สุด คือ ตำรับ Fer+Com. โดยมีค่า 7.81, 1.41 และ 7.15 ppm สำหรับชุดดิน Yt, Suk และ Ng ตามลำดับ โดยในชุดดิน Yt และ Suk จะให้ค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับการทดลองอื่นๆ ส่วนชุดดิน Ng ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite cake 10% ส่วนตำรับที่ปริมาณแมงกานีสต่ำสุดในชุดดิน Yt และNg คือ ตำรับ Fer จะมีปริมาณแมงกานีสในดิน 0.66 และ 0.27 ppm ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 5%, Fer+Isolite 5% และ Fer+Isolite 10% ในชุดดิน Yt และตำรับ Fer+Isolite 5% และ Fer+Isolite 10% ในชุดดิน Ng ในกรณีของชุดดิน Suk พบปริมาณแมงกานีสต่ำสุดในตำรับ Fer+Isolite 5% โดยมีค่า 0.40 ppm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer, Fer+Zeolite 5%, Fer+Isolite 10% และ Fer+Isolite cake 5%

2.9 <u>ปริมาณสังกะสีของดิน</u>

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ จะไม่มีผลต่อปริมาณสังกะสีของดินก่อนปลูกข้าวโพด ทั้ง 3 ชุดดิน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 18 และกราฟที่ 9 โดยวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีได้ 0.12-0.39 ppm ในชุดดิน Yt, 0.29-0.59 ppm ในชุดดิน Suk และ 0.24-0.58 ppm ในชุดดิน Ng

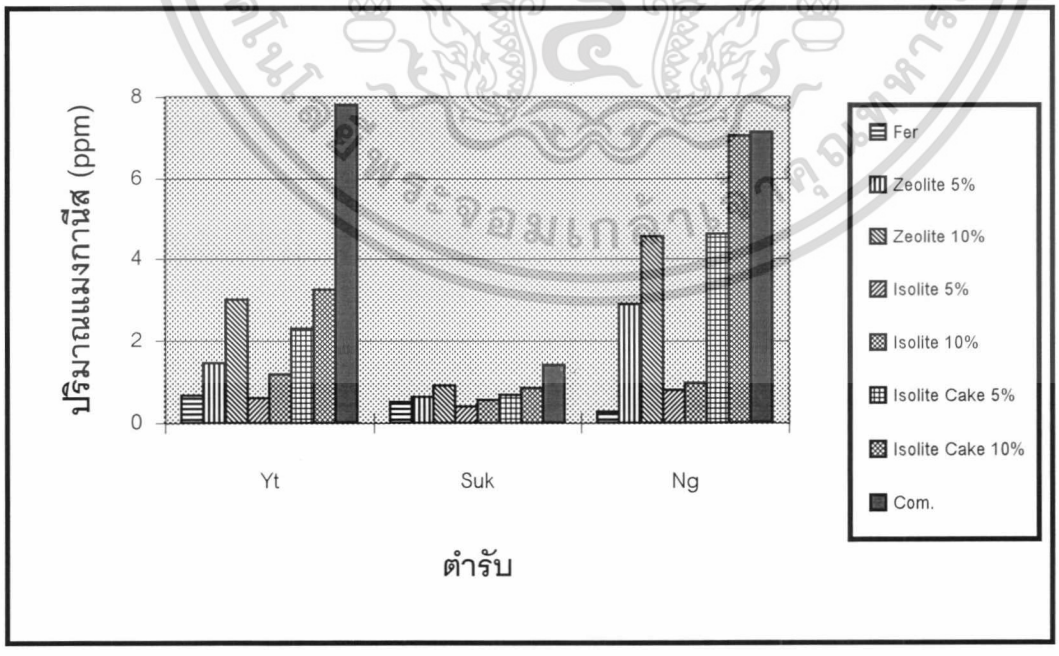
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 17** ปริมาณแมงกานีสของดินก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | แมงกานีส (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 0.66 d | 0.50 cd | 0.27 d |
| Fer+Zeolite 5% | 1.45 cd | 0.63 bcd | 2.88 c |
| Fer+Zeolite 10% | 2.99 b | 0.91 b | 4.55 b |
| Fer+Isolite 5% | 0.60 d | 0.40 d | 0.80 d |
| Fer+Isolite 10% | 1.18 cd | 0.55 bcd | 0.98 d |
| Fer+Isolite cake 5% | 2.30 bc | 0.68 bcd | 4.61 b |
| Fer+Isolite cake 10% | 3.24 b | 0.86 bc | 7.05 a |
| Fer+Com. | 7.81 a | 1.41 a | 7.15 a |
| CV | 21.8% | 20.3% | 17.7% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 8** ปริมาณแมงกานีสของดินก่อนปลูกข้าวโพด

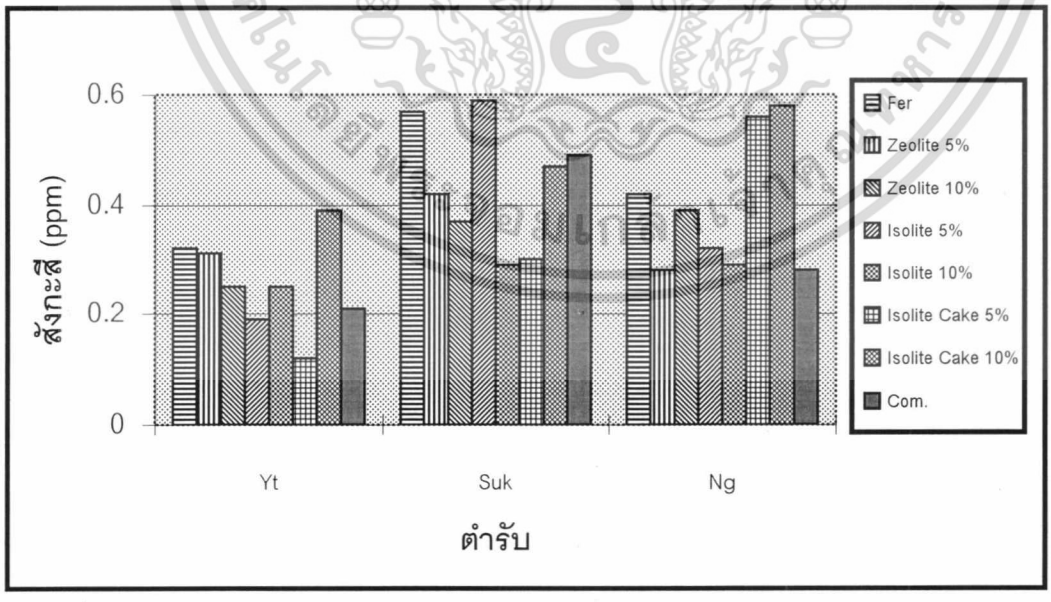
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 18** ปริมาณสังกะสีของดินก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | สังกะสี (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt ns | Suk ns | Ng ns |
| Fer | 0.32 a | 0.57 a | 0.24 a |
| Fer+Zeolite 5% | 0.31 a | 0.42 a | 0.28 a |
| Fer+Zeolite 10% | 0.25 a | 0.37 a | 0.39 a |
| Fer+Isolite 5% | 0.19 a | 0.47 a | 0.32 a |
| Fer+Isolite 10% | 0.25 a | 0.29 a | 0.29 a |
| Fer+Isolite cake 5% | 0.12 a | 0.30 a | 0.56 a |
| Fer+Isolite cake 10% | 0.39 a | 0.59 a | 0.58 a |
| Fer+Com. | 0.21 a | 0.49 a | 0.28 a |
| CV | 30.0% | 40.3% | 31.5% |

หมายเหตุ

- ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (DMRT)




**กราฟที่ 9** ปริมาณสังกะสีของดินก่อนปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. <u>คุณสมบัติของดินหลังทำการปลูกข้าวโพด</u>

3.1 <u>ความเป็นกรด-ด่างของดิน</u>

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของดินหลังปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 19 และกราฟที่ 10 ความเป็นกรด-ด่างของดินเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ตำรับการทดลอง โดยในชุดดิน Yt ดินเป็นด่างสูงสุดในตำรับ Fer+Isolite 10% มีค่า 8.37 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 10%, Fer+Isolite cake 5% และ Fer+Isolite cake 10%, ในชุดดิน Suk พบความเป็นด่างสูงสุดในตำรับ Fer+Isolite cake 10% มีค่า 8.53 ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite cake 10% กับ Fer+Isolite 10% ส่วนในชุดดิน Ng พบความเป็นด่างสูงสุดใน ตำรับ Fer+Zeolite 10% มีค่า 8.71 ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Fer+Isolite 5% กับ Fer+Isolite cake 5% ส่วนตำรับที่ทำให้ดินเป็นกรด-ด่างของดินต่ำสุดในชุดดิน Yt คือตำรับ Fer มีค่า 6.70 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Com., ในชุดดิน Suk คือตำรับ Fer+Zeolite 10% ค่า 7.27 และในชุดดิน Ng คือตำรับ Fer+Zeolite 5% มีค่า 7.65 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Com. กับ Fer

3.2 <u>ค่าการนำไฟฟ้าของดิน</u>

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูกพืช ทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 20 และกราฟที่ 11 ค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังปลูกพืชส่วนใหญ่สูงกว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูก ยกเว้นในตำรับ Fer+Com. แต่ก็ยังมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบตำรับการทดลองอื่นๆ ซึ่งวิเคราะห์ได้ 0.41, 0.24 และ 0.17 ในชุดดิน Yt, Suk และ Ng ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite cake 5%, Fer+Isolite 5%, Fer+Isolite 10% และ Fer+Zeolite 5% สำหรับชุดดิน Yt แต่ในชุดดิน Suk และNg จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ ส่วนตำรับที่ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุดในชุดดิน Yt คือ ตำรับ Fer+Zeolite 10% โดยวัดค่า EC ได้ 0.08 mS/cm และชุดดิน Suk จะพบค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุดในตำรับ Fer มีค่า 0.12 mS/cm ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับ Fer+Com. ส่วนตำรับอื่น ๆ จะให้ค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

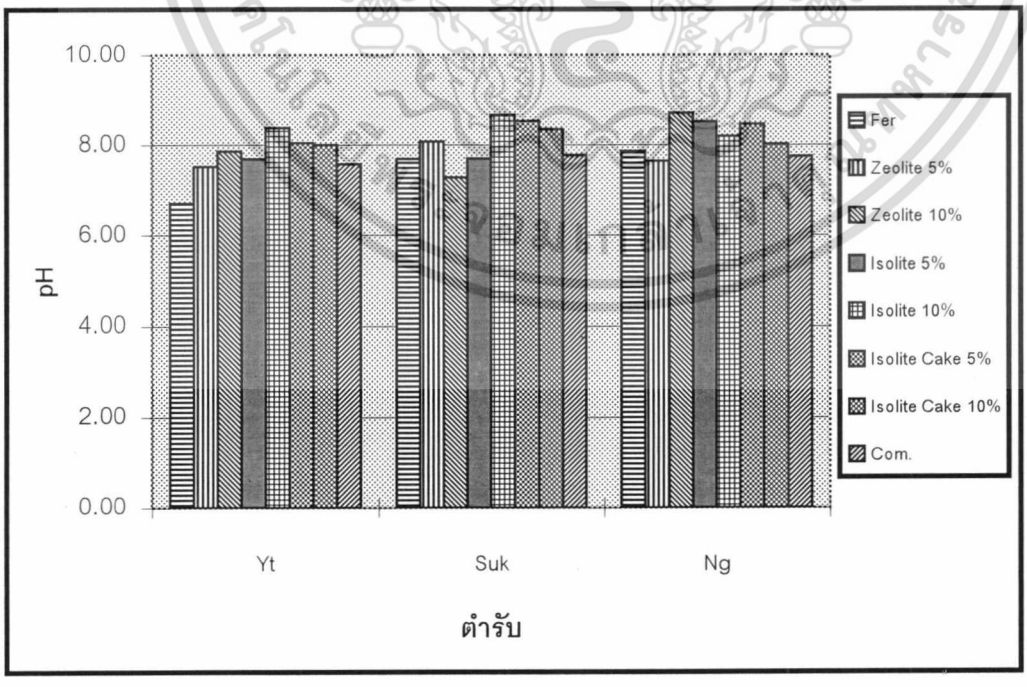
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 19** ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) หลังปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | pH (1:1) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 6.70 d | 7.69 d | 7.86 cde |
| Fer+Zeolite 5% | 7.51 c | 8.08 bc | 7.65 e |
| Fer+Zeolite 10% | 8.28 a | 7.27 e | 8.71 a |
| Fer+Isolite 5% | 7.70 bc | 7.71 d | 8.51 ab |
| Fer+Isolite 10% | 8.37 a | 8.47 a | 8.19 bc |
| Fer+Isolite cake 5% | 8.04 ab | 8.53 a | 8.46 ab |
| Fer+Isolite cake 10% | 8.00 abc | 8.34 ab | 8.02 cd |
| Fer+Com. | 7.57 cd | 7.77 cd | 7.75 de |
| CV | 3.4% | 2.3% | 2.3% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 10** ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) หลังปลูกข้าวโพด

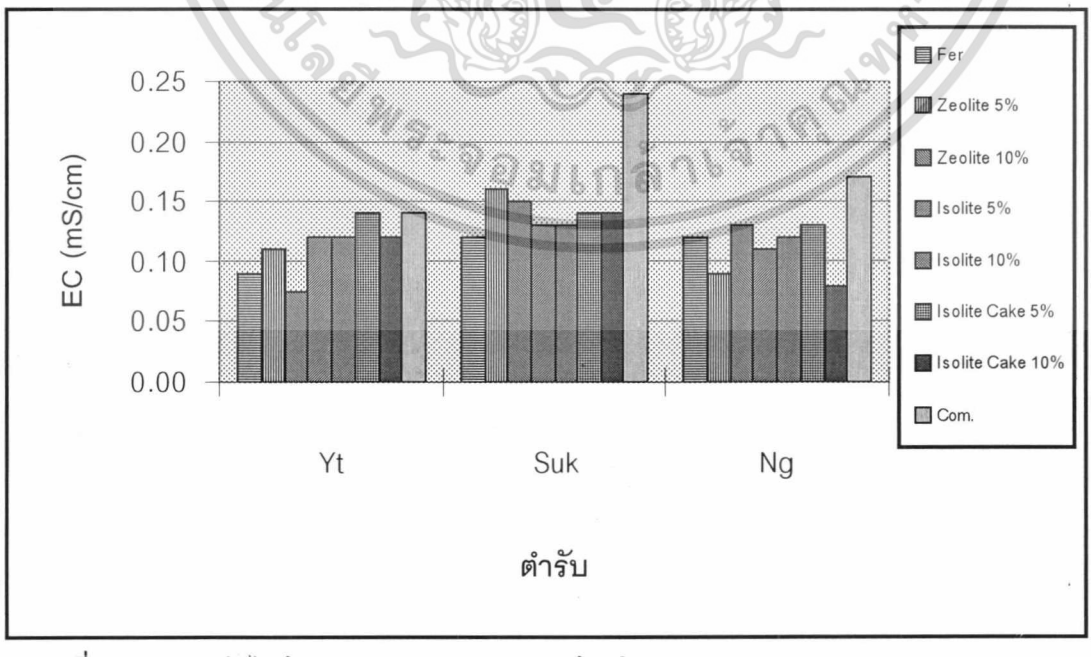
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 20** ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินหลังปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | EC (mS/cm) (1:5) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt* | Suk** | Ng** |
| Fer | 0.09 bc | 0.12 b | 0.12 bc |
| Fer+Zeolite 5% | 0.11 abc | 0.16 b | 0.09 cd |
| Fer+Zeolite 10% | 0.08 c | 0.15 b | 0.13 b |
| Fer+Isolite 5% | 0.12 ab | 0.13 b | 0.11 bcd |
| Fer+Isolite 10% | 0.12 ab | 0.13 b | 0.12 b |
| Fer+Isolite cake 5% | 0.14 a | 0.14 b | 0.13 b |
| Fer+Isolite cake 10% | 0.12 b | 0.14 b | 0.08 d |
| Fer+Com. | 0.14 a | 0.24 a | 0.17 a |
| CV | 17.8% | 17.0% | 18.3% |

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ99% (DMRT)




**กราฟที่ 11** ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ปริมาณผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน (C.E.C.)

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ของดินทั้ง 3 ชุดดินหลังปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 21 และกราฟที่ 12 C.E.C ของดินหลังปลูกข้าวโพดจะมีค่าลดลงกว่า C.E.C. ก่อนการปลูกในทุก ๆ ตำรับการทดลอง อย่างไรก็ตามตำรับ Fer+Zeolite 10% ยังมี C.E.C. สูงที่สุดเหมือนเดิม คือ 14.29, 32.81 และ 25.52 me/100g สำหรับชุดดิน Yt, Suk และNg ตามลำดับ และตำรับที่มี C.E.C รองลงมาคือ ตำรับ Fer+Zeolite 5% สำหรับชุดดิน Yt และSuk ส่วนชุดดิน Ng ตำรับที่มีค่า C.E.C. รองลงมาคือ Fer+Isolite 5% ส่วนตำรับทีมี C.E.C. ต่ำที่สุดมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูกในทุก ๆ ชุดดิน โดยชุดดิน Yt พบในตำรับ Fer+Isolite 5% ชุดดิน Suk และ Ng พบในตำรับ Fer+Isolite cake 5% ซึ่งมี C.E.C. เท่ากับ 1.60, 3.08 และ 2.28 me/100g ตามลำดับ

### 3.4 ปริมาณของอินทรียวัตถุของดิน

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณของอินทรียวัตถุของดินหลังปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 22 และกราฟที่ 13 ปริมาณอินทรียวัตถุของดินหลังปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่จะต่ำกว่าก่อนปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตำรับ Fer+Com. ปริมาณอินทรียวัตถุจะลดลงเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามในชุดดิน Suk ตำรับ Fer+Com. จะยังมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด แต่มีเพียง 1.94% เท่านั้น ส่วนในชุดดิน Yt ตำรับที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุดคือ ตำรับ Fer+Isolite cake 10% โดยมีค่า 1.89% ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite 5% ส่วนชุดดิน Ng จะพบปริมาณของอินทรียวัตถุของดินสูงสุดในตำรับ Fer+Isolite 5% เท่ากับ 1.80% ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite 10%, ส่วนตำรับที่ทำให้ปริมาณของอินทรียวัตถุของดินต่ำในชุดดิน Yt และ Suk คือ Fer+Zeolite 5% พบปริมาณอินทรียวัตถุของดินเท่ากับ 1.23 และ 1.32 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 10% ในชุดดิน Yt, ในชุดดิน Suk ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกตำรับการทดลอง ในกรณีของชุดดิน Ng จะพบปริมาณอินทรียวัตถุของดินต่ำ ในตำรับ Fer+Isolite cake 10% เท่ากับ 1.00% ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer, Fer+Zeolite 5%, Fer+Isolite cake 5% และ Fer+Com.

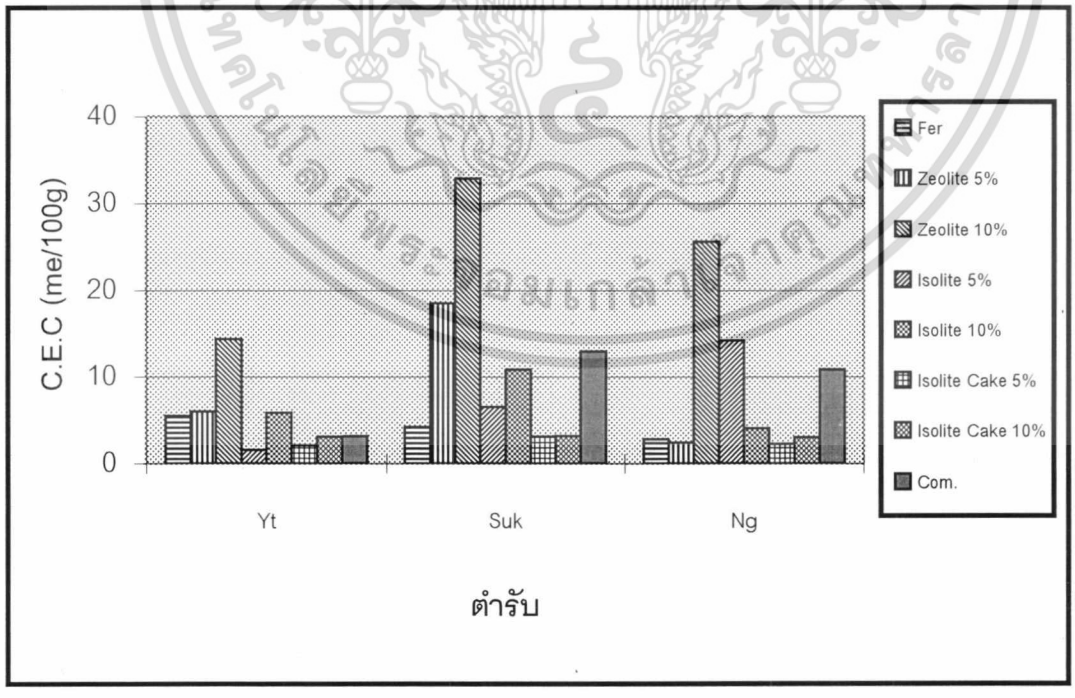
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 21** ปริมาณผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (C.E.C.) ของดินหลังปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | C.E.C. (me/100g) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 5.48 b | 4.22 c | 2.78 d |
| Fer+Zeolite 5% | 6.00 b | 18.51 b | 2.40 d |
| Fer+Zeolite 10% | 14.29 a | 32.81 a | 25.52 a |
| Fer+Isolite 5% | 1.60 c | 6.52 c | 14.17 b |
| Fer+Isolite 10% | 5.83 b | 10.83 bc | 4.04 d |
| Fer+Isolite cake 5% | 2.10 c | 3.08 c | 2.28 d |
| Fer+Isolite cake 10% | 3.08 bc | 3.15 c | 2.96 d |
| Fer+Com. | 3.17 bc | 12.87 bc | 10.80 c |
| CV | 34.2% | 51.6% | 23.0% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 12** ปริมาณผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (C.E.C.) ของดินหลังปลูกข้าวโพด

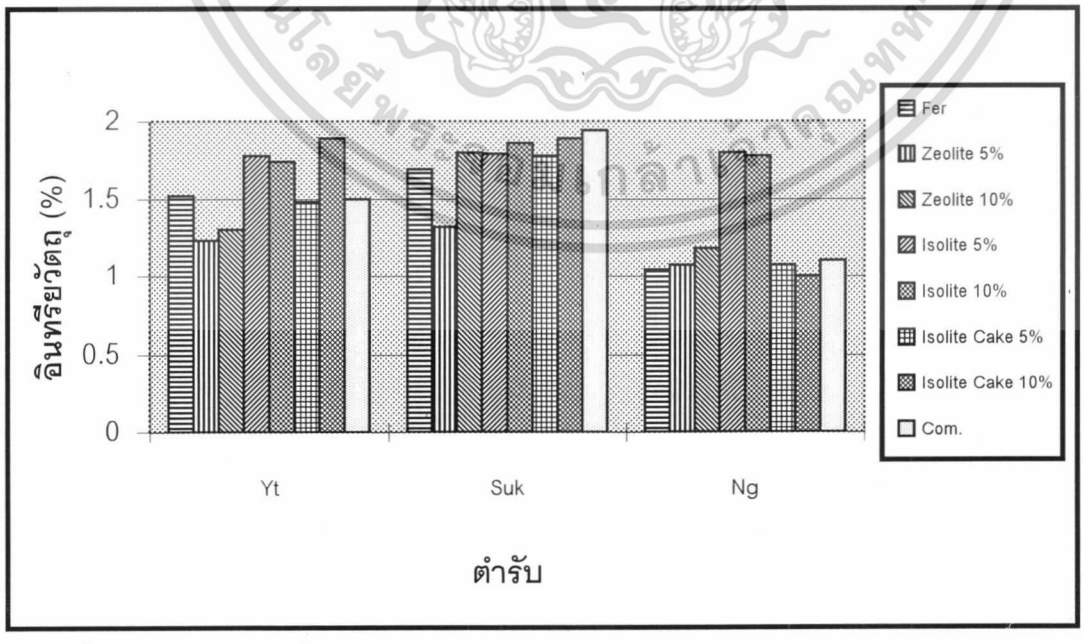
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 22** ปริมาณอินทรียวัตถุ (%OM) ของดินหลังปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | อินทรียวัตถุ (%) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 1.52 c | 1.69 g | 1.04 bc |
| Fer+Zeolite 5% | 1.23 d | 1.32 h | 1.07 bc |
| Fer+Zeolite 10% | 1.30 d | 1.80 d | 1.18 b |
| Fer+Isolite 5% | 1.78 ab | 1.79 e | 1.80 a |
| Fer+Isolite 10% | 1.74 b | 1.86 c | 1.78 a |
| Fer+Isolite cake 5% | 1.48 c | 1.78 f | 1.07 bc |
| Fer+Isolite cake 10% | 1.89 a | 1.89 b | 1.00 c |
| Fer+Com. | 1.50 c | 1.94 a | 1.10 bc |
| CV | 4.2% | 0.1% | 7.3% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 13** ปริมาณอินทรียวัตถุ (%OM) ของดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 ปริมาณฟอสฟอรัสของดิน

สารปรับปรุงในตำรับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 23 และกราฟที่ 14 โดยปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปลูกจะสูงกว่าดินก่อนปลูกในทุกๆ ตำรับการทดลอง โดยชุดดิน Yt จะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 25.95-93.21 ppm ชุดดิน Suk จะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 102.63-172.75 ppm และชุดดิน Ng จะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 26.72-80.74 ppm

### 3.6 ปริมาณแมกนีเซียมของดิน

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณแมกนีเซียมในดินหลังปลูกข้าวโพด ทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 24 และกราฟที่ 15 โดยปริมาณแมกนีเซียมในดินหลังปลูกจะต่ำกว่าดินก่อนปลูกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในตำรับ Fer+Com., Fer+Isolite cake 5% และ 10% ในชุดดิน Yt จะมีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดในตำรับ Fer+Zeolite 10% โดยมีค่า 0.49 ppm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer, Fer+Zeolite 5%, Fer+Isolite 10% และ Fer+Isolite cake 10%, ในชุดดิน Suk จะพบปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดในตำรับ Fer+Zeolite 5% เท่ากับ 0.63 ppm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite cake 10% และในชุดดิน Ng จะพบปริมาณแมกนีเซียมสูงสุดในตำรับ Fer คือ 0.44 ppm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับ Fer+Zeolite 5%, Fer+Isolite 10% และ Fer+Com.

### 3.7 ปริมาณเหล็กของดิน

จากการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในดินหลังปลูกข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณเหล็กในดินทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 25 และกราฟที่ 16 โดยในชุดดิน Yt จะมีปริมาณเหล็กอยู่ระหว่าง 8.14-28.98 ppm, ในชุดดิน Suk จะมีปริมาณเหล็กอยู่ระหว่าง 15.09-35.03 ppm และในชุดดิน Ng จะมีปริมาณเหล็กอยู่ระหว่าง 4.87-23.20 ppm

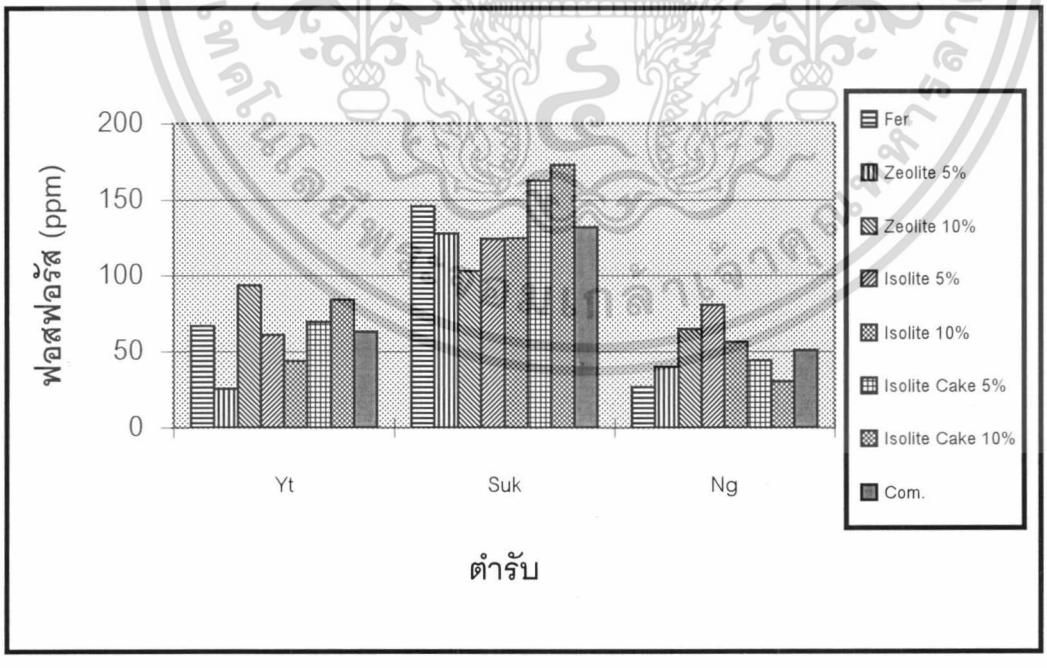
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 23** ปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | ฟอสฟอรัส (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt ns | Suk ns | Ng ns |
| Fer | 66.97 a | 145.54 a | 26.72 a |
| Fer+Zeolite 5% | 25.95 a | 127.99 a | 39.87 a |
| Fer+Zeolite 10% | 93.21 a | 102.63 a | 65.11 a |
| Fer+Isolite 5% | 61.09 a | 124.61 a | 80.74 a |
| Fer+Isolite 10% | 43.69 a | 124.65 a | 56.58 a |
| Fer+Isolite cake 5% | 69.55 a | 162.48 a | 44.17 a |
| Fer+Isolite cake 10% | 84.12 a | 172.75 a | 30.65 a |
| Fer+Com. | 63.33 a | 132.04 a | 50.88 a |
| CV | 45.9% | 19.0% | 44.3% |

หมายเหตุ

- ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (DMRT)




**กราฟที่ 14** ปริมาณฟอสฟอรัสของดินหลังปลูกข้าวโพด

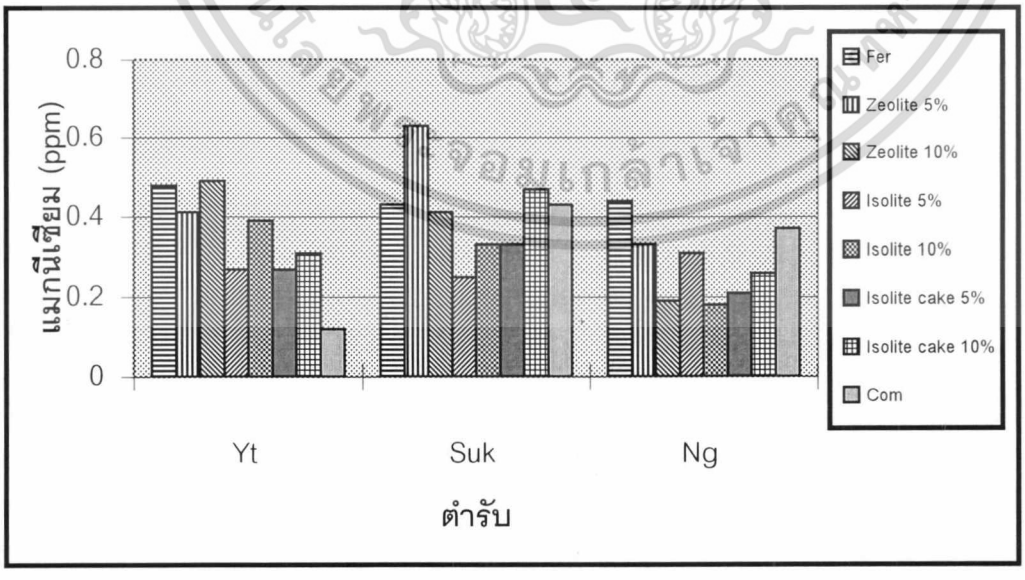
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 24** ปริมาณแมกนีเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | แมกนีเซียม (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 0.48 a | 0.43 bc | 0.44 a |
| Fer+Zeolite 5% | 0.41 ab | 0.63 a | 0.33 abc |
| Fer+Zeolite 10% | 0.49 a | 0.41 bc | 0.19 cd |
| Fer+Isolite 5% | 0.27 bc | 0.25 c | 0.31 abcd |
| Fer+Isolite 10% | 0.39 ab | 0.33 bc | 0.18 d |
| Fer+Isolite cake 5% | 0.27 bc | 0.33 bc | 0.21 cd |
| Fer+Isolite cake 10% | 0.31 ab | 0.47 ab | 0.26 bcd |
| Fer+Com. | 0.12 c | 0.43 bc | 0.37 ab |
| CV | 27.6% | 23.8% | 24.6% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 15** ปริมาณแมกนีเซียมของดินหลังปลูกข้าวโพด

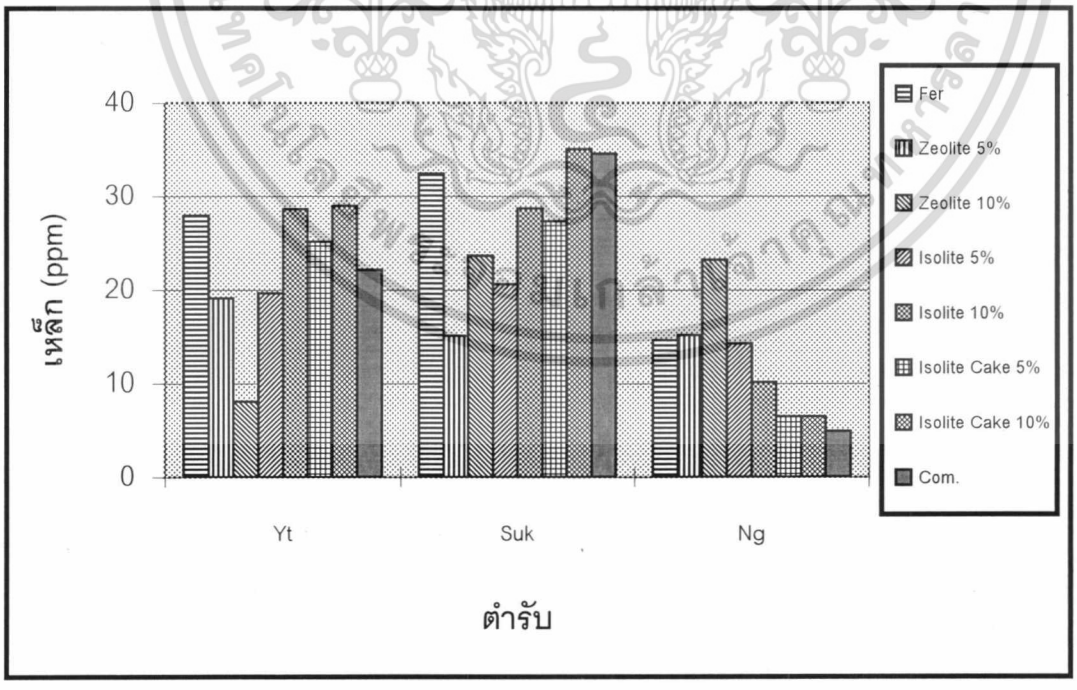
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 25** ปริมาณเหล็กของดินหลังปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | เหล็ก (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt ns | Suk ns | Ng ns |
| Fer | 27.93 a | 32.41 a | 14.59 a |
| Fer+Zeolite 5% | 19.09 a | 15.09 a | 15.17 a |
| Fer+Zeolite 10% | 8.14 a | 23.57 a | 23.20 a |
| Fer+Isolite 5% | 19.64 a | 20.63 a | 14.29 a |
| Fer+Isolite 10% | 28.64 a | 28.69 a | 10.11 a |
| Fer+Isolite cake 5% | 25.08 a | 27.31 a | 6.50 a |
| Fer+Isolite cake 10% | 28.98 a | 35.03 a | 6.45 a |
| Fer+Com. | 22.17 a | 34.58 a | 4.87 a |
| CV | 39.7% | 35.0% | 70.5% |

หมายเหตุ

- ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (DMRT)




**กราฟที่ 16** ปริมาณเหล็กของดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.8 ปริมาณแมงกานีสของดิน

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณแมงกานีสในดินหลังปลูกข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 26 และกราฟที่ 17 โดยปริมาณของแมงกานีสจะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตำรับ Fer+Com., Fer+Isolite cake 5% และ 10% ของชุดดิน Yt และNg ในชุดดิน Yt และ Suk ตำรับที่มีปริมาณแมงกานีสสูงที่สุดในตำรับ Fer+Zeolite 10% โดยมีค่า 2.69 และ 2.65 ppm ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 5% ในชุดดิน Suk ส่วนในชุดดิน Yt จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่น ๆ ในกรณีของชุดดิน Ng ตำรับที่ทำให้ปริมาณแมงกานีสสูงสุด คือ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี (Fer) โดยมีค่า 1.54 ppm ซึ่งจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตำรับที่ทดลอง ส่วนตำรับ Fer+Isolite 10% พบว่าปริมาณแมงกานีสต่ำสุด โดยมีค่า 0.14 ppm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 5%, Fer+Zeolite 10%, Fer+Isolite 5%, Fer+Isolite cake 5% กับ Fer+Isolite cake 10%

### 3.9 ปริมาณสังกะสีของดิน

สารปรับปรุงดินในตำรับต่าง ๆ มีผลต่อปริมาณสังกะสีในดินหลังปลูกข้าวโพด ทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 27 และกราฟที่ 18 โดยในชุดดิน Yt ตำรับที่มีปริมาณสังกะสีในดินสูงสุด คือ ตำรับ Fer+Isolite 10% โดยมีค่า 3.65 ppmซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับทุกตำรับที่ทดลอง, ในชุดดิน Suk จะพบปริมาณสังกะสีในดินสูงสุด ในตำรับ Fer+Com. โดยมีค่า 2.88 ppm ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับทุกตำรับที่ทดลอง และในชุดดิน Ng จะพบปริมาณสังกะสีสูงสุด ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับอีโซไลท์ที่ใช้แล้ว 10% (Fer+Isolite cake 10%) โดยมีค่า 0.83 ppm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite 10%, Fer+Isolite cake 5% กับ Fer+Com.

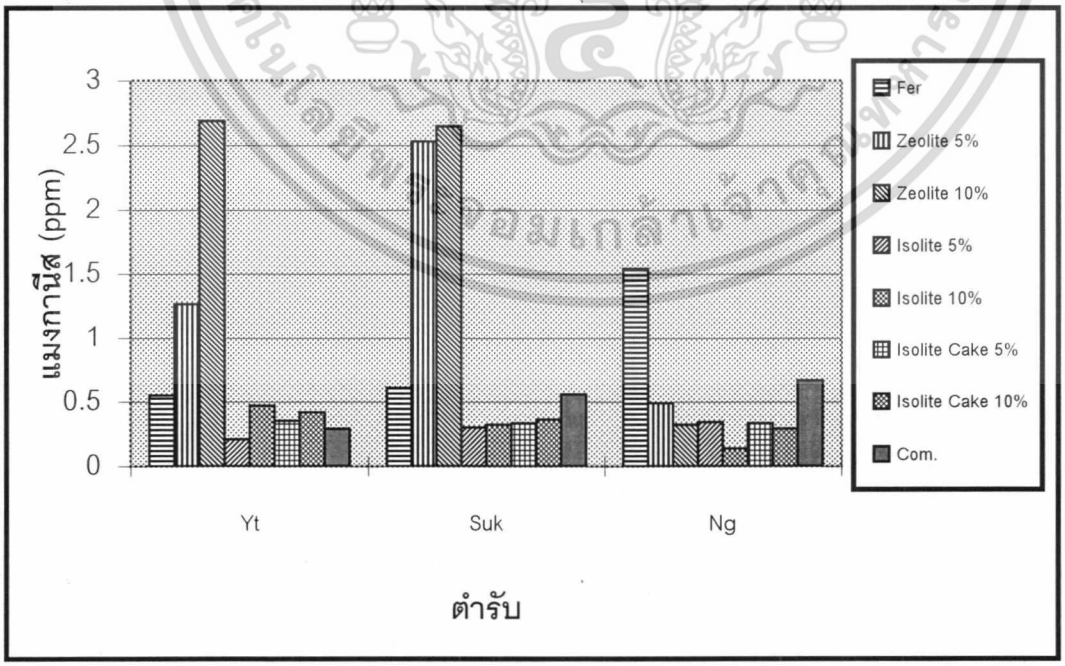
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 26** ปริมาณแมงกานีสของดินหลังปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | แมงกานีส (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 0.55 c | 0.61 b | 1.54 a |
| Fer+Zeolite 5% | 1.27 b | 2.53 a | 0.49 bc |
| Fer+Zeolite 10% | 2.69 a | 2.65 a | 0.32 bc |
| Fer+Isolite 5% | 0.21 c | 0.30 b | 0.34 bc |
| Fer+Isolite 10% | 0.47 c | 0.32 b | 0.14 c |
| Fer+Isolite cake 5% | 0.35 c | 0.33 b | 0.33 bc |
| Fer+Isolite cake 10% | 0.42 c | 0.36 b | 0.29 bc |
| Fer+Com. | 0.29 c | 0.56 b | 0.67 b |
| CV | 29.3% | 29.8% | 51.0% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 17** ปริมาณแมงกานีสของดินหลังปลูกข้าวโพด

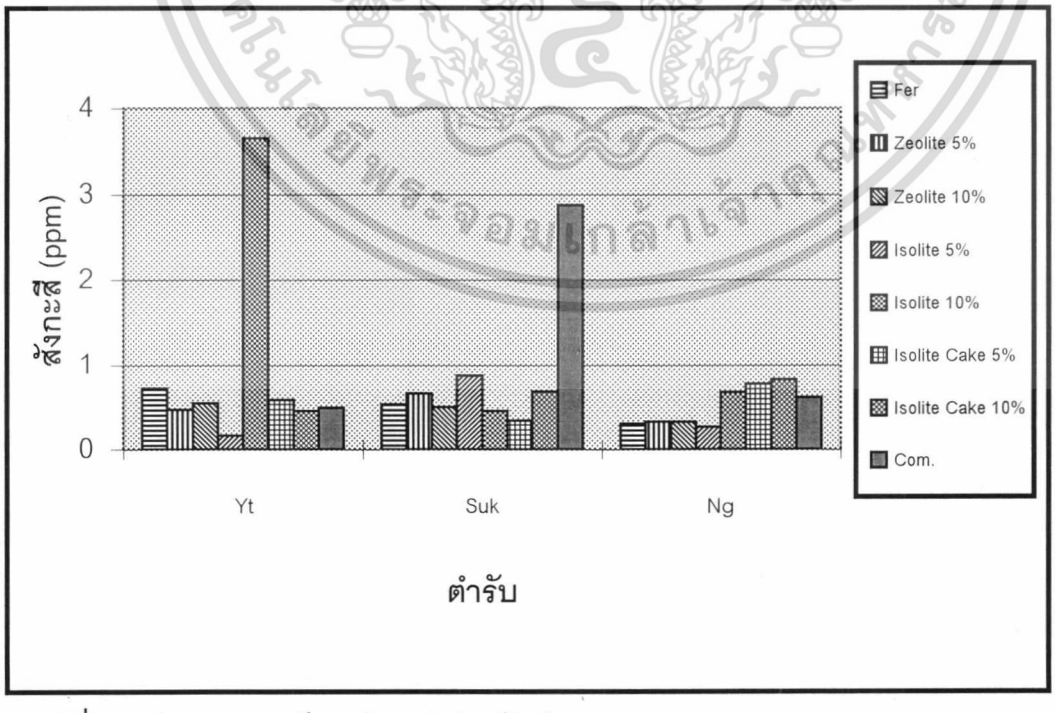
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 27** ปริมาณสังกะสีของดินหลังปลูกข้าวโพด

| ตำรับ | สังกะสี (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 0.73 b | 0.54 b | 0.31 b |
| Fer+Zeolite 5% | 0.48 b | 0.67 b | 0.33 b |
| Fer+Zeolite 10% | 0.55 b | 0.51 b | 0.33 b |
| Fer+Isolite 5% | 0.17 b | 0.88 b | 0.27 b |
| Fer+Isolite 10% | 3.65 a | 0.46 b | 0.68 a |
| Fer+Isolite cake 5% | 0.59 b | 0.35 b | 0.78 a |
| Fer+Isolite cake 10% | 0.46 b | 0.69 b | 0.83 a |
| Fer+Com. | 0.50 b | 2.88 a | 0.62 a |
| CV | 64.9% | 31.8% | 25.4% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 18** ปริมาณสังกะสีของดินหลังปลูกข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารของข้าวโพด

4.1 น้ำหนักสดของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ จะมีผลต่อน้ำหนักสดของข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 28 และกราฟที่ 19 โดยในชุดดิน Yt และ Suk ตำรับที่มีน้ำหนักสดของข้าวโพดสูงสุด คือ ตำรับ Fer+Zeolite 10% โดยมีค่า 240.77 และ 197.01 g/pot ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 5% และ Fer+Isolite cake 5% ในชุดดิน Yt, Fer+Zeolite 5% และ Fer+Com. ในชุดดิน Suk ส่วนชุดดิน Ng ตำรับที่มีน้ำหนักสดของข้าวโพดสูงสุด คือ ตำรับ Fer โดยมีค่า 187.72 g/pot ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Com., Fer+Isolite 10% กับ Fer+Isolite cake 10% ส่วนตำรับที่ให้น้ำหนักสดต่ำที่สุดของชุดดิน Yt คือ ตำรับ Fer โดยมีค่า 41.43 g/pot ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite 5%, Fer+Isolite 10%, Fer+Isolite cake 5%, Fer+Com. และ Fer+Isolite cake 10%, ในชุดดิน Suk ตำรับที่มีน้ำหนักสดของข้าวโพดต่ำที่สุด คือ ตำรับ Fer+Isolite cake 10% โดยมีค่า 20.75 g/pot ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite cake 5%, Fer และ Fer+Isolite 5% ส่วนในชุดดิน Ng ตำรับที่มีน้ำหนักสดของข้าวโพดต่ำที่สุด คือ ตำรับ Fer+Zeolite 5% โดยมีค่า 30.99 g/pot ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 10%, Fer+Isolite 5%, Fer+Isolite 10%, Fer+Isolite cake 5% และ Fer+Isolite cake 10%

4.2 น้ำหนักแห้งของข้าวโพด

สารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อน้ำหนักแห้งของข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 29 และกราฟที่ 20 โดยมีความสัมพันธ์ในลักษณะเดียวกันกับน้ำหนักสด คือชุดดิน Yt และ Suk ในตำรับ Fer+Zeolite 10% มีน้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงสุดคือ 79.67 และ 73.78 g/pot ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 5%, Fer+Isolite cake 5% และ Fer+Com. ในชุดดิน Yt, ส่วนในชุดดิน Suk มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุดตำรับการทดลอง ในชุดดิน Ng ตำรับที่มีน้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงสุดคือ Fer+Com. โดยมีค่า 71.42 g/pot ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer ส่วนตำรับที่ให้น้ำหนักแห้งต่ำสุดของชุดดิน Yt คือ Fer+Isolite 10% โดยมีค่า 18.33 g/pot, ในชุดดิน Suk พบน้ำหนักแห้งต่ำสุด คือ ตำรับ Fer+Isolite cake 10% โดยมีค่า 3.55 g/pot ส่วนชุดดิน Ng พบน้ำหนักแห้งต่ำสุดคือ ตำรับ Fer+Zeolite 5% โดยมีค่า 13.33 g/pot

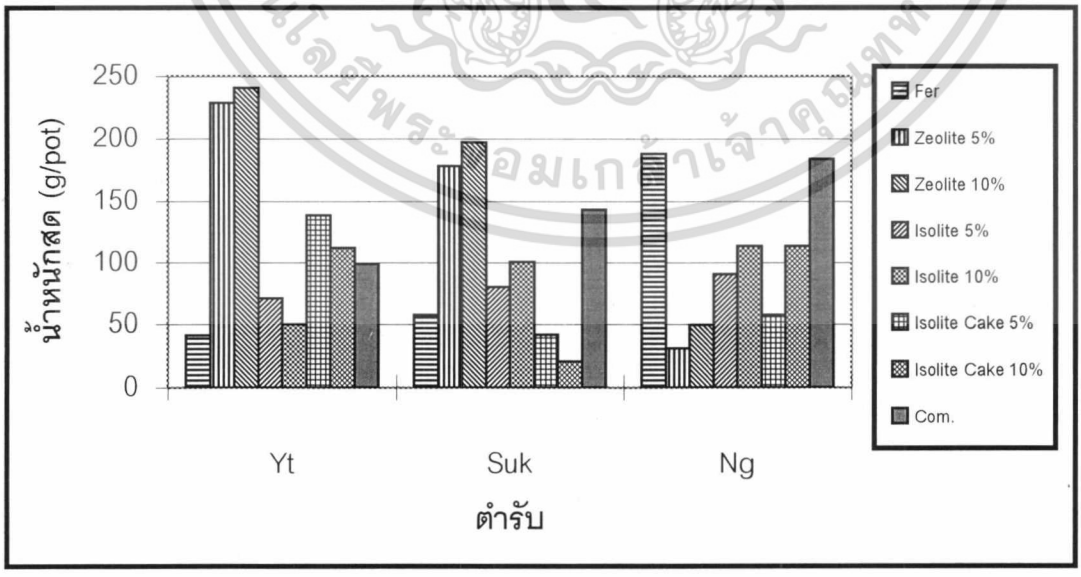
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 28** น้ำหนักสดของข้าวโพด

| ตำรับ | น้ำหนักสด (g/pot) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk** | Ng** |
| Fer | 41.43 b | 57.47 cd | 187.72 a |
| Fer+Zeolite 5% | 228.71 a | 177.82 a | 30.99 b |
| Fer+Zeolite 10% | 240.77 a | 197.01 a | 49.69 b |
| Fer+Isolite 5% | 71.01 b | 80.41 bcd | 90.69 b |
| Fer+Isolite 10% | 50.30 b | 100.33 bc | 113.53 ab |
| Fer+Isolite cake 5% | 138.31 ab | 41.68 cd | 57.58 b |
| Fer+Isolite cake 10% | 111.66 b | 20.75 d | 113.50 ab |
| Fer+Com. | 98.75 b | 143.17 ab | 183.60 a |
| CV | 51.6% | 35.0% | 45.1% |

หมายเหตุ

- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (DMRT)




**กราฟที่ 19** น้ำหนักสดของข้าวโพด

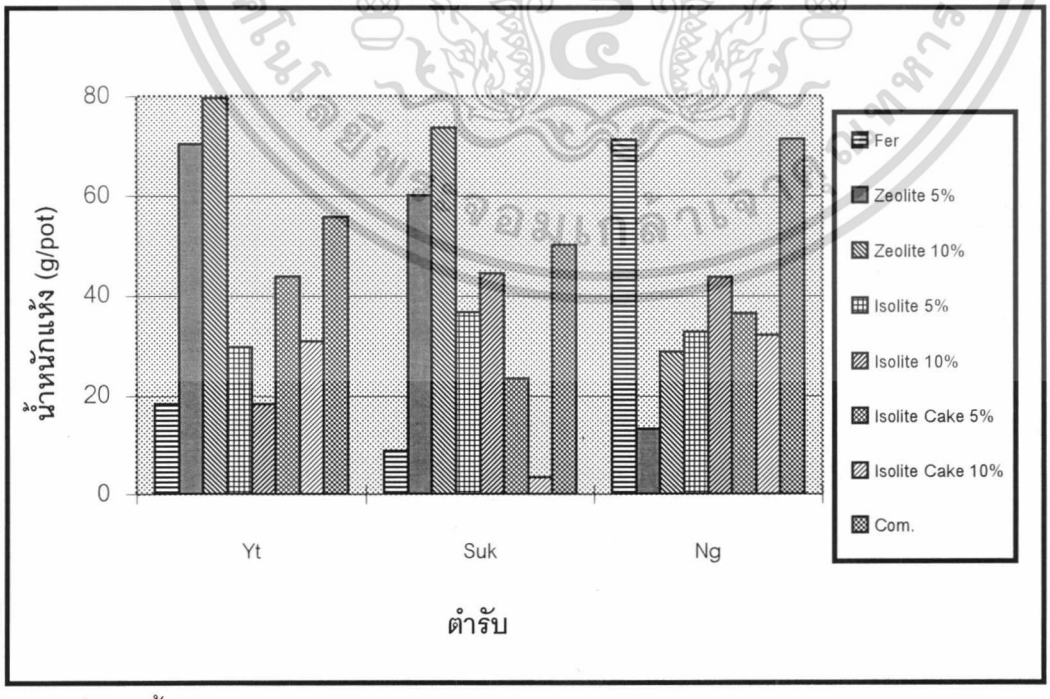
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 29** น้ำหนักแห้งของข้าวโพด

| ตำรับ | น้ำหนักแห้ง (g/pot) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt* | Suk** | Ng** |
| Fer | 18.41 c | 8.89 f | 71.30 a |
| Fer+Zeolite 5% | 70.40 ab | 60.07 b | 13.33 c |
| Fer+Zeolite 10% | 79.67 a | 73.78 a | 28.85 bc |
| Fer+Isolite 5% | 29.88 bc | 36.67 d | 32.82 bc |
| Fer+Isolite 10% | 18.33 c | 44.56 cd | 43.71 b |
| Fer+Isolite cake 5% | 43.83 abc | 23.50 e | 36.45 bc |
| Fer+Isolite cake 10% | 30.95 bc | 3.55 f | 32.22 bc |
| Fer+Com. | 55.80 abc | 50.24 bc | 71.42 a |
| CV | 56.3% | 17.9% | 31.5% |

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ99% (DMRT)




**กราฟที่ 20** น้ำหนักแห้งของข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในดินทั้ง 3 ชุดดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 30 กราฟที่ 21 โดยในชุดดิน Yt ตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด คือ Fer โดยมีไนโตรเจน 6.40% รองลงมา คือ ตำรับ Fer+Isolite 10% และ 5% โดยมีไนโตรเจน 3.32 และ 2.97% ตามลำดับ ส่วนตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำสุด คือตำรับ Fer+Zeolite 5% โดยมีค่า 1.14% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite10%, Fer+Isolite cake 5%, Fer+Isolite cake 10% และ Fer+Com. ส่วนในชุดดิน Suk ตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด คือ ตำรับ Fer+Isolite 5% โดยมีค่า 3.17% ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer, Fer+Zeolite 5%, Fer+Isolite cake 5% และ Fer+Isolite cake 10% ส่วนตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำสุด คือตำรับ Fer+Com. โดยมีค่า 1.18% ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 5%, Fer+Zeolite 10%, Fer+Isolite 10% และ Fer+Isolite cake 5% ส่วนในชุดดิน Ng ตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด คือ ตำรับ Fer+Isolite cake 5% โดยมีค่า 3.71% ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 5% และ Fer+Zeolite 10% ตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำสุดในชุดดิน Ng คือ ตำรับ Fer+Isolite 10% โดยมีค่า 1.16% ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer, Fer+Zeolite 5%, Fer+Zeolite 10%, Fer+Isolite 5%, Fer+Isolite cake 10% และ Fer+Com.

### 4.4 ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด

จากการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดทั้ง 3 ชุดดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 31 กราฟที่ 22 โดยสำหรับชุดดิน Yt จะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 0.017-0.027 ppm, สำหรับชุดดิน Suk จะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 0.02-0.03 ppm และสำหรับชุดดิน Ng ทุกตำรับมีปริมาณฟอสฟอรัส 0.02 ppm ยกเว้นตำรับ Fer+Isolite cake 5% จะมีปริมาณฟอสฟอรัส 0.12 ppm อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองอื่นๆ

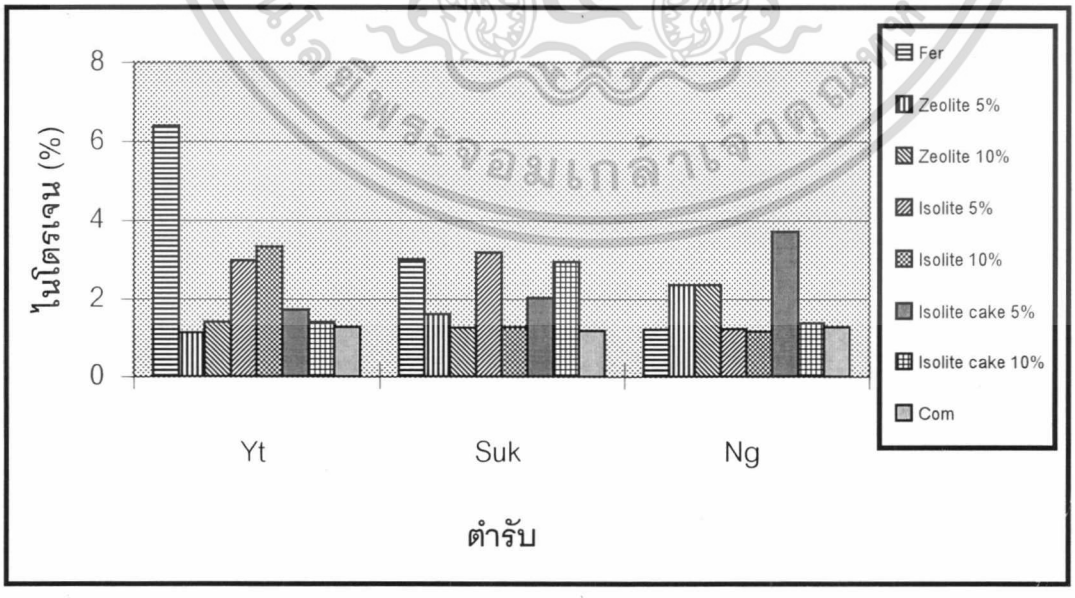
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 30** ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด

| ตำรับ | ไนโตรเจน (%) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt** | Suk* | Ng* |
| Fer | 6.40 a | 3.00 a | 1.21 b |
| Fer+Zeolite 5% | 1.14 c | 1.62 abc | 2.36 ab |
| Fer+Zeolite 10% | 1.41 c | 1.27 bc | 2.35 ab |
| Fer+Isolite 5% | 2.97 b | 3.17 a | 1.24 b |
| Fer+Isolite 10% | 3.32 b | 1.28 bc | 1.16 b |
| Fer+Isolite cake 5% | 1.73 c | 2.02 abc | 3.71 a |
| Fer+Isolite cake 10% | 1.42 c | 2.93 ab | 1.39 b |
| Fer+Com. | 1.28 c | 1.18 c | 1.29 b |
| CV | 27.3% | 42.4% | 46.7% |

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ99% (DMRT)




**กราฟที่ 21** ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด

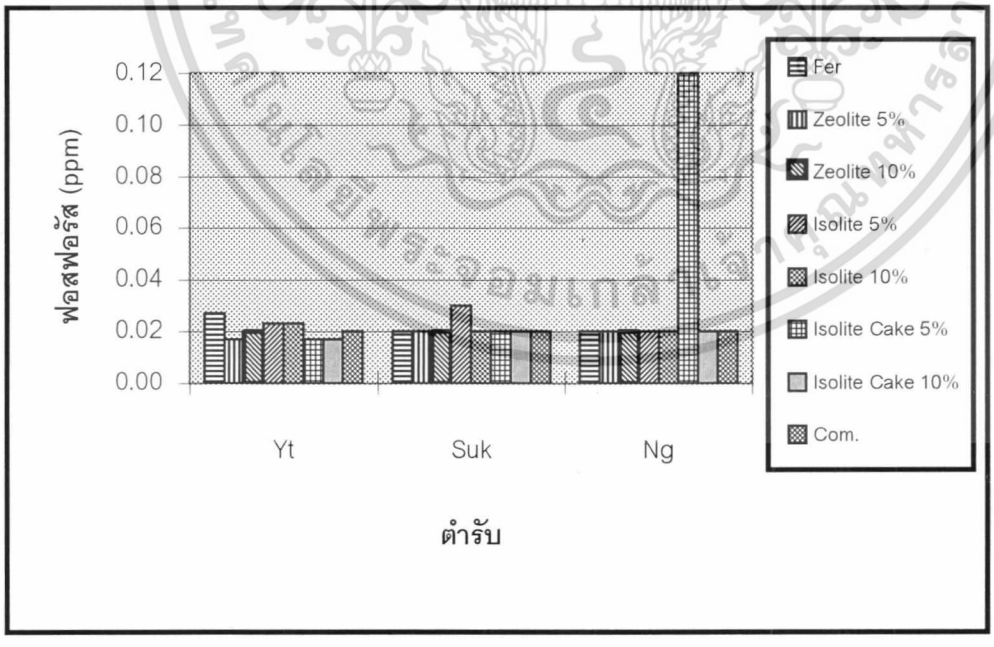
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 31** ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด

| ตำรับ | ฟอสฟอรัส (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt ns | Suk ns | Ng ns |
| Fer | 0.027 a | 0.02 a | 0.02 a |
| Fer+Zeolite 5% | 0.017 a | 0.02 a | 0.02 a |
| Fer+Zeolite 10% | 0.020 a | 0.02 a | 0.02 a |
| Fer+Isolite 5% | 0.023 a | 0.03 a | 0.02 a |
| Fer+Isolite 10% | 0.023 a | 0.02 a | 0.02 a |
| Fer+Isolite cake 5% | 0.017 a | 0.02 a | 0.12 a |
| Fer+Isolite cake 10% | 0.017 a | 0.02 a | 0.02 a |
| Fer+Com. | 0.020 a | 0.02 a | 0.02 a |
| CV | 34.6% | 20.0% | 46.7% |

หมายเหตุ

- ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ (DMRT)




**กราฟที่ 22** ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.5 ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพด

จากการวิเคราะห์ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพด พบว่าสารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพดในชุดดิน Yt อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพดในชุดดิน Suk และ Ng อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 32 และกราฟที่ 23 โดยในชุดดิน Suk และ Ng จะมีปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพดอยู่ระหว่าง 772-1152 ppm และ 922-1167 ppm ตามลำดับ, ส่วนในชุดดิน Yt ตำรับ ที่มีปริมาณโปแตสเซียมสูงสุด คือ Fer+Zeolite 5% โดยมีค่า 1101 ppm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Zeolite 10% ส่วนตำรับที่มีปริมาณโปแตสเซียมต่ำสุด คือ ตำรับ Fer+Isolite 5% โดยมีค่า 764 ppm ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับ Fer+Isolite cake 5% กับ Fer+Com.

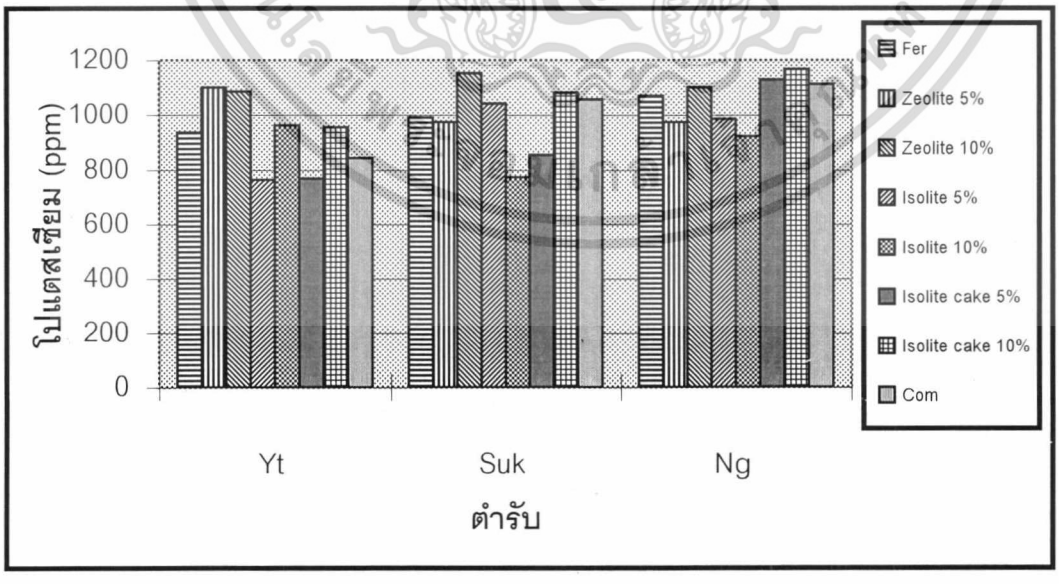
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 32** ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพด

| ตำรับ | โปแตสเซียม (ppm) | | |
|---|---|---|---|
| | Yt ** | Suk ns | Ng ns |
| Fer | 935 c | 990 a | 1069 a |
| Fer+Zeolite 5% | 1101 a | 975 a | 974 a |
| Fer+Zeolite 10% | 1085 ab | 1152 a | 1100 a |
| Fer+Isolite 5% | 764 d | 1043 a | 987 a |
| Fer+Isolite 10% | 963 bc | 772 a | 922 a |
| Fer+Isolite cake 5% | 768 d | 855 a | 1128 a |
| Fer+Isolite cake 10% | 954 bc | 1082 a | 1167 a |
| Fer+Com. | 844 cd | 1057 a | 1113 a |
| CV | 8.1% | 17.5% | 20.7% |

หมายเหตุ

- ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
- ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
- อักษรต่างกันในคอลัมน์ หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ (DMRT)




**กราฟที่ 23** ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิจารณ์ผลการทดลอง

ความเป็นกรด-ด่างของดินหลังจากปรับปรุงด้วยสารปรับปรุงดินแล้วพบว่า ทุกตำรับการทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นกรดจัด ถึงกรดปานกลาง ยกเว้นในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. ซึ่งมีค่า pH เป็นด่างอ่อน หลังจากปลูกข้าวโพดแล้วพบว่า pH ของดินเพิ่มขึ้นทุกตำรับการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ นงลักษณ์ และพวงเล็ก (2535) ที่พบว่า การใช้ซีโอไลท์นอกจากจะมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในดินและธาตุอาหารที่ถูกชะล้างแล้ว ยังพบว่าค่า pH สูงขึ้นในตำรับ ดิน+ซีโอไลท์, ดิน+ปุ๋ยอินทรีย์ และดิน+ซีโอไลท์+ปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากนี้ Rebedea และคณะ (1996) พบว่า การผสมซีโอไลท์ในดินนอกจากจะสามารถลดการดูดใช้โลหะหนักของพืชได้แล้ว ยังทำให้ pH ของดินสูงขึ้นด้วย

ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกในทุกๆ ตำรับจะมีค่าต่ำ ยกเว้นในตำรับใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. จะมีค่า EC สูงมาก หลังจากปลูกข้าวโพดแล้ว EC ของดินจะลดลงในทุกตำรับการทดลอง แต่ยังสูงที่สุดในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. ซึ่งอาจจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดได้ เนื่องจากมีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช

การปรับปรุงดินด้วยซีโอไลท์ 10% จะทำให้ค่า C.E.C. สูงที่สุด รองลงมาคือ Zeolite 5% เนื่องจากค่า C.E.C. ของ Zeolite มีค่าสูงมากถึง 168 me/100g ส่วนอีโซไลท์ที่มี C.E.C. ประมาณ 58 me/100g หลังจากที่นำมาปรับปรุงดินแล้วจึงไม่สามารถเพิ่ม C.E.C. ของดินได้สูงมากนัก หลังจากปลูกข้าวโพดแล้ว พบว่า C.E.C. ทุกตำรับค่าจะลดลง อาจจะเนื่องมาจากการสลายตัวของสารปรับปรุงดินดังกล่าว

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินก่อนปลูกข้าวโพดพบว่า ตำรับที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับซีโอไลท์ และปุ๋ยเคมีร่วมกับอีโซไลท์ไม่ได้ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น ส่วนตำรับที่เติมปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. และปุ๋ยเคมีร่วมกับซีโอไลท์ที่ใช้แล้วจะสามารถเพิ่มอินทรียวัตถุแก่ดินได้ ทั้งนี้เพราะว่าปุ๋ยอินทรีย์ กทม. เป็นปุ๋ยที่ได้จากการหมักเศษขยะต่างและบางทีมีการผสมอุจจาระและปุ๋ยเคมีลงไปด้วย จึงทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่มาก ส่วนในอีโซไลท์ที่ใช้แล้ว เนื่องจากผ่านการใช้เป็นวัสดุในการกรอง จึงทำให้มีปริมาณน้ำตาลอยู่สูง ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินได้สูงขึ้นหลังจากปลูกข้าวโพดแล้ว พบว่าอินทรียวัตถุจะลดลงจนอยู่ในระดับที่ต่ำ ใน 2 ตำรับการทดลองดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสฟอรัสในดินก่อนปลูกข้าวโพด จะอยู่ในช่วงระดับต่ำมากจนถึงปานกลาง เนื่องจากชุดดินที่ใช้เป็นดินทราย จึงมีฟอสฟอรัสอยู่ในดินน้อย โดยในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับอีโซไลท์ที่ใช้แล้ว 10% จะช่วยเพิ่มฟอสฟอรัสแก่ดินได้สูงสุด เนื่องจากอีโซไลท์ที่ใช้แล้วมีฟอสเฟตมากที่สุดเมื่อเทียบกับอีโซไลท์และซีโอไลท์ หลังจากปลูกข้าวโพดแล้ว พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสจะเพิ่มขึ้นในทุกตำรับการทดลอง

ปริมาณธาตุอาหารรองและจุลธาตุ พบว่าแมกนีเซียมในดินก่อนปลูกอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจาก ดินที่ใช้ทำการทดลองเป็นดินทราย และปริมาณจะลดลงอีกในดินหลังปลูก ปริมาณเหล็กในตำรับที่ใส่สารปรับปรุงดินจะมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณเหล็กจะต่ำมาก แต่จะเพิ่มขึ้นหลังปลูกจนไม่แตกต่างกับตำรับอื่นๆ ปริมาณแมงกานีสในดินก่อนปลูกจะสูงในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. และตำรับที่ใส่อีโซไลท์ที่ใช้ เนื่องจากอีโซ-ไลท์ที่ใช้แล้วมีแมงกานีสเป็นองค์ประกอบอยู่สูง แต่ในดินหลังปลูกแมงกานีสจะลดลงในทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีในชุดดิน Ng และตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซีโอไลท์ 10% ในชุดดิน Yt และ Suk สำหรับสังกะสีจะไม่แตกต่างกันในทุกตำรับทดลอง แต่จะเพิ่มขึ้นในดินหลังปลูกข้าวโพด

ผลของสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่าในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซีโอไลท์ 10% ในชุดดิน Yt และ Suk จะมีน้ำหนักสดมากสูงที่สุด ซึ่งอาจจะเนื่องจากซีโอไลท์มี C.E.C. ที่สูงจึงสามารถดูดซับธาตุต่างๆ ตลอดจนอนุภาคในสารอินทรีย์และน้ำได้ดี ซึ่งให้ผลคล้ายกับการทดลองของ Wu และคณะ (1995) ที่ได้ทำการศึกษาผลของซีโอไลท์ธรรมชาติต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินเขตหนาว พบว่าซีโอไลท์ทำให้ความสูงของต้น, การเจริญเติบโตของรากและน้ำหนักแห้งทั้งหมดเพิ่มขึ้น ส่วนในชุดดิน Ng น้ำหนักสดของข้าวโพดสูงสุดในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ส่วนน้ำหนักแห้งก็จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะเดียวกับน้ำหนักสด

การดูดธาตุอาหารของข้าวโพดพบว่า การปรับปรุงดินด้วยสารปรับปรุงดินทั้ง 3 ชนิดไม่ทำให้ในการดูดธาตุไนโตรเจนของข้าวโพดสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชุดดิน Yt และ Suk เพราะว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวจะมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด, นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีผลต่อการดูดธาตุโปแตสเซียมของข้าวโพดในชุดดิน Suk และ Ng แต่ในชุดดิน Yt ความสามารถในการดูดธาตุโปแตสเซียมจะสูงสุดในตำรับที่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซีโอไลท์ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดพบว่าสารปรับปรุงดินในตำรับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสใน 3 ชุดดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของสารปรับปรุงดินทั้ง 3 ชนิด พบว่า ซีโอไลท์ และ อีโซ-ไลท์ธรรมชาติจะมีปฏิกิริยาเป็นด่างอ่อนถึงด่างแก่ แต่อีโซไลท์ที่ใช้แล้วจะมีปฏิกิริยาที่เป็นกรดจัด, ค่าการนำไฟฟ้า (1:1) ของซีโอไลท์และอีโซไลท์จะต่ำ ส่วนในอีโซไลท์ที่ใช้แล้วค่าการนำไฟฟ้าจะสูง, ปริมาณอินทรียวัตถุที่พบในซีโอไลท์จะมีค่าต่ำ ส่วนในอีโซไลท์และอีโซไลท์ที่ใช้แล้วจะมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่สูงมาก, ปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในอีโซไลท์ที่ใช้แล้วจะมีค่าสูงมาก ส่วนในซีโอไลท์และอีโซไลท์จะมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำ และปริมาณผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ของซีโอไลท์จะมีค่าสูงมาก และในอีโซไลท์และอีโซไลท์ที่ใช้แล้วจะมีค่าปริมาณผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้สูงเช่นกัน

หลังจากปรับปรุงดินด้วยซีโอไลท์, อีโซไลท์, อีโซไลท์ที่ใช้แล้ว และปุ๋ยอินทรีย์ กทม. แล้วพบว่า pH ของดินจะเป็นกรด ยกเว้นตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. pH จะเป็นกลาง แต่หลังจากปลูกพืชแล้ว pH จะเพิ่มขึ้นทุกตำรับการทดลอง, ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนปลูกจะต่ำ แต่จะสูงขึ้นหลังจากทำการปลูกข้าวโพดแล้ว, C.E.C. ในดินก่อนปลูกจะมีค่าสูง และจะสูงมากในตำรับที่ใสปุ๋ยเคมีร่วมกับซีโอไลท์ 10% และ 5% และจะลดลงในทุกตำรับการทดลองหลังจากปลูกข้าวโพด แต่ก็ยังสูงที่สุดในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีกับซีโอไลท์ 10% และ 5% เช่นเดิม ปริมาณฟอสฟอรัสในดินก่อนปลูกจะอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง แต่จะมีปริมาณสูงขึ้นหลังจากปลูกข้าวโพด, ปริมาณธาตุอาหารรองและจุลธาตุเมื่อวัดในดินก่อนปลูกพบว่า ปริมาณธาตุอาหารรองและจุลธาตุมีอยู่น้อย และจะมีปริมาณลดลงในทุกตำรับการทดลองเมื่อวัดในดินหลังปลูกข้าวโพด ยกเว้นปริมาณเหล็กในดินหลังปลูกจะเพิ่มขึ้น

การปรับปรุงดินโดยใช้สารปรับปรุงดินทั้ง 3 ชนิดพบว่า มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชุดดิน Yt และ Suk การใส่สารปรับปรุงดินทุกอัตรา จะทำให้ผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้น และจะสูงสุดเมื่อใส่ Zeolite ในอัตรา 10% สำหรับสารปรับปรุงดินในตำรับการทดลองอื่นๆ ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย กทม. ส่วนในชุดดิน Ng ตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว และปุ๋ย กทม. จะให้ผลผลิตสูงสุด โดยมีความแตกต่างจากสารปรับปรุงดินตำรับอื่นๆ ส่วนการดูดใช้ธาตุอาหารพบว่า ข้าวโพดสามารถดูดใช้ไนโตรเจนได้สูงสุดในตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ส่วนโปแตสเซียมข้าวโพดสามารถดูดใช้ได้น้อยในทุกตำรับการทดลอง และปริมาณฟอสฟอรัสในดินจะไม่มีผลต่อการดูดใช้ของข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด. เอกสารวิชาการ เล่มที่ 4 กรมวิชาการเกษตร. 61-63 น.

คณะอนุกรรมการจัดทำพจนานุกรมธรณีวิทยา. 2530. พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยาอังกฤษ-ไทย. คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2534. การใช้ปูนและซีโอไลท์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 65 น.

ดำริ ถาวรมาศ, หริ่ง มีสวัสดิ์, ประดิษฐ์ บุญอำพล และเธียรชัย อารยางกูร. 2519. ศึกษาอิทธิพลของไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดกำแพงแสน จังหวัดสุพรรณบุรี. รายงานผลการวิจัย สาขาดินและปุ๋ย กองพืชไร่. อ้างโดย กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด. กรมวิชาการเกษตร. 61 น.

ถวิล ครุฑกุล. 2531. ดิน ปุ๋ย เพื่อการเพาะปลูก. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 80 น.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2537. บทบาทของสารปรับปรุงบำรุงดิน. ใน เอกสารประกอบการสัมนาทางวิชาการ เรื่อง สารปรับปรุงบำรุงดิน จัดทำโดย สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. 1-1น.

นงลักษณ์ วิบูลสุข และพวงเล็ก โมรากุล. 2535. การใช้ซีโอไลท์ปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร 1. ผลที่มีต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน และธาตุอาหารที่ถูกชะล้าง. วารสารดินและปุ๋ย. 17:180-185 น.

ปรีดา พากเพียร, สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์, ไพโรจน์ โสมนัส และพิชิต พงษ์สกุล. 2535. แนวทางการใช้สารซีโอไลท์เพื่อลดปัญหามลพิษและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. วารสารดินและปุ๋ย. 14: 337-341 น.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2537. สารปรับปรุงดินทางกายภาพ. ใน เอกสารประกอบการสัมนาทางวิชาการ เรื่อง สารปรับปรุงบำรุงดิน จัดทำโดย สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. 5-6 น.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2527. ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 54 น.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 41-42 น. อ้างโดย สมชาย และณัชพงศ์. 2537. (รายงานการวิจัย) การทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับอนุมูลแอมโมเนียของสารประกอบตระกูลซีโอไลท์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 2-4 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิริชัย กิตยารัตย์, ปราโมทย์ อินทอง, ชิด ทิพย์สุวรรณ และจักรกฤษณ์ เลปนานนท์. 2524. รายงานการสำรวจดินจังหวัดชัยภูมิ ฉบับที่ 152. กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมชาย กรีฑาภิรมย์ และณัชพงศ์ รู้ตระกูล. 2537. (รายงานการวิจัย) การทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับอนุมูลแอมโมเนียของสารประกอบตระกูลซีโอไลท์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 2-4 น.

หริ่ง มีสวัสดิ์, ดำริ ถาวรมาศ, ประดิษฐ์ บุญอำพล, บุญน้อม อุนเกษม และมงคล พานิชกุล. 2517. การประเมินระดับปุ๋ยไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่เหมาะสมในทางเศรษฐกิจสำหรับข้าวโพด. รายงานผลการวิจัย สาขาดินและปุ๋ย กองพืชไร่. อ้างโดย กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด. กรมวิชาการเกษตร. 61 น.

หริ่ง มีสวัสดิ์, ประดิษฐ์ บุญอำพล, มงคล พานิชกุล และสุขวัฒน์ จันทรปรรณิก. 2520. ศึกษาและเปรียบเทียบอิทธิพลของหินฟอสเฟตและปุ๋ยดับเบิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต ในอัตราต่าง ๆ กันต่อผลผลิตข้าวโพด. รายงานผลการวิจัย สาขาดินและปุ๋ย กองพืชไร่. อ้างโดย กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด. กรมวิชาการเกษตร. 63 น.

Aldrich Samuel R. and Earl R. Leng. 1969. Modern corn production. Cincinnati, Ohio. 308 pp. อ้างโดย กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด. กรมวิชาการเกษตร. 61 น.

Ames, L.L., Jr. 1960. Cation sieve properties of clinoptilolite. Am. Minera. 145: 689-700. อ้างโดย สมชาย กรีฑาภิรมย์ และณัชพงศ์ รู้ตระกูล. 2537. (รายงานการวิจัย) การทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับอนุมูลแอมโมเนียของสารประกอบตระกูลซีโอไลท์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 2-4 น.

Baidina NL. 1991. The use of zeolites as heavy metal absorbents in technogenically contaminated soils. Russia. No.6: 32-38.

Bouzo L., M. Lopez, R. Vill egas, E. Garcia and J.A. Acosta. 1996. Use of natural zeolites to increase yields in sugarcane crop minimizing environmental pollution. 15th Word Congress of Soil Science. Acapulco. Mexico. 10-16 July 1994. Vol. 5a:

695-701.

Deer, W.A., R.A. Howe, and J. Zussman. 1963. Rock forming mineral. Vol.4, Framework silicates. Longmans, Green, & Co. London. อ้างโดย ปรีดา พากเพียร, สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์, ไพโรจน์ โสมนัส และพิชิต พงษ์สกุล. 2535. แนวทางการใช้สารซีโอไลท์เพื่อลดปัญหามลพิษและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. วารสารดินและปุ๋ย. 14: 337-341น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fukuyama T., H. Nonami, K. Katayama, Y. Hashimata, T. Ito(ed.)., F. Tognoni (ed.)., T. Namiki (ed.), A. Nukaya (ed.). and Y. Maruo. 1995. Improvement of hydroponic culture medium by adding calcium-zeolite. Hydroponics and transplant production. Acta Horticultural. Japan. No.396: 115-122.

Goto I. 1992. Horticultural medium consisting essentially of natural zeolite particles. Assigned to Soil Conseration Institute Co. ,Ltd., Sagamihara. Japan.

Gras G. and F. Fernandes. 1995. Effect of the application of filter cake and bio-fertilizers on vegetables cultivated on zeolite substrates. Cultivos Tropicals. Cuba. 14(2-3); 37-40.

Gworek B. 1995. Zeolites of the 3A and 5A type as factors inactivating zinc in soils contaminated with this metal. Roczniki Gleboznawcze. Poland. 44: 95-100.

Gworek B., M. Borowiak and Z. Brogowski. 1995. The possibility of purification of industrial sewage slodge of heavy metals with the use of synthetic zeolites. Polish Journal of Soil Science. Poland. 24(2): 147-152.

Henmi T. 1992. The unused resource of zeolite from 'coal ash' as an agricultural material and its effective use. Agricultural and Horticultural. Japan. 65(9): 1059-1062.

Marcadet A., A. Gonzalez Abreu, J.A. Martinez, J.I. Rumeo, P. Romeu and G. Rodriguez. 1992. First experience in using zeolite to produce seedlings of Pinus caribaea var. caribaea for reforestation of the serpentine savanna in Camaguey. Revista Foretsal Baracoa. Cuba. 20(2): 83-87.

Markovic A., A. Takac, Z. Ilin, T. Ito (ed.)., F.Tognoni (ed.)., T. Namiki (ed.)., A. Nukaya (ed.). and Y. Maruo. 1995. Enriched zeolite as a substrate component in the production of pepper and tomato seedlings. Hydroponics and transplant production. Acta Horticultural. Japan. No.396: 321-328.

Ming, D.W. and J.R. Dixon, 1986. Zeolites: Recent developments in soil mineralogy. In Transactions of the XIII Congress of the International Society of Soil Science: Symposia Papers, 1987, Vol.5, pp. 371-382 (Hamburg, West German)., Aug. 13-20, 1986.

Ming, D.W. 1989. Manufactured soils for plant growth at a Lunar Base. Lunar Bbase Agriculture, Soils for Plant Growth, pp, 93-103.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mumpton, F.A., and W.C. Ormaby. 1976. Morphology of zeolite in sedimentary rocks by scanning eletron microscopy. Clays Clay Miner. 24: 1-23. อ้างโดย สมชาย กรีฑาภิรมย์ และณัชพงศ์ รู้ตระกูล. 2537. (รายงานการวิจัย) การทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับอนุมูลแอมโมเนียของสารประกอบตระกูลซีโอไลท์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 2-4 น.

Notario del Pino J.S., I.J. Arteaga Padron, M.M. Gonzalez Martin and J.E. Garcia Hernandez. 1995. Phosphorus and potassium release from phillipsite-based slow release fertilizers. Journal of Controlled Release. Canary Islands. 34(1): 25-29.

Rebedea I. and N.W. Lepp. 1996. The use of synthetic zeolites to reduce plant metal uptake and phytotoxicity in two polluted soils. Biogeochemistry of trace elements.*Cited by* Environmental Geochemistry and Health. UK. 81-87.

Shepard, A.O., and H.C. Starkey. 1964. Effect of cation exchange on the thermal behavior of heulsndite and clinoptilolite. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 475-D: 89-92. อ้างโดย สมชาย กรีฑาภิรมย์ และณัชพงศ์ รู้ตระกูล. 2537. (รายงานการวิจัย) การทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับอนุมูลแอมโมเนียของสารประกอบตระกูลซีโอไลท์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 2-4 น.

Ward, J.W. 1971. In frared spectroscopic studies of zeolites. *In* R.F. Gould (ed.) Molecular sieve zeolites-I. Adv. Chem. Ser. 101: 380-404.

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 น้ำหนักสดของข้าวโพด

น้ำหนักสดของข้าวโพดในชุดดิน Yt (g/pot)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 42.05 | 73.32 | 8.92 | 41.43 |
| Fer+Zeo 5% | 160.42 | 259.21 | 266.50 | 228.71 |
| Fer+Zeo 10% | 293.94 | 315.50 | 112.88 | 240.77 |
| Fer+Iso 5% | 6.25 | 111.06 | 95.42 | 70.91 |
| Fer+Iso 10% | 33.22 | 58.30 | 59.37 | 50.30 |
| Fer+Iso cake 5% | 107.54 | 207.80 | 99.60 | 138.31 |
| Fer+Iso cake 10% | 65.50 | 60.15 | 209.33 | 111.66 |
| Fer+Com. | 65.60 | 125.12 | 105.52 | 98.75 |

น้ำหนักสดของข้าวโพดในชุดดิน Suk (g/pot)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 134.62 | 11.14 | 26.65 | 57.47 |
| Fer+Zeo 5% | 163.83 | 195.49 | 174.15 | 177.82 |
| Fer+Zeo 10% | 193.67 | 186.38 | 210.97 | 197.01 |
| Fer+Iso 5% | 129.96 | 65.10 | 46.16 | 80.41 |
| Fer+Iso 10% | 122.93 | 68.82 | 109.23 | 100.33 |
| Fer+Iso cake 5% | 21.09 | 53.50 | 50.46 | 41.68 |
| Fer+Iso cake 10% | 7.40 | 35.95 | 18.90 | 20.75 |
| Fer+Com. | 105.52 | 130.48 | 193.50 | 143.17 |

น้ำหนักสดของข้าวโพดในชุดดิน Ng (g/pot)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 201.75 | 176.59 | 184.82 | 187.72 |
| Fer+Zeo 5% | 53.96 | 4.56 | 34.44 | 30.99 |
| Fer+Zeo 10% | 5.38 | 40.20 | 103.50 | 49.69 |
| Fer+Iso 5% | 72.48 | 42.74 | 156.85 | 90.69 |
| Fer+Iso 10% | 108.84 | 138.69 | 102.06 | 116.53 |
| Fer+Iso cake 5% | 14.14 | 59.88 | 98.73 | 57.58 |
| Fer+Iso cake 10% | 214.48 | 87.02 | 38.99 | 113.50 |
| Fer+Com. | 194.92 | 193.84 | 162.04 | 183.60 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 น้ำหนักแห้งของข้าวโพด

น้ำหนักแห้งของข้าวโพดในชุดดิน Yt (g/pot)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 21.91 | 28.14 | 5.17 | 18.41 |
| Fer+Zeo 5% | 88.15 | 106.12 | 28.93 | 74.40 |
| Fer+Zeo 10% | 61.65 | 85.60 | 91.76 | 79.67 |
| Fer+Iso 5% | 3.25 | 44.93 | 41.47 | 29.88 |
| Fer+Iso 10% | 17.51 | 12.59 | 24.89 | 18.33 |
| Fer+Iso cake 5% | 35.30 | 57.73 | 38.47 | 43.83 |
| Fer+Iso cake 10% | 8.26 | 8.25 | 76.34 | 30.95 |
| Fer+Com. | 60.54 | 29.26 | 11.59 | 33.80 |

น้ำหนักแห้งของข้าวโพดในชุดดิน Suk (g/pot)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 5.96 | 3.99 | 16.71 | 8.89 |
| Fer+Zeo 5% | 59.20 | 61.28 | 59.72 | 60.07 |
| Fer+Zeo 10% | 73.95 | 71.30 | 76.10 | 73.78 |
| Fer+Iso 5% | 50.30 | 36.95 | 22.76 | 36.67 |
| Fer+Iso 10% | 46.27 | 39.75 | 47.66 | 44.56 |
| Fer+Iso cake 5% | 19.25 | 17.53 | 33.72 | 23.50 |
| Fer+Iso cake 10% | 2.39 | 3.15 | 5.12 | 3.55 |
| Fer+Com. | 49.28 | 46.28 | 55.17 | 50.24 |

น้ำหนักแห้งของข้าวโพดในชุดดิน Ng (g/pot)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 78.13 | 69.87 | 65.91 | 71.30 |
| Fer+Zeo 5% | 24.67 | 2.17 | 13.14 | 13.33 |
| Fer+Zeo 10% | 26.72 | 26.09 | 33.75 | 28.85 |
| Fer+Iso 5% | 28.67 | 23.69 | 46.10 | 32.82 |
| Fer+Iso 10% | 48.14 | 49.98 | 36.01 | 44.71 |
| Fer+Iso cake 5% | 35.11 | 29.07 | 45.16 | 36.45 |
| Fer+Iso cake 10% | 65.74 | 8.98 | 21.95 | 32.22 |
| Fer+Com. | 74.70 | 64.87 | 74.70 | 71.42 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ความเป็นกรด-ด่างก่อนปลูกข้าวโพด

ความเป็นกรด-ด่างของดินชุด Yt ก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 4.51 | 4.81 | 4.83 | 4.72 |
| Fer+Zeo 5% | 5.38 | 5.42 | 5.41 | 5.40 |
| Fer+Zeo 10% | 5.35 | 5.35 | 5.39 | 5.36 |
| Fer+Iso 5% | 5.30 | 5.26 | 5.30 | 5.29 |
| Fer+Iso 10% | 5.63 | 5.71 | 5.61 | 5.65 |
| Fer+Iso cake 5% | 4.20 | 4.13 | 4.38 | 4.24 |
| Fer+Iso cake 10% | 4.40 | 4.20 | 4.33 | 4.31 |
| Fer+Com. | 7.34 | 7.35 | 7.34 | 7.34 |

ความเป็นกรด-ด่างของดินชุด Suk ก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 5.32 | 5.30 | 5.30 | 5.31 |
| Fer+Zeo 5% | 5.96 | 5.93 | 5.93 | 5.94 |
| Fer+Zeo 10% | 5.72 | 5.87 | 5.90 | 5.83 |
| Fer+Iso 5% | 5.83 | 5.76 | 5.82 | 5.80 |
| Fer+Iso 10% | 5.89 | 5.82 | 5.87 | 5.86 |
| Fer+Iso cake 5% | 5.01 | 4.97 | 4.99 | 4.99 |
| Fer+Iso cake 10% | 4.47 | 4.63 | 4.63 | 4.58 |
| Fer+Com. | 7.12 | 7.34 | 7.20 | 7.22 |

ความเป็นกรด-ด่างของดินชุด Ng ก่อนปลูกข้าวโพด

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 5.71 | 5.79 | 5.71 | 5.74 |
| Fer+Zeo 5% | 5.94 | 6.00 | 5.91 | 5.95 |
| Fer+Zeo 10% | 6.05 | 6.04 | 6.04 | 6.04 |
| Fer+Iso 5% | 6.10 | 6.03 | 6.10 | 6.08 |
| Fer+Iso 10% | 6.24 | 5.82 | 6.32 | 6.13 |
| Fer+Iso cake 5% | 4.80 | 4.92 | 4.85 | 4.86 |
| Fer+Iso cake 10% | 4.60 | 4.65 | 4.80 | 4.68 |
| Fer+Com. | 7.60 | 7.56 | 7.58 | 7.58 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ความเป็นกรด-ด่างหลังปลูกข้าวโพด

ความเป็นกรด-ด่างของดินชุด Yt หลังปลูกข้าวโพด (%)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 6.60 | 6.95 | 6.56 | 6.70 |
| Fer+Zeo 5% | 7.30 | 7.81 | 7.42 | 7.51 |
| Fer+Zeo 10% | 8.24 | 8.22 | 8.38 | 8.28 |
| Fer+Iso 5% | 7.36 | 7.76 | 7.97 | 7.70 |
| Fer+Iso 10% | 8.64 | 8.45 | 8.03 | 8.37 |
| Fer+Iso cake 5% | 8.06 | 8.00 | 8.06 | 8.04 |
| Fer+Iso cake 10% | 8.03 | 8.33 | 7.65 | 8.00 |
| Fer+Com. | 7.91 | 7.20 | 7.60 | 7.57 |

ความเป็นกรด-ด่างของดินชุด Suk หลังปลูกข้าวโพด (%)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 7.81 | 7.83 | 7.43 | 7.69 |
| Fer+Zeo 5% | 8.03 | 8.01 | 8.20 | 8.08 |
| Fer+Zeo 10% | 7.27 | 7.35 | 7.19 | 7.27 |
| Fer+Iso 5% | 7.66 | 7.52 | 7.94 | 7.71 |
| Fer+Iso 10% | 8.53 | 8.26 | 8.61 | 8.47 |
| Fer+Iso cake 5% | 8.24 | 8.78 | 8.56 | 8.53 |
| Fer+Iso cake 10% | 8.48 | 8.18 | 8.36 | 8.34 |
| Fer+Com. | 7.77 | 7.60 | 7.94 | 7.77 |

ความเป็นกรด-ด่างของดินชุด Ng หลังปลูกข้าวโพด (%)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 7.73 | 8.13 | 7.73 | 7.86 |
| Fer+Zeo 5% | 7.65 | 7.61 | 7.70 | 7.65 |
| Fer+Zeo 10% | 8.68 | 8.63 | 8.83 | 8.71 |
| Fer+Iso 5% | 8.13 | 8.66 | 8.73 | 8.51 |
| Fer+Iso 10% | 8.03 | 8.21 | 8.33 | 8.19 |
| Fer+Iso cake 5% | 8.33 | 8.56 | 8.50 | 8.46 |
| Fer+Iso cake 10% | 8.26 | 7.81 | 8.00 | 8.02 |
| Fer+Com. | 7.88 | 7.71 | 7.66 | 7.75 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ค่าการนำไฟฟ้าก่อนปลูกข้าวโพด

ค่าการนำไฟฟ้าของดินชุด Yt ก่อนปลูกข้าวโพด (mS/cm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Fer+Zeo 5% | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Fer+Zeo 10% | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Fer+Iso 5% | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Iso 10% | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.06 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.06 |
| Fer+Com. | 1.99 | 2.15 | 2.02 | 2.05 |

ค่าการนำไฟฟ้าของดินชุด Suk ก่อนปลูกข้าวโพด (mS/cm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Zeo 5% | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Zeo 10% | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Iso 5% | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Iso 10% | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.08 | 0.13 | 0.11 | 0.11 |
| Fer+Com. | 2.40 | 1.84 | 1.96 | 2.07 |

ค่าการนำไฟฟ้าของดินชุด Ng ก่อนปลูกข้าวโพด (mS/cm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Fer+Zeo 5% | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Fer+Zeo 10% | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| Fer+Iso 5% | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Iso 10% | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.08 | 0.08 | 0.06 | 0.07 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.06 | 0.09 | 0.06 | 0.07 |
| Fer+Com. | 2.50 | 2.32 | 2.45 | 2.42 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ค่าการนำไฟฟ้าหลังปลูกข้าวโพด

ค่าการนำไฟฟ้าของดินชุด Yt หลังปลูกข้าวโพด (mS/cm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.11 | 0.10 | 0.06 | 0.09 |
| Fer+Zeo 5% | 0.08 | 0.12 | 0.12 | 0.11 |
| Fer+Zeo 10% | 0.05 | 0.10 | 0.05 | 0.07 |
| Fer+Iso 5% | 0.11 | 0.12 | 0.13 | 0.12 |
| Fer+Iso 10% | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.14 | 0.15 | 0.14 | 0.14 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.15 | 0.09 | 0.13 | 0.12 |
| Fer+Com. | 0.15 | 0.12 | 0.16 | 0.14 |

ค่าการนำไฟฟ้าของดินชุด Suk หลังปลูกข้าวโพด (mS/cm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.14 | 0.13 | 0.08 | 0.12 |
| Fer+Zeo 5% | 0.16 | 0.16 | 0.15 | 0.16 |
| Fer+Zeo 10% | 0.13 | 0.17 | 0.15 | 0.15 |
| Fer+Iso 5% | 0.12 | 0.13 | 0.20 | 0.15 |
| Fer+Iso 10% | 0.14 | 0.15 | 0.10 | 0.13 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.14 | 0.15 | 0.13 | 0.14 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.14 | 0.12 | 0.17 | 0.14 |
| Fer+Com. | 0.21 | 0.21 | 0.29 | 0.24 |

ค่าการนำไฟฟ้าของดินชุด Ng หลังปลูกข้าวโพด (mS/cm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.10 | 0.11 | 0.14 | 0.12 |
| Fer+Zeo 5% | 0.08 | 0.06 | 0.10 | 0.08 |
| Fer+Zeo 10% | 0.11 | 0.12 | 0.15 | 0.13 |
| Fer+Iso 5% | 0.08 | 0.10 | 0.15 | 0.11 |
| Fer+Iso 10% | 0.13 | 0.12 | 0.11 | 0.12 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.15 | 0.11 | 0.12 | 0.13 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.07 | 0.06 | 0.13 | 0.09 |
| Fer+Com. | 0.15 | 0.17 | 0.18 | 0.17 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ปริมาณอินทรียวัตถุก่อนปลูกข้าวโพด

ปริมาณอินทรียวัตถุของดินชุด Yt ก่อนปลูกข้าวโพด (%)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 1.32 | 1.35 | 1.34 | 1.34 |
| Fer+Zeo 5% | 1.29 | 1.30 | 1.30 | 1.30 |
| Fer+Zeo 10% | 1.34 | 1.34 | 1.32 | 1.33 |
| Fer+Iso 5% | 1.44 | 1.45 | 1.45 | 1.45 |
| Fer+Iso 10% | 1.29 | 1.08 | 1.18 | 1.18 |
| Fer+Iso cake 5% | 2.28 | 2.32 | 2.30 | 2.30 |
| Fer+Iso cake 10% | 3.86 | 3.26 | 3.06 | 3.39 |
| Fer+Com. | 2.19 | 8.25 | 5.21 | 5.22 |

ปริมาณอินทรียวัตถุของดินชุด Suk ก่อนปลูกข้าวโพด (%)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 1.63 | 1.45 | 1.54 | 1.54 |
| Fer+Zeo 5% | 1.50 | 1.47 | 1.49 | 1.49 |
| Fer+Zeo 10% | 1.47 | 0.18 | 1.17 | 0.94 |
| Fer+Iso 5% | 1.59 | 1.63 | 1.56 | 1.59 |
| Fer+Iso 10% | 1.38 | 1.35 | 1.36 | 1.36 |
| Fer+Iso cake 5% | 2.48 | 2.39 | 2.44 | 2.44 |
| Fer+Iso cake 10% | 3.32 | 3.01 | 3.16 | 3.16 |
| Fer+Com. | 7.79 | 7.12 | 7.46 | 7.46 |

ปริมาณอินทรียวัตถุของดินชุด Ng ก่อนปลูกข้าวโพด (%)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| Fer+Zeo 5% | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 0.94 |
| Fer+Zeo 10% | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 |
| Fer+Iso 5% | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 |
| Fer+Iso 10% | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| Fer+Iso cake 5% | 1.73 | 1.73 | 1.72 | 1.73 |
| Fer+Iso cake 10% | 3.06 | 3.06 | 3.06 | 3.06 |
| Fer+Com. | 12.29 | 12.29 | 12.29 | 12.29 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ปริมาณอินทรียวัตถุหลังปลูกข้าวโพด

ปริมาณอินทรียวัตถุของดินชุด Yt หลังปลูกข้าวโพด (%)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 1.52 | 1.52 | 1.52 | 1.52 |
| Fer+Zeo 5% | 1.23 | 1.23 | 1.23 | 1.23 |
| Fer+Zeo 10% | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.30 |
| Fer+Iso 5% | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 |
| Fer+Iso 10% | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 |
| Fer+Iso cake 5% | 1.38 | 1.68 | 1.38 | 1.48 |
| Fer+Iso cake 10% | 1.89 | 1.89 | 1.90 | 1.89 |
| Fer+Com. | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 |

ปริมาณอินทรียวัตถุของดินชุด Suk หลังปลูกข้าวโพด (%)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.69 |
| Fer+Zeo 5% | 1.32 | 1.32 | 1.32 | 1.32 |
| Fer+Zeo 10% | 1.80 | 1.80 | 1.8 | 1.80 |
| Fer+Iso 5% | 1.79 | 1.79 | 1.78 | 1.79 |
| Fer+Iso 10% | 1.86 | 1.86 | 1.86 | 1.86 |
| Fer+Iso cake 5% | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.78 |
| Fer+Iso cake 10% | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 1.92 |
| Fer+Com. | 1.94 | 1.94 | 1.94 | 1.94 |

ปริมาณอินทรียวัตถุของดินชุด Ng หลังปลูกข้าวโพด (%)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 1.04 | 0.97 | 1.12 | 1.04 |
| Fer+Zeo 5% | 1.08 | 0.89 | 1.24 | 1.07 |
| Fer+Zeo 10% | 1.19 | 1.22 | 1.14 | 1.18 |
| Fer+Iso 5% | 1.79 | 1.82 | 1.80 | 1.80 |
| Fer+Iso 10% | 1.78 | 1.92 | 1.65 | 1.78 |
| Fer+Iso cake 5% | 1.10 | 1.01 | 1.10 | 1.07 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.91 | 1.02 | 1.07 | 1.00 |
| Fer+Com. | 1.12 | 1.06 | 1.13 | 1.10 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ค่า C.E.C. ก่อนปลูกข้าวโพด

ค่า C.E.C. ของดินชุด Yt ก่อนปลูกข้าวโพด (me/100g)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 7.53 | 7.62 | 7.20 | 7.45 |
| Fer+Zeo 5% | 95.79 | 83.66 | 74.13 | 84.53 |
| Fer+Zeo 10% | 119.25 | 118.50 | 122.06 | 119.94 |
| Fer+Iso 5% | 11.32 | 11.79 | 11.82 | 11.64 |
| Fer+Iso 10% | 26.40 | 25.20 | 25.90 | 25.83 |
| Fer+Iso cake 5% | 15.37 | 11.95 | 13.26 | 13.53 |
| Fer+Iso cake 10% | 13.20 | 12.80 | 13.15 | 13.05 |
| Fer+Com. | 25.30 | 26.96 | 25.77 | 26.01 |

ค่า C.E.C. ของดินชุด Suk ก่อนปลูกข้าวโพด (me/100g)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 9.80 | 9.60 | 9.57 | 9.66 |
| Fer+Zeo 5% | 150.00 | 146.50 | 151.02 | 149.17 |
| Fer+Zeo 10% | 119.75 | 135.15 | 127.23 | 127.38 |
| Fer+Iso 5% | 25.12 | 25.87 | 32.67 | 27.89 |
| Fer+Iso 10% | 45.03 | 42.19 | 44.34 | 43.85 |
| Fer+Iso cake 5% | 37.25 | 39.25 | 40.00 | 38.83 |
| Fer+Iso cake 10% | 49.75 | 47.32 | 47.96 | 48.34 |
| Fer+Com. | 43.20 | 45.96 | 46.15 | 45.10 |

ค่า C.E.C. ของดินชุด Ng ก่อนปลูกข้าวโพด (me/100g)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 4.86 | 4.70 | 4.46 | 4.67 |
| Fer+Zeo 5% | 84.41 | 85.64 | 62.87 | 77.64 |
| Fer+Zeo 10% | 166.17 | 158.71 | 159.63 | 161.50 |
| Fer+Iso 5% | 19.15 | 19.50 | 19.23 | 19.29 |
| Fer+Iso 10% | 17.00 | 16.60 | 10.90 | 14.83 |
| Fer+Iso cake 5% | 15.37 | 12.95 | 14.92 | 14.41 |
| Fer+Iso cake 10% | 21.14 | 26.39 | 22.77 | 23.43 |
| Fer+Com. | 30.72 | 30.92 | 32.15 | 31.26 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ค่า C.E.C. หลังปลูกข้าวโพด

ค่า C.E.C. ของดินชุด Yt หลังปลูกข้าวโพด (me/100g)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 6.64 | 3.24 | 6.57 | 5.48 |
| Fer+Zeo 5% | 6.54 | 5.29 | 6.18 | 6.00 |
| Fer+Zeo 10% | 11.02 | 13.71 | 18.13 | 14.29 |
| Fer+Iso 5% | 1.61 | 1.83 | 1.35 | 1.60 |
| Fer+Iso 10% | 9.00 | 4.00 | 4.50 | 5.83 |
| Fer+Iso cake 5% | 2.58 | 1.73 | 1.99 | 2.10 |
| Fer+Iso cake 10% | 3.18 | 3.51 | 2.56 | 3.08 |
| Fer+Com. | 2.84 | 3.52 | 3.14 | 3.17 |

ค่า C.E.C. ของดินชุด Suk หลังปลูกข้าวโพด (me/100g)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 4.49 | 4.01 | 4.16 | 4.22 |
| Fer+Zeo 5% | 10.06 | 14.06 | 8.37 | 10.83 |
| Fer+Zeo 10% | 19.69 | 17.64 | 18.2 | 18.51 |
| Fer+Iso 5% | 2.82 | 5.25 | 11.50 | 6.52 |
| Fer+Iso 10% | 50.67 | 22.45 | 25.30 | 32.81 |
| Fer+Iso cake 5% | 3.67 | 2.02 | 3.55 | 3.08 |
| Fer+Iso cake 10% | 3.91 | 3.24 | 2.31 | 3.15 |
| Fer+Com. | 10.78 | 16.23 | 11.61 | 12.87 |

ค่า C.E.C. ของดินชุด Ng หลังปลูกข้าวโพด (me/100g)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 2.46 | 2.39 | 3.49 | 2.78 |
| Fer+Zeo 5% | 2.26 | 1.22 | 3.73 | 2.40 |
| Fer+Zeo 10% | 22.56 | 25.74 | 28.25 | 25.52 |
| Fer+Iso 5% | 12.50 | 12.50 | 17.50 | 14.17 |
| Fer+Iso 10% | 3.67 | 5.20 | 3.25 | 4.04 |
| Fer+Iso cake 5% | 1.86 | 2.93 | 2.05 | 2.28 |
| Fer+Iso cake 10% | 2.93 | 3.35 | 2.61 | 2.96 |
| Fer+Com. | 9.38 | 14.05 | 8.98 | 10.80 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ปริมาณฟอสฟอรัสก่อนปลูกข้าวโพด

ปริมาณฟอสฟอรัสในชุดดิน Yt ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.83 | 0.82 | 0.84 | 0.83 |
| Fer+Zeo 5% | 0.83 | 1.03 | 0.99 | 0.93 |
| Fer+Zeo 10% | 1.67 | 1.89 | 1.78 | 1.78 |
| Fer+Iso 5% | 1.04 | 1.05 | 1.06 | 1.05 |
| Fer+Iso 10% | 1.05 | 2.08 | 1.58 | 1.57 |
| Fer+Iso cake 5% | 5.87 | 5.98 | 5.94 | 5.93 |
| Fer+Iso cake 10% | 3.24 | 4.13 | 3.70 | 3.69 |
| Fer+Com. | 1.63 | 1.23 | 1.43 | 1.43 |

ปริมาณฟอสฟอรัสในชุดดิน Suk ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 7.97 | 10.03 | 9.00 | 9.00 |
| Fer+Zeo 5% | 15.15 | 17.00 | 16.09 | 16.08 |
| Fer+Zeo 10% | 16.04 | 15.00 | 15.52 | 15.52 |
| Fer+Iso 5% | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| Fer+Iso 10% | 9.50 | 9.80 | 9.65 | 9.65 |
| Fer+Iso cake 5% | 13.96 | 11.64 | 12.80 | 12.80 |
| Fer+Iso cake 10% | 42.27 | 41.47 | 41.92 | 41.87 |
| Fer+Com. | 6.25 | 7.10 | 6.69 | 6.68 |

ปริมาณฟอสฟอรัสในชุดดิน Ng ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.85 | 0.83 | 0.84 | 0.84 |
| Fer+Zeo 5% | 1.88 | 1.67 | 1.79 | 1.78 |
| Fer+Zeo 10% | 2.74 | 4.04 | 3.39 | 3.39 |
| Fer+Iso 5% | 2.66 | 2.50 | 2.58 | 2.58 |
| Fer+Iso 10% | 1.25 | 1.63 | 1.44 | 1.44 |
| Fer+Iso cake 5% | 3.15 | 3.24 | 3.21 | 3.20 |
| Fer+Iso cake 10% | 7.35 | 10.42 | 8.90 | 8.89 |
| Fer+Com. | 1.52 | 1.27 | 1.41 | 1.40 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ปริมาณฟอสฟอรัสหลังปลูกข้าวโพด

ปริมาณฟอสฟอรัสในชุดดิน Yt หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 53.90 | 86.48 | 60.54 | 70.19 |
| Fer+Zeo 5% | 2.40 | 2.40 | 73.04 | 25.95 |
| Fer+Zeo 10% | 102.15 | 50.66 | 126.81 | 93.21 |
| Fer+Iso 5% | 49.91 | 51.88 | 81.47 | 61.09 |
| Fer+Iso 10% | 48.01 | 59.76 | 23.31 | 43.69 |
| Fer+Iso cake 5% | 68.80 | 97.30 | 42.55 | 69.55 |
| Fer+Iso cake 10% | 125.89 | 80.22 | 46.26 | 84.12 |
| Fer+Com. | 48.58 | 58.30 | 83.10 | 63.33 |

ปริมาณฟอสฟอรัสในชุดดิน Suk หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 146.85 | 154.41 | 135.26 | 145.51 |
| Fer+Zeo 5% | 194.71 | 88.44 | 100.83 | 127.99 |
| Fer+Zeo 10% | 98.26 | 97.01 | 112.61 | 102.63 |
| Fer+Iso 5% | 104.08 | 126.46 | 143.29 | 124.61 |
| Fer+Iso 10% | 141.91 | 128.52 | 103.53 | 124.65 |
| Fer+Iso cake 5% | 139.56 | 182.73 | 165.14 | 162.48 |
| Fer+Iso cake 10% | 165.83 | 166.49 | 185.94 | 172.75 |
| Fer+Com. | 113.04 | 126.96 | 156.13 | 132.04 |

ปริมาณฟอสฟอรัสในชุดดิน Ng หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 30.43 | 23.20 | 26.54 | 26.72 |
| Fer+Zeo 5% | 47.91 | 35.61 | 36.10 | 39.87 |
| Fer+Zeo 10% | 99.33 | 53.00 | 43.01 | 65.11 |
| Fer+Iso 5% | 84.38 | 81.47 | 80.38 | 82.08 |
| Fer+Iso 10% | 55.41 | 58.09 | 56.25 | 56.58 |
| Fer+Iso cake 5% | 52.31 | 42.77 | 43.02 | 46.03 |
| Fer+Iso cake 10% | 31.50 | 26.44 | 34.00 | 30.65 |
| Fer+Com. | 21.99 | 111.68 | 18.96 | 50.88 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 ปริมาณแมกนีเซียมก่อนปลูกข้าวโพด

ปริมาณแมกนีเซียมในชุดดิน Yt ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 1.36 | 0.95 | 0.82 | 1.04 |
| Fer+Zeo 5% | 0.80 | 0.88 | 0.85 | 0.84 |
| Fer+Zeo 10% | 0.92 | 1.32 | 0.84 | 1.03 |
| Fer+Iso 5% | 0.86 | 0.35 | 0.48 | 0.56 |
| Fer+Iso 10% | 0.75 | 0.86 | 0.65 | 0.75 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.76 | 0.52 | 0.51 | 0.60 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.64 | 0.78 | 0.60 | 0.67 |
| Fer+Com. | 0.40 | 0.33 | 0.12 | 0.28 |

ปริมาณแมกนีเซียมในชุดดิน Suk ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.80 | 0.86 | 0.62 | 0.83 |
| Fer+Zeo 5% | 1.10 | 1.12 | 1.98 | 1.11 |
| Fer+Zeo 10% | 0.7 | 0.84 | 0.80 | 0.77 |
| Fer+Iso 5% | 0.50 | 0.44 | 0.50 | 0.47 |
| Fer+Iso 10% | 0.50 | 0.80 | 0.62 | 0.65 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.90 | 0.53 | 0.44 | 0.72 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.90 | 0.62 | 0.94 | 0.76 |
| Fer+Com. | 0.70 | 1.02 | 0.16 | 0.86 |

ปริมาณแมกนีเซียมในชุดดิน Ng ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.56 | 0.68 | 0.92 | 0.62 |
| Fer+Zeo 5% | 0.58 | 0.65 | 0.72 | 0.62 |
| Fer+Zeo 10% | 0.32 | 0.32 | 0.36 | 0.32 |
| Fer+Iso 5% | 0.43 | 0.64 | 0.64 | 0.54 |
| Fer+Iso 10% | 0.40 | 0.28 | 0.40 | 0.34 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.35 | 0.48 | 0.46 | 0.42 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.60 | 0.46 | 0.46 | 0.53 |
| Fer+Com. | 0.58 | 0.68 | 0.60 | 0.63 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ปริมาณแมกนีเซียมหลังปลูกข้าวโพด

ปริมาณแมกนีเซียมในชุดดิน Yt หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.68 | 0.40 | 0.36 | 0.48 |
| Fer+Zeo 5% | 0.38 | 0.44 | 0.42 | 0.41 |
| Fer+Zeo 10% | 0.46 | 0.60 | 0.42 | 0.49 |
| Fer+Iso 5% | 0.42 | 0.14 | 0.24 | 0.27 |
| Fer+Iso 10% | 0.38 | 0.40 | 0.38 | 0.39 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.34 | 0.28 | 0.20 | 0.27 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.28 | 0.36 | 0.30 | 0.31 |
| Fer+Com. | 0.16 | 0.16 | 0.04 | 0.12 |

ปริมาณแมกนีเซียมในชุดดิน Suk หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.40 | 0.48 | 0.42 | 0.44 |
| Fer+Zeo 5% | 0.60 | 0.60 | 0.70 | 0.60 |
| Fer+Zeo 10% | 0.36 | 0.42 | 0.46 | 0.39 |
| Fer+Iso 5% | 0.26 | 0.24 | 0.24 | 0.25 |
| Fer+Iso 10% | 0.28 | 0.40 | 0.30 | 0.34 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.46 | 0.30 | 0.24 | 0.38 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.46 | 0.32 | 0.64 | 0.39 |
| Fer+Com. | 0.32 | 0.62 | 0.36 | 0.47 |

ปริมาณแมกนีเซียมในชุดดิน Ng หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.34 | 0.46 | 0.52 | 0.40 |
| Fer+Zeo 5% | 0.28 | 0.38 | 0.32 | 0.33 |
| Fer+Zeo 10% | 0.32 | 0.10 | 0.16 | 0.21 |
| Fer+Iso 5% | 0.28 | 0.32 | 0.34 | 0.30 |
| Fer+Iso 10% | 0.20 | 0.14 | 0.20 | 0.17 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.14 | 0.24 | 0.26 | 0.19 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.34 | 0.18 | 0.26 | 0.26 |
| Fer+Com. | 0.40 | 0.40 | 0.30 | 0.40 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 ปริมาณสังกะสีก่อนปลูกข้าวโพด

ปริมาณสังกะสีในชุดดิน Yt ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.18 | 0.46 | 0.32 | 0.32 |
| Fer+Zeo 5% | 0.32 | 0.30 | 0.31 | 0.31 |
| Fer+Zeo 10% | 0.30 | 0.20 | 0.25 | 0.25 |
| Fer+Iso 5% | 0.20 | 0.18 | 0.19 | 0.19 |
| Fer+Iso 10% | 0.28 | 0.22 | 0.25 | 0.25 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.40 | 0.38 | 0.39 | 0.39 |
| Fer+Com. | 0.22 | 0.20 | 0.21 | 0.21 |

ปริมาณสังกะสีในชุดดิน Suk ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.42 | 0.72 | 0.57 | 0.57 |
| Fer+Zeo 5% | 0.52 | 0.32 | 0.42 | 0.42 |
| Fer+Zeo 10% | 0.35 | 0.39 | 0.37 | 0.37 |
| Fer+Iso 5% | 0.36 | 0.38 | 0.37 | 0.37 |
| Fer+Iso 10% | 0.44 | 0.14 | 0.29 | 0.29 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.38 | 0.22 | 0.30 | 0.30 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.56 | 0.38 | 0.47 | 0.47 |
| Fer+Com. | 0.52 | 0.45 | 0.48 | 0.49 |

ปริมาณสังกะสีในชุดดิน Ng ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.26 | 0.22 | 0.24 | 0.24 |
| Fer+Zeo 5% | 0.08 | 0.48 | 0.28 | 0.28 |
| Fer+Zeo 10% | 0.40 | 0.38 | 0.39 | 0.39 |
| Fer+Iso 5% | 0.30 | 0.34 | 0.32 | 0.32 |
| Fer+Iso 10% | 0.32 | 0.26 | 0.29 | 0.29 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.52 | 0.60 | 0.56 | 0.56 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.68 | 0.48 | 0.58 | 0.58 |
| Fer+Com. | 0.27 | 0.29 | 0.28 | 0.28 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 ปริมาณสังกะสีหลังปลูกข้าวโพด

ปริมาณสังกะสีในชุดดิน Yt หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.50 | 0.56 | 0.56 | 0.54 |
| Fer+Zeo 5% | 0.88 | 0.50 | 0.64 | 0.67 |
| Fer+Zeo 10% | 0.42 | 0.68 | 0.44 | 0.51 |
| Fer+Iso 5% | 1.16 | 0.96 | 0.52 | 0.88 |
| Fer+Iso 10% | 0.53 | 0.54 | 0.32 | 0.46 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.36 | 0.36 | 0.34 | 0.35 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.76 | 0.66 | 0.66 | 0.69 |
| Fer+Com. | 2.48 | 2.52 | 3.64 | 2.88 |

ปริมาณสังกะสีในชุดดิน Suk หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.50 | 0.56 | 0.56 | 0.53 |
| Fer+Zeo 5% | 0.88 | 0.50 | 0.64 | 0.69 |
| Fer+Zeo 10% | 0.42 | 0.68 | 0.44 | 0.55 |
| Fer+Iso 5% | 1.16 | 0.96 | 0.52 | 1.06 |
| Fer+Iso 10% | 0.53 | 0.54 | 0.32 | 0.54 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.36 | 0.36 | 0.34 | 0.36 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.76 | 0.66 | 0.66 | 0.71 |
| Fer+Com. | 2.48 | 2.52 | 3.64 | 2.50 |

ปริมาณสังกะสีในชุดดิน Ng หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.30 | 0.20 | 0.42 | 0.25 |
| Fer+Zeo 5% | 0.36 | 0.22 | 0.42 | 0.29 |
| Fer+Zeo 10% | 0.20 | 0.42 | 0.36 | 0.31 |
| Fer+Iso 5% | 0.26 | 0.36 | 0.28 | 0.31 |
| Fer+Iso 10% | 0.40 | 0.86 | 0.78 | 0.63 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.78 | 0.58 | 0.98 | 0.68 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.80 | 0.80 | 0.88 | 0.80 |
| Fer+Com. | 0.63 | 0.62 | 0.62 | 0.63 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 ปริมาณเหล็กก่อนปลูกข้าวโพด

ปริมาณเหล็กในชุดดิน Yt ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 22.86 | 24.84 | 23.85 | 23.85 |
| Fer+Zeo 5% | 24.48 | 21.52 | 23.00 | 23.00 |
| Fer+Zeo 10% | 19.94 | 19.06 | 19.50 | 19.50 |
| Fer+Iso 5% | 23.78 | 24.82 | 24.30 | 24.30 |
| Fer+Iso 10% | 22.6 | 18.06 | 20.33 | 20.33 |
| Fer+Iso cake 5% | 21.58 | 23.30 | 22.44 | 22.44 |
| Fer+Iso cake 10% | 28.22 | 27.28 | 27.75 | 27.75 |
| Fer+Com. | 0.56 | 0.82 | 0.69 | 0.69 |

ปริมาณเหล็กในชุดดิน Suk ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.55 | 32.54 | 16.56 | 16.55 |
| Fer+Zeo 5% | 21.28 | 24.96 | 26.12 | 23.12 |
| Fer+Zeo 10% | 29.66 | 28.44 | 29.05 | 29.05 |
| Fer+Iso 5% | 22.12 | 22.30 | 22.21 | 22.21 |
| Fer+Iso 10% | 27.27 | 28.32 | 27.80 | 27.80 |
| Fer+Iso cake 5% | 40.42 | 40.42 | 40.42 | 40.42 |
| Fer+Iso cake 10% | 37.84 | 39.62 | 38.73 | 38.73 |
| Fer+Com. | 0.44 | 0.56 | 0.50 | 0.50 |

ปริมาณเหล็กในชุดดิน Ng ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 14.34 | 15.10 | 14.72 | 14.72 |
| Fer+Zeo 5% | 12.76 | 28.24 | 20.50 | 20.50 |
| Fer+Zeo 10% | 14.64 | 14.38 | 14.51 | 14.51 |
| Fer+Iso 5% | 15.46 | 14.38 | 14.92 | 14.92 |
| Fer+Iso 10% | 14.24 | 14.88 | 14.56 | 14.56 |
| Fer+Iso cake 5% | 32.42 | 32.38 | 32.40 | 32.40 |
| Fer+Iso cake 10% | 16.34 | 26.26 | 21.30 | 21.30 |
| Fer+Com. | 0.52 | 0.58 | 0.55 | 0.55 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 ปริมาณเหล็กหลังปลูกข้าวโพด

ปริมาณเหล็กในชุดดิน Yt หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 30.52 | 12.26 | 41.02 | 21.39 |
| Fer+Zeo 5% | 22.78 | 6.30 | 28.20 | 14.54 |
| Fer+Zeo 10% | 10.98 | 7.42 | 6.02 | 9.20 |
| Fer+Iso 5% | 31.92 | 18.24 | 8.76 | 25.08 |
| Fer+Iso 10% | 30.68 | 30.69 | 23.98 | 30.69 |
| Fer+Iso cake 5% | 25.90 | 18.10 | 31.24 | 22.00 |
| Fer+Iso cake 10% | 28.02 | 22.56 | 26.36 | 25.29 |
| Fer+Com. | 18.74 | 28.14 | 19.64 | 23.44 |

ปริมาณเหล็กในชุดดิน Suk หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 15.72 | 39.92 | 41.58 | 27.82 |
| Fer+Zeo 5% | 17.38 | 14.36 | 13.52 | 15.87 |
| Fer+Zeo 10% | 22.74 | 19.08 | 28.90 | 20.91 |
| Fer+Iso 5% | 20.74 | 4.04 | 37.10 | 12.39 |
| Fer+Iso 10% | 23.02 | 33.00 | 30.04 | 28.01 |
| Fer+Iso cake 5% | 29.08 | 28.16 | 14.70 | 28.62 |
| Fer+Iso cake 10% | 36.92 | 35.44 | 31.38 | 36.18 |
| Fer+Com. | 34.18 | 40.56 | 30.36 | 37.37 |

ปริมาณเหล็กในชุดดิน Ng หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 7.98 | 32.20 | 3.58 | 20.09 |
| Fer+Zeo 5% | 18.16 | 9.66 | 17.68 | 13.91 |
| Fer+Zeo 10% | 16.12 | 12.52 | 40.96 | 14.32 |
| Fer+Iso 5% | 15.18 | 17.36 | 10.32 | 16.27 |
| Fer+Iso 10% | 11.28 | 9.26 | 9.80 | 10.27 |
| Fer+Iso cake 5% | 10.86 | 1.62 | 7.02 | 6.24 |
| Fer+Iso cake 10% | 2.54 | 4.50 | 12.32 | 3.52 |
| Fer+Com. | 4.72 | 4.40 | 5.48 | 4.56 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 ปริมาณแมงกานีสก่อนปลูกข้าวโพด

ปริมาณแมงกานีสในชุดดิน Yt ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.40 | 0.92 | 0.66 | 0.66 |
| Fer+Zeo 5% | 1.82 | 1.07 | 1.46 | 1.45 |
| Fer+Zeo 10% | 3.00 | 2.97 | 3.00 | 2.99 |
| Fer+Iso 5% | 0.70 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| Fer+Iso 10% | 1.20 | 1.15 | 1.19 | 1.18 |
| Fer+Iso cake 5% | 2.90 | 1.70 | 2.30 | 2.30 |
| Fer+Iso cake 10% | 2.60 | 2.88 | 2.74 | 2.74 |
| Fer+Com. | 7.84 | 6.52 | 7.18 | 7.18 |

ปริมาณแมงกานีสในชุดดิน Suk ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.40 | 0.59 | 0.51 | 0.50 |
| Fer+Zeo 5% | 1.56 | 0.69 | 1.14 | 1.13 |
| Fer+Zeo 10% | 0.97 | 0.84 | 0.92 | 0.91 |
| Fer+Iso 5% | 0.48 | 0.32 | 0.4 | 0.40 |
| Fer+Iso 10% | 0.51 | 0.59 | 0.55 | 0.55 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.50 | 0.85 | 0.69 | 0.68 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.76 | 0.96 | 0.86 | 0.86 |
| Fer+Com. | 1.25 | 1.56 | 1.42 | 1.41 |

ปริมาณแมงกานีสในชุดดิน Ng ก่อนปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.28 | 0.26 | 0.27 | 0.27 |
| Fer+Zeo 5% | 2.65 | 3.10 | 0.29 | 2.88 |
| Fer+Zeo 10% | 4.89 | 4.20 | 4.56 | 4.55 |
| Fer+Iso 5% | 0.76 | 0.85 | 0.82 | 0.81 |
| Fer+Iso 10% | 0.99 | 0.96 | 0.99 | 0.98 |
| Fer+Iso cake 5% | 4.56 | 4.65 | 4.62 | 4.61 |
| Fer+Iso cake 10% | 7.65 | 6.65 | 7.15 | 7.15 |
| Fer+Com. | 5.98 | 8.12 | 7.05 | 7.05 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 ปริมาณแมงกานีสหลังปลูกข้าวโพด

ปริมาณแมงกานีสในชุดดิน Yt หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.54 | 0.56 | 0.54 | 0.55 |
| Fer+Zeo 5% | 0.96 | 1.32 | 1.54 | 1.14 |
| Fer+Zeo 10% | 3.10 | 2.16 | 2.80 | 2.63 |
| Fer+Iso 5% | 0.28 | 0.18 | 0.18 | 0.23 |
| Fer+Iso 10% | 0.60 | 0.52 | 0.30 | 0.56 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.36 | 0.12 | 0.58 | 0.24 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.32 | 0.34 | 0.60 | 0.33 |
| Fer+Com. | 0.30 | 0.28 | 0.30 | 0.29 |

ปริมาณแมงกานีสในชุดดิน Suk หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.44 | 0.68 | 0.70 | 0.56 |
| Fer+Zeo 5% | 2.12 | 2.68 | 3.14 | 2.40 |
| Fer+Zeo 10% | 2.28 | 2.60 | 2.70 | 2.44 |
| Fer+Iso 5% | 0.22 | 0.34 | 0.34 | 0.28 |
| Fer+Iso 10% | 0.44 | 0.36 | 0.16 | 0.40 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.28 | 0.36 | 0.36 | 0.32 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.32 | 0.62 | 0.14 | 0.47 |
| Fer+Com. | 0.28 | 0.28 | 1.12 | 0.28 |

ปริมาณแมงกานีสในชุดดิน Ng หลังปลูกข้าวโพด (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 1.28 | 1.38 | 1.96 | 1.33 |
| Fer+Zeo 5% | 0.26 | 0.70 | 0.52 | 0.48 |
| Fer+Zeo 10% | 0.56 | 0.26 | 0.14 | 0.41 |
| Fer+Iso 5% | 0.34 | 0.34 | 0.34 | 0.34 |
| Fer+Iso 10% | 0.08 | 0.14 | 0.20 | 0.11 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.34 | 0.18 | 0.48 | 0.26 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.28 | 0.24 | 0.34 | 0.26 |
| Fer+Com. | 1.30 | 0.36 | 0.36 | 0.83 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพด

ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพดในชุดดิน Yt (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 6.41 | 5.48 | 7.31 | 5.95 |
| Fer+Zeo 5% | 1.11 | 0.96 | 1.35 | 1.04 |
| Fer+Zeo 10% | 1.34 | 1.70 | 1.19 | 1.52 |
| Fer+Iso 5% | 4.16 | 2.98 | 1.78 | 3.57 |
| Fer+Iso 10% | 4.15 | 2.47 | 3.34 | 3.31 |
| Fer+Iso cake 5% | 2.13 | 1.30 | 1.77 | 1.72 |
| Fer+Iso cake 10% | 2.02 | 0.82 | 1.42 | 1.42 |
| Fer+Com. | 1.40 | 1.16 | 1.27 | 1.28 |

ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพดในชุดดิน Suk (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 1.04 | 4.17 | 3.78 | 2.61 |
| Fer+Zeo 5% | 1.76 | 1.67 | 1.43 | 1.72 |
| Fer+Zeo 10% | 0.93 | 0.86 | 2.01 | 0.90 |
| Fer+Iso 5% | 2.67 | 3.41 | 3.47 | 3.04 |
| Fer+Iso 10% | 1.86 | 0.68 | 1.48 | 1.27 |
| Fer+Iso cake 5% | 2.01 | 2.55 | 1.49 | 2.28 |
| Fer+Iso cake 10% | 4.48 | 2.33 | 1.97 | 3.41 |
| Fer+Com. | 0.77 | 1.32 | 1.45 | 1.05 |

ปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพดในชุดดิน Ng (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.86 | 1.05 | 1.71 | 0.955 |
| Fer+Zeo 5% | 2.50 | 3.81 | 0.78 | 3.16 |
| Fer+Zeo 10% | 4.28 | 1.69 | 1.07 | 2.99 |
| Fer+Iso 5% | 1.10 | 1.37 | 1.26 | 1.24 |
| Fer+Iso 10% | 1.11 | 1.20 | 1.19 | 1.16 |
| Fer+Iso cake 5% | 3.85 | 3.56 | 3.69 | 3.71 |
| Fer+Iso cake 10% | 1.97 | 0.85 | 1.35 | 1.41 |
| Fer+Com. | 1.70 | 1.21 | 0.96 | 1.455 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพด

ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดในชุดดิน Yt (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.03 |
| Fer+Zeo 5% | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Zeo 10% | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Iso 5% | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 |
| Fer+Iso 10% | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.02 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| Fer+Com. | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |

0

ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดในชุดดิน Suk (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Zeo 5% | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.03 |
| Fer+Zeo 10% | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Iso 5% | 0.03 | 0.03 | 0.2 | 0.03 |
| Fer+Iso 10% | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| Fer+Com. | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดในชุดดิน Ng (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Zeo 5% | 0.02 | 0.20 | 0.02 | 0.11 |
| Fer+Zeo 10% | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.02 |
| Fer+Iso 5% | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Iso 10% | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| Fer+Iso cake 5% | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 |
| Fer+Iso cake 10% | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| Fer+Com. | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพด

ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพดในชุดดิน Yt (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 879 | 991 | 935 | 935 |
| Fer+Zeo 5% | 1098 | 1104 | 1101 | 1101 |
| Fer+Zeo 10% | 1001 | 1169 | 1085 | 1085 |
| Fer+Iso 5% | 805 | 723 | 764 | 764 |
| Fer+Iso 10% | 959 | 967 | 963 | 963 |
| Fer+Iso cake 5% | 791 | 745 | 768 | 768 |
| Fer+Iso cake 10% | 942 | 966 | 954 | 954 |
| Fer+Com. | 856 | 832 | 844 | 844 |

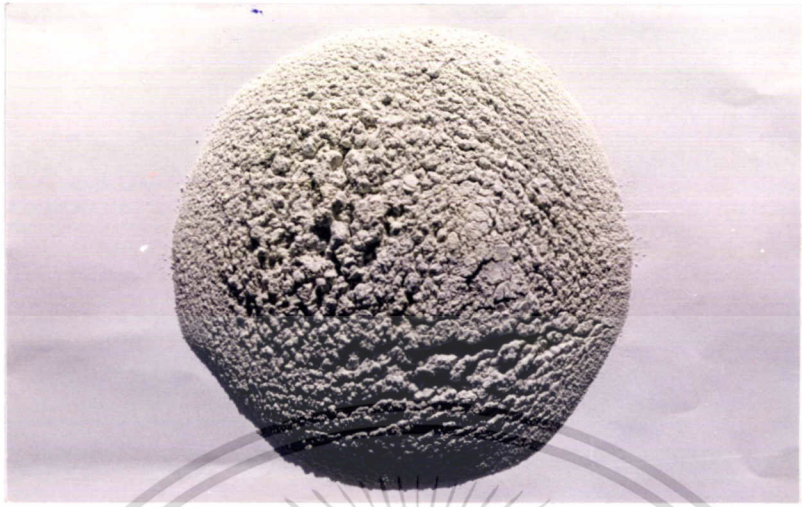
ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพดในชุดดิน Suk (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 987 | 993 | 990 | 990 |
| Fer+Zeo 5% | 954 | 996 | 975 | 975 |
| Fer+Zeo 10% | 1098 | 1206 | 1152 | 1152 |
| Fer+Iso 5% | 1041 | 1045 | 1043 | 1043 |
| Fer+Iso 10% | 783 | 761 | 772 | 772 |
| Fer+Iso cake 5% | 861 | 849 | 855 | 855 |
| Fer+Iso cake 10% | 1101 | 1063 | 1082 | 1082 |
| Fer+Com. | 1059 | 1055 | 1057 | 1057 |

ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวโพดในชุดดิน Ng (ppm)

| ตำรับการทดลอง | ซ้ำ 1 | ซ้ำ 2 | ซ้ำ 3 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| Fer | 1054 | 1084 | 1069 | 1069 |
| Fer+Zeo 5% | 897 | 1051 | 974 | 974 |
| Fer+Zeo 10% | 1082 | 1118 | 1100 | 1100 |
| Fer+Iso 5% | 962 | 1012 | 987 | 987 |
| Fer+Iso 10% | 916 | 928 | 922 | 922 |
| Fer+Iso cake 5% | 1137 | 1119 | 1128 | 1128 |
| Fer+Iso cake 10% | 1186 | 1148 | 1167 | 1167 |
| Fer+Com. | 1101 | 1125 | 1113 | 1113 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ลักษณะของซีโอไลท์

ภาพที่ 2 ลักษณะของอีโซไลท์

ภาพที่ 3 ลักษณะของซีโอไลท์ที่ใช้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 ข้าวโพดที่ปลูกในชุดดิน Yt ทั้ง 8 ตำรับการทดลอง

ภาพที่ 5 ข้าวโพดที่ปลูกในชุดดิน Suk ทั้ง 8 ตำรับการทดลอง

ภาพที่ 6 ข้าวโพดที่ปลูกในชุดดิน Ng ทั้ง 8 ตำรับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้