1399

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การศึกษาผลตกค้างจากการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตผงชูรส ในดินชุดบางปะกง

(Study on Residual Effect of Industrial Organic Waste in Bang Pakong Soil Series)

โดย

นางสาววันเพ็ญ ปัญญาสุพัฒน์

นางสาวมลฑา สมพร

.....

(อาจารย์อิทธิสุนทร นันทกิจ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ ..5.. เดือน ..มีนาคม.. พ.ศ..2539..

ฝพ.
ด435ท
2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14703

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การศึกษาผลตกค้างจากการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตผงชูรส ในดินชุดบางปะกง

(Study on Residual Effect of Industrial Organic Waste in Bang Pakong Soil Series)

T099651

โดย

นางสาววันเพ็ญ ปัญญาสุพัฒน์

นางสาวมลฑา สมพร

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งวิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

พ.ศ.2538

ปพ.
24351
2538

ตู้หนังสือ.....
เลขทะเบียน 99651
วัน.เดือน.ปี 16 ม.ค. 2539

สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ผู้จัดทำขอขอบคุณ อาจารย์อิทธิสุนทร นันทกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ ให้การทดลองสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อาจารย์อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น ที่ให้คำแนะนำ ให้ยืมใช้อุปกรณ์และหนังสือประกอบการทดลอง และการเขียนรายงานแสดงผลการทดลอง

ขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง สำหรับคำแนะนำและความช่วยเหลือต่าง ๆ ขณะทำการทดลอง

ขอบคุณ น้าสำราญ ช้างน้อยและ พี่ทองม้วน ที่ช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์การทดลองเป็นอย่างดี

ขอบคุณเพื่อน ๆ ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาปฐพีวิทยา ทุกคนที่ช่วยเหลือในการทำการทดลอง ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและมีความห่วงใย มาโดยตลอด

สุดท้ายขอขอบคุณห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา ที่เป็นสถานที่ทำให้การทดลองนี้สำเร็จลงได้

นางสาววันเพ็ญ ปัญญาสุพัฒน์

นางสาวมลฑา สมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันนี้ การเกษตรมีความสำคัญมาก แต่พื้นที่ที่ทำการเกษตรและความอุดมสมบูรณ์ของดินมีจำกัด ดังนั้นปุ๋ยจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรมาก การใช้ปุ๋ยจึงเกิดขึ้นอย่างแพร่หลายในอัตราที่เข้มข้น จึงส่งผลให้ราคาปุ๋ยสูงขึ้น และจากการที่ใช้ปุ๋ยในอัตราที่เกินความจำเป็นนี้จะทำให้คุณสมบัติบางประการของดินมีการเปลี่ยนแปลงไป เพราะฉะนั้นจึงมีการหาแนวทางที่จะใช้ปุ๋ยที่ราคาไม่แพงและมีผลกระทบต่อคุณสมบัติของดินขึ้น

วัสดุเหลือใช้ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตผงชูรส คือ Ami-Ami G และ Ami-Ami L ซึ่งเป็นของเหลวสีน้ำตาล มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะไนโตรเจนจะมีในปริมาณที่ค่อนข้างสูง จึงได้นำมาทำการทดลองแทนปุ๋ยเคมีไนโตรเจนซึ่งเป็นปุ๋ยที่มีการสูญหายง่ายในดิน โดยศึกษาการใช้ปุ๋ย Ami-Ami ในดินชุดบางปะกง เพื่อดูประสิทธิภาพของปุ๋ย ศึกษาผลตกค้างของคลอรีน และซัลเฟตในดิน ซึ่งเป็นธาตุที่พบอยู่ในปุ๋ยAmi-Ami ด้วย

ผู้ทำการทดลองเห็นว่า ประโยชน์ที่จะได้รับจากการทดลองนี้ คือ มีการลดการใช้ปุ๋ยเคมี ลดปัญหามลพิษจากของเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน และหวังว่าจะมีการนำวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
วัตถุประสงค์	
บทคัดย่อ	
ตรวจเอกสาร	1
อุปกรณ์และวิธีการ	14
ผลการทดลอง	21
วิจารณ์ผลการทดลอง	51
สรุปผลการทดลอง	51
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดปลูกครั้งที่1	21
2. แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่1	22
3. แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมในข้าวโพดที่ปลูก ครั้งที่1	23
4. แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดปลูกครั้งที่2	24
5. แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่2	25
6. แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมในข้าวโพดที่ปลูก ครั้งที่2	26
7. แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดปลูกครั้งที่3	27
8. แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่3	28
9. แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมในข้าวโพดที่ปลูก ครั้งที่3	29
10. แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งซองฟางข้าว	30
11. แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของฟางข้าว	31
12. แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพดแทสเซียม ในฟางข้าว	32
13. แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพดแทสเซียม ในฟางข้าว	33
14. แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมในฟางข้าว	34
15. แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมในฟางข้าว	36
16. แสดงปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าว	37
17. แสดงปริมาณน้ำหนักของเมล็ด 1,000 เมล็ดและร้อยละของเมล็ดลีบ	38
18. แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ในเมล็ดข้าว	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

19. แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมในเมล็ดข้าว 40
20. แสดงความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ค่าการนำไฟฟ้า(EC.) และผลรวมของประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้(C.E.C.)ในดินที่ปลูกข้าวโพดครั้งที่3 41
21. แสดงร้อยละของอินทรียวัตถุ (%OM) ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในดินที่ปลูกข้าวโพดครั้งที่3 42
22. แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมในดินที่ปลูกข้าวโพดครั้งที่3 44
23. แสดงปริมาณซัลเฟตและคลอไรด์ในดินที่ปลูกข้าวโพดครั้งที่3 45
24. แสดงความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ค่าการนำไฟฟ้า(EC.) และผลรวมของประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้(C.E.C.)ในดินที่ปลูกข้าว 46
25. แสดงร้อยละของอินทรียวัตถุ (%OM) ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในดินที่ปลูกข้าว 47
26. แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมในดินที่ปลูกข้าว 49
27. แสดงปริมาณซัลเฟตและคลอไรด์ในดินที่ปลูกข้าว 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1. แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่1 ในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยอายุ 60 วัน 55
2. แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่1 ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอายุ 60 วัน 56
3. แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่2 ในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยอายุ 20 วัน 57
4. แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่2 ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอายุ 20 วัน 58
5. แสดงการเจริญเติบโตของข้าวในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยอายุ 60 วัน 59
6. แสดงการเจริญเติบโตของข้าวในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอายุ 60 วัน 60
7. แสดงการเจริญเติบโตของข้าวในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยอายุ 60 วัน 61
8. แสดงการเจริญเติบโตของข้าวในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอายุ 60 วัน 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของ Ami-Ami G และ Ami-Ami L ที่นำมาใช้แทนปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตของพืช
2. เพื่อศึกษาผลตกค้างของคลอรีนในดิน และผลต่อผลผลิตของพืชจากการใช้ปุ๋ยจากโรงงานผลิตผงชูรส
3. เพื่อศึกษาผลตกค้างจากการใช้ปุ๋ยที่เป็นปุ๋ยจากโรงงานผลิตผงชูรสต่อคุณสมบัติของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลตกค้างจากการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตผงชูรสในดินชุดบางปะกง

(Study on Residual Effect of Industrial Organic Waste in Bang Pakong Soil Series)

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้ปุ๋ยมีราคาแพง และถ้ามีการใช้ในอัตราที่เข้มข้นจะทำให้คุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลงไป อาจขาดความอุดมสมบูรณ์ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงมีการนำวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตผงชูรสมาใช้ทำการทดลองและศึกษาผลตกค้างเพื่อลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี และประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนของเกษตรกร

ในการทดลองใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตผงชูรส คือ Ami-Ami G และ Ami-Ami ซึ่งเป็นปุ๋ยน้ำให้ธาตุไนโตรเจนในปริมาณที่ค่อนข้างสูง สามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยไนโตรเจน โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซี่ยม เพื่อใช้ปลูกข้าวโพด และข้าวในดินชุดบางปะกง ซึ่งเป็นดินเหนียวจัดมีความเป็นกรดสูง ซึ่งใช้ปลูกข้าวและทำสวนผลไม้ในเขตภาคกลางของประเทศไทย

จากการทดลอง เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจน 4 ชนิด คือ ปุ๋ยยูเรีย Ami-ami G Ami-Ami L และ ปุ๋ยกทม. โดยใช้เดี่ยว ๆ และร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซี่ยม พบว่า การใช้ปุ๋ย Ami-Ami G และ Ami-Ami L ในอัตรา 20 ลิตรต่อไร่ จะให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับปุ๋ยยูเรีย และสูงกว่าปุ๋ยกทม. เล็กน้อย

ผลตกค้างของ Ami-Ami G และ Ami-Ami L พบว่า

ผลตกค้างของคลอรีนในดินหลังปลูกข้าวที่ใส่ปุ๋ย Ami-Ami G มีแนวโน้มของคลอรีนสูงกว่าปุ๋ยชนิดอื่น

ผลตกค้างของซัลเฟตในดินหลังปลูกข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ย Ami-Ami L มีแนวโน้มของซัลเฟตสูงกว่าปุ๋ยชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

อามิ-อามิ (Ami-Ami)

ขณะนี้บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด มีผลผลิตปุ๋ยน้ำที่มีชื่อว่า อามิ-อามิ (Ami-Ami) เป็นของเหลวสีน้ำตาลุ่ยชนิดนี้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารที่มีธาตุอาหารหลักครบมีไนโตรเจนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตค่อนข้างสูง มีธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมและอะมิโนแอซิดที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตพืชอีกด้วย ในประเทศฟิลิปปินส์และอินโดนีเซียได้นำปุ๋ยชนิดนี้ใช้เป็นปุ๋ยแก่พืชไร่หลายชนิด เช่น อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง และถั่วต่าง ๆกันอย่างแพร่หลาย

ในปี 2525 สาขาดินและปุ๋ย กองปฐพีวิทยากรมวิชาการเกษตร ได้ทำการทดลองปุ๋ยอามิ-อามิ เปรียบเทียบกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต โดยมีแปลงไม่ใส่ปุ๋ยเป็นแปลงเปรียบเทียบกับข้าวโพด ที่อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี และอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ผลการทดลองทั้งสองแห่งสอดคล้องไปในทางเดียวกันว่าการใช้ปุ๋ยอามิ-อามิกับข้าวโพดจะให้ผลผลิตสูง แปลงที่ไม่ได้ใช้ปุ๋ย และการใช้อามิ-อามิจะให้ผลผลิตต่ำกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีค่าในระดับไนโตรเจนเท่ากัน

ทางนักวิชาการเกษตร สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท สถาบันวิจัยพืชไร่กรมวิชาการเกษตร ได้ให้ความสนใจแก่อามิ-อามิ ที่เป็นปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารหลายชนิดจึงได้ร่วมมือกับบริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด ทำการทดลองกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในดินเหนียวชุดปากช่อง เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี
20-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ที่สถานีทดลองพระพุทธบาท จังหวัดลพบุรี ปรากฏว่าการใช้ปุ๋ยทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ยซึ่งได้ผลผลิตเพียง 226 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตสูงสุด 479 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยอามิ-อามิ รองพื้นให้ผลผลิตต่ำกว่ากรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีเพียงเล็กน้อย ไม่มีผลแตกต่างทางสถิติและยังมีคุณสมบัติที่ช่วยปรับปรุงสภาพดินให้ดีขึ้นเมื่อใช้ปลูกข้าวโพดเป็นเวลานาน

ธาตุอาหารในอามิ-อามิ

ไนโตรเจน (Nitrogen)

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่จำเป็นต่อพืชและพืชต้องการในปริมาณมาก (Macro nutrient) รองลงมาจากคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน (Burger,1926) ทั้งนี้เพราะไนโตรเจนมีหน้าที่และบทบาทที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช อาทิเช่น เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์โดยที่70%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของไนโตรเจนที่พืชดูดขึ้นมาใช้ประโยชน์ จะเป็นองค์ประกอบอยู่ในคลอโรพลาส(Stocking and ongum,1962) ทำให้พืชมีสีเขียว เป็นตัวที่ช่วยให้พืชสามารถสร้างโปรตีนได้อย่างเพียงพอ ซึ่งพบว่ามีกรดอะมิโน (Amino acid) มากกว่า 20 ชนิด ที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ในโปรตีนของพืช ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ (Sauberlich et. al.,1953) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ในเอนไซม์ต่าง ๆที่เป็นสารประกอบช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาต่าง ๆ ในพืชให้ดำเป็นไปอย่างปกติ นอกจากนี้ยังเป็นสารประกอบที่สำคัญ ๆ อีกมากมายในพืช เช่น นิวคลีโอโปรตีน ฮอร์โมน วิตามิน และ Adenosine Triphosphate (ATP) ต่างก็มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา,2535)

สำหรับแหล่งที่มาของไนโตรเจน ในดินนั้นมาจากหลายทาง ได้มาจากการตรึงจากอากาศ (Nitrogen fixation) โดยแบคทีเรียพวกไรโซเบียม ที่อาศัยอยู่ในปมรากพืชตระกูลถั่ว การตรึงไนโตรเจนแบบอิสระโดยจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในดิน ได้มากับน้ำฝนซึ่งเป็น ไนโตรเจนที่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น ๆ ในบรรยากาศ (Abiological Nitrogen fixation) และได้จากการใส่ปุ๋ยให้แก่ดิน ทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอนินทรีย์ ซึ่งไนโตรเจนในปุ๋ยนี้ส่วนใหญ่มาจากการตรึงไนโตรเจนโดยขบวนการทางเคมี (Chemical fixation process) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Haber-Bosch process

ความต้องการไนโตรเจนของพืชมีมากจึงทำให้ในบางครั้งปริมาณของไนโตรเจนไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช ทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจน พืชแต่ละชนิดจะมีอาการขาดแตกต่างกันไปแต่โดยทั่วไปแล้ว พืชที่ขาดธาตุไนโตรเจน มักจะแสดงอาการดังต่อไปนี้ พืชจะปราศจากสีเขียว โดยเฉพาะที่ใบจะมีสีเหลืองซีด ใบล่างจะมีสีเหลืองปนส้ม ปลายใบและขอบใบจะค่อย ๆ แห้งและลุกลามเข้าไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดใบจะร่วงหล่นก่อนกำหนด ลำต้นผอมสูงกิ่งก้านลีบเล็ก และมีจำนวนน้อย พืชจะเจริญเติบโตช้ามากหรือไม่โตเลย ปริมาณผลผลิตที่ได้และคุณภาพของผลผลิตจะต่ำ แต่อย่างไรก็ตามหากพืชได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่มากเกินความต้องการก็อาจส่งผลเสียหายต่อพืชได้ โดยพืชที่ได้รับไนโตรเจนในปริมาณที่มากเกินความต้องการจะทำให้คุณภาพของเมล็ด ผล ใบ เสื่อมลงได้ พืชจะแก่ช้ากว่าปกติเพราะ ไนโตรเจนส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตอยู่เรื่อย ๆ ต้นอ่อนจะล้มง่าย ความต้านทานต่อโรคลดลง

รูปของไนโตรเจนในดิน

ไนโตรเจนในดินอาจแบ่งได้เป็นรูปอนินทรียสาร และอินทรียสาร แต่ส่วนใหญ่จะเป็นองค์ประกอบอยู่ในสารประกอบเชิงซ้อนในอินทรียวัตถุ (Tisdale and Nelson,1975)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจนในดิน ส่วนที่เป็นสารประกอบได้แก่สารประกอบที่มีแอมโมเนียม ไนเตรท และไนไตรท์ เป็นองค์ประกอบ ส่วนที่เป็นกาซได้แก่ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และกาซไนโตรเจน เป็นต้น สำหรับไฮดรอกซีลอามีน (NH_2OH) ยังมีข้อโต้แย้งว่าจะนำมารวมด้วยหรือไม่ เนื่องจากสารนี้ไม่เสถียร และจากรายงานการทดลองระยะหลังแสดงว่า สารนี้อาจไม่ใช่ intermediate ที่ได้จากการแปรสภาพจาก NH_4^+ เป็น NO_2^- ก็ได้ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาต่อไปก่อนที่จะสรุป (Tisdale and Nelson,1975)

ไนโตรเจนในรูปสารประกอบแอมโมเนียมไนไตรท์และไนเตรทเป็นรูปที่พืชดูดไปใช้ได้ทันที ไนโตรเจนเหล่านี้ได้จากการสลายตัวของอินทรียสาร หรือจากปุ๋ย ในธรรมชาติไนโตรเจนเหล่านี้ มีปริมาณไม่เกิน 1-2 % ของไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Kurtz and Smith,1968) สัดส่วนและปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในดินจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้-แก่ ชนิดของปุ๋ยที่ใส่ การเขตกรรม ปริมาณอินทรียวัตถุ สมบัติของดิน และสภาพแวดล้อม (Scarsbrook,1965)

2.สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนในดิน มากกว่า 95% ของไนโตรเจนในดินจะอยู่ในส่วนนี้ โดยทั่วไปสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนในดินจะอยู่ในรูปกรดอะมิโนหรือโปรตีนที่รวมตัวกัน (Consolidated) กรดอะมิโนอิสระ aminosugars และสารเชิงซ้อนอื่น ๆ ซึ่งไม่สามารถแยกแยะได้นี้เชื่อว่าเกิดจาก (1) ปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียมกับลิกนิน (2) Polymerization ของควิโนนกับสารประกอบไนโตรเจน และ (3) การรวมตัวกันของสารประกอบน้ำตาล (sugars) และ amines ต่างๆ ในกลุ่มที่ประกอบเป็นกรดอะมิโนหรือโปรตีนที่รวมตัวกัน ปกติจะเชื่อมยึดอย่างเหนียวแน่นกับอนุภาคดินเหนียวลิกนิน และสารอื่นๆจึงทำให้สารเหล่านี้ทนทานต่อการสลายตัว

โดยวิธีการใหม่ ๆ ทำให้สามารถแยกกรดอะมิโน จากดินได้มากกว่า 28 ชนิด กรดเหล่านี้ถ้าไม่อยู่ในรูป peptide linkage ก็อยู่ในรูปที่อยู่รวมกับโพลีเมอร์ของสารอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง อนุภาคดินเหนียวและลิกนิน อย่างไรก็ตาม สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนเหล่านี้ก็ยังง่ายต่อการย่อยสลายและเหมาะสมที่จะเป็นสารอาหาร
ของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆในดิน ทำให้สารเหล่านี้เป็นแหล่งแอมโมเนียมที่สำคัญและเป็นสารอาหารของบักเตรีที่ตรึงไนโตรเจนมากกว่าไนโตรเจนพวกที่อยู่ในรูปกรดอะมิโนหรือโปรตีนที่รวตัวกันและไม่ละลายน้ำ ดังนั้น จึงทำให้มีปริมาณกรดอะมิโนอิสระอยู่น้อยในดิน (Kurtz and Smith,1968;Tisdale and nelson,1975)

อินทรียวัตถุในดินจะมีไนโตรเจนในรูปสารประกอบของอะมิโนต่าง ๆ 30-50% ของไนโตรเจนทั้งหมด (Scarsbrook,1965) อย่างไรก็ตาม ในจำนวนไนโตรเจนในดินทั้งหมดนี้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 1/3 อยู่ในรูปโปรตีนซึ่งอาจไล่ออกมาได้ด้วยการไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือด่าง (Bremner,1950 ;Rending,1951) และเนื่องจากมีกรดอะมิโนอิสระเพียงเล็กน้อยในดิน (Putnam and Schmidt,1959) จึงน่าจะสรุปได้ว่าโปรตีนคือแหล่งพื้นฐานที่จุลินทรีย์ย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจนในดิน (Purvis and Leo,1961)

การสูญหายของไนโตรเจนในดิน

ไนโตรเจนในดินมีทางที่จะสูญหายไปจากดินได้หลายทางคือ

1.สูญหายเนื่องจากพืชและจุลินทรีย์ดินนำไปใช้ การสูญหายของไนโตรเจนดังกล่าวนี้อาจเป็นการสูญเสียชั่วคราว และกลับคืนมาสู่ดินเมื่อพืชและจุลินทรีย์ตายและเน่าเสียลง แต่ถ้ามีการขนย้ายผลิตผลออกไปก็หมายถึงว่าเป็นการสูญเสีย ไนโตรเจนจากดินนั้นอย่างแท้จริง

2.สูญหายโดยขบวนการชะล้าง (Leaching) ฝนที่ตกลงมาหรือน้ำชลประทานที่ซึมผ่านชั้นของดินมักจะชะเอาไนโตรเจนตามลงไปด้วย โดยเฉพาะไนโตรเจนที่อยู่ในรูป NO_3^- หรือ NO_2^- ถ้าหากไนโตรเจนที่ถูกชะลงไปยังชั้นล่างของดินที่ไม่ลึกนักรากของพืชก็จะดูดกลับขึ้นมาใหม่ แต่ถ้าถูกชะล้างลงไปยังดินชั้นล่างที่ลึกจนรากหยั่งลงไปไม่ถึง การสูญเสียไนโตรเจนก็จะเกิดขึ้น

3.สูญหายไปจากดินในรูปของกาซ (Volatilization) เกิดขึ้นเมื่อดินอยู่ในสภาพที่ถ่ายเทอากาศไม่ดี เช่น ในสภาพที่มีน้ำขัง ดินจะขาดออกซิเจน และขบวนการ Reduction ในดินก็จะเกิดขึ้น ซึ่งมีผลให้ไนไตรท์ และไนเตรท เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของกาซได้ ขบวนการReduction ของไนไตรท์และไนเตรทอาจเกิดได้ 2 ทางคือ

3.1 ขบวนการทางชีว (Biological process) เกิดเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดิน เมื่ออยู่ในสภาพที่ขาดออกซิเจนจะมีจุลินทรีย์ดินบางชนิดใช้อนุมูลต่าง ๆ ที่มีระดับ Oxidation สูง ๆ เช่น NO_2^- หรือ NO_3^- เป็นต้น เป็นตัวรับอิเลคตรอนในขบวนการหายใจนั่นคือ NO_2^- หรือ NO_3^- ในดินจะถูก Reduced ให้กลายเป็นกาซรูปต่าง ๆ เช่น N_2 ,N_2O ,NO เป็นต้น แล้วสูญหายไปจากดิน

3.2 ขบวนการทางเคมี (Chemical process) โดยปกติ NO_2^- เมื่ออยู่ในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรด และเมื่อมีสารประกอบพวก ammonium salt สารประกอบพวก amine เช่น ยูเรีย หรือสารประกอบพวก คาร์โบไฮเดรท อยู่ด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา,2535)

จะเห็นได้ว่าไนโตรเจนสามารถสูญหายไปได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจน และในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการชดเชย ไนโตรเจนที่สูญหายไปจากดินโดยการใส่ปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอรีน (Chlorine)

คลอรีนเป็นธาตุอาหารที่พืชใช้ในปริมาณน้อย (Micronutrient) มีประจุลบ ถูกชะล้างได้ง่าย พืชที่ตอบสนอง (Response) ต่อคลอรีนได้แก่ ยาสูบ มะเขือเทศ ถั่ว ผักกาดหอม กะหล่ำปลี ฝ้าย แครอท ผักกาดหัว ข้าวโพด มันฝรั่ง และพืชน้ำมัน(Tisdale ,1966,Ollagnier ,1971) Eaton (1966) พบว่าพืชใช้ปุ๋ยคลอรีนได้แตกต่างกันตามชนิดของพืช การใส่ปุ๋ยคลอรีนในปริมาณที่พอเหมาะจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ถ้าการให้มีปริมาณมากเกินไปกลับทำให้ผลผลิตลดลง (Reisenauer , Walsh and Hoeft ,1973) รายงานว่า ผลผลิตหรือคุณภาพของพืชที่ไวต่อธาตุคลอรีนจะลดลง เมื่อมีปริมาณคลอรีนในเนื้อเยื่อ 4% หรือมากกว่า

หน้าที่ของคลอรีน

หน้าที่ของคลอรีนต่อการเจริญเติบโตยังไม่ทราบแน่ชัด แต่มีผู้ให้ความเห็นว่าคลอรีนความสำคัญต่อขบวนการสังเคราะห์แสงและทำให้พืชแก่เร็วขึ้น

อาการขาด

ลักษณะอาการขาดธาตุนี้มักจะไม่ค่อยปรากฏเพราะในดินทั่วไปมักจะไม่ขาดธาตุนี้ อาการขาดที่พอจะสังเกตได้ดังนี้คือ ใบจะเหี่ยว และเกิดคลอโรซิส และนิโครซิส และใบสีบรอนซ์ ผักกาดหอม (Letturce) เป็นพืชที่ว่องไวต่อการขาดคลอรีนมาก ส่วนน้ำเต้า (Squash) จะไม่ว่องไวเลย

ความเป็นพิษ

พืชที่ได้รับคลอรีนมากเกินไปมักจะแสดงอาการดังนี้ ขนาดของใบจะลดลง การเจริญเติบโตช้า พืชบางชนิดจะแสดงอาการไหม้มักจะเกิดที่ปลายใบ หรือตามขอบใบ เกิดสีบรอนซ์และมีสีเหลืองก่อนที่จะแก่ บางครั้งก็อาจเกิดคลอโรซีสที่ใบ

ปัจจัยที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของคลอรีน

เนื่องจากเกลือคลอไรด์ ส่วนมากละลายน้ำได้ง่าย และถูกดูดซับได้น้อย ปริมาณของคลอรีนในดิน จึงมักขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ ในแถบที่มีฝนตกชุดลอรีนจะถูกชะล้างออกไปจากหน้าตัดดินมาก ดินในเขตนี้ก็จะมีคอลรีนน้อย ตรงกันข้ามกับในดินแถบกึ่งแห้งแล้งหรือเขตแห้งแล้ง เกลือคลอไรด์จากส่วนต่าง ๆ ของหน้าตัดดิน จะไหลซึมขึ้นมากับน้ำซับ (Capillary water)มาสะสมอยู่หน้าตัดดิน พืชส่วนใหญ่มักจะไม่แสดงอาการขาดคลอรีนทั้งนี้เพราะเหตุผล 2 ประการคือ

1. มักจะมีคลอรีนเป็นสิ่งเจือปนอยู่ในปุ๋ยหรือสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรอื่น ๆ อยู่เสมอ
2. ปริมาณคลอรีนที่ปนมากับน้ำฝนมีมากเกินความต้องการของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาของคลอไรด์ที่มีมากเกินไปในน้ำชลประทาน เป็นผลเนื่องมาจาก

1. ปริมาณคลอไรด์ที่มากเกินไปในน้ำชลประทาน
2. การขาดน้ำที่จะล้างคลอไรด์ที่สะสมบริเวณรากพืชออกไป
3. ความไม่เหมาะสมของคุณสมบัติทางฟิสิกส์และการระบายน้ำของดินที่จะชะล้าง
4. การเคลื่อนย้ายคลอไรด์จากดินล่างสู่บริเวณรากพืช

มลภาวะทางสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้ความเข้มข้นของคลอไรด์สูงเช่น จากรถยนต์ น้ำเสีย น้ำมัน หรือกาชธรรมชาติ และของเสียจากโรงงานอุตสหกรรม (Beaton และคณะ ,1990)

กำมะถัน (Sulfer)

กำมะถันจัดเป็นธาตุอาหารรอง ที่มีหน้าที่และบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่น จำเป็นต่อการสร้างโปรตีนและกรดอะมิโนบางชนิดที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบเช่น cystine , cysteine และ methionine เป็นองค์ประกอบของวิตามิน B_1 (Thiamine) ,C0 enzyme A และ glutamine, เป็นองค์ประกอบของ Coenzyme หลายชนิดเช่น thiamine pyrophosphate มีผลทางอ้อมต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ของพืชและการแบ่งเซลล์แบบ Mitosis เพิ่มปริมาณน้ำมันในพืช เช่น แฟลค (Flax) และถั่วเหลือง

กำมะถันในต้นพืชจะไม่สะสมอยู่ในส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชโดยเฉพาะแต่มักจะกระจายทั่วไปทั้งต้นเช่น ในข้าวโพดที่แก่เต็มที่จะมีกำมะถันอยู่ในลำต้น 0.07% ใบ 0.12% เมล็ด 0.08% และราก 0.03% เป็นต้น ประมาณของกำมะถันในเมล็ดจะมีเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในเมล็ดแต่ในตอซังและต้นจะมีกำมะถันมากกว่าฟอสฟอรัสเป็น 2 เท่า พืชตระกูลถั่ว กะหล่ำปลี หน่อไม้ฝรั่ง ต้องการกำมะถันมาก พวกที่ต้องการกำมะถันรองลงมาได้แก่ ฝ้าย ยาสูบ มันฝรั่ง และพวกที่ต้องการกำมะถันน้อยลงมาอีกได้แก่ ธัญพืชต่าง ๆ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง เป็นต้น

ในดินบางแห่ง ปริมาณของกำมะถันในดินอาจมีไม่เพียงพอกับความต้องการของพืชทำให้พืชอาจแสดงอาการขาดธาตุกำมะถันได้ ลักษณะอาการที่แสดงออกคือ ใบมีสีเขียวอ่อนหรือเหลืองคล้าย ๆ กับอาการของไนโตรเจน และใบจะมีขนาดเล็กลง ยอดของพืชจะชงักการเจริญเติบโตเนื้อไม้แข็ง รากยาวผิดปกติ ถ้าพืชมีอายุน้อยอาจตายได้ นอกจากนี้พืชที่ขาดกำมะถันจะมีใบล่างหนาและกระด้างลำต้นมีสีเขียวเหลืองเกิดขึ้น เนื่องไม้มีลักษณะยาวผิดปกติและผอมบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในพืชตระกูลถั่วใบอ่อนจะมีสีเขียวอ่อน ถึงสีเหลืองรวมทั้งเส้นใบ และต่อมาใบแก่จะกลายเป็นสีเหลือง ต้นถั่วมีโปรตีนต่ำ มีปมน้อย การตรึงไนโตรเจนเกิดลดลง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา,2535) ในดินกรดจัด เมื่อมีการขังน้ำ ติดต่อกันมักจะเกิดการลดออกซิเจนของกำมะถัน ซึ่งทำให้ความเข้มข้นของซัลไฟล์ในสารละลายดิน อาจเพิ่มขึ้นจนเกินระดับที่พืชทนได้ พืชก็จะแสดงอาการเป็นพิษออกมา (Tanaka และ Yoshida,1970) ดินที่เป็นกลางหรือดินด่างมีความเข้มข้นของซัลเฟตสูงถึง 1,500 ppm ซึ่งซัลเฟตถูกรีดิวซ์หมดเมื่อดินขังน้ำ 6 สัปดาห์ ความเป็นพิษของเหล็กและไฮดรอกไซด์ หรือ เฟอริกคาร์บอเนต ผลที่เกิดตามมาคือเกิดความเป็นพิษของเหล็ก และไฮโดรเจนซัลไฟด์เองก็จะไปทำลายระบบการทำงานของรากพืชได้ และจากกรณีดังกล่าวในดินกรดจัดซึ่งมีเหล็กสะสมอยู่มาก ซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นในรูปของเฟอรัสซัลไฟด์อาจมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของราก เช่น เป็นตัวแก่งแย่ง ออกซิเจน จากรากและบริเวณรากข้าวถูกยับยั้งรากข้าวหายใจได้น้อยลงส่งผลให้ต้นข้าวมีแหล่งสะสมมาก แต่ถ้าระดับ pH ของสารละลายสูงขึ้น ปริมาณ เหล็กในต้นข้าวจะมีค่าลดลง เนื่องจากระบบการหายใจของข้าวดีขึ้น เหล็กจึงตกตะกอนไป สำหรับอาการเป็นพิษของข้าวเนื่องจากไฮโดรเจนซัลไฟด์นั้น จะทำให้รากข้าวดึงดูดธาตุอาหารและน้ำไม่สะดวก โดยไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในราก ทำให้ข้าวแสดงอาการขาดธาตุอาหารเป็นลักษณะอาการเป็นโรคทางสรีระของข้าว ซึ่งรู้จักกันดีในประเทศเกาหลี และญี่ปุ่น เรียกว่า Akiochi แต่ความเป็นพิษของไฮโดรเจนซัลไฟด์อาจลดลงได้ ถ้าในดินมีปริมาณเหล็กอิสระสูงเพียงพอ กาซไฮโดรเจนซัลไฟด์ก็จะตกตะกอนในรูปเฟอรัสซัลไฟด์ได้

ปริมาณกำมะถันในดิน

โดยเฉลี่ยแล้วส่วนที่เป็นผิวโลก (lithosphere) มีกำมะถันอยู่ 0.06% ซึ่งจะอยู่ในรูปของ sulfide , sulfate และอยู่ร่วมกับคาร์บอนและไนโตรเจนในสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ ส่วนใหญ่ของกำมะถันในดินจะอยู่ในรูปอินทรียวัตถุนอกจากดินบางแห่งที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้น ๆ ก็จะมีกำมะถันอยู่ในดินล่างมากเช่น กรุงเทพฯ ซึ่งจะพบกำมะถันอยู่ในรูปของแร่ยิปซัมเป็นจำนวนมากในดินล่าง โดยปกติแล้วดินที่อยู่ในบริเวณชุ่มชื้นจะมีกำมะถันอยู่ระหว่าง 0.01% ถึง 0.14 % เฉลี่ยประมาณ 0.05%

รูปของกำมะถันในดิน

กำมะถันในดินมีอยู่หลายรูป กำมะถันเป็นองค์ประกอบของหิน เช่น หินดินดาน จะมีกำมะถันอยู่มากกว่าหินอื่น ๆ โดยเฉลี่ยหินดินดานมีกำมะถันประมาณ 0.25% นอกจากนี้กำมะถันยังอยู่ในรูปของแร่บางชนิด สารประกอบของกำมะถันที่เป็นสารประกอบอนินทรีย์นั้น ส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะอยู่ในรูปของแร่ไพไรต์ (FeS_2) ยิปซัม ($CaSO_4.2H_2O$) และแอนไฮไดรต์ ($CaSO_4$) ตามปกติแล้วกว่าครึ่งหนึ่งของกำมะถันในดินบนจะอยู่ในรูปของอินทรียวัตถุส่วนกำมะถันที่อยู่ในรูปของเกลือซัลเฟตนั้นมีน้อยมาก โดยเฉพาะในบริเวณแถบชุ่มชื้น ทั้งนี้เพราะว่าเกลือซัลเฟตละลายน้ำได้ดีจึงถูกชะล้างไปได้ง่าย กำมะถันในดินบางครั้งอาจจะอยู่ในรูปของซัลไฟด์ก็ได้โดยเฉพาะเหล็กซัลไฟด์ ซึ่งจะพบว่ามีอยู่มากในดินที่มีขบวนการผุพังสลายตัวทางเคมี เกิดขึ้นยังไม่สมบูรณ์

สำหรับดินที่มีการถ่ายเทอากาศดีนั้น กำมะถันที่อยู่ในรูปของอินทรียวัตถุจะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในรูปของซัลเฟต แต่ก่อนจะเป็นซัลเฟตนั้นกำมะถันที่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์จะถูก reduced ก่อนเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ แล้วจึงถูก oxidised ให้เป็นซัลไฟด์ และเป็นซัลเฟตตามลำดับ ขบวนการที่อินทรียสารถูก oxidised ให้กลายเป็นซัลไฟด์และซัลเฟตตามลำดับนั้นเรียกว่า sulfofication process ขบวนการนี้เกิดขึ้นจาก heterotrophic organism แต่ถ้าดินมีการถ่ายเทอากาศไม่ดี มีออกซิเจนไม่พอ แก่ขบวนการ oxidation ก็จะเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และคาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) ซึ่งเกิดจากขบวนการสลายตัวของ organic sulfur

พืชที่ใช้ในการทดลอง

ข้าวโพด (Corn)

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่สำคัญพืชหนึ่งของโบกไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าข้าวสาลีและข้าว เนื่องจากข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารคาร์โบไฮเดรทและโปรตีนจึงเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์และมนุษย์นอกจากนี้ยังนำข้าวโพดมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อีกมากมาย เช่น ทำแป้ง น้ำมัน น้ำตาล สบู่ สีทาบ้าน กล้องยาสูบ เครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ เป็นต้น

ข้าวโพดได้ถูกจัดให้อยู่ในลำดับทางพฤกษศาสตร์ดังต่อไปนี้

Kingdom	Plant
Division	Spermatophyta
Class	Angiospermae
Subclass	Monocothyledoneae
Order	Graminae
Family	Gramineae
Sub-Family	Panicoideae
Tribe	Maydeae
Genus	Zea
Species	mays

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวโพดมีความต้องการธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สูงกว่าปริมาณธาตุอาหารอื่น ๆ โดยเฉพาะ ไนโตรเจน จะมีส่วนส่งเสริมให้ข้าวโพดเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ข้าวโพดควรทำการแบ่งใส่ 2ครั้ง คือใส่พร้อมปลูก และเมื่อข้าวโพดอายุประมาณ 20-25 วัน นอกจากนี้การให้ปุ๋ยธาตุรองและจุลธาตุ ก็มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด โดยเฉพาะข้าวโพดหลานและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชไร่ที่ต้องการธาตุอาหารรองและจุลธาตุค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่และพืชล้มลุกอื่น ๆ ข้าวโพดจึงอาจขาดธาตุเหล่านี้ได้ เช่นถ้าข้าวโพดขาดธาตุกำมะถัน ใบยอดจะมีสีเหลืองหรือเขียวอ่อนในขณะที่ใบแก่ข้างล่างมีสีเขียวกว่า บางครั้งใบอาจมีแนวสีเหลืองเขียวเล็ก ๆ เกิดขึ้นขนานคู่กันไปกับเส้นแกนใบตามความยาวตลอด สามารถแก้ไขอาการขาดโดยการใส่ปุ๋ยเคมีที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่อย่างน้อย 5 % ของเนื้อปุ๋ย หรืออาจใส่ผงกำมะถัน ยิปซั่ม และสารประกอบประเภทเกลือซัลเฟตทั้งหลาย เป็นต้น (เอกสารวิชาการ เล่ม 4,2524)

ข้าว

อนุกรมวิธานของข้าว

Kingdom	Plant
Division	Spermatophyta
Class	Angiospermae
Subclass	Monocothyledoneae
Order	Graminales
Family	Graminae
Genus	Oryza
Species	Sativa และ glaberrima

ข้าวชนิด Sativa แบ่งเป็น 3 พวก คือ

1. Indica type เป็นข้าวที่มีลักษณะยาวเรียว เมล็ดมีขนาดกว้างประมาณ 2.8 mm. ยาว 9-11 mm. ปลูกในประเทศเขตร้อน ผลผลิตต่ำ ตอบสนองต่อปุ๋ยน้อย สามารถปรับตัวได้ง่ายต่อสภาพแวดล้อม

2. Japonica type เป็นข้าวที่มีลักษณะเมล็ดป้อมสั้น ปลูกมากในประทศเขตอบอุ่น ให้ผลผลิตสูง ตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดีมาก

3. Javanica type มีลักษณะของเมล็ดระหว่าง Indica type และ Japonica type ปลูกมากในประเทศอินโดนีเซีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกข้าวถือว่าเป็นการเกษตรหลักของประเทศไทยซึ่งมีพื้นที่การปลูกเป็น 14.2 % ของพื้นที่ทั้งประเทศ ภาคกลางของประเทศไทยเป็นภาคที่มีการปลูกข้าวเป็นอาชีพหลักเป็นพื้นที่มากพอสมควรแต่ดินที่ใช้ปลูกข้าวในภาคกลางนั้นมักพบปัญหาที่สำคัญ เช่น ความเป็นกรดของดิน ซึ่งจะทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงถึงจะมีการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เพียงพอแต่ถ้าไม่มีการจัดการดินเป็นพิเศษก็จะให้ผลผลิตต่ำ การปรับปรุงดินกรด เพื่อเป็นการปลูกข้าวจึงมีความสำคัญมาก อาจทำได้ดังนี้

1. การชะล้างดินและการระบายน้ำ
2. การขังน้ำจะทำให้ pH เพิ่มขึ้น ความเป็นพิษของ Al และ Fe จะลดลง
3. การใส่ปูน ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด
4. การใส่ MnO_2 เนื่องจากค่า Redox potential สูง ดังนั้นจึงต้านทานการทดลองของ Eh ของดิน
5. การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เพราะดินกรดอาจขาดได้ ซึ่งจะใส่ควบคู่การใส่ปูน
6. การใช้พันธุ์ต้านทาน ซึ่งพันธุ์ที่ต้านทานเหล็กและอลูมิเนียมจะให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ที่ไม่ต้านทานมาก (ทัศนีย์ , 2531)

ดินที่ใช้ปลูกข้าว

ดินนาจะมีการขังน้ำอย่างน้อย 3 เดือน ทำให้เกิด Reduction อาจจะทำให้เกิดผลดีและผลเสียต่อผลผลิตของข้าว (ไพบูลย์ ,2527)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในดินที่มีการขังน้ำ ได้แก่

1. การลดลงของ redox potential (Eh) ดินที่มีการขังน้ำค่า Eh จะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงจุดๆ หนึ่งก็จะเพิ่มขึ้น แต่จะน้อยกว่าตอนที่ยังไม่ขังน้ำ แล้วจะลดลงแบบอซิมพ์โตนิค เมื่อเวลานานขึ้น (ไพบูลย์, 2528)การลดลงของค่า Eh จะรวดเร็วและรุนแรงแค่ไหนขึ้นอยู่กับ ชนิดและปริมาณอินทรีย์วัตถุ ระดับ Eh และ pH เดิมก่อนที่จะมีน้ำขัง อุณหภูมิของดิน และ ชนิดและปริมาณของตัวรับอิเลคตรอนที่มีอยู่ในดิน(ทัศนีย์, 2531)

2. การเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรดของดิน pH ของดินกรดจะมีค่าสูงขึ้นและ pH ของดินด่างจะมีค่าลดลง ซึ่งดินจะมีแนวโน้มเป็นกลาง (Teare และ Peet, 1993 ; ทัศนีย์, 2531) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับ pH เริ่มต้นของดิน ธรรมชาติและตัวรับอิเลคตรอน และชนิดและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ไพบูลย์, 2528) ค่า pH จะมีอิทธิพลต่อสมดุลย์ของ hydroxide ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

carbonate , sulfide , phosphate และ silicate ซึ่งสมดุลย์นี้จะควบคุมการตกตะกอน การละลายของสารประกอบต่างๆ การดูดยึดและการปลดปล่อยไอออนต่างๆ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส เหล็ก อลูมินัม ทองแดง สังกะสี H_2S และกรดอินทรีย์(ทัศนีย์, 2531)

3. การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า ค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายดินของดินส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นถึงระดับสูงสุด แล้วจึงลดลงอย่างรวดเร็ว(ไพบูลย์, 2528) ในดินกรดการลดลงค่าการนำไฟฟ้าหลังจากถึงจุดสูงสุดแล้ว เนื่องจากการตกตะกอนของ Fe^{+2} และ Mn^{+2} เป็น $Fe_3O_4.nH_2O$ และ $MnCO_3$ ในดินด่านั้นเนื่องจาก partial pressure ของ CO_2 ลดลง และการสลายตัวของกรดอินทรีย์ (ทัศนีย์, 2531)

ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 ข้อนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าเคมีในดินที่มีการขังน้ำ

4. การ reduction ของเหล็ก เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของดินที่ขังน้ำที่สำคัญที่สุด คือ การที่เหล็กถูก reduced แล้วละลายได้เพิ่มขึ้น การที่ Fe^{+3} ถูก reduced เป็น Fe^{+2} มีความสำคัญคือจะให้ Fe^{+2} แก่ต้นข้าว แต่ถ้าดินมี pH ต่ำ และมีปริมาณของ Fe^{+2} มากเกินไปจะเป็นพิษต่อข้าวได้ (ไพบูลย์, 2528 ; ทัศนีย์, 2531)

5. การ reduction ของ แมงกานีส หลังจากที่ไนเตรทถูก reduced เนื่องจากขาดออกซิเจนแล้ว จะเกิดการ reduced ของสารประกอบแมงกานีสออกไซด์ (MnO_2 , Mn_2O_3 , Mn_3O_4) ซึ่งสารประกอบของ Mn (IV) ซึ่งไม่ละลายน้ำจะเปลี่ยนเป็น Mn (II) ซึ่งละลายได้มากกว่า (ไพบูลย์, 2528) ในดินน้ำขังส่วนใหญ่จะมีปริมาณของ Mn^{+2} ที่ละลายได้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว และไม่พบ Mn เป็นพิษ(ทัศนีย์, 2531) ปริมาณของ MnO_2 ที่มีอยู่เดิมหรือใส่ลงไปใหม่จะต้านทาน reduction ของดิน และแก้ปัญหาของการมี Fe^{+2} ที่มีมากเกินไปได้(Teare และ Peet, 1983)

6. การ reduced ของซัลเฟต ดินที่ขังน้ำและอยู่ในสภาพ reduction รุนแรงจะทำให้เกิดการ reduced ของซัลเฟต เป็นซัลไฟด์ โดยกิจกรรมของแบคทีเรียที่จำเป็นต้องใช้ซัลเฟตเป็นตัวรับอิเลคตรอนใน ขบวนการหายใจที่ไม่ใช้ออกซิเจน เนื่องจาก Fe^{+3} จะถูกรีดิวซ์เป็น Fe^{+2} ก่อนแล้ว H_2S ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับ Fe^{+2} เกิดเป็น FeS ตกตะกอน ป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์และข้าวได้รับความเป็นพิษของ H_2S ได้นอกจากดินมี Fe ต่ำ ไม่สามารถทำปฏิกิริยากับ H_2S ได้เพียงพอ พืชจะได้รับความเป็นพิษจาก H_2S ได้(ไพบูลย์, 2528 ; ทัศนีย์, 2531)

7. การเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟส ฟอสฟอรัสไม่ได้เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา oxidation - reduction ในดินน้ำขังโดยตรง คือ จะเกี่ยวข้องกับเคมีของเหล็ก และสภาพที่ทำให้เหล็กละลายได้มากขึ้นก็ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นด้วย (ไพบูลย์, 2538 ; ทัศนีย์, 2531) คือจะมีการ reduced จาก ferric phosphate ละลายได้มากขึ้น (Teare และ Peet, 1983)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจน ไนโตรเจนส่วนใหญ่ในดินจะอยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ รูปของไนโตรเจนในดิน คือ NO_3^- และ NH_4^+ แต่ในสภาพดินน้ำขัง จะอยู่ในรูป NH_4^+ ทั้งนี้เพราะจุลินทรีย์ที่จะ oxidized NH_4^+ และ NO_3^- ไม่ทำงานในสภาพขาดออกซิเจน (สรสิทธิ์, 2527) และมีกระบวนการ denitrification สูงขึ้นยกเว้นบริเวณ oxidized layer ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนประมาณ 50% หรือมากกว่า โดยเฉพาะในดินที่มีการแห้งและเปียกสลับกัน (Teare และ Peet, 1983) มีการสะสมแอมโมเนียมในดินที่ขังน้ำทั้งๆที่อินทรีย์วัตถุอาจมี C:N ratio กว้าง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยแอมโมเนียมขึ้นกับ อุณหภูมิ ธรรมชาติและปริมาณของอินทรีย์วัตถุ และการจัดการดินก่อนขังน้ำ (Teare และ Peet, 1983 ; สรสิทธิ์, 2527 ; ไพบูลย์, 2528 ; ทัศนีย์, 2531)

9. การเปลี่ยนแปลงทางชีวะเคมีในดิน ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนแปลงจำนวนของจุลินทรีย์ กระบวนการ metabolic ต่างๆ การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารบริเวณรากข้าว และการตรึงไนโตรเจนในดิน(ทัศนีย์, 2531)

10. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีความสำคัญน้อย เพราะว่าดินจะถูกทำให้เป็นตม (pudding) ซึ่งโครงสร้างของดินเสียไป แต่อุ้มน้ำได้นานขึ้น ดินแข็งและแน่นทึบ (ไพบูลย์, 2527)

ดินที่ใช้ในการทดลอง

ดินชุดบางปะกง (Bpg:Bang Pakong series)

Typic Sulfaquents : Fine ,mixed ,acid

Order Entisols

Suborder Aquents

Great group Sulfaquents

Subgroup Typic Sulfaquents

Family fine, mixed, acid

series Bang Pakong

Typical profile : Bang Pakong clay

Site located near Klong Dan , Amphoe Bang Bo ,Samut Prakan province in mangrove forest

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A1g 0-5 cm. brown (7.5 YR 4/2) clay;many coarse dark grey mottles;nearly ripe;pH 7.5

A3g 5-30 cm. dark grey (10 YR 4/1) clay with few fine distinct brown mottles along root channels half ripe;many fine roots;pH 8.0

C1g 30-100 cm dark grey (5Y 4/1) clay;nearly unripe many fine fibrous ,partly decomposed roots; pH 8.5

C2g 100-160 cm dark greenish grey (5 GY 4/1) to dark grey (5Y 4/1) clay; nearly unripe; many fine partly decomposed roots;pH 8.5

ดินชุดนี้พบบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล ระดับเดียวกับดินชุดท่าจีน น้ำทะเลท่วมถึง สภาพพื้นที่ราบเรียบ เป็นดินลึก การระบายน้ำเลวมาก ความสามารถในการอุ้มน้ำสูงแต่ดินสามารถให้น้ำซึมผ่านได้เร็ว เนื่องจากมีรูปูและรูของรากพืชอยู่ในดินเป็นจำนวนมาก

ดินบนลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนซิลท์ สีพื้นเป็นสีน้ำตาล มีจุดประสีเทาเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นด่างอ่อน มีค่าของความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.5 ส่วนดินล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตร ลงไป เป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนซิลท์ มีสีพื้นเป็นสีเทาเข้ม หรือสีเทาเข้มปนเขียว ปฏิกิริยาของดินเป็นด่างปานกลางถึงเป็นด่างแก่ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.5-8.5

ดินชุดบางปะกง มีลักษณะและคุณสมบัติเหมือนกับดินชุดท่าจีน มีความแตกต่างกับดินชุดท่าจีน เนื่องจากมีปริมาณกำมะถันในดินสูงมาก เมื่อดินแห้งจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ดินเป็นกรดแก่ ถ้าดินเปียก จะมีปฏิกิริยาเป็นด่าง แม้ว่าดินจะมีความอุดมสมบูรณ์สูง แต่ เนื่องจากดินเค็มและเป็นกรดแก่ด้วย และดินจะเปียกอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินขึ้นมาสูงเกือบถึงผิวดิน จึงไม่สามารถทำประโยชน์ได้ คงปล่อยทิ้งไว้เป็นป่าพวกโกงกาง บางแห่งถ้ามีการปรับปรุงให้ดินมีคุณสมบัติดีขึ้นก็สามารถใช้ปลูกข้าวและทำสวนผลไม้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างดินชุดดินบางปะกง
2. วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตผงชูรสบริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัด
   - 2.1 Ami-Ami G
   - 2.2 Ami-Ami L
3. ปุ๋ยอินทรีย์ : ปุ๋ย กทม.1
4. ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)
5. ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม : Potassiumdihydrogen phosphate (KH_2PO_4)
6. กระถางขนาด 15 นิ้ว จำนวน 72 ใบ
7. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
8. เมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ กข.23
9. เครื่องกรองน้ำและปั๊มน้ำ

อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์

1. ตัวอย่างดินและพืชที่ทำการทดลอง
2. Atomic absorption spectrophotometer
3. Beaker
4. Buret
5. Cylinder
6. Digestion apparatus
7. Disgestion tube
8. Distillation apparatus
9. Ec meter
10. Erlenmetric flask
11. Funnels
12. Pipet
13. pH meter
14. Shaking machine
15. Spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. Volumetric flask

17. Volumetric pipet

18. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 และเบอร์ 1

19. เครื่องชั่ง

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. Acetate-acetic solution

2. Acidified sodium chloride

3. Activate carbon

4. Ammonium paramolybdate

5. Ascorbic acid

6. Barium chloride

7. Boric acid indicator solution

8. Bray II

9. Ethyl alcohol

10. Ferrous sulfate heptahydrate

11. Hydrochloric acid

12. Mixed indicator

13. Molybdate-Vanadate solution

14. Nitric acid

15. O-phenanthroline indicator

16. Potassium chromate

17. Potassium dichromate

18. Silver nitrate solution

19. Sodium hydroxide

20. Standard calcium

21. Standard magnesium

22. Standard phosphorus

23. Standard potassium

24. Standard sodium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ใช้ดินเก่าที่มีอยู่แล้วจำนวน 72 กระถาง แบ่งปลูกข้าวโพดจำนวน 36 กระถางและ ปลูกข้าวจำนวน 36 กระถาง พรวนดินและรดน้ำให้ชุ่มก่อนทำการใส่ปุ๋ยและปลูกพืช

2. ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) จำนวน 12 ตำรับ (Treatment) 3 ซ้ำ (Replication) โดยแบ่งเป็นดังนี้

Treatment 1	Control (No fertilizer)
Treatment 2	Control + Lime
Treatment 3	NPK
Treatment 4	NPK + Lime
Treatment 5	Organicfertilizer
Treatment 6	Organicfertilizer + Lime
Treatment 7	Ami-Ami G
Treatment 8	Ami-Ami G + PK + Lime
Treatment 9	Ami-Ami G +PK + Lime + crop rotation
Treatment 10	Ami-Ami L
Treatment 11	Ami-Ami L + PK + Lime
Treatment 12	Ami-Ami L + PK + Lime + crop rotation

crop rotation (cr) : สำหรับข้าว ; ข้าว→ข้าวโพด→ถั่ว

: สำหรับข้าวโพด ; ข้าวโพด→ถั่ว→ละน้ำ

3. การใส่ปุ๋ย หลังจากพรวนดินแล้วทำการใส่ปุ๋ยก่อนทำการปลูกตามตำรับ (Treatment) ต่าง ๆ ดังนี้

Urea (nitrogen)	11.59	g./ดิน 20 kg.
Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4)	25.00	g./ดิน 20 kg.
ปุ๋ยคทม. (Organic fertilizer)	592.66	g./ดิน20 kg.
Ami-Ami G	98.78	g./ดิน 20 kg.
Ami-Ami L	97.87	g./ดิน 20 kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตำรับ (Treatment) ต่าง ๆ จะมีปริมาณของไนโตรเจนเท่ากับ 5.34 g/ดิน 20 kg. หลังจากใส่ปุ๋ยแล้วทำการคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน ซึ่งจะใส่ปุ๋ย 1 ครั้งต่อการปลูก 1ครั้ง

4. การขังน้ำ สำหรับกระถางที่จะปลูกข้าวต้องมีการขังน้ำโดยให้ระดับน้ำสูง จากผิวหน้าดินประมาณ 15 เซนติเมตร และขังก่อนทำการปลูกข้าวประมาณ 15 วัน

5. ขั้นตอนการปลูก

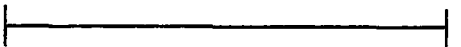
พืชที่ทำการปลูกมี 2 ชนิดคือ ข้าวโพดและข้าว ซึ่งข้าวโพดนั้นทำการปลูก 3 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลาในการปลูกประมาณ 3 เดือน โดยในแต่ละครั้งที่ปลูกนั้นจะมี crop rotation ที่ต่างกัน ซึ่งครั้งที่ 1 จะเป็นข้าวโพด ครั้งที่ 2 จะเป็นถั่ว และครั้งที่ 3 จะเป็นผักคะน้า โดยจะปลูกในตำรับ (Treatment) ที่ 9 และ 12 ในการทดลอง

5.1 การปลูกข้าวโพด นำเมล็ดข้าวโพดไปหว่านในกระถางจำนวน 5 เมล็ด หลังจากเมล็ดงอกได้ประมาณ 1 สัปดาห์ ทำการถอนให้เหลือกระถางละ 3 ต้น รดน้ำทุกวัน ในตอนเช้าจนถึงตอนเก็บเกี่ยว ดังนี้

ข้าวโพดปลูกครั้งที่ 1	ข้าวโพดปลูกครั้งที่ 2	ข้าวโพดปลูกครั้งที่ 3	เก็บตัวอย่างดิน
- ใส่ปุ๋ย 11 พ.ย. 37	- ใส่ปุ๋ย 3 ก.พ. 38	- ใส่ปุ๋ย 4 ส.ค. 38	-วันที่ 20ต.ค38
- เริ่มปลูก 18 พ.ย.37	- เริ่มปลูก 10 ก.พ. 38	- เริ่มปลูก 10 ส.ค. 38	
- เก็บตัวอย่าง 20 ม.ค.38	- เก็บตัวอย่าง 21 เม.ย. 38	- เก็บตัวอย่าง 18 ต.ค. 38	
- crop rotation :ไม่มี	- crop rotation : ถั่ว	- crop rotation : ผักคะน้า	

5.2 การปลูกข้าว นำเมล็ดข้าวพันธุ์ กข.23 ไปแช่น้ำประมาณ 5 วัน เพื่อให้รากงอก จากนั้นนำไปเพาะในกะบะซึ่งมีดินชุดบางปะกงอยู่ รดน้ำทุกวันจนต้นกล้าสูงประมาณ 2 นิ้ว แล้วขังน้ำในกะบะให้ลึกประมาณ 1 นิ้ว จนต้นกล้ามีอายุหนึ่งเดือนจึงนำไปปักดำในกระถางที่เตรียมไว้ ในระหว่างการเพาะกล้าจะใส่ปุ๋ยยูเรียปริมาณเล็กน้อยก่อนถอนกล้าไปปักดำ 7 วัน การ ปักดำนั้นในแต่ละกระถางจะใช้ต้นกล้า 3 กอๆละประมาณ 3 ต้นได้ทำการปักดำในวันที่ 24 พฤษภาคม 2538 และต้องคอยดูแลไม่ให้น้ำในกระถางต่ำกว่า 10 เซนติเมตรจากผิวดิน ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99651



การปลูกข้าว — เก็บตัวอย่างดิน

- ใส่ปุ๋ย 18 พ.ค. 38
- เริ่มปลูก 24 พ.ค. 38
- เก็บตัวอย่าง 1 ก.ย. 38
- crop rotation : ข้าวโพด
  : ถั่ว
- วันที่ 3 ก.ย. 38

6. การเก็บเกี่ยวผลผลิต

6.1 การเก็บเกี่ยวข้าวโพด จะใช้ระยะเวลาในการปลูกประมาณ 3 เดือน ซึ่งเป็น ช่วงที่ข้าวโพดกำลังออกดอก การเก็บเกี่ยวนั้นใช้กรรไกรตัดกิ่งตัดให้สูงจากผิวดินประมาณ 1 เซนติเมตร และทำการเก็บเกี่ยวในตอนเช้าเพราะเป็นช่วงที่ข้าวโพดมีการคายน้ำน้อย

6.2 การเก็บเกี่ยวข้าว จะใช้เวลาในการปลูกข้าวประมาณ 3 เดือน โดยทำการเก็บใน วันที่ 1 กันยายน 2538 ก่อนเก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 15 วันจะงดการให้น้ำ การเก็บเกี่ยวจะตัดลำต้นของข้าวสูงจากผิวดินประมาณ 1-2 เซนติเมตร

7. การเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

7.1 การเก็บตัวอย่างดิน จะทำการเก็บตัวอย่างดินหลังการปลูกซึ่งจะเก็บหลังจาการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว หลังจากนั้นตากดินตัวอย่างไว้จนแห้งบดให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 0.5 มิลลิเมตร แล้วรอการวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

7.2 การเก็บตัวอย่างพืช หลังจากเก็บเกี่ยวพืชแล้วจะทำการชั่งน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง แล้วบดพืชให้ละเอียดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วรอการวิเคราะห์ในห้อง ปฏิบัติการในลำดับต่อไป

8. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

8.1 การวิเคราะห์ดิน

1. ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) อัตราส่วนดิน:น้ำ(1:5)
2. ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) อัตราส่วนดิน:น้ำ(1:5)
3. ผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (CEC) ชะดินด้วยสารละลายNH_4OAc pH 7.00
4. ร้อยละของอินทรียวัตถุในดิน (%OM) วิธี Rapid dicromate oxidation
5. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Avilable P) สกัดด้วยน้ำยา BrayII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ร้อยละของไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (%N) ย่อยสลายโดยวิธี Convertional Kjeldahl

7. ปริมาณโพแทสเซี่ยม (K) ชะดินด้วย NH_4OAc

8. ปริมาณแคลเซี่ยม (Ca) ชะดินด้วย NH_4OAc

9. ปริมาณแมกนีเซี่ยม (Mg) ชะดินด้วย NH_4OAc

10. ปริมาณโซเดียม (Na) ชะดินด้วย NH_4OAc

11. ปริมาณซัลเฟต (SO_4) โดยวิธี Turbidi metric

12. ปริมาณคลอไรด์ (Cl) อัตราส่วนดิน: น้ำ (1:5)

8.2 การวิเคราะห์พืช

8.2.1 การวิเคราะห์ข้าวโพด

(1) น้ำหนักสด

(2) น้ำหนักแห้ง

(3) ปริมาณไนโตรเจน ย่อยสลายโดยวิธี Convention Kjeldahl

(4) ปริมาณฟอสฟอรัส ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(5) ปริมาณโพแทสเซี่ยม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(6) ปริมาณแคลเซี่ยม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(7) ปริมาณแมกนีเซี่ยม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(8) ปริมาณโซเดียม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

8.2.2 การวิเคราะห์ฟางข้าว

(1) น้ำหนักสด

(2) น้ำหนักแห้ง

(3) ปริมาณไนโตรเจน ย่อยสลายโดยวิธี Convertional Kjeldahl

(4) ปริมาณฟอสฟอรัส ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(5) ปริมาณโพแทสเซี่ยม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(6) ปริมาณแคลเซี่ยม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(7) ปริมาณแมกนีเซี่ยม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(8) ปริมาณโซเดียม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2.3 การวิเคราะห์เมล็ดข้าว

(1) น้ำหนักสดของเมล็ดทั้งหมด

(2) น้ำหนักแห้งของเมล็ดทั้งหมด

(3) น้ำหนักแห้งของเมล็ด 1,000 เมล็ด

(4) ร้อยละของเมล็ดลีบ

(5) ปริมาณไนโตรเจน ย่อยสลายโดยวิธี Convertional Kjeldahl

(6) ปริมาณฟอสฟอรัส ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(7) ปริมาณโพแทสเซี่ยม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(8) ปริมาณแคลเซี่ยม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(9) ปริมาณแมกนีเซี่ยม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

(10) ปริมาณโซเดียม ย่อยสลายโดยวิธี Acidmixture digestion

9. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) นำมา วิเคราะห์โดยใช้ ANOVA เพื่อหา F-Value หากข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นตั้งแต่ 95% ขึ้นไป นำข้อมูลนั้นมาเปรียบเทียบเพื่อหาความแตกต่างโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ทดสอบ

ระยะเวลาในการทดลอง

เตรียมดินเพื่อการปลูก วันที่ 11 พฤศจิกายน 2537

การปลูกข้าวโพดครั้งที่ 1วันที่ 18 พฤศจิกายน 2537 - 20 มกราคม 2538

การปลูกข้าวโพดครั้งที่ 2 วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2538 - 21 เมษายน 2538

การปลูกข้าวโพดครั้งที่ 3 วันที่ 10 สิงหาคม 2538 - 18 ตุลาคม 2538

การปลูกข้าว วันที่ 24 พฤษภาคม 2538 - 1 กันยายน 2538

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ วันที่ 20 ตุลาคม 2538 - 20 มีนาคม 2539

สถานที่ทดลอง

เรือนเพาะชำภาควิชาปฐพีวิทยา ชั้น 5 และห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่1

ตำรับ	น้ำหนัก (กรัม/กระถาง)	
	น้ำหนักสด**	น้ำหนักแห้ง**
C (No fertilizer)	271.31e	51.04f
C+L	286.68e	46.24f
NPK	1224.18a	243.02a
NPK+L	842.72c	162.27c
OM	505.54d	108.18d
OM+L	381.36e	82.68de
Ami-AmiG	344.70e	70.84ef
Ami-AmiG+PK+L	1015.32b	203.35b
Ami-AmiG+PK+L+cr	952.52bc	201.12b
Ami-AmiL	379.09e	65.82ef
Ami-AmiL+PK+L	921.38bc	170.35c
Ami-AmiL+PK+L+cr	869.50c	145.64c

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่าง ๆ มีผลต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่1 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่1 ตำรับที่มีน้ำหนักสดสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 1224.18 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 1015.32 และตำรับที่มีน้ำหนักสดต่ำสุดคือ C เท่ากับ 271.31 ตำรับที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 243.02 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 203.35 และตำรับที่มีน้ำหนักแห้งต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 46.24

น้อมสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14703

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่1

ตำรับ	ปริมาณ		
	ไนโตรเจน(%N)**	ฟอสฟอรัส(ppm.)**	โพแทสเซี่ยม(ppm.)**
C (No fertilizer)	0.17c	1123.20f	6887.08def
C+L	0.17c	1718.23e	8369.84abc
NPK	0.30b	4226.80bc	7121.47def
NPK+L	0.29b	4222.89bc	8719.22ab
OM	0.13c	1257.53ef	7209.32cdef
OM+L	0.17c	1125.53f	6143.17f
Ami-AmiG	0.43a	1450.16ef	6894.10def
Ami-AmiG+PK+L	0.26b	3332.90d	6728.01def
Ami-miG+PK+L+cr	0.27b	3728.30cd	7603.30bcde
Ami-AmiL	0.44a	1328.21ef	6327.72ef
Ami-AmiL+PK+L	0.30b	4687.56ab	7748.53bcd
Ami-AmiL+PK+L+cr	0.31b	4783.33a	9002.87a

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่1 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่2 ตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 0.44 รองลงมาคือ Ami-AmiG เท่ากับ 0.43 และตำรับที่ให้ปริมาณไนโตรเจนต่ำสุดคือ OM เท่ากับ 0.13 , ตำรับที่มีปริมาณ ฟอสฟอรัสสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 4783.33 รองลงมาคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 4687.56 และตำรับที่ให้ปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุดคือ C เท่ากับ 1123.20 ตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 9002.87 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 8719.22และตำรับที่ให้ ปริมาณโพแทสเซี่ยมต่ำสุดคือ OM+L เท่ากับ 6143.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซี่ยม และโซเดียมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่1

ตำรับ	ปริมาณ (ppm.)		
	แคลเซียม**	แมกนีเซี่ยม**	โซเดียม**
C (No fertilizer)	408.99bcd	914.63ab	786.34ef
C+L	701.38a	803.86abc	897.96cde
NPK	468.09abc	1105.29ab	1594.15a
NPK+L	706.90a	1108.22ab	1121.59b
OM	612.29ab	904.69ab	850.55def
OM+L	693.96a	975.06ab	795.62ef
Ami-AmiG	459.82abc	704.74bcd	697.72ef
Ami-AmiG+PK+L	720.43a	1166.02a	1136.06b
Ami-miG+PK+L+cr	357.33bcd	398.89cde	1078.48bc
Ami-AmiL	205.69cd	56.63e	638.73f
Ami-AmiL+PK+L	172.39d	54.86e	1026.04bcd
Ami-AmiL+PK+L+cr	410.46bcd	351.33de	824.49def

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณแคลเซียม แมกนีเซี่ยมและโซเดียมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่1 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่3 ตำรับที่มีปริมาณแคลเซียมสูงสุดคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 720.43 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 706.90 และตำรับที่ให้ปริมาณแคลเซียมต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 172.39ตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 1166.02 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 1108.22 และตำรับที่ให้ปริมาณแมกนีเซี่ยมต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 54.86 ตำรับที่มีปริมาณโซเดียมสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 1594.15 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 1136.06 และตำรับที่ให้ปริมาณโซเดียมต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 638.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักสดน้ำและหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่2

ตำรับ	น้ำหนัก (กรัม/กระถาง)	
	น้ำหนักสด**	น้ำหนักแห้ง**
C (No fertilizer)	203.82c	35.87d
C+L	365.29b	74.06bc
NPK	464.45a	94.98ab
NPK+L	448.84ab	101.38ab
OM	414.67ab	97.30ab
OM+L	463.00a	90.46ab
Ami-AmiG	488.37a	108.75a
Ami-AmiG+PK+L	440.46ab	90.50ab
Ami-miG+PK+L+cr	187.28c	46.84cd
Ami-AmiL	475.99a	97.34ab
Ami-AmiL+PK+L	500.19a	98.40ab
Ami-AmiL+PK+L+cr	175.93c	44.70cd

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่าง ๆ มีผลต่อน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่ 4 ตำรับที่มีน้ำหนักสดสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 500.19 รองลงมาคือ Ami-AmiG เท่ากับ 488.37 และตำรับที่มีน้ำหนักสดต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 175.93 ,ตำรับที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ Ami-AmiG เท่ากับ 108.75 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 101.38 และตำรับที่ มีน้ำหนักแห้งต่ำสุดคือ C เท่ากับ 35.87

หมายเหตุ : Crop rotation(cr) คือ ถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซี่ยมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่2

ตำรับ	ปริมาณ		
	ไนโตรเจน(%N)**	ฟอสฟอรัส (ppm)**	โพแทสเซี่ยม(ppm)**
C (No fertilizer)	0.15d	1752.36b	5389.93bcd
C+L	0.13de	1862.80b	5455.59bcd
NPK	0.12dde	3401.86b	4636.81d
NPK+L	0.12de	3397.40b	6237.05b
OM	0.14de	2379.83b	5551.21bc
OM+L	0.14de	1594.90b	5802.27bc
Ami-AmiG	0.25c	1256.46b	5444.75bcd
Ami-AmiG+PK+L	0.12de	2830.93b	5773.80bc
Ami-miG+PK+L+cr	0.30ab	7918.96a	7280.20a
Ami-AmiL	0.31a	4080.06b	5068.06cd
Ami-AmiL+PK+L	0.10e	3752.33b	6199.77b
Ami-AmiL+PK+L+cr	0.26bc	8676.60a	7799.15a

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่2 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่ 5 ตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 0.31 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 0.30 และตำรับที่ให้ปริมาณไนโตรเจนต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 0.10, ตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 8676.60 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 7918.96 และตำรับที่ให้ปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุดคือ Ami-AmiG เท่ากับ 1256.46, ตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 7799.15 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 7280.20 และตำรับที่ให้ปริมาณโพแทสเซี่ยมต่ำสุดคือ NPK เท่ากับ 4636.81

หมายเหตุ : Crop rotation (cr) คือ ถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซี่ยมและโซเดียมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่2

ตำรับ	ปริมาณ (ppm)		
	แคลเซียม**	แมกนีเซี่ยม**	โซเดียม**
C (No fertilizer)	320.65fg	846.90c	765.30c
C+L	457.41efg	910.64c	950.65bc
NPK	301.46g	1225.85a	1704.76a
NPK+L	445.62efg	1111.26ab	1157.79b
OM	475.65efg	838.83c	882.91bc
OM+L	543.08de	968.72bc	992.03bc
Ami-AmiG	309.88g	845.54c	818.89bc
Ami-AmiG+PK+L	499.77ef	1073.63b	1041.15bc
Ami-miG+PK+L+cr	2052.48b	556.40d	448.98d
Ami-AmiL	674.51d	229.77e	779.43c
Ami-AmiL+PK+L	1095.20c	687.04d	935.33bc
Ami-AmiL+PK+L+cr	2233.20a	582.84d	418.84d

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณแคลเซียม แมกนีเซี่ยมและโซเดียมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่ 6 ตำรับที่มีปริมาณแคลเซียมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 2233.20 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 2052.48 และตำรับที่ให้ปริมาณแคลเซียมต่ำสุดคือ NPK เท่ากับ 301.46 ตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซี่ยมสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 1225.85 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 1111.26 และตำรับที่ให้ปริมาณแมกนีเซี่ยมต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 229.77 ตำรับที่มีปริมาณโซเดียมสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 1704.76 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 1157.79 และตำรับที่ให้ปริมาณโซเดียมต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 418.84

หมายเหตุ : Crop rotation (cr) คือ ถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่3

ตำรับ	น้ำหนัก (กรัม/กระถาง)	
	น้ำหนักสด**	น้ำหนักแห้ง**
C (No fertilizer)	193.23c	40.82de
C+L	176.40c	32.70e
NPK	690.28a	125.07a
NPK+L	685.93a	114.94ab
OM	434.13b	72.15cd
OM+L	511.19b	84.75bc
Ami-AmiG	420.33b	66.45cd
Ami-AmiG+PK+L	380.56b	60.91cde
Ami-miG+PK+L+cr	128.61c	29.22e
Ami-AmiL	477.88b	79.30c
Ami-AmiL+PK+L	808.68a	145.99a
Ami-AmiL+PK+L+cr	130.35c	28.84e

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่3 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่7 ตำรับที่มีน้ำหนักสดสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 808.68 รองลงมาคือ NPK เท่ากับ 690.28 และตำรับที่มีน้ำหนักสดต่ำสุดคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 128.61 ,ตำรับที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 145.99 รองลงมาคือ NPK เท่ากับ 125.07 และตำรับที่มีน้ำหนักแห้งต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 28.84

หมายเหตุ : Crop rotation (cr) คือ คะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซี่ยมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่3

ตำรับ	ปริมาณ		
	ไนโตรเจน(%N)**	ฟอสฟอรัส(ppm.)**	โพแทสเซี่ยม(ppm.)**
C (No fertilizer)	0.12bc	1146.86f	5252.38d
C+L	0.14bc	1266.16ef	5847.91cd
NPK	0.10c	2196.16b	5229.23d
NPK+L	0.12bc	1762.70cd	5957.58cd
OM	0.12bc	1388.70def	5755.74cd
OM+L	0.10c	1667.96de	5498.02d
Ami-AmiG	0.11bc	314.56g	3513.13e
Ami-AmiG+PK+L	0.12bc	1775.33cd	6746.74bc
Ami-miG+PK+L+cr	0.16bc	2127.86bc	7720.64ab
Ami-AmiL	0.10c	292.43g	3263.20e
Ami-AmiL+PK+L	0.19b	1361.46def	5747.00cd
Ami-AmiL+PK+L+cr	0.2787a	2955.33a	8275.86a

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่3 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่8 ตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 0.27 รองลงมาคือ Ami-Ami-L+PK+L เท่ากับ 0.19 และตำรับที่ให้ปริมาณไนโตรเจนต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 0.10 , ตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 2955.33 รองลงมาคือ NPK เท่ากับ 2169.16 และตำรับที่ให้ปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 292.43 ,ตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 8275.86 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 7720.64 และตำรับที่ให้ปริมาณโพแทสเซี่ยมต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 3263.20

หมายเหตุ : Crop rotation (cr) คือ ตะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซี่ยม และโซเดียมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่3

ตำรับ	ปริมาณ (ppm.)		
	แคลเซียม**	แมกนีเซี่ยม**	โซเดียม**
C (No fertilizer)	301.82d	1065.59c	579.86b
C+L	507.04bc	1240.06bc	510.41bc
NPK	271.10d	1208.96bc	528.62bc
NPK+L	445.38c	1196.30bc	480.29bc
OM	514.07bc	1175.65bc	364.94bc
OM+L	591.45b	1170.44bc	414.05bc
Ami-AmiG	301.64d	1283.23b	391.15bc
Ami-AmiG+PK+L	501.67bc	1307.52b	505.00bc
Ami-miG+PK+L+cr	2068.18a	1169.50bc	1042.34a
Ami-AmiL	294.84d	1535.64a	292.34c
Ami-AmiL+PK+L	423.94c	1252.68bc	492.22bc
Ami-AmiL+PK+L+cr	2157.20a	1123.64bc	1051.97a

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณแคลเซียม แมกนีเซี่ยม และโซเดียมในข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่3 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่9 ตำรับที่มีปริมาณแคลเซียมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 2157.20 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 2068.18 และตำรับที่ให้ปริมาณแคลเซียมต่ำสุดคือ NPK เท่ากับ 271.10, ตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 1535.64 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 1307.52 และตำรับที่ให้ปริมาณแมกนีเซี่ยมต่ำสุดคือ C เท่ากับ 1065.59, ตำรับที่มีปริมาณโซเดียมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 1051.97 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 1042.34 และตำรับที่ให้ปริมาณโซเดียมต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 292.34

หมายเหตุ : Crop rotation (cr) คือ คะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของฟางข้าว

ตำรับ	น้ำหนัก (กรัม/กระถาง)	
	น้ำหนักสด**	น้ำหนักแห้ง**
C (No fertilizer)	178.62cd	73.74c
C+L	119.08d	51.12c
NPK	621.02a	187.03a
NPK+L	461.81ab	141.91ab
OM	132.11cd	65.57c
OM+L	126.56cd	50.23c
Ami-AmiG	596.87a	177.09a
Ami-AmiG+PK+L	216.62bcd	67.26c
Ami-miG+PK+L+cr	226.46bcd	89.97bc
Ami-AmiL	575.28a	184.78a
Ami-AmiL+PK+L	383.35abc	98.78bc
Ami-AmiL+PK+L+cr	169.15cd	69.66c

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆมีผลต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่10 ตำรับที่มีน้ำหนักสดสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 621.02 รองลงมาคือ Ami-AmiG เท่ากับ 596.87 และตำรับที่มีน้ำหนักสดต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 119.08, ตำรับที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 187.03 รองลงมาคือ Ami-AmiL เท่ากับ 184.78 และตำรับที่มีน้ำหนักแห้งต่ำสุดคือ OM+L เท่ากับ 50.23

หมายเหตุ : crop rotation (cr) คือ ข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของฟางข้าว

ตำรับ	น้ำหนัก (กรัม/กระถาง)	
	น้ำหนักสด**	น้ำหนักแห้ง**
C (No fertilizer)	178.62bc	73.74c
C+L	119.08c	51.12c
NPK	621.02a	187.03a
NPK+L	461.81a	141.91ab
OM	132.11c	65.57c
OM+L	126.56c	50.23c
Ami-AmiG	596.87a	177.09a
Ami-AmiG+PK+L	216.62bc	67.26c
Ami-miG+PK+L+cr	93.87c	50.62c
Ami-AmiL	575.28a	184.78a
Ami-AmiL+PK+L	383.35ab	98.78bc
Ami-AmiL+PK+L+cr	104.14c	53.08c

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่11 ตำรับที่มีน้ำหนักสดสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 621.02 รองลงมาคือ Ami-AmiG เท่ากับ 596.87 และตำรับที่มีน้ำหนักสดต่ำสุดคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 93.87 ,ตำรับที่มีน้ำหนักแห้งของฟางข้าวสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 187.03 รองลงมาคือ Ami-AmiL เท่ากับ 184.78 และตำรับที่มีน้ำหนักแห้งของฟางข้าวต่ำสุดคือ OM+L เท่ากับ 50.23

หมายเหตุ : crop rotation (cr) คือ ถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซี่ยมในฟางข้าว

ตำรับ	ปริมาณ		
	ไนโตรเจน(%N)ns	ฟอสฟอรัส(ppm.)**	โพแทสเซี่ยม(ppm.)**
C (No fertilizer)	0.08a	831.48b	845.32e
C+L	0.08a	577.60b	741.05e
NPK	0.12a	1124.20b	1246.46de
NPK+L	0.10a	683.33b	1935.64c
OM	0.09a	702.26b	1071.56de
OM+L	0.08a	639.46b	1370.88cde
Ami-AmiG	0.08a	484.90b	1181.45de
Ami-AmiG+PK+L	0.08a	853.96b	2581.07b
Ami-miG+PK+L+cr	0.07a	2867.06a	4362.45a
Ami-AmiL	0.09a	541.70b	1250.91de
Ami-AmiL+PK+L	0.09a	648.66b	1659.98cd
Ami-AmiL+PK+L+cr	0.08a	3041.59a	4263.06a

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในฟางข้าวที่ระดับความเชื่อมั่น95%มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซี่ยมในฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่12 ตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 0.12 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 0.10 และตำรับที่ให้ปริมาณไนโตรเจนต่ำสุดคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ0.07, ตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 3041.59 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+l+cr เท่ากับ 2867.06 และตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุดคือ Ami-AmiG เท่ากับ 484.90, ตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 4362.45 รองลงมาคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 4263.06 และตำรับที่ให้ปริมาณโพแทสเซี่ยมต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 741.05

หมายเหตุ : crop rotation (cr) คือ ข้าวโพด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยมในฟางข้าว

ตำรับ	ปริมาณ		
	ไนโตรเจน(%N)**	ฟอสฟอรัส(ppm.)**	โพแทสเซี่ยม(ppm.)**
C (No fertilizer)	0.08b	831.48cd	845.32f
C+L	0.08b	577.60d	741.05f
NPK	0.12b	1124.20c	1246.46def
NPK+L	0.10b	683.33d	1935.64cd
OM	0.09b	702.26d	1071.56ef
OM+L	0.08b	639.46d	1370..81def
Ami-AmiG	0.08b	484.90d	1181.45def
Ami-AmiG+PK+L	0.08b	853.96cd	2580.73c
Ami-miG+PK+L+cr	0.21a	5060.00b	7023.67b
Ami-AmiL	0.09b	541.70d	1250.91def
Ami-AmiL+PK+L	0.09b	648.66d	1659.98de
Ami-AmiL+PK+L+cr	0.25a	6382.36a	8255.54a

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่13 ตำรับที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 0.25 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 0.21 และตำรับที่ให้ปริมาณไนโตรเจนต่ำสุดคือ Ami-AmiG เท่ากับ 0.08 , ตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 6328.36 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 5060.00 และตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุดคือ Ami-AmiG เท่ากับ 484.90, ตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 8255.54 รองลงมาคือAmi-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 7023.67 และตำรับที่ให้ปริมาณโพแทสเซี่ยมต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 741.0533

หมายเหตุ : crop rotation (cr) คือ ถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซี่ยม และโพแทสเซี่ยมในฟางข้าว

ตำรับ	ปริมาณ (ppm.)		
	แคลเซียม**	แมกนีเซี่ยมns	โซเดียม*
C (No fertilizer)	602.02cd	1178.12a	1692.07ab
C+L	710.26a	1262.30a	1399.62ab
NPK	651.14abc	1311.42a	1998.36a
NPK+L	611.69bcd	1290.84a	1865.20a
OM	706.77ab	1317.75a	1317.02ab
OM+L	664.19abc	1222.66a	1583.56ab
Ami-AmiG	620.19abcd	1345.87a	1998.33a
Ami-AmiG+PK+L	590.44cd	1329.89a	1860.98a
Ami-miG+PK+L+cr	549.69d	1338.59a	1108.53b
Ami-AmiL	598.80cd	1361.77a	1998.60a
Ami-AmiL+PK+L	633.02abcd	1341.88a	1811.63a
Ami-AmiL+PK+L+cr	407.95e	3360.70a	1034.20b

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับๆ มีผลต่อปริมาณแคลเซียมในฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่14 ตำรับที่มีปริมาณแคลเซียมสูงสุดคือ C+L เท่ากับ 710.26 รองลงมาคือ OM เท่ากับ 706.77 และตำรับที่ให้ปริมาณแคลเซียมต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 407.95

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณแมกนีเซี่ยมในฟางข้าวที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตารางที่14 ตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 1361.77 รองลงมาคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 3360.70 และตำรับที่ให้ปริมาณแมกนีเซี่ยมต่ำสุดคือ C เท่ากับ 1178.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆมีผลต่อปริมาณโซเดียมในฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตารางที่14 ตำรับที่มีปริมาณโซเดียมสูงสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 1998.60 รองลงมาคือ NPK เท่ากับ 1998.36และตำรับที่ให้ปริมาณโซเดียม ต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 1034.20

หมายเหตุ : crop rotation (cr) คือ ข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงปริมาณแคลเซียม แมกนีเซี่ยม และโพแทสเซี่ยมในฟางข้าว

ตำรับ	ปริมาณ (ppm.)		
	แคลเซียม**	แมกนีเซี่ยม**	โซเดียม**
C (No fertilizer)	602.02c	1178.12c	1692.07a
C+L	710.26c	1262.29c	1399.62a
NPK	651.14c	1311.18c	1998.36a
NPK+L	611.69c	1290.84c	1865.20a
OM	706.77c	1317.75c	1317.02a
OM+L	664.19c	1222.66c	1583.56a
Ami-AmiG	620.19c	1345.87c	1998.33a
Ami-AmiG+PK+L	590.44c	1329.89c	1860.98a
Ami-miG+PK+L+cr	2131.88b	2989.11b	1108.53b
Ami-AmiL	598.80c	1361.77c	1998.60a
Ami-AmiL+PK+L	633.02c	1341.88c	1811.63a
Ami-AmiL+PK+L+cr	2391.34a	4633.58a	1034.20b

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณแคลเซียม แมกนีเซี่ยม และโพแทสเซี่ยมในฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่ 15 ตำรับที่มีปริมาณแคลเซียมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 2391.34 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 2131.88 และตำรับที่ให้ปริมาณแคลเซียมต่ำสุดคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 590.44 ,ตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 4633.58 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 2989.11 และตำรับที่ให้ปริมาณแคลเซียมต่ำสุดคือ C เท่ากับ 1178.12, ตำรับที่มีปริมาณโซเดียมสูงสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 1998.60 รองลงมาคือ NPK เท่ากับ 1998.38 และตำรับที่ให้ปริมาณโซเดียมต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 216.09

หมายเหตุ : crop rotation (cr) คือ ถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าว

ตำรับ	น้ำหนัก (กรัม/กระถาง)	
	น้ำหนักสด**	น้ำหนักแห้ง**
C (No fertilizer)	49.78cd	41.82bc
C+L	35.84d	30.13c
NPK	112.62ab	91.39a
NPK+L	108.10ab	94.90a
OM	38.14d	32.03c
OM+L	39.30d	32.76c
Ami-AmiG	124.54ab	100.74a
Ami-AmiG+PK+L	50.24cd	40.72bc
Ami-miG+PK+L+cr	-	-
Ami-AmiL	127.36a	100.94a
Ami-AmiL+PK+L	85.00bc	69.04ab
Ami-AmiL+PK+L+cr	-	-

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่าง ๆ มีผลต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่16 ตำรับที่มีน้ำหนักสดสูงสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 127.36 รองลงมาคือ Ami-AmiG เท่ากับ 124.54 และตำรับที่มีน้ำหนักสดต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 35.84, ตำรับที่มีน้ำหนักสดสูงสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 100.94 รองลงมาคือ Ami-AmiG เท่ากับ 100.74 และตำรับ ที่มีน้ำหนักสดต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 30.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงน้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ดและร้อยละของเมล็ดลีบ

ตำรับ	น้ำหนักเมล็ดข้าว 1,000 เมล็ด (กรัม)ns	ร้อยละของเมล็ดลีบ*
C (No fertilizer)	11.00a	39.00ab
C+L	10.35a	46.66a
NPK	13.55a	11.33d
NPK+L	16.60a	14.33cd
OM	12.87a	31.33abcd
OM+L	11.68a	26.00abcd
Ami-AmiG	13.74a	32.66abcd
Ami-AmiG+PK+L	15.63a	16.33cd
Ami-miG+PK+L+cr	-	-
Ami-AmiL	13.11a	36.00abc
Ami-AmiL+PK+L	14.81a	21.33bcd
Ami-AmiL+PK+L+cr	-	-

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ ไม่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดข้าวที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตารางที่17 ตำรับที่มีน้ำหนักของเมล็ดข้าวสูงสุดคือ NPK+L เท่ากับ 16.60 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 15.63และตำรับที่มีน้ำหนักของเมล็ดข้าวต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 10.35

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆมีผลต่อปริมาณร้อยละของเมล็ดลีบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตารางที่17 ตำรับที่มีปริมาณร้อยละของเมล็ดลีบสูงสุดคือ C+L เท่ากับ 46.66 รองลงมาคือ C เท่ากับ 39.00และตำรับที่มีปริมาณร้อยละของเมล็ดลีบ ต่ำสุดคือ NPK เท่ากับ 11.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยมในเมล็ดข้าว

ตำรับ	ปริมาณ		
	ไนโตรเจน(%N)*	ฟอสฟอรัส(ppm.)**	โพแทสเซี่ยม(ppm.)*
C (No fertilizer)	0.14c	2893.83ab	1045.57ab
C+L	0.15bc	2740.16ab	886.62b
NPK	0.16bc	3297.80a	1313.30a
NPK+L	0.19ab	3190.13ab	1369.29a
OM	0.18ab	2973.29ab	920.93b
OM+L	0.17abc	2716.63b	934.70b
Ami-AmiG	0.18ab	1539.04c	1356.77a
Ami-AmiG+PK+L	0.17abc	1458.23c	1102.53ab
Ami-miG+PK+L+cr	-	-	-
Ami-AmiL	0.20a	2694.00b	1121.06ab
Ami-AmiL+PK+L	0.16bc	2919.80ab	1283.58a
Ami-AmiL+PK+L+cr	-	-	-

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆมีผลต่อปริมาณร้อยละของไนโตรเจนและโพแทสเซี่ยมในเมล็ดข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตารางที่ 18 ตำรับที่มีปริมาณร้อยละของไนโตรเจนสูงสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 0.20 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 0.19 และตำรับที่ให้ปริมาณร้อยละของไนโตรเจนต่ำสุดคือ C เท่ากับ 0.14, ตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซี่ยมสูงสุดคือ NPK+L เท่ากับ 1369.29 รองลงมาคือ Ami-AmiG เท่ากับ 1356.77 และตำรับที่ให้ปริมาณโพแทสเซี่ยมในเมล็ดต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 886.62

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆมีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น99% จากตารางที่18ตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัส สูงสุดคือ NPK เท่ากับ 3297.80 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 3190.13 และตำรับ ที่ให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุดคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 1458.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงปริมาณแคลเซี่ยม แมกนีเซี่ยมและโซเดียมในเมล็ดข้าว

ตำรับ	ปริมาณ (ppm.)		
	แคลเซียม**	แมกนีเซี่ยม**	โซเดียม**
C (No fertilizer)	272.21a	2668.79a	1027.25a
C+L	246.42ab	2326.03a	834.17a
NPK	223.04bc	2064.71ab	888.83a
NPK+L	212.36c	1202.28c	295.70b
OM	207.33c	1077.46c	378.02b
OM+L	215.59bc	1539.40bc	351.26b
Ami-AmiG	224.88bc	1269.31c	416.44b
Ami-AmiG+PK+L	222.34bc	1127.51c	256.47b
Ami-miG+PK+L+cr	-	-	-
Ami-AmiL	202.39c	1006.96c	470.56b
Ami-AmiL+PK+L	213.22bc	1243.61c	363.17b
Ami-AmiL+PK+L+cr	-	-	-

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆมีผลต่อปริมาณแคลเซี่ยม แมกนีเซี่ยม และโซเดียมในเมล็ดข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น99%จากตารางที่19 ตำรับที่มีปริมาณแคลเซี่ยมในเมล็ดสูงสุด คือ C เท่ากับ 272.21 รองลงมาคือ C+L เท่ากับ 246.42 และตำรับที่ให้ปริมาณ แคลเซี่ยม ในเมล็ดต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 202.39 ,ตำรับที่มีปริมาณ แมกนีเซี่ยมในเมล็ด สูงสุดคือ C เท่ากับ 2668.79 รองลงมาคือ C+L เท่ากับ 2326.03 และตำรับที่ให้ปริมาณ แมกนีในเมล็ดต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 1006.96 ,ตำรับที่มีปริมาณโซเดียม ในเมล็ดสูงสุดคือ C เท่ากับ 1027.25 รองลงมาคือ NPK เท่ากับ 888.83 และตำรับที่ให้ปริมาณ โซเดียมในเมล็ดต่ำสุดคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 256.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงความเป็นกรดด่างของดิน(pH) ค่าการนำไฟฟ้า(EC.) และผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (C.E.C.) หลังปลูกข้าวโพด

ตำรับ	pH**	EC.**	C.E.C.(me/100g)ns
C (No fertilizer)	6.18f	0.09cd	37.42a
C+L	7.81b	0.13abc	37.26a
NPK	6.34f	0.16a	35.06a
NPK+L	7.55bc	0.14abc	36.15a
OM	7.80b	0.17a	35.83a
OM+L	8.35a	0.17a	35.28a
Ami-AmiG	5.67g	0.07d	36.54a
Ami-AmiG+PK+L	7.41bcd	0.10bcd	38.70a
Ami-miG+PK+L+cr	7.04de	0.10bcd	36.18a
Ami-AmiL	5.4000g	0.07d	33.01a
Ami-AmiL+PK+L	7.14cde	0.14ab	33.79a
Ami-AmiL+PK+L+cr	6.96e	0.09cd	37.53a

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆมีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของดินในการปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่20 ตำรับที่มีปริมาณความเป็นกรดด่างสูงสุดคือ OM+L เท่ากับ 8.35 รองลงมาคือ C+L เท่ากับ 7.81 และตำรับที่ความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 5.40 , ตำรับที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดคือ OM และ OM+Lเท่ากับ 0.17 และตำรับที่มีค่าการนำไฟฟ้า ต่ำสุดคือ Ami-AmiL และ Ami-AmiG เท่ากับ 0.07

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆไม่มีผลต่อผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกข้าวโพดที่ระดับความเชื่อมั่น95%จากตารางที่20ตำรับที่มีผลรวมของประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้สูงสุดคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 38.70 รองลงมาคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 37.53 และตำรับที่มีผลรวมของประจุบวก ที่แลก เปลี่ยนได้ต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 33.01

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 แสดงร้อยละของอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยมในดินหลังปลูกข้าวโพด (%OM)

ตำรับ	%OM**	ไนโตรเจน(%N)**	ฟอสฟอรัส (ppm.)**	โพแทสเซี่ยม (ppm.)**
C (No fertilizer)	6.20bcd	0.05d	15.00e	8.88b
C+L	5.49ef	0.05d	42.71e	6.66b
NPK	6.26bcd	0.05cd	341.66d	95.48b
NPK+L	5.95cd	0.05cd	399.16bcd	94.32b
OM	7.38a	0.07a	523.33ab	41.05b
OM+L	6.59b	0.06ab	501.66ab	18.86b
Ami-AmiG	6.63b	0.05bcd	27.00e	24.43b
Ami-AmiG+PK+L	6.24bcd	0.05d	363.33cd	135.33b
Ami-miG+PK+L+cr	5.89de	0.05cd	581.66a	514.93a
Ami-AmiL	6.42bc	0.05bcd	13.33e	24.43b
Ami-AmiL+PK+L	6.2967bcd	0.06bc	480.00abc	387.3100b
Ami-AmiL+PK+L+cr	5.30f	0.05cd	508.33ab	446.34a

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆมีผลต่อปริมาณร้อยละของอินทรีย-วัตถุในดินหลังปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % จากตารางที่21 ตำรับที่มีปริมาณร้อยละของอินทรียวัตถุในดินหลังปลูกข้าวสูงสุดคือ OM เท่ากับ 7.38 รองลงมาคือ OM+L เท่ากับ 5.30 และตำรับที่มีปริมาณร้อยละของอินทรียวัตถุในดินหลังปลูกข้าวต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 5.30, ตำรับที่มีปริมาณร้อยละของไนโตรเจนสูงสุดคือ OM เท่ากับ 0.07 รองลงมาคือ OM+L เท่ากับ 0.06 และตำรับที่มีปริมาณร้อยละของไนโตรเจนต่ำสุดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 0.05, ตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 581.66 รองลงมาคือ OM เท่ากับ 523.33 และตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอ-รัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 13.33, ตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซี่ยม สูงสุดคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 514.93 รองลงมาคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 446.34 และตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซี่ยมต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 6.6633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่22 แสดงปริมาณแคลเซี่ยม แมกนีเซี่ยม และโซเดียมในดินหลังปลูกข้าวโพด

ตำรับ	ปริมาณ (ppm.)		
	แคลเซียม**	แมกนีเซี่ยม**	โซเดียมns
C (No fertilizer)	1163.77c	577.44c	291.21a
C+L	2466.47bc	510.85c	263.75a
NPK	2506.44bc	530.69c	431.60a
NPK+L	1651.76bc	465.85c	353.72a
OM	2649.04bc	531.37c	291.21a
OM+L	3037.24b	487.22c	246.88a
Ami-AmiG	2860.97b	1162.68c	391.59a
Ami-AmiG+PK+L	6525.35a	1179.47c	410.93a
Ami-miG+PK+L+cr	6239.48a	1276.27ab	298.42a
Ami-AmiL	2796.4065bc	1281.32ab	380.18a
Ami-AmiL+PK+L	7222.11a	1311.81ab	389.12a
Ami-AmiL+PK+L+cr	6278.75a	1467.83a	302.32a

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณแคลเซี่ยมในดินหลังปลูกข้าวโพด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่22 ตำรับที่มีปริมาณแคลเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 7222.11 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 6525.35 และตำรับที่มีปริมาณแคลเซี่ยมต่ำสุดคือ C เท่ากับ 1163.77, ตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซี่ยมสูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 1467.83 รองลงมาคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 1311.81 และตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซี่ยมต่ำสุดคือ NPK+L เท่ากับ 465.85

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆไม่มีผลต่อปริมาณโซเดียมในดินหลังปลูกข้าวโพดที่ระดับความเชื่อมั่น 95%จากตารางที่22 ตำรับที่มีปริมาณโซเดียมสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 431.60 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 410.93 และตำรับที่มีปริมาณโซเดียม ต่ำสุดคือ OM+L เท่ากับ 246.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 แสดงปริมาณซัลเฟตและคลอไรด์ในดินหลังปลูกข้าวโพด

ตำรับ	ปริมาณ (ppm.)	
	ซัลเฟต**	คลอไรด์ns
C (No fertilizer)	73.87a	0.61a
C+L	66.42ab	0.57a
NPK	87.52ab	1.28a
NPK+L	39.83abc	1.25a
OM	36.14abc	0.77a
OM+L	37.21bcd	1.13a
Ami-AmiG	86.08cd	1.29a
Ami-AmiG+PK+L	45.23cd	1.03a
Ami-miG+PK+L+cr	23.80cd	0.60a
Ami-AmiL	103.79cd	1.22a
Ami-AmiL+PK+L	59.46d	1.35a
Ami-AmiL+PK+L+cr	23.17d	0.64a

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณซัลเฟตในดินหลังปลูกข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%จากตารางที่23 ตำรับที่มีปริมาณ ซัลเฟตสูงสุด คือ Ami-AmiL เท่ากับ 1103.79 รองลงมาคือ NPK เท่ากับ 87.52 และตำรับที่มีปริมาณซัลเฟตต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr 23.17

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณคลอไรด์ในดินหลังปลูกข้าวโพดที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตารางที่23ตำรับที่มีปริมาณคลอไรด์สูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 1.35 รองลงมาคือ Ami-AmiG เท่ากับ 1.29 และตำรับที่มีปริมาณ คลอไรด์ต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 0.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 แสดงความเป็นกรดด่างของดิน (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC.) ผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (C.E.C.) ในดินหลังปลูกข้าว

ตำรับ	pH**	E.C.ns	C.E.C.(me/100g)**
C (No fertilizer)	6.26g	0.72abcd	45.65b
C+L	7.99bc	0.75abcd	51.54a
NPK	7.03ef	0.95abc	46.75b
NPK+L	8.30ab	1.16a	38.20cd
OM	7.97bc	0.89abcd	37.91cd
OM+L	8.53a	1.03ab	37.75cd
Ami-AmiG	6.67fg	1.00ab	34.48d
Ami-AmiG+PK+L	7.86bcd	0.58bcd	40.14c
Ami-miG+PK+L+cr	7.50d	0.44cd	37.23cd
Ami-AmiL	6.57g	1.26a	36.99cd
Ami-AmiL+PK+L	7.41de	0.83abcd	38.16cd
Ami-AmiL+PK+L+cr	7.55cd	0.37d	37.40cd

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของดินในการปลูกข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่24 ตำรับที่มีปริมาณ ความเป็นกรดด่างสูงสุดคือ OM+L เท่ากับ 8.53 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 8.30 และตำรับที่ความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุดคือ C เท่ากับ 6.26,ตำรับที่มีผลรวมของประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินหลังปลูกข้าวสูงสุดคือ C+L เท่ากับ 51.54 รองลงมาคือ NPK เท่ากับ 46.75 และตำรับที่มีผลรวมของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุดคือ Ami-AmiG เท่ากับ 34.48

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆไม่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าในดินที่ปลูกข้าวจากตารางที่ 24 ตำรับที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 1.26 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 1.16 และตำรับที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 0.3767

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 แสดงร้อยละของอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซี่ยม ในดินหลังปลูกข้าว

ตำรับ	%OM*	ไนโตรเจน (%N)**	ฟอสฟอรัส (ppm.)**	โพแทสเซี่ยม (ppm.)**
C (No fertilizer)	5.97bc	0.04cde	18.33b	113.29cd
C+L	6.17bc	0.04e	18.33b	84.40cd
NPK	6.07bc	0.04de	158.33a	568.57a
NPK+L	6.24bc	0.05cde	248.33a	364.24b
OM	7.14a	0.07ab	160.00a	22.20d
OM+L	6.78ab	0.08a	183.33a	173.21c
Ami-AmiG	6.42abc	0.04cde	16.66b	9.98d
Ami-AmiG+PK+L	6.11bc	0.05cde	245.00a	73.29cd
Ami-miG+PK+L+cr	6.72ab	0.06cd	248.33a	179.91c
Ami-AmiL	6.62abc	0.06bc	11.66b	9.99d
Ami-AmiL+PK+L	5.86c	0.05cde	230.00a	126.64cd
Ami-AmiL+PK+L+cr	6.47abc	0.04cde	256.66a	186.57c

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆมีผลต่อปริมาณร้อยละของอินทรียวัตถุในดินหลังปลูกข้าวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95% จากตารางที่ 25 ตำรับที่มี ปริมาณร้อยละของอินทรียวัตถุในดินหลังปลูกข้าวสูงสุดคือ OM เท่ากับ 7.14 รองลงมาคือ OM+L เท่ากับ 6.78 และตำรับที่มีปริมาณร้อยละของอินทรียวัตถุในดินหลังปลูกข้าวต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L เท่ากับ 5.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซี่ยมในดินหลังปลูกข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ ความเชื่อมั่น 99%จากตารางที่ 25 ตำรับที่มีปริมาณร้อยละของไนโตรเจนสูงสุดคือ OM+L เท่ากับ 0.08 รองลงมาคือ OM เท่ากับ 0.07 และตำรับที่มีปริมาณร้อยละของไนโตรเจนต่ำสุดคือ C+L เท่ากับ 0.04, ตำรับที่มีปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 256.66 รองลงมาคือ NPK+L เท่ากับ 248.33 และตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 11.66 ,ตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซี่ยมสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 568.57 รองลงมาคือ NKP+L เท่ากับ 364.24 และตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซี่ยมต่ำสุดคือ Ami-AmiG เท่ากับ 9.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 แสดงปริมาณแคลเซี่ยม แมกนีเซี่ยม และโซเดียมในดินหลังปลูกข้าว

ตำรับ	ปริมาณ (ppm.)		
	แคลเซียม**	แมกนีเซี่ยม**	โซเดียม**
C (No fertilizer)	3830.19d	2208.12a	154.95a
C+L	10532.29c	1986.10c	116.62b
NPK	3940.05d	2094.43bc	149.36a
NPK+L	10625.25c	2041.14c	139.92a
OM	15667.03b	2171.23ab	95.47c
OM+L	19319.17a	2018.75c	82.17c
Ami-AmiG	2223.73e	774.59d	48.72de
Ami-AmiG+PK+L	4759.13d	727.94d	45.81de
Ami-miG+PK+L+cr	3899.70d	696.32d	38.73e
Ami-AmiL	1506.31e	691.50d	29.16e
Ami-AmiL+PK+L	4087.32d	703.22d	61.65d
Ami-AmiL+PK+L+cr	3799.76d	711.31d	31.65e

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณแคลเซี่ยมในดินหลังปลูกข้าวโพด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% จากตารางที่ 26 ตำรับที่มีปริมาณแคลเซี่ยมสูงสุดคือ OM+L เท่ากับ 19319.17 รองลงมาคือ OM เท่ากับ 15667.03 และตำรับที่มีปริมาณแคลเซี่ยมต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 1506.31, ตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซี่ยม สูงสุดคือ C เท่ากับ 2208.12 รองลงมาคือ OM เท่ากับ 2127.23 และตำรับที่มีปริมาณแมกนีเซี่ยม ต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 691.50, ตำรับที่มีปริมาณโซเดียมสูงสุดคือ C เท่ากับ 154.95 รองลงมาคือ NPK เท่ากับ 149.36 และตำรับที่มีปริมาณโซเดียมต่ำสุดคือ Ami-AmiL เท่ากับ 29.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 แสดงปริมาณซัลเฟตและคลอไรด์ในดินหลังปลูกข้าว

ตำรับ	ปริมาณ (ppm.)	
	ซัลเฟต*	คลอไรด์ns
C (No fertilizer)	65.16ab	0.31a
C+L	49.99ab	0.32a
NPK	104.93a	0.30a
NPK+L	7.90b	0.41a
OM	64.80ab	0.43a
OM+L	46.08ab	0.27a
Ami-AmiG	86.75a	0.25a
Ami-AmiG+PK+L	59.32ab	0.53a
Ami-miG+PK+L+cr	45.79ab	0.43a
Ami-AmiL	103.48a	0.37a
Ami-AmiL+PK+L	52.80ab	0.39a
Ami-AmiL+PK+L+cr	4.91b	0.41a

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ มีผลต่อปริมาณซัลเฟตในดินหลังปลูกข้าวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%จากตารางที่27 ตำรับที่มีปริมาณซัลเฟตสูงสุดคือ NPK เท่ากับ 104.93 รองลงมาคือ Ami-AmiL เท่ากับ 103.48 และตำรับที่มีปริมาณซัลเฟตต่ำสุดคือ Ami-AmiL+PK+L+cr เท่ากับ 4.91

จากการวิเคราะห์ทางสถิติอิทธิพลของปุ๋ยในตำรับต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณคลอไรด์ในดินหลังปลูกข้าวที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตารางที่ 27 ตำรับที่มีปริมาณคลอไรด์สูงสุดคือ Ami-AmiG+PK+L เท่ากับ 0.53 รองลงมาคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 0.43 และตำรับที่มีปริมาณคลอไรด์ต่ำสุดคือ Ami-AmiG+PK+L+cr เท่ากับ 0.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทดลองศึกษาผลตกค้างจากการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตผงชูรส

ข้าวโพด

ประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจน ทั้ง 3 ชนิดคือ Urea Ami-Ami G และ Ami-Ami L จะมีประสิทธิภาพของปุ๋ยใกล้เคียงกัน ซึ่งเปรียบเทียบจากน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ ข้าวโพดในการทดลองแต่ละครั้งที่ปลูก

ผลตกค้างของคลอไรด์ในดินหลังปลูกข้าวโพดในตำรับที่ใส่Ami-Ami G และAmi-AmiL จะมีปริมาณคลอไรด์สะสมในดินในปริมาณที่ใกล้เคียงกับตำรับอื่น ๆ ในการทดลองและจากการทดลองมีคลอไรด์สะสมในปริมาณต่ำ เนื่องจากช่วงปลูกข้าวโพดเป็นช่วงฤดูฝนปริมาณ คลอไรด์จึงถูกชะล้างสูญหายไปจากดิน

ผลตกค้างของซัลเฟตในดินหลังปลูกข้าวโพด มีมากในตำรับที่เติม Ami-Ami L และ Ami-Ami G แต่ยังไม่เป็นพิษต่อพืช เนื่องจากในปุ๋ย Ami-Ami มีปริมาณซัลเฟตสูง แต่เมื่อมีการปรับปรุงคุณภาพดินโดยใช้ร่วมกับปุ๋ย ฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซี่ยมและมีการเติมปูนจะทำให้ปริมาณซัลเฟตอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับตำรับอื่น ๆ

ข้าว

ประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนทั้ง 3 ชนิด คือ Urea , Ami-Ami G และ Ami-Ami L จะใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบจากน้ำหนักสดและน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวและเมล็ดข้าว

ผลตกค้างของคลอไรด์ในดินหลังปลูกข้าว ในตำรับที่ใส่ Ami-Ami G และ Ami-Ami L จะมีปริมาณคลอไรด์ สูงกว่าในตำรับอื่นเล็กน้อยเนื่องจากปริมาณคลอไรด์ในปุ๋ย Ami-Ami ในปริมาณสูงแต่ข้าวดูดใช้ได้ในปริมาณน้อย

ผลตกค้างของซัลเฟตในดินหลังปลูกข้าวในตำรับที่ใส่ Ami-Ami G และ Ami-Ami L จะมีปริมาณซัลเฟตตกค้างในดินใกล้เคียงกับตำรับที่ใส่NPKในปริมาณที่สูงกว่าตำรับอื่นแต่ถ้ามีการใส่ปูนจะมีปริมาณซัลเฟตลดลงใกล้เคียงกับตำรับอื่นๆ เนื่องจากการเติมปูนจะปรับสภาพดิน ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงทำให้พืชสามารถดูดใช้ซัลเฟตได้มากขึ้น

สรุปผลการทดลอง

ในการศึกษาถึงประสิทธิภาพและผลตกค้างของปุ๋ยที่ได้จากวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผงชูรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวโพด

จากผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในแต่ละตำรับจะต่างกันตามระดับและปริมาณธาตุอาหารพืชที่พืชได้รับในทุกๆ ครั้งที่ปลูกแต่เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักในแต่ละครั้งที่ปลูกจะไม่แตกต่างกันมากในตำรับเดียวกันและใน crop rotation ของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 3 ซึ่งเป็นการปลูกผักคะน้า พบว่าจะมีน้ำหนักแห้งสูงกว่ามาก เมื่อเปรียบเทียบการปลูกผักคะน้าของการทดลองที่ผ่านมา

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลมากต่อผลผลิตของข้าวโพดจะทำให้ผลผลิตต่ำบ้างในตำรับที่เติม Ami-Ami G และ Ami-Ami L ที่ไม่ได้เติมปูนปรับระดับความเป็นกรดด่างของดิน

ประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจนทั้ง 3 ชนิด คือ ยูเรีย Ami-Ami G และ Ami-Ami L ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด พบว่าในแต่ละครั้งที่ปลูกข้าวโพดจะไม่แตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ปลูก

ผลตกค้างของคลอรีนในดินที่ปลูกข้าวโพด ปริมาณคลอรีนจะไม่แตกต่างกันในแต่ละตำรับ และมีการสะสมคลอไรด์ในปริมาณที่ต่ำเมื่อปลูกข้าวโพดติดต่อกันในครั้งต่อไป

ผลตกค้างของซัลเฟตในดินหลังปลูกข้าวโพดพบว่าในตำรับที่ใส่ปุ๋ย Ami-AmiL จะมีปริมาณซัลเฟตสะสมมากที่สุดแต่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช แสดงว่าการใส่ปุ๋ย Ami-Ami ไม่มีผลต่อปริมาณซัลเฟตในดิน

ข้าว

จากผลผลิตของข้าวที่ปลูกในแต่ละตำรับ เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นกับ น้ำหนักเมล็ดจะแปรผันตามกันคือ เมื่อน้ำหนักต้นเพิ่มขึ้นน้ำหนักเมล็ดก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินหลังปลูกข้าว จะไม่มีผลต่อผลผลิตของข้าว

ประสิทธิภาพของปุ๋ยที่ให้ไนโตรเจนทั้ง 3 ชนิดคือ ยูเรีย Ami-Ami G และ Ami-Ami L ต่อผลผลิตของข้าว จะให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันยกเว้นในตำรับที่ใส่ปุ๋นจะให้ผลผลิตที่ต่ำลง (ยกเว้นตำรับที่ใส่ยูเรีย)

ผลตกค้างของคลอรีนในดินหลังปลูกข้าว ปริมาณคลอรีนสูงสุดในตำรับที่ใส่ Ami-Ami G แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

ผลตกค้างของซัลเฟตในดินหลังปลูกข้าว ปริมาณซัลเฟตจะมีในปริมาณสูง (แต่ไม่มีผลต่อการ เจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว) คือในตำรับที่ให้ปุ๋ย ไนโตรเจน ได้แก่ ยูเรีย Ami-Ami G และ Ami-Amu L ที่ไม่ใส่ปุ๋น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอรีน (Chlorine)

คลอรีนเป็นธาตุอาหารที่พืชใช้ในปริมาณน้อย (Micronutrient) มีประจุลบ ถูกชะล้างได้ง่าย พืชที่ตอบสนอง (Response) ต่อคลอรีนได้แก่ ยาสูบ มะเขือเทศ ถั่ว ผักกาดหอม กะหล่ำปลี ฝ้าย แครอท ผักกาดหัว ข้าวโพด มันฝรั่ง และพืชน้ำมัน(Tisdale ,1966,Ollagnier ,1971) Eaton (1966) พบว่าพืชใช้ปุ๋ยคลอรีนได้แตกต่างกันตามชนิดของพืช การใส่ปุ๋ยคลอรีนในปริมาณที่พอเหมาะจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ถ้าการให้มีปริมาณมากเกินไปกลับทำให้ผลผลิตลดลง (Reisenauer , Walsh and Hoeft ,1973) รายงานว่า ผลผลิตหรือคุณภาพของพืชที่ไวต่อธาตุคลอรีนจะลดลง เมื่อมีปริมาณคลอรีนในเนื้อเยื่อ 4% หรือมากกว่า

หน้าที่ของคลอรีน

หน้าที่ของคลอรีนต่อการเจริญเติบโตยังไม่ทราบแน่ชัด แต่มีผู้ให้ความเห็นว่าคลอรีนความสำคัญต่อขบวนการสังเคราะห์แสงและทำให้พืชแก่เร็วขึ้น

อาการขาด

ลักษณะอาการขาดธาตุนี้มักจะไม่ค่อยปรากฏเพราะในดินทั่วไปมักจะไม่ขาดธาตุนี้ อาการขาดที่พอจะสังเกตได้ดังนี้คือ ใบจะเหี่ยว และเกิดคลอโรซิส และนิโครซิส และใบสีบรอนซ์ ผักกาดหอม (Letturce) เป็นพืชที่ว่องไวต่อการขาดคลอรีนมาก ส่วนน้ำเต้า (Squash) จะไม่ว่องไวเลย

ความเป็นพิษ

พืชที่ได้รับคลอรีนมากเกินไปมักจะแสดงอาการดังนี้ ขนาดของใบจะลดลง การเจริญเติบโตช้า พืชบางชนิดจะแสดงอาการไหม้มักจะเกิดที่ปลายใบ หรือตามขอบใบ เกิดสีบรอนซ์และมีสีเหลืองก่อนที่จะแก่ บางครั้งก็อาจเกิดคลอโรซีสที่ใบ

ปัจจัยที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของคลอรีน

เนื่องจากเกลือคลอไรด์ ส่วนมากละลายน้ำได้ง่าย และถูกดูดซับได้น้อย ปริมาณของคลอรีนในดิน จึงมักขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ ในแถบที่มีฝนตกชุกคลอรีนจะถูกชะล้างออกไปจากหน้าตัดดินมาก ดินในเขตนี้ก็จะมีคอลรีนน้อย ตรงกันข้ามกับในดินแถบกึ่งแห้งแล้งหรือเขตแห้งแล้ง เกลือคลอไรด์จากส่วนต่าง ๆ ของหน้าตัดดิน จะไหลซึมขึ้นมากับน้ำซับ (Capillary water)มาสะสมอยู่หน้าตัดดิน พืชส่วนใหญ่มักจะไม่แสดงอาการขาดคลอรีนทั้งนี้เพราะเหตุผล 2 ประการคือ

1. มักจะมีคลอรีนเป็นสิ่งเจือปนอยู่ในปุ๋ยหรือสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรอื่น ๆ อยู่เสมอ
2. ปริมาณคลอรีนที่ปนมากับน้ำฝนมีมากเกินความต้องการของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปฐพีวิทยาเบื้องต้น (Introduction to soil science) พิมพ์ครั้งที่ 7 สิงหาคม 2535 หน้า 383-482

จันทร์จรัส จันทร์คะ ผลกระทบของสภาวะขาดน้ำ ในระยะต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพด

จิระวัลย์ เพ็ชญไพศิษฎ์ จลนเคมีของส่วนประกอบอนินทรีย์ของดินที่สำคัญบางอย่าง ในสภาพควบคุม รีดอกซ์โพเทนเชียล ต่อพฤติกรรมของพืชในดินบางปะกงพ.ศ.2528 หน้า 3-22

ชุตีมา แซ่จึง การศึกษาการใช้น้ำและการขาดน้ำในข้าวโพด

เชาวลาห์ ,สุมิตรา การศึกษาปริมาณกำมะถันที่มีอยู่ในข้าวโพดเมื่อได้รับปุ๋ยกำมะถัน ชนิดและอัตราต่าง ๆ

ทรงศักดิ์ ,.ไชยโย ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนในดินโดยวิธีเคมีต่าง ๆ กับการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณไนโตรเจน ที่ต้นข้าวโพดดูดจากดินต่าง ๆบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2528 หน้า3-5

ปัทมา วิทยากร แหล่งธาตุอาหารพืช 2533 หน้า 141-153

พันเกาะ ,ประโสด การศึกษาเกี่ยวกับระดับธาตุกำมะถันในดินบางแห่งของประเทศไทย

พินิจ ดำรงค์เลาหพันธ์ ผลตกค้างของธาตุอาหารจากการปลูกพืชตระกูลถั่ว กับข้าวโพด ในระบบการปลูกพืชแบบต่อเนื่อง

ภาควิชาพืชไร่ อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตปริมาณและคุณภาพโปรตีนของข้าวโพด ภาควิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2520 108 หน้า

สุภาพ สุนทรนนท์ วิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาผลตกค้างของอนุมูลคลอไรด์จากปุ๋ยข้าวที่มีต่อคุณภาพยาสูบ พศ.2525

สุมิตรา ภู่วโรดม ปัญหาและแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยยูเรีย วารสารเกษตรพระจอมเกล้า ISSN 0857-0908 กันยายน-ธันวาคม 2530 ปีที่ 5 เล่มที่ 3 หน้า 29-35

อิทธิสุนทร นันทกิจ การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด เพื่อการปรับปรุงดิน ปลูกพืชกระถาง และใช้เป็นปุ๋ย

Alina Kabata-Pendias Henryk Pendias ; Trace elements in soil and plant 2nd Edition 251-252 p.

Beaton , D. James, Nelson , L. werner and Fertility and Fertilizer. macmillan. Publishing New York ,754 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Walter, E.Splittstoesser , Ph.D 1984 Vegetable Growing Handbook 2nd ed.Avi Publishing company , Inc. connecticut 309 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่1 แสดงผลการเจริญเติบโตของข้าวโพดปลูกครั้งที่1 ในดำรับพืไม่ใส่ปุ๋ยอายุ 60 วัน

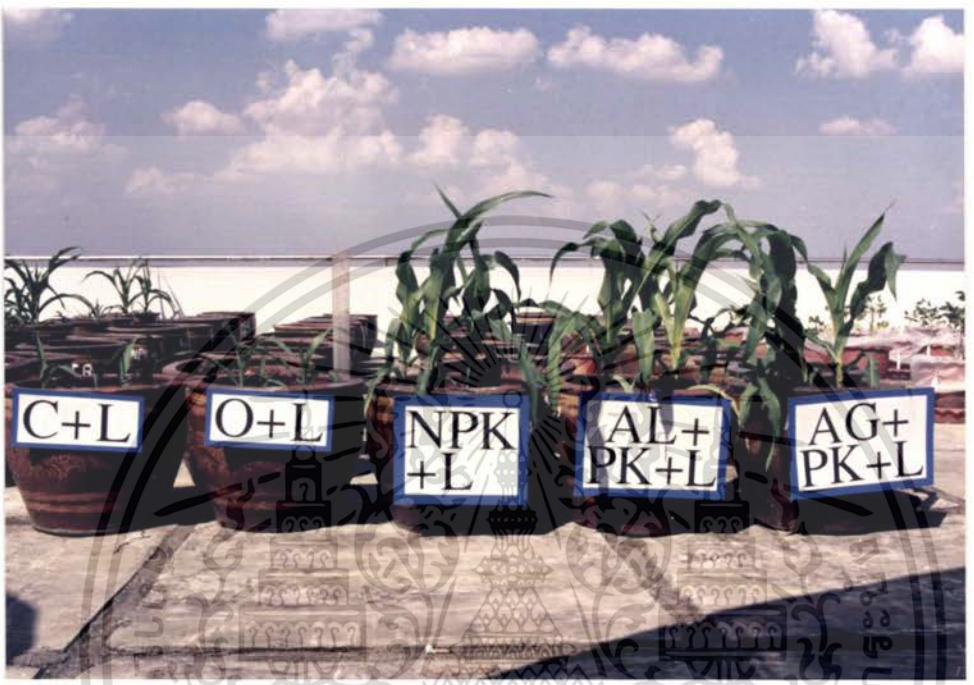
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่2 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่1 ในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอายุ 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

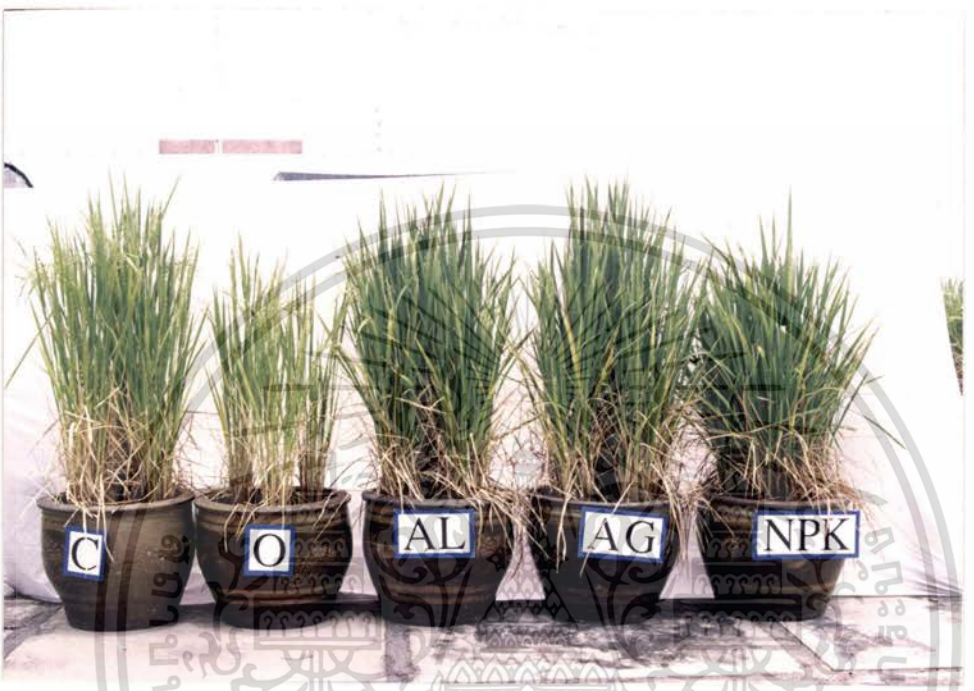
ภาพที่3 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดปลูกครั้งที่2 ในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยอายุ 20 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่2 ในดำรับที่ใส่ปุ๋ยอายุ 20 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่5 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยอายุ 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่6 แสดงการเจริญเติบโตของต้นข้าวใส่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยอายุ 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่7 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวในดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยอายุ 120 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่8 แสดงการเจริญเติบโตของต้นข้าวในตำรับที่ใส่ปุ๋ยอายุ 120 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้