สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

14624

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของการให้ธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แก่ข้าวฟ่างต้นหวานพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

The Effect of the Application of Iron, Zinc and Copper to the Supanburi 1 Sorghum Grown in a Black Clayey Soil.

โดย

นางสาววัชรินทร์ พลราชม

ปพ.
วิ386ผ
2537

สพทบ.....
เลขทะเบียน 99648
วัน.เดือน.ปี 16 JUN 2559

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2537

1322

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของการให้ธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แก่ข้าวฟ่างต้นหวานพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

The Effect of the Application of Iron, Zinc and Copper to the Supanburi 1 Sorghum Grown in a Black Clayey Soil.

โดย

นางสาววัชรินทร์ พลราชม

.....

(ดร. เทียนชัย สุวรรณเวช)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 10 เดือน ๒๕ พ.ศ. ๓๘

ปพ.
ว 386ผ
2537

บทคัดย่อ

การทดลองนี้เป็นการทดลองปลูกข้าวฟ่างต้นหวานในกระถางโดยใช้ดินเหนียวสีดำ วางแผนการทดลองแบบ Radomized complete block design จำนวน 4 ซ้ำ ตำรับการทดลองประกอบด้วย ตำรับไม่ใส่ปุ๋ย , NPK, NPK+ Fe, NPK+ Zn, NPK+Cu, NPK+Fe+Znและ NPK+Fe+Zn+Cu ใช้ปุ๋ย NPK ในอัตรา 20-20-15 กิโลกรัมต่อไร่ในรูปของ N,P_2O_5และK_2O ตามลำดับ ส่วนจุลธาตุใส่ในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่เท่ากันทุกธาตุ

ผลการทดลองปรากฏว่า ความสูงของต้นข้าวฟ่างหวานเมื่ออายุราวหนึ่งเดือนและความสูงขณะเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ แต่การใส่ปุ๋ยและจุลธาตุอาหารทำให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวฟ่างหวานเพิ่มมากขึ้นกว่าที่ไม่ใส่อะไรเลย แต่การใส่ปุ๋ยหรือจุลธาตุอาหารไม่มีความแตกต่างในระหว่างกันและกัน ส่วนความหวานของต้นข้าวฟ่างไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ เลย อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในต้นข้าวฟ่างสูงขึ้น แต่การใส่ปุ๋ยหรือจุลธาตุทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสลดลงกว่าที่ไม่ใส่อะไรเลย สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสในต้นข้าวฟ่างหวานจากตำรับการทดลองเหล่านั้นไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมเป็นที่น่าสังเกตว่า การใส่ปุ๋ยร่วมกับธาตุทองแดง ทำให้เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมลด ลงอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุทำให้ปริมาณโปแตสเซียมในต้นข้าวฟ่างหวานเพิ่มขึ้น

ส่วนเปอร์เซ็นต์แคลเซียม เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม และปริมาณแมกนีเซียม ในข้าวฟ่างต้นหวานไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างตำรับการทดลอง สำหรับปริมาณแคลเซียมในต้นขาวฟ่างนั้นการใส่ปุ๋ยทำให้ปริมาณแคลเซียมสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ย แต่การใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุต่างๆไม่ทำให้ปริมาณการดึงดูดแคลเซียมในต้นข้าวฟ่างแตกต่างกัน และความเข้มข้นของเหล็กและทองแดงในต้นข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ ก็ไม่แตกต่างกัน แต่ความเข้มข้นของสังกะสีกลับลดลงในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ย และการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุที่ใช้ทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเลย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	i
สารบัญภาพ	iv
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
ผลการทดลองและวิจารณ์	15
สรุป	57
เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก	62

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. การเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวานเมื่ออายุ 1 เดือน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ	16
2. การเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวานขณะเก็บเกี่ยวในระหว่าง ตำรับการทดลองต่างๆ	18
3. การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวานในระหว่างตำรับการ ทดลองต่างๆ	20
4. การเปรียบเทียบความหวานเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวานในระหว่างตำรับการ ทดลองต่างๆ	23
5. การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการ ทดลองต่างๆ	25
6. การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการ ทดลองต่างๆ	28
7. การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการ ทดลองต่างๆ	30
8. การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการ ทดลองต่างๆ	33
9. การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการ ทดลองต่างๆ	35
10. การเปรียบเทียบปริมาณโปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการ ทดลองต่างๆ	38
11. การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการ ทดลองต่างๆ	40
12. การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการ ทดลองต่างๆ	42

ตารางที่ หน้า

13. การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ 45
14. การเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ 48
15. การเปรียบเทียบความเข้มข้นของเหล็กในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ 50
16. การเปรียบเทียบความเข้มข้นของสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ 52
17. การเปรียบเทียบความเข้มข้นของทองแดงในข้าวฟ่างต้นหวานระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ 54

ภาคผนวก

18. แสดงค่าวิเคราะห์ดินเหนียวสีดำจากภาคสนาม 63
19. แสดงความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานเมื่ออายุ 1 เดือน 64
20. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานเมื่ออายุ 1 เดือน 64
21. แสดงความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานขณะเก็บเกี่ยว 65
22. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานขณะเก็บเกี่ยว 65
23. แสดงน้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างต้นหวาน 66
24. ค่าวิเคราะห์ทางสถิตินำหนักแห้งของข้าวฟ่างต้นหวาน 66
25. แสดงความหวานในข้าวฟ่างต้นหวาน 67
26. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติความหวานในข้าวฟ่างต้นหวาน 67
27. แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน 68
28. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน 68
29. แสดงปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน 69
30. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน 69
31. แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน 70
32. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน 70
33. แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน 71
34. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน 71
35. แสดงเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 72

ตารางที่ หน้า

36. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 72
37. แสดงปริมาณโปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 73
38. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 73
39. แสดงเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 74
40. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 74
41. แสดงปริมาณแคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 75
42. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณแคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 75
43. แสดงเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 76
44. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 76
45. แสดงปริมาณแมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 77
46. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณแมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน 77
47. แสดงความเข้มข้นของเหล็กในข้าวฟ่างต้นหวาน 78
48. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของความเข้มข้นของเหล็กในข้าวฟ่างต้นหวาน 78
49. แสดงความเข้มข้นของสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวาน 79
50. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของความเข้มข้นของสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวาน 79
51. แสดงความเข้มข้นของทองแดงในข้าวฟ่างต้นหวาน 80
52. ค่าวิเคราะห์ทางสถิติของความเข้มข้นของทองแดงในข้าวฟ่างต้นหวาน 80

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานเมื่ออายุ 1 เดือน กับตำรับการทดลองต่างๆ	17
2.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานขณะเก็บเกี่ยว กับตำรับการทดลองต่างๆ	19
3.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างต้นหวานกับตำรับ การทดลองต่างๆ	21
4.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหวานของข้าวฟ่างต้นหวานกับตำรับ การทดลองต่างๆ	24
5.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ	26
6.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ	29
7.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ	31
8.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ	34
9.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ	36
10.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ	39
11.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ	41
12.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ	43
13.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ	46
14.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ	48

รูปที่ หน้า

15. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเหล็กในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ 52
16. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ 54
17. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของทองแดงในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ 56

คำนำ

ข้าวฟ่างเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับที่ห้าของโลกรองลงมาจากข้าวสาลี ข้าว ข้าวโพด และข้าวบาร์เลย์ เป็นพืชที่สามารถปลูกได้ทั่วไปในทุกทวีป โดยเฉพาะในเขตที่แห้งแล้งเกินกว่าจะปลูกข้าวโพดได้นั้น ข้าวฟ่างสามารถปลูกทดแทนได้ดี นอกจากเมล็ดจะใช้เป็นอาหารมนุษย์และสัตว์แล้ว ลำต้นยังใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์และใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เป็นพืชที่ปลูกเพื่อเป็นอาหารมนุษย์ในประเทศทางแถบอัฟริกา และบางประเทศในเอเชีย โดยเฉพาะอินเดีย แมนจูเรีย และสาธารณรัฐประชาชนจีน ในสหรัฐอเมริกานั้น ข้าวฟ่างเป็นพืชอาหารสัตว์ที่สำคัญโดยเฉพาะทางตอนใต้ซึ่งมีสภาพแห้งแล้ง นอกจากนี้แล้วยังแปรรูปเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอีกหลายชนิด (เกษม, 2527)

สำหรับประเทศไทยนั้น ข้าวฟ่างเป็นพืชที่รู้จักกันมานานแล้วข้าวฟ่างที่ปลูกในประเทศไทยในปัจจุบันมีปริมาณน้อยกว่าข้าวโพดมาก โดยที่กสิกรนิยมปลูกเพียงบ้างส่วนของในแต่ละท้องที่อีกทั้งตลาดรับซื้อข้าวฟ่างยังอยู่ในวงจำกัด ผลผลิตส่วนใหญ่จะส่งไปขายต่างประเทศถึง 76.19% และใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ภายในประเทศเพียง 23.81% เท่านั้น (สถิติการเกษตร ,2535) ตลาดข้าวฟ่างของไทยในต่างประเทศที่สำคัญได้แก่ ซาอุดิอาระเบีย ไต้หวัน มาเลเซีย และฮ่องกง สำหรับประเทศซาอุดิอาระเบียนั้นถือว่าเป็นประเทศที่มีความสำคัญต่อข้าวฟ่างของไทยมากที่สุด (เกษม, 2527)

ประสิทธิ์ (2529) ได้แบ่งข้าวฟ่างที่ปลูกกันโดยทั่วไปออกเป็น 5 ชนิดคือ

- ข้าวฟ่างเมล็ด (Grain sorghum) ข้าวฟ่างชนิดนี้จะนำเมล็ดมาใช้แปรรูปเป็นอาหาร ทั้งอาหารมนุษย์และสัตว์

- ข้าวฟ่างหญ้า (Grass sorghum) จะนำมาทำหญ้าแห้ง หญ้าหมักหรือทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ เช่น หญ้าจอห์นสัน หญ้าโคลัมบัส

- ข้าวฟ่างหวาน (Sorgo or Sweet sorghum) เป็นชนิดที่มีน้ำตาลในลำต้นมาก นำมาใช้ประโยชน์โดยการหีบเอาน้ำตาล ทำน้ำเชื่อม หรือนำไปหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์

- ข้าวฟ่างไม้กวาด (Broomcorn) ใช้ประโยชน์จากช่อดอกโดยการนำมาทำไม้กวาด

- ข้าวฟ่างคั่ว (Pop sorghum)เป็นข้าวฟ่างที่นำมาคั่วแล้วจะแตกเช่นเดียวกับข้าวโพดคั่ว

ในปัจจุบันนี้ข้าวฟ่างหวาน (Sweet sorghum) เริ่มมีบทบาทสำคัญขึ้นเพราะนอกจากจะใช้ทำน้ำตาล น้ำเชื่อม และอาหารสัตว์แล้ว ยังแปรรูปใช้ประโยชน์ได้อีกหลายอย่างเช่น ทำแอลกอฮอล์ และกากใช้ผสมปุ๋ย

และยังได้แบ่งข้าวฟ่างหวานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันออกเป็น 2 ประเภท

- พันธุ์ที่ใช้ทำน้ำเชื่อม (Syrup varieties) ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวฟ่างหวานที่ประกอบด้วยน้ำตาลชนิดที่ไม่ตกผลึก

- พันธุ์ที่ใช้ทำน้ำตาล (Sugar varieties) ซึ่งเป็นพันธุ์ ข้าวฟ่างหวานที่ประกอบไปด้วยน้ำตาลซูโครส และตกผลึกได้ง่าย

ข้าวฟ่างหวานทั้ง2ประเภทนี้สามารถใช้ปลูกเพื่อผลิตแอลกอฮอล์ได้ดีพอๆกัน (Nathan,1985) และเริ่มมีความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเทียบระหว่างข้าวฟ่างกับอ้อยแล้วข้าวฟ่างมีข้อได้เปรียบหลายประการเช่น สามารถปลูกได้อย่างกว้างขวาง การลงทุนต่ำกว่าและยังทนต่อความแห้งแล้ง และต้องการน้ำและปุ๋ยน้อยกว่าอีกด้วย นอกจากนี้เมล็ดข้าวฟ่างหวานยังใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ และน้ำข้าวฟ่างหวานสามารถผลิตได้ทั้งน้ำตาลและแอลกอฮอล์กากข้าวฟ่างหวานหลังจากหีบน้ำหวานแล้วยังสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ด้วย

แหล่งผลิตข้าวฟ่างที่สำคัญของไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ รองลงมาคือภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สถิติการเกษตร , 2535) จังหวัดที่มีการปลูกข้าวฟ่างมากได้แก่ ลพบุรี นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ ดินส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณเดียวกันกับที่มีการปลูกข้าวโพด ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ดี และดินที่มีการปลูกข้าวโพด ข้าวฟ่างในประเทศไทยส่วนมากจะเป็นดินเหนียวสีแดง ดินเหนียวสีดำและดินเหนียวสีน้ำตาลปนดำ (กรมวิชาการเกษตร, 2524) ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมสูง ถือว่าเป็นสาเหตุประการสำคัญต่อการขาดธาตุอาหารเสริม ได้มีการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาการขาดธาตุรอง และธาตุปริมาณน้อยกับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 ในดินชุดต่างๆ 6 แหล่ง พบว่าข้าวโพดมีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยธาตุรอง และธาตุปริมาณน้อยในดินหลายแห่ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด (สุวพันธ์, 2520) สำหรับข้าวฟ่างต้นหวานซึ่งมีลักษณะคล้ายข้าวโพดนั้น คาดว่าน่าจะมีความต้องการธาตุอาหารคล้ายคลึงกัน หากปลูกในดินชนิดเดียวกัน แต่ยังไม่มีการทดลองที่แน่ชัดนัก จึงได้ทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของจุลธาตุอาหารทางดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างต้นหวานพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในดินเหนียวสีดำ เพื่อเป็นแนวทางให้เกษตรกรสามารถปลูกข้าวฟ่างในพื้นที่ดินนั้นอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลการให้ ธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดงต่อการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างต้นหวานที่ปลูกบนดินเหนียวสีดำ

2. เพื่อศึกษาอาการขาดของ ธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง ที่มีผลกระทบกระเทือนต่อปริมาณน้ำตาล ในลำต้นของข้าวฟ่างต้นหวานที่ปลูกบนดินเหนียวสีดำ

3. เพื่อศึกษาถึงผลกระทบจาก ธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง ที่มีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน , ฟอสฟอรัส , โปแตสเซียม , แคลเซียม และแมกนีเซียม ในข้าวฟ่างต้นหวานที่ปลูกบนดินเหนียวสีดำ

ตรวจเอกสาร

ข้าวฟ่างใช้ประโยชน์ได้ 2 ทาง คือ ใช้ประโยชน์ทั้งลำต้นและเมล็ด ลำต้นสามารถตัดให้วัวกินได้ในช่วงออกดอก ถึงระยะแป้งอ่อน และสามารถเก็บผลผลิตเมล็ดจากข้าวฟ่างต่อได้อีก ข้าวฟ่างหวานเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ทั่วไป โดยเฉพาะในเขตร้อน และมีปริมาณน้ำตาลใกล้เคียงกับอ้อยมาก ลักษณะที่เด่นกว่าอ้อยคือมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น (100-120 วัน) ทนแล้งกว่าอ้อยและพืชไร่ชนิดอื่นๆ นอกจากนี้เมล็ดข้าวฟ่างหวานยังใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ และน้ำข้าวฟ่างหวานสามารถผลิตได้ทั้งน้ำตาลและแอลกอฮอล์ (น้อม , 2523)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ข้าวฟ่าง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sorghum biccolor* Moench. จัดอยู่ในFamilyGramineae ข้าวฟ่างเป็นพืชล้มลุกที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับข้าวโพดมาก ทั้งลักษณะการเจริญเติบโต การจัดเรียงตัวของใบและกาบใบเป็นต้น ข้าวฟ่างหวานมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียในต้นเดียวกันร้อยละ 95 จะเป็นการผสมตัวเอง มีโครโมโซม 10 คู่ เหมือนข้าวโพด ความสูงของต้นแตกต่างตามสายพันธุ์ มีตั้งแต่สูง 45 เซนติเมตร จนถึงกว่า 4 เมตร ขนาดของลำต้นแตกต่างกันตามเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตรถึง 3 เซนติเมตร (บรรเจิด,2516) ในปี 2525 ได้มีนักวิชาการประจำศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ได้ทำการผสมพันธุ์ข้าวฟ่างระหว่างสายพันธุ์แม่ M 91019 เป็นพันธุ์ข้าวฟ่างต้นสูงมีน้ำในลำต้นหวาน เมล็ดสีเหลืองกับสายพันธุ์พ่อเวสต์แอฟริกันอายุสั้น (WAE) ลักษณะลำต้นเตี้ย เมล็ดสีแดง แล้วคัดเลือกพันธุ์แบบช่อต่อแถว โดยคัดเลือกสายพันธุ์เมล็ดสีแดง น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากกว่า 30 กรัม ต้นสูงประมาณ 2 เมตร สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งลำต้นและเมล็ด น้ำในลำต้นหวานนำไปแปรรูปเป็นน้ำตาล และนำเมล็ดและตอซังไปเลี้ยงสัตว์ได้ ให้ชื่อว่าข้าวฟ่างต้นหวานพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ซึ่งมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม ในลักษณะเดียวกับข้าวฟ่างหวาน

ข้าวฟ่างสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ถ้าดินมีความชื้นเพียงพอและใช้พันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแล้ง ในเขตร้อนข้าวฟ่างสามารถเจริญได้ตั้งแต่ ความสูงระดับน้ำทะเลถึงที่สูงระดับ 1,500 เมตร ข้าวฟ่างทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีกว่าข้าวโพด และขึ้นได้ดีในดินที่มีสภาพเป็นดินเหนียวถึงดินร่วนปนทราย ความเป็นกรดของดินไม่ค่อยสำคัญนัก เนื่องจากข้าวฟ่างปลูกได้ในดินที่มี pH 5.0 ถึง 8.5 นอกจากนี้ข้าวฟ่างยังทนต่อความเค็มของดินได้ดีกว่าข้าวโพด (Brannon , 1962)

สถานภาพด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้ปลูกข้าวโพดข้าวฟ่าง

ในบริเวณที่มีการปลูกข้าวฟ่างส่วนใหญ่ก็มักจะเป็นแหล่งที่มีการปลูกข้าวโพด ซึ่งในบริเวณเหล่านี้เกษตรกรได้ใช้เพาะปลูกมาเป็นเวลานานเกินกว่า 20 ปี จึงทำให้ผลผลิตข้าวโพดต่ำโดยเฉลี่ยไม่เกิน 400 กิโลกรัมต่อไร่ สาเหตุที่สำคัญคือ สถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงตามจำนวนปีที่ทำการเพาะปลูก เนื่องจากดินที่ใช้ปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่มีธาตุอาหารพืชน้อยแต่หน้าดินมีอินทรีย์วัตถุมาก เช่น ดินในพื้นที่ป่าเขา เมื่อมีการเปิดป่านำดินมาใช้เพาะปลูก อินทรีย์วัตถุจะสลายตัวอย่างรวดเร็ว และมักไม่มีการเพิ่มธาตุอาหารพืชทดแทน ดังนั้นดินในแหล่งปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่มักตอบสนองต่อธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง นอกจากนี้พื้นที่ปลูกข้าวโพดมักมีความลาดชันและทำให้เกิดน้ำไหลบ่าและสูญเสียหน้าดินเมื่อฝนตกหนัก ในแหล่งปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่เกษตรมักปลูกข้าวโพดได้เพียงอย่างเดียวเนื่องจากมีช่วงฝนตกสั้นมาก แต่ในบางท้องที่ที่พอจะปลูกได้สองครั้ง เกษตรกรมักปลูกข้าวฟ่างเป็นพืชที่สอง โดยเฉพาะดินที่มีเนื้อหยาบทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงอย่างรวดเร็วทำให้ธาตุอาหารลดลงอย่างรวดเร็ว เช่น ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม และผลผลิตลดลงเรื่อย ๆ เช่น ที่นิคมสร้างตนเองพระพุทธบาท จังหวัดลพบุรี ซึ่งทำการปลูกข้าวโพดติดต่อกันมาตั้งแต่เปิดให้กสิกรเข้าทำกินในปี พ.ศ. 2500 ผลผลิตซึ่งเดิมได้รับประมาณ 600 กิโลกรัมต่อไร่ (ดินเหนียวสีแดง) ปัจจุบันผลผลิตลดลงเหลือเฉลี่ยประมาณ 250 กิโลกรัมต่อไร่ (กองพืชไร่, 2524) มีการวิจัยพบว่าผลผลิตข้าวโพดข้าวฟ่างที่ปลูกบนดินชุดเลยมักต่ำกว่าผลผลิตที่ได้รับจากชุดดินอื่น ๆ หรือบริเวณปลูกข้าวโพดที่สำคัญอื่น ๆ แม้ว่าจะได้รับธาตุอาหารที่ขาดอย่างรุนแรงในปริมาณสูง แต่โดยที่การทดลองปุ๋ยส่วนใหญ่ทดลองเฉพาะปุ๋ยธาตุหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม จึงอาจเป็นไปได้ว่าธาตุอาหารรองและจุลธาตุบางธาตุหรือหลายธาตุก็ขาดแคลนด้วย มีความสำคัญต่อผลผลิตข้าวโพดข้าวฟ่างด้วย

ดินที่ใช้ปลูกข้าวฟ่างในประเทศไทย

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า ข้าวโพดและข้าวฟ่างส่วนมากจะปลูกในบริเวณเดียวกัน หรือบริเวณที่มีลักษณะดินคล้ายคลึงกัน ดินที่ใช้ปลูก

ข้าวโพดหรือข้าวฟ่างส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียวสีแดง ดินเหนียวสีดำ และดินเหนียวสีน้ำตาลปนดำ (กรมวิชาการเกษตรม, 2510) โดยมีแหล่งปลูกอยู่ที่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ โดยดินดำหรือดินเทาดำ เป็นดินที่มีสภาพเหนียวจัดสีดำและแตกระแหงเมื่อหน้าดินแห้ง อุ้มน้ำได้ดีกว่าดินเหนียวสีแดง ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดมาจากหินต้นกำเนิดคือหินปูน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งดินเหนียวสีดำมักจะพบปูนมาร์ล ซึ่งพบในดินชั้นล่างหรือปะปนอยู่กับดินบน ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (pH 6.0 -8.0)ความอุดมสมบูรณ์สูง เนื่องจากมีปริมาณแคลเซียมในดินสูง จึงเป็นสาเหตุประการสำคัญที่ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุ

อาหารเสริมต่อพืชได้น้อย และมักพบว่าพืชที่ปลูกในดินนี้จะแสดงอาการขาดธาตุเหล็กอย่างเห็นได้ชัด เช่น ต้นถั่วลิสง หรือจำพวกไม้ยืนต้นทั่วไป ในขณะที่แล้งเป็นเวลานาน (กรมวิชาการเกษตร, 2522) นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวฟ่างต้นหวานที่ปลูกบนดินนี้จะแสดงอาการขาดธาตุสังกะสีอีกด้วย

ปริมาณความต้องการธาตุอาหารของข้าวฟ่าง

ข้าวฟ่างต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักส่วนธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถัน นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารเสริม ซึ่งข้าวฟ่างต้นหวานมีความต้องการในการสร้างความเจริญเติบโตและผลผลิตในปริมาณที่น้อยมาก แต่ถ้าขาดธาตุดังกล่าวจะทำให้เป็นอุปสรรคในการจำกัดความเจริญเติบโต และกระทบกระเทือนถึงผลผลิตได้แก่ เหล็ก สังกะสี แมงกานีส โบรอน โมลิบดีนั่ม ทองแดง แต่อย่างไรก็ตามธาตุดังกล่าวนี้ไม่ค่อยปรากฏว่ามีปัญหาในการปลูกข้าวฟ่าง นอกจากนี้ยังมีปริมาณที่เพียงพอในดินทั่วๆไป ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ตลอดจนธาตุอาหารเสริมทั้งหลายนี้ ข้าวฟ่างมีความต้องการในระดับต่างๆกัน โดยเฉพาะพวกธาตุอาหารหลักมีความสำคัญต่อข้าวฟ่างอย่างเห็นได้ชัด และข้าวฟ่างจะแสดงอาการตอบสนองต่อธาตุอาหารหลักทั้งสามนี้ในปริมาณที่แตกต่างกันและในระยะการเจริญเติบโตที่ต่างๆกัน ในแต่ละชนิดของดิน (Nelson 1968) พบว่าไนโตรเจนนั้นข้าวฟ่างจะดูดจากดินขึ้นมาใช้ตั้งแต่เริ่มแรกของการเจริญเติบโตและปริมาณจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในระยะที่ข้าวฟ่างกำลังจะออกดอกและฝักอ่อน ถึงระยะอายุ 50-60 วัน แต่อย่างไรก็ตามธาตุไนโตรเจนจากดินก็จะถูกดูดไปใช้ตลอดระยะการเจริญเติบโต ส่วนธาตุฟอสฟอรัสถูกดูดไปใช้ตลอดระยะการเจริญเติบโต ซึ่งระยะที่ต้องการมากคือเริ่มระยะแรก แต่จะสังเกตเห็นว่า ในระยะเดือนแรกจะแสดงอาการขาดธาตุฟอสฟอรัสไม่ว่าจะปลูกในดินชนิดใดก็ตาม แต่อาการจะหายไปเมื่ออายุมากขึ้น ทั้งนี้มิใช่ว่าดินนั้นจะขาดฟอสฟอรัสเสมอไป แต่เป็นเพราะระบบรากและสรีรวิทยาของข้าวฟ่างไม่สามารถจะดูดฟอสฟอรัสในดินให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตในระยะนั้นได้ สำหรับธาตุโปแตสเซียมซึ่งมีอยู่ในปริมาณสูงในดินที่มีดินเหนียวปนอยู่ ซึ่งข้าวฟ่างสามารถจะดูดไปใช้ในปริมาณสูงตลอดฤดูการปลูกตามบริเวณที่ปรากฏในดิน และไม่ค่อยปรากฏให้เห็นว่ามีการขาดธาตุโปแตสเซียมในดินส่วนใหญ่ของประเทศไทย (กรมวิชาการเกษตร, 2522)

ส่วนปริมาณความต้องการของธาตุอาหารเสริมในข้าวฟ่างเป็นปัจจัยที่สำคัญมากประการหนึ่งและดูเหมือนจะควบคุมได้ยากกว่าปริมาณความต้องการของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองเสียอีก ทั้งนี้เพราะช่วงที่เหมาะสมของธาตุอาหารเสริมแต่ละธาตุนั้นค่อนข้างแคบและแคบกว่าของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองมาก ข้าวฟ่างที่ปลูกในดินที่มี pH สูง เช่น Alkaline และ Calcareous soils มักมีธาตุสังกะสีที่ข้าวฟ่างใช้ได้เป็นจำนวนน้อย โดยทั่วไป ธาตุนี้จะเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดที่ pH 5.5-6.0 เมื่อ pH สูงกว่า 6.0 ปริมาณที่เป็นประโยชน์ของ

ธาตุสังกะสีจะเริ่มลดลง ส่วนดินที่เป็นกรดจัดก็มีแนวโน้มที่จะขาดธาตุสังกะสีได้เหมือนกัน เนื่องจากถูกชะล้างหายไปเป็นส่วนใหญ่

อาการขาดจุลธาตุของพืช

ธาตุเหล็ก

เหล็กเป็นธาตุแรกในบรรดาจุลธาตุอาหารที่พบว่ามีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ธาตุเหล็กเกี่ยวข้องอยู่กับขบวนการทางด้านสรีรวิทยาของพืชกล่าวคือเหล็กเป็น activator ของเอ็มไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างคลอโรฟิลและเอนไซม์ peroxidase นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของไซโตโครมซึ่งเป็นสารตัวกลางในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนรอนทั้งในขบวนการสังเคราะห์แสงและขบวนการหายใจ(ชัยฤกษ์, 2526;สัมพันธ์, 2526 และสรสิทธิ์และคณะ , 2527)

อาการขาดธาตุเหล็กของพืชมีลักษณะแตกต่างกันไปบ้างตามชนิดของพืชแต่ส่วนใหญ่อาการจะเริ่มในลักษณะคลอโรซีสระหว่างเส้นใบ (interveinal chlorosis) กล่าวคือส่วนของใบนอกจากเส้นใบ (vein) เริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง จนกระทั่งกลายเป็นสีขาวซีดและเกิดเนื้อเยื่อตายตามบริเวณขอบใบลุกลามเข้ามาเรื่อยๆ จนในที่สุดพืชอาจตายได้(Cox et al., 1982; Stonen, 1962; Wallace et al.,1957) ลักษณะอาการคลอโรซีส ดังกล่าวมักพบกับพืชหลายชนิดโดยเฉพาะที่ปลูกในสภาพภูมิอากาศแบบกึ่งแห้งแล้ง (semiarid climate) และพืชที่ปลูกบนดินคัลคาเรียส เช่น แอปเปิ้ล อโวกาโด กล้วย ข้าวบาเลย์ ส้ม ฝ้าย ข้าวโอ๊ต ถั่วลิสง มันสำปะหลัง ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง และพืชจำพวกไม้ดอกอีกหลายชนิด (Chen and Barak, 1982)

ธาตุสังกะสี

ธาตุสังกะสีเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นธาตุหนึ่ง และมีความสำคัญต่อข้าวฟ่างยิ่งกว่าธาตุอาหารเสริมอื่นๆ เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิด ควบคุมระบบการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล และระบบอื่นๆในพืช เมื่อพืชได้รับธาตุสังกะสีไม่เพียงพอ จึงกระทบกระเทือนขบวนการเมตาโบลิซึม คือทำให้ปริมาณ RNA และ Ribosome ในเซล ลดลง (Brown และคณะ,1966)และเกิดการขาด Auxin โดยทั่วไปพืชจะแสดงอาการขาดธาตุสังกะสีเมื่อมีปริมาณในใบน้อยกว่า 10 ppm.

ในประเทศไทยมีการขาดธาตุสังกะสี ในส้มเขียวหวานอย่างแพร่หลายมาก (McCall , 1965) โดยใบมีลักษณะด่าง บริเวณระหว่างเส้นใบมีสีเขียวอ่อนหรือเหลือง ส่วนบริเวณที่ติดกับเส้นใบยังเขียวสดอยู่ ใบลีบเล็กผิดขนาดลักษณะเช่นนี้ชาวสวนเรียกว่าเป็นโรค"ใบแก้ว " ถ้ามีอาการมากต้นส้มจะแคระแกร็น ให้ผลน้อย ผลเล็ก คุณภาพต่ำ สำหรับพืชไร่ มีรายงานกับข้าวโพดในดินบางแห่ง (สุรศักดิ์ ,2516; สุวพันธ์และคณะ ,2532) อาการเกิดขึ้นในระยะที่ข้าวโพดโตเต็มที่แล้วจะเกิดอาการ Chlorosis คือมีแถบสีขาวจนถึงสีเหลืองจางๆ เกิดขึ้นระหว่างเส้นใบ แล้ว

ค่อยๆ ขยายออกทั่วบริเวณใบ ส่วนของใบ เส้นกลางใบ และปลายใบจะยังมีสีเขียวอยู่ใบแก่เป็นสีม่วง การออกไหมและติดฝักช้าลง ถ้าอาการขาดอยู่ในขั้นเล็กน้อย จะเกิด Chlorosis เฉพาะใบล่างเท่านั้น ถ้าขาดอย่างรุนแรง ใบแก่จะเป็นสีม่วงแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแห้งตาย ใบอ่อนมีสีเหลืองซีด บางครั้งมีสีม่วงดำที่บริเวณข้อส่วนกลางของลำต้น ลำต้นแคระแกร็น ข้อสั้นผลผลิตต่ำหรืออาจตายไปเลย ส่วนในมันสำปะหลังมีรายงานว่าเมื่อใส่สังกะสีแล้วทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มขึ้น(สุวพันธ์และคณะ,2532)

<u>ธาตุทองแดง</u>

ทองแดงเป็นธาตุอาหารที่พืชดึงดูดขึ้นไปใช้เป็นปริมาณค่อนข้างน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเหล็ก แมงกานีสและสังกะสี ปริมาณส่วนใหญ่ของทองแดงในพืชจะสะสม อยู่ในส่วนของคลอโรพลาสและการดูดธาตุทองแดงของพืช ดูเหมือนว่าจะมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับการดูดธาตุเหล็ก ถ้าพืชมีทองแดงในลำต้นน้อยเกินไป จะทำให้พืชเกิดการสะสมธาตุเหล็กมากขึ้น และถ้าพืชได้รับทองแดงมากเกินไป พืชจะเกิดอาการคลอโรซีส เช่นเดียวกับอาการขาดธาตุเหล็ก (ชัยฤกษ์ , 2526; บุปผา , 2526)

อาการขาดธาตุทองแดงในธัญพืชเริ่มแรกที่ปลายใบจะมีสีขาว ใบจะแคบและบิด อาการมักปรากฏในระยะแตกกอ ต่อมาการยืดตัวของข้อและปล้องจะลดลง (Brown และคณะ, 1958) เมื่อพืชอายุมากขึ้นอาการจะรุนแรงมากขึ้นคือยอดมีสีขาวบิดเป็นเกลียว ธัญพืชแต่ละชนิดจะว่องไวต่อการขาดธาตุทองแดแตกต่างกัน พืชที่ว่องไวต่อการขาดทองแดงมากที่สุดคือ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต และข้าวสาลี รองลงมาคือ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ตามลำดับ (Cox และKamprath, 1972) สำหรับข้าวโพดอาการขาดทองแดงจะปรากฏครั้งแรกในใบอ่อน และโดยทั่วๆ ไปแล้วมักพบในใบอ่อนมากกว่าใบแก่ อาการคือเกิดสีเหลืองในใบยอดและต้นพืชจะชะงักการเจริญเติบโตเล็กน้อย ถ้าขาดรุนแรงต้นพืชจะชะงักการเจริญอย่างรุนแรง ใบอ่อนจะมีสีซีด เหลือง และเกิดอาการ die-back ของใบแก่ เกิดการไหม้ของใบที่ปลายใบและริมใบคล้ายการขาดโปแตสเซียมถ้าขาดรุนแรงมากมักตาย(Krantz และ Melstead, 1964)

การให้จุลธาตุในพืช

แม้ว่าข้าวฟ่างต้องการจุลธาตุเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่การขาดจุลธาตุนี้จะมีผลทำให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อผลผลิตของข้าวฟ่างได้ เมื่อข้าวฟ่างปลูกบนดินที่มีสภาพเป็นด่าง ซึ่งทำให้ความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุที่ข้าวฟ่างจะดูดไปใช้ได้น้อยหรือไม่เพียงพอต่อความต้องการจึงทำให้แสดงอาการขาดธาตุนี้ออกมาให้เห็น ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาถึงอัตราและวิธีการให้จุลธาตุต่อข้าวฟ่างขึ้น เพื่อแก้ไขอาการและผลผลิตที่เพิ่มขึ้น

ธาตุเหล็ก

Chen และ Barak (1982) ได้รายงานผลของปุ๋ยคอกที่มีต่อผลผลิตของข้าวฟ่างที่ปลูกในดินดัลคาเรียสพบว่าการใช้ปุ๋ยคอก (farmyard manure) อัตรา 20 ตันต่อเฮกแตร์ ทำให้ผลผลิตของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นจาก 520 เป็น 970 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ และได้ผลทำนองเดียวกับการทดลองกับถั่วลิสง (Wallace ,1951) ได้ศึกษาถึงการใช้ปุ๋ยคอก (dog manure) ซึ่งมีเหล็กเป็นองค์ประกอบประมาณ 1850 ppm. ใส่ลงไปในดินดัลคาเรียส อัตรา 1.5 % มีผลทำให้ผลผลิตคือน้ำหนักแห้งและปริมาณธาตุเหล็ก ที่ข้าวฟ่างดูดดึงขึ้นมาสะสมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นมีรายงานว่าการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับเฟอรัสซัลเฟต มีผลให้ผลผลิตของถั่ว ลิสงและข้าวฟ่างที่ปลูกบนดินดัลคาเรียสที่ขาดธาตุเหล็กเพิ่มขึ้น ใกล้เคียงกับการใส่ธาตุเหล็กคีเลทลงไปในดิน (ชัยฤกษ์ และคณะ , 2526)

Francis et al. (1979) ได้ทำการทดลองปลูกข้าวฟ่างในดินดัลคาเรียส โดยใส่เหล็กในรูปเฟอรัสซัลเฟต อัตรา 45 ppm. ร่วมกับปุ๋ยหมัก (ใบฝ้าย) อัตรา 20 ตันต่อเฮกแตร์ พบว่าเมื่อใช้สารทั้งสองร่วมกันทำให้น้ำหนักแห้งของเมล็ดและปริมาณเหล็กที่ข้าวฟ่างดึงดูดมาสะสมเพิ่มขึ้น และมีรายงานโดยทดลองถั่งลิสงกับปุ๋ยหมักที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ (Iron-enriched peat) ในสภาพการทดลองในกระถางพบว่าการใช้ปุ๋ยหมักดังกล่าวอัตรา 1 ถึง 2 กรัมต่อดิน500 กรัม ให้ผลการแก้ไขอาการขาดเหล็กของ ถั่วลิสงที่ปลูกในดินดัลคาเรียสที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ 63 เปอร์เซ็นต์ (Chen et al., 1982)

ธาตุสังกะสี

สุรศักดิ์ (2516) รายงานว่าต้นข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดเลยจะแสดงอาการขาดสังกะสีในระยะแรกของการเจริญเติบโต และอาการจะหายไปเมื่อต้นเจริญขึ้นเมื่อให้ปุ๋ยสังกะสีจะทำให้ความเข้มข้นของสังกะสีในใบ ต้น และรากของข้าวโพด รวมทั้งปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยสังกะสีอัตรา 40 ppm มีผลตกค้างทำให้ข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งสูงสุดในการปลูกครั้งที่สอง (จงรักษ์ ,2516) ให้ข้อสังเกตว่าเมื่อได้รับปุ๋ยสังกะสี ดินชุดตาคลีมีแนวโน้มจะปลดปล่อยสังกะสีแก่พืชต่ำกว่าดินชุดเลย โคราช และปากช่อง และพบว่าในดินล่างของดินชุดเลยข้าวโพดจะตอบสนองต่อปุ๋ยสังกะสี เมื่อระดับฟอสฟอรัสในดินสูง (52 ppm) เท่านั้น แสดงว่าสังกะสีเป็นธาตุตัวถัดจากฟอสฟอรัสที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืชในดินชุดนี้ (สุวพันธ์และคณะ , 2526) พบว่าข้าวโพดตอบสนองต่อปุ๋ยสังกะสีซัลเฟตในดินตาคลี คือผลผลิตเพิ่มขึ้น 6-15 เปอร์เซ็นต์ อัตราปุ๋ยที่ใช้คือ 5 กิโลกรัมต่อไร่ (1.8 กิโลกรัมสังกะสี) แบบโรยเป็นแถว แบบคลุกเมล็ดโดยใช้อัตรา 765 กรัมต่อเมล็ดข้าวโพด 5 กิโลกรัม สำหรับปลูกในเนื้อที่ 1 ไร่ และผลตกค้างของปุ๋ยประมาณ 3 ปี

ประสารและคณะ (2527) ได้ศึกษาถึงการใส่ปุ๋ยสังกะสี เหล็กและแมงกานีสให้กับข้าวโพด โดยวิธีเคลือบเมล็ดข้าวโพดสุพรรณ 1 ก่อนปลูกในดินเหนียวสีดำชุดดินตาคลี. พบว่าการ

เคลือบเมล็ดข้าวโพดด้วยปุ๋ยสังกะสี เหล็ก แมงกานีสในรูปของ Chelate อัตรา 176 กรัมต่อเมล็ดข้าวโพด 5 กิโลกรัม ไม่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นเด่นชัด แต่การเคลือบเมล็ดด้วยแมงกานีส สังกะสีและเหล็ก ทำให้ผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้น 2 , 3 และ 9% ตามลำดับ และสังกะสีและเหล็ก ทำให้จำนวนฝักเพิ่มขึ้น 1.8 และ 3.6 % ตามลำดับ และมีแนวโน้มว่าการเคลือบเมล็ดด้วยปุ๋ยทั้งสามชนิดพร้อมกันทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดลดลง

<u>ธาตุทองแดง</u>

Grewal (1969) ทดลองเปรียบเทียบปุ๋ย $CuSO_4$ และ CuHEDTA กับข้าวสาลีโดยวิธีหว่านและโรยเป็นแถว ในอัตราต่างๆกัน (1.68-26.66กิโลกรัมต่อเฮกแตร์)โดยใช้ CuHEDTA อัตราครึ่งหนึ่งของ $CuSO_4$ ในวิธีหว่าน ส่วนวิธีโรยเป็นแถวใช้ครึ่งหนึ่งของ $CuSO_4$ พบว่าสำหรับปุ๋ยทั้งสองชนิดวิธีหว่านได้ผลดีอย่างมีนัยสำคัญกว่าวิธีโรยเป็นแถวในทุกอัตราของปุ๋ย วิธีหว่าน $CuSO_4$ ได้ผลผลิตสูงกว่า CuHEDTA ส่วนวิธีโรยเป็นแถว CuHEDTA ได้ผลผลิตสูงกว่า และพบว่าผลผลิตของข้าวสาลีเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ย เมื่อปลูกซ้ำในปีถัดมาพบว่าได้ผลผลิตต่ำกว่าปีแรกทุกอัตราปุ๋ย ซึ่งคาดว่าเป็นเพราะได้รับปริมาณน้ำจากสภาพอากาศในแต่ละปีต่างกัน

Reith (1968) เปรียบเทียบการใช้ $CuSO_4 .5H_2O$ แก่ข้าวโอ๊ตและข้าวบาร์เลย์ และได้รายงานว่าปุ๋ยทางใบอัตรา 1.12 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ มีผลน้อยกว่าปุ๋ยทางดินอัตรา 11-22 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (Gilbey, 1970) ได้ศึกษาปุ๋ยที่เป็นสารคีเลทมี polyflavanoid และ lignosulfonate ของทองแดงที่ใช้กับพืชไร่ เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต และข้าวโพด อัตรา 75 กรัมต่อเฮกตาร์ในน้ำ 185 ลิตร การให้ปุ๋ยทางใบส่วนใหญ่จะกระทำทันทีเมื่อพบอาการขาดหลังปลูก

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

จากการทดลองนี้เป็นการปลูกพืชในกระถาง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design. (RCBD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 7 ตำรับการทดลอง ดังนี้

ตำรับที่ 1 Control

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ย NPK

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ย NPK + $FeSO_4$

ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ย NPK + $ZnSO_4$

ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ย NPK + $CuSO_4$

ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ย NPK + $FeSO_4$ + $ZnSO_4$

ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ย NPK + $FeSO_4$ + $ZnSO_4$ + $CuSO_4$

<u>การปลูก</u>

นำดินชุดตาคลีซึ่งเป็นดินเหนียวสีดำที่เก็บตัวอย่างดินมาจากศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ มาผึ่งให้แห้ง ทำการย่อยดินและผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันเพื่อเป็นตัวแทนที่ดีในการทดลอง จากนั้นเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ต่อไป

เริ่มปลูกวันที่ 8 กรกฎาคม 2537 โดยนำเมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์สุพรรบุรี 1 มาปลูกในกระถางดินเผาขนาด 12 นิ้ว ที่บรรจุดินประมาณ 8.5 กิโลกรัม จำนวน 5 เมล็ดต่อกระถาง โดยวางกระถางให้ระยะห่างระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระยะภายในแถวห่างกัน 25 เซนติเมตร นำไปวางกลางแจ้งตามแผนการทดลองที่สุ่มไว้และปักป้ายบอกซ้ำและตำรับการทดลอง หลังจากปลูกได้ประมาณ 4 วัน ข้าวฟ่างเริ่มงอก 11 กรกฎาคม 2537 และทำการถอนแยกข้าวฟ่างให้เหลือ 2 ต้นต่อกระถางในวันที่ 21 กรกกาคม 2537

<u>การให้ปุ๋ย</u>

ทุกตำรับการทดลองยกเว้นตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ย NPK ดังนั้นปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟตและปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ อัตรา 20-20-15 กิโลกรัมต่อไร่ ของ N , P_2O_5 , K_2O ตามลำดับ โดยใส่จำนวน 2 ครั้งคือ ครั้งแรก ใส่ในวันที่ 8 กรกฎาคม 2537 ครั้งที่สอง ใส่วันที่ 31 สิงหาคม 2537ส่วน ปุ๋ยเหล็กซัลเฟต ปุ๋ยสังกะสีซัลเฟตและปุ๋ยทองแดงซัลเฟต อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ครั้งเดียวในวันที่ 8 กรกฎาคม 2537 ยกเว้นปุ๋ยยูเรียจะแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 2 ใส่วันที่ 9 สิงหาคม 2537 หลังจากใส่ครั้งแรก 30 วัน

การดูแลรักษา

การให้น้ำกระทำเวลาเย็นทุกวัน ทำการกำจัดวัชพืช โรคและแมลงตามความจำเป็น โดยวันที่ 8 กรกฎาคม 2537 ใช้ยาฟูราดานในการป้องกันกำจัดแมลงและให้ซ้ำอีกทุก 30 วัน

การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและการเก็บเกี่ยว

บันทึกอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูง โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด ครั้งแรกวัดเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2537 เมื่อข้าวฟ่างมีอายุ 30 วัน และวัดความสูงครั้งสุดท้ายในวันเก็บเกี่ยววันที่ 21 กันยายน 2537 เมื่อข้าวฟ่างมีอายุ 70 - 75 วัน โดยเก็บส่วนของข้าวฟ่างที่อยู่บนดินทั้งหมดรวมกัน รีบนำลำต้นข้าวฟ่างใส่ถุงพลาสติกและปิดปากถุงให้แน่นอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ เขียนซ้ำและตำรับการทดลองบอกไว้ที่ถุงพลาสติกจากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักสด, น้ำหนักแห้ง , เปอร์เซ็นต์น้ำ และวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โปแตสเซียม , แคลเซียม , แมกนีเซียม , เหล็ก ,สังกะสีและทองแดงในตัวอย่างพืชต่อไป

การเก็บตัวอย่างดินและพืชเพื่อนำมาวิเคราะห์

ตัวอย่างดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินรวมก่อนปลูก โดยนำดินมาทำการอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 - 110 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ แล้วนำไปบด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตรจากนั้นจึงคลุกเคล้าดินที่ร่อนแล้วให้เข้ากันอย่างทั่วถึง บรรจุเก็บไว้ในภาชนะพลาสติกที่เขียนหมายเลขกำกับไว้ไม่ให้ปะปนกัน เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์ต่อไป

ตัวอย่างพืช การเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ ซึ่งเก็บเฉพาะส่วนที่อยู่บนดินโดยเก็บตัวอย่างข้าวฟ่างในแต่ละกระถางแยกกัน เมื่อเก็บเกี่ยวเสร็จนำไปชั่งหาน้ำหนักสดทันที จากนั้นนำตัวอย่างข้าวฟ่างมาวัดความหวานด้วยเครื่อง องศาบริดจ์ ต่อจากนั้นนำข้าวฟ่างมาอบที่อุณหภูมิ 70 -80 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ นำมาชั่งน้ำหนักแห้ง จดบันทึกข้อมูลไว้ จากนั้นนำตัวอย่างข้าวฟ่างที่แห้งบดให้ละเอียดด้วยเครื่อง TSOMAS - WW Tomas iley LABORATORY MILL Model บรรจุลงในภาชนะพลาสติกที่สะอาดและแห้ง แยกตัวอย่างข้าวฟ่างที่เก็บมาจากแต่ละกระถางไว้ เขียนหมายเลขกำกับไว้ไม่ให้ปะปนกัน

การวิเคราะห์ดิน

ในการเก็บตัวอย่างดินเพื่อที่จะวิเคราะห์หาค่า pH , % Organic matter , Cation exchange capacity , Electrical conductivity , Total nitrogen , Available phosphorus มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การวัดค่า pH ทำการวัดแบบ Electrometric โดยนำตัวอย่างดินมาผสมน้ำ อัตราส่วนดิน : น้ำ 1: 1 คนให้เข้ากันละตั้งทิ้งไว้ 30 นาที วัดค่า pH ด้วย pH meter

การหาค่า% Organic mater ใช้วิธี Walkley and Black (1934) โดยใช้ 1.0 N $K_2Cr_2O_7$ และกรด H_2SO_4 เข้มข้น ใส่ในตัวอย่างดิน เขย่า ๆ นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที มี O-phenanthroline เป็น Indicator จากนั้นไทเทรต Soil suspension ด้วย 0.5 N $FeSO_4$ จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวอมน้ำเงินเป็นสีแดง ทำ Blank เปรียบเทียบ บันทึกปริมาตร $FeSO_4$ ที่ใช้และนำไปคำนวนหาค่า % Organic matter

การหาค่า Cation exchang capacity ทำการชะตัวอย่างดินด้วยสารละลาย NH_4OAc pH 7.0 จนดินอิ่มตัวด้วย NH_4^+ จากนั้นล้าง NH_4OAc ออกด้วย Methyl alcohol ใช้ Acidified NaCl 10% ไปไล่ที่ NH_4^+ ที่ถูกดูดซับไว้ นำ Leachate มาวิเคราะห์หา NH_4^+ ที่ถูกแทนที่ออกมาด้วยการ กลั่น โดยใช้ NaOH และมีกรด Boric เป็นตัวจับ NH_3 จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาไทเทรตด้วย 0.1 N H_2SO_4 จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดงบันทึกปริมาตร H_2SO_4 ที่ใช้และนำไปคำนวณหาค่า Cation exchanpe capacity

การหาค่า Electrical conductivity วัดปริมาณ Total salinity โดยการวัดค่า Conductivity ของ Saturation extract นำตัวอย่างดินมาผสมน้ำ อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:5 เขย่า 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที ปล่อยให้ดินตกตะกอน จากนั้นนำน้ำใสที่ได้ไปวัดค่าการนำไฟฟ้า

การหาค่า Total nitrogen โดยวิธี Kjeldahl ใช้ Catalyst mixture และสารละลาย H_2SO_4 เป็นตัว Digest ตัวอย่างดิน จนสารละลายใส นำ Aliquot มาวิเคราะห์ค่า Total nitrogen ด้วยการกลั่น โดยใช้ NaOH และมีกรด Boric เป็นตัวจับไนโตรเจนที่ได้ จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาไทเทรตด้วย H_2SO_4 ที่ใช้ทำ Blank เปรียบเทียบ และนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

การหาค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดฟอสฟอรัสในดินด้วยวิธี Bray II จากนั้นทำการ Develope สี Aliquot ด้วยวิธี Molybdenum blue โดยเติม Reagent B แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที วัดค่าเปอร์เซ็นต์ Transmittance จากเครื่อง spectrophotometer ที่ wave length 680 mv นำค่าที่ได้เทียบกราฟการดูดกลืนแสงของฟอสฟอรัสในความเข้มข้นต่างๆ คำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

การหาค่าโปแตสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Soluble Potassium) วิเคราะห์การละลายน้ำของโปแตสเซียม โดยนำดินไปสกัดด้วย NH_4OAC แล้วนำสารละลายที่สกัดได้ไปหาความเข้มข้นของโปแตสเซียมด้วยเครื่อง AAS นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาโปแตสเซียม

การวิเคราะห์พืช

นำตัวอย่างพืชที่บดแล้วมาทำการ Digest ด้วยวิธี Sulphuric-peroxide โดยใช้สารละลาย H_2SO_4-H_2O_2-Li_2SO_4-Se เป็นตัว Digest ที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส จนสารละลายใส จากนั้นนำ Aliquot ไปวิเคราะห์ต่อไป

การหาค่าไนโตรเจน โดยนำ Aliquot ที่ได้จากการ Digest มาทำการกลั่น โดยใช้สารละลาย NaOH และมีกรด Boric เป็นตัวจับไนโตรเจนที่ได้ จากนั้นนำมาไทเทรตด้วยสารละลาย H_2SO_4 จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู ทำ Blank เปรียบเทียบ บันทึกปริมาตรกรดที่ใช้และนำไปคำนวณหาปริมาณและเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

การหาค่าฟอสฟอรัส วิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยใช้ Molybdate-Vanadateเป็น ในการ reagent สีวัดค่าเปอร์เซ็นต์ Transmittance จากเครื่อง spectrophotometer ที่ Wave length 420 mv นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณและเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส

การหาค่าโปแตสเซียม นำสารละลายที่ทำการปรับปริมาตรแล้วนำมาเจือจางเป็น 10 เท่าโดยนำสารละลาย 1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าโดยใช้เครื่อง Atomic absobbance spectrophotometer (AAS) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณและเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียม

การหาปริมาณแคลเซียม-แมกนีเซียม นำสารละลายที่ทำการปรับปริมาตรแล้วนำมาเจือจางเป็น 10 เท่า ซึ่งในสารละลายจะมีส่วนผสมของ Lanthanum 20 โดยนำสารละลาย 1 มิลลิลิตร เติม Lanthanum 2 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 7 มลลิลิตร แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง AAS แล้วนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณและเปอร์เซ็นต์ แคลเซียม-แมกนีเซียม

การหาค่าเหล็ก,สังกะสีและทองแดง นำสารละลายที่ทำการปรับปริมาตรแล้ว นำไปวัดโดยใช้เครื่อง Atomic absobbance spectrophotometer (AAS) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของ เหล็ก สังกะสี ทองแดง

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลอง ที่แปลงทดลองของสาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนสิงหาคม 2537 และทำการทดลองวิเคราะห์ค่าทางเคมี ณ. ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความสูงของข้าวฟ่างเมื่ออายุ 1 เดือน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขในทางสถิติพบว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ไม่ทำให้ความสูงของข้าวฟ่างเมื่ออายุ 1 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 และรูปที่ 1 พบว่า ตำรับการทดลองที่ใส่ NPK +Cu มีความสูงเฉลี่ยของข้าวฟ่างสูงสุดคือ 75 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ NPK + Zn ใส่ NPK + Fe +Zn +Cu ใส่NPK + Fe + Zn ใส่ปุ๋ยNPKและตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลย ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 74, 71.75, 70.50, 67.50 และ 66.75 ตามลำดับ ตำรับที่ให้ความสูงต่ำสุดคือ ใส่ปุ๋ยเหล็ก มีความสูง 66.50 เซนติเมตร

การที่ความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานจากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอาจเกิดจากอายุของข้าวฟ่างต้นหวานยังไม่มีการเจริญเติบโตเต็มที่

ความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานขณะเก็บเกี่ยว

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขในทางสถิติปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆทำให้ความสูงของข้าวฟ่าวต้นหวานขณะเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ย ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 และรูปที่ 2 พบว่า ตำรับการทดลองที่ใส่ NPK + Fe + Zn มีความสูงเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวานเฉลี่ยสูงสุด คือ 178.50 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ NPK + Zn, NPK + Cu, NPK + Fe, NPK + Fe + Zn + Cu และตำรับที่ใส่ปุ๋ยNPK ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 175.75, 167.75, 166.00, 155.50 และ 149.75 เซนติเมตร ตามลำดับ ตำรับที่ให้ความสูงต่ำสุดคือ ไม่ใส่ปุ๋ยเลย มีความสูงเฉลี่ย 149.25

ตำรับการทดลองต่างๆ ให้ความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเกิดจากธาตุอาหารพืชชนิดอื่นๆ ที่จำกัดการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างต้นหวาน แม้ว่าจะได้รับชนิดของจุลธาตุที่แตกต่างกันก็ไม่ทำให้การเจริญแตกต่างกัน

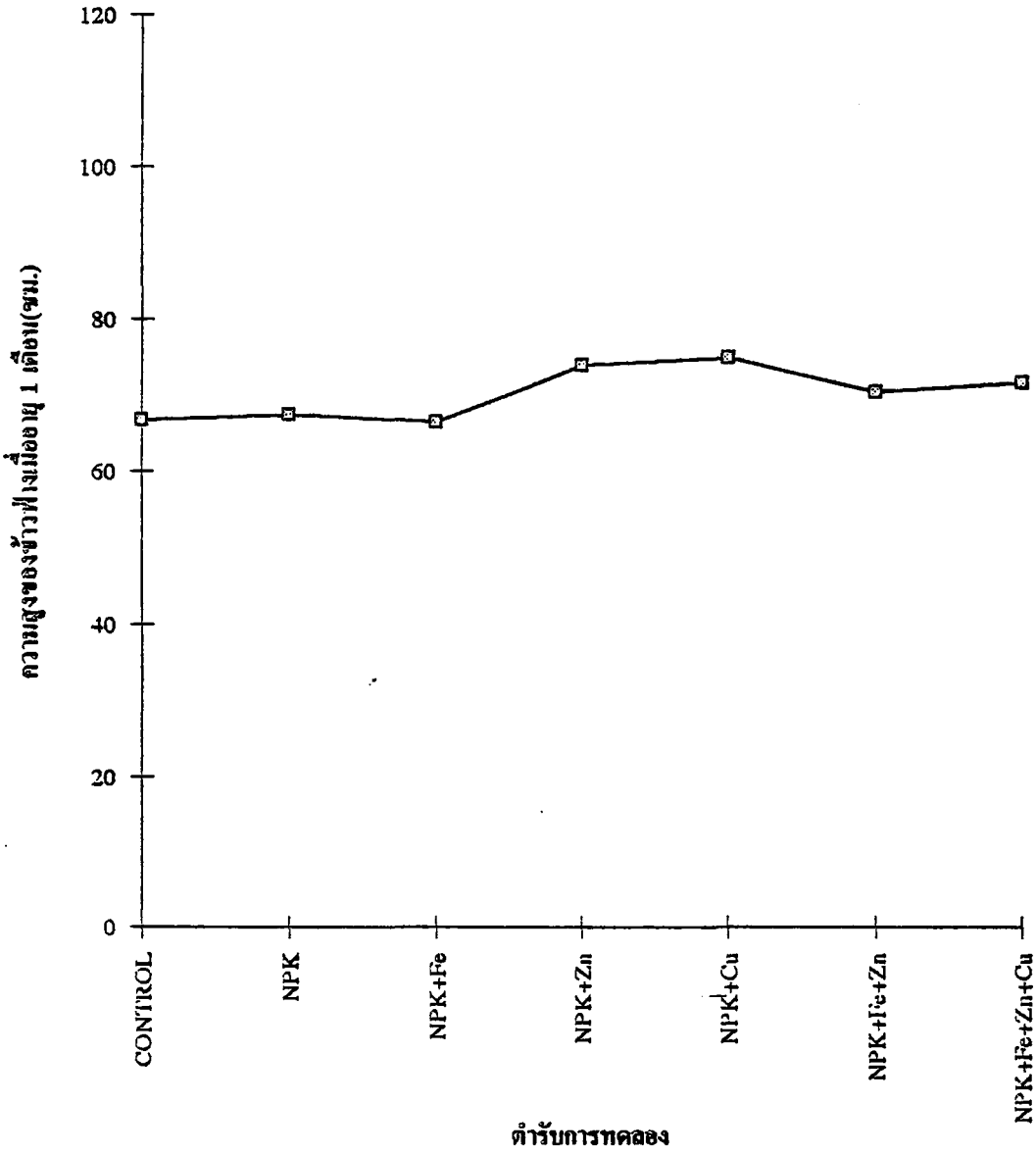
น้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างต้นหวาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขทางสถิติ ปรากฏว่าตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างต้นหวาน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ย ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 และรูปที่ 3 พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยNPK มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวานสูงสุดคือ 110.18 กรัมต่อกระถาง รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ NPK + Cu, ใส่NPK + Fe,ใส่ NPK + Fe + Zn, ใส่ NPK + Zn และ NPK + Fe + Zn + Cuซึ่งให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 107.95, 107.07, 103.03, 98.43 และ 85.44 กรัมต่อกระถางตามลำดับ ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลยให้น้ำหนักแห้งต่ำสุดคือ 63.09 กรัมต่อกระถาง

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวาน เมื่ออายุ 1 เดือน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)
CONTROL	66.75
NPK	67.50
NPK + Fe	66.50
NPK + Zn	74.00
NPK + Cu	75.00
NPK + Fe + Zn	70.50
NPK + Fe + Zn + Cu	71.75

LSD (5%) = 12.67 เซนติเมตร



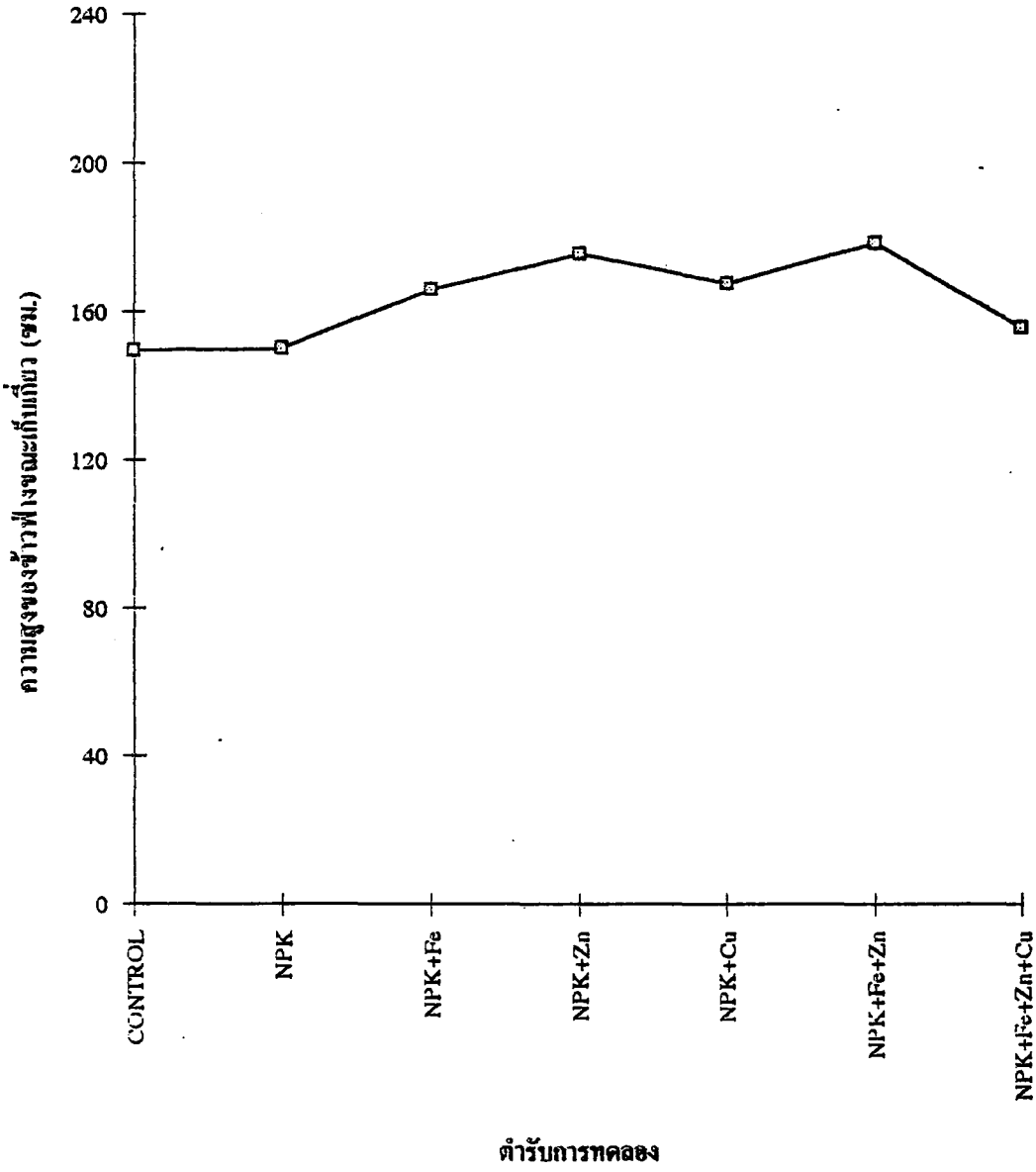
รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานเมื่ออายุ 1 เดือน กับตำรับการทดลองต่างๆ

99648

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวานขณะเก็บเกี่ยว ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ความสูง (ซม.)
CONTROL	149.25
NPK	149.75
NPK + Fe	166.00
NPK + Zn	175.75
NPK + Cu	167.75
NPK + Fe + Zn	178.50
NPK + Fe + Zn + Cu	155.50

LSD (5%) = 38.07 (เซนติเมตร)



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานขณะเก็บเกี่ยว กับตำรับการทดลองต่างๆ

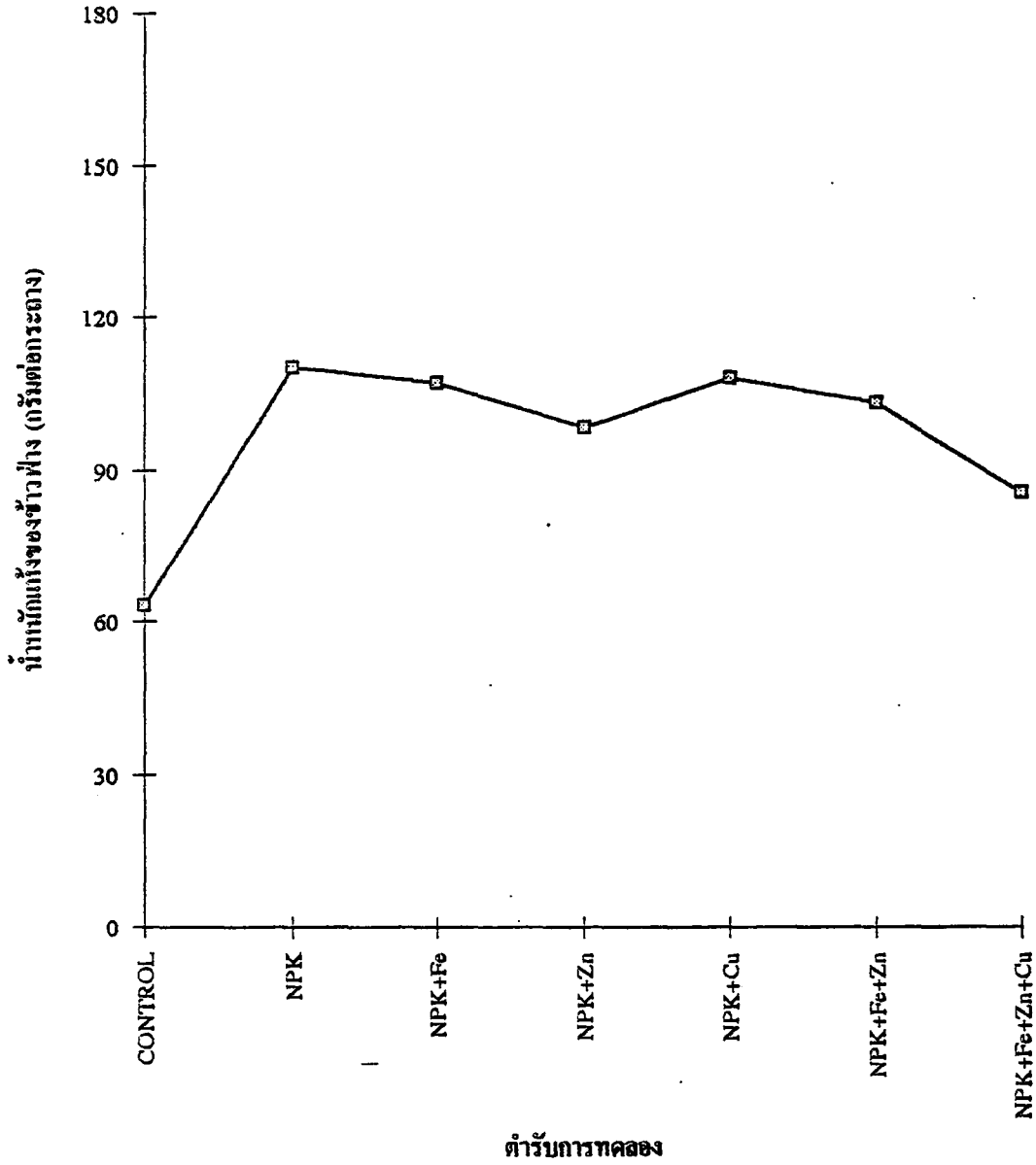
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัมต่อกระถาง)
CONTROL	63.09 b
NPK	110.18 a
NPK + Fe	107.07 a
NPK + Zn	98.43 ab
NPK + Cu	107.95 a
NPK + Fe + Zn	103.03 ab
NPK + Fe + Zn + Cu	85.44 ab

LSD (5%) = 39.45 (กรัมต่อกระถาง)

LSD (1%) = 54.05 (กรัมต่อกระถาง)

14624



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ห้องสมุดหน่วยเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK, ใส่ NPK + Feและใส่ NPK + Cu ทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างต้นหวานสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยเลย แต่การใส่ปุ๋ยNPK ,ใส่ NPK + Fe, ใส่ NPK + Zn, ใส่ NPK + Cu, ใส่ NPK + Fe + Zn และใส่ NPK + Fe + Zn Cu ก็ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างต้นหวานมีความแตกต่างระหว่างกัน อย่างไรก็ตาม ตำรับที่ใส่ NPK + Zn, ใส่ NPK + Fe + Zn และใส่ NPK + Fe + Zn + Cu มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลย

จากข้อมูลตัวเลขแสดงให้เห็นว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยและจุลธาตุจะทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างต้นหวานสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยเลย และการใส่จุลธาตุในตำรับต่างๆ มีแนวโน้มจะทำให้น้ำหนักแห้งของข้างฟ่างต้นหวานสูงขึ้น แต่การใส่ปุ๋ยNPK และการใส่จุลธาตุ ในตำรับต่างๆให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวานมีค่าใกล้เคียงกัน

<u>ความหวานของข้าวฟ่างต้นหวาน</u>

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขในทางสถิติ ปรากฏว่าตำรับการทดลองต่างๆไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ความหวานในข้าวฟ่างต้นหวานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบความหวานเฉลี่ย ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 และรูปที่ 4 พบว่า ตำรับการทดลองที่ใส่ธาตุเหล็ก มีความหวานเฉลี่ยของข้าวฟ่างสูงสุด คือ 17.70 °BRIX รองลงมา ได้แก่ ตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย NPK, ไม่ใส่ปุ๋ย, ใส่ธาตุเหล็ก + สังกะสี + ทองแดง, ใส่ธาตุสังกะสี และใส่ธาตุทองแดง มีความหวานเฉลี่ย 17.35, 17.15, 16.90, 16.65 และ 16.55°BRIX ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ให้ความหวานต่ำสุด คือ ใส่ธาตุเหล็ก + สังกะสี มีความหวานเฉลี่ย 16.20°BRIX

จากข้อมูลตัวเลขแสดงให้เห็นว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีผลทำให้ความหวานของข้าวฟ่างต้นหวานแตกต่างกัน

<u>เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน</u>

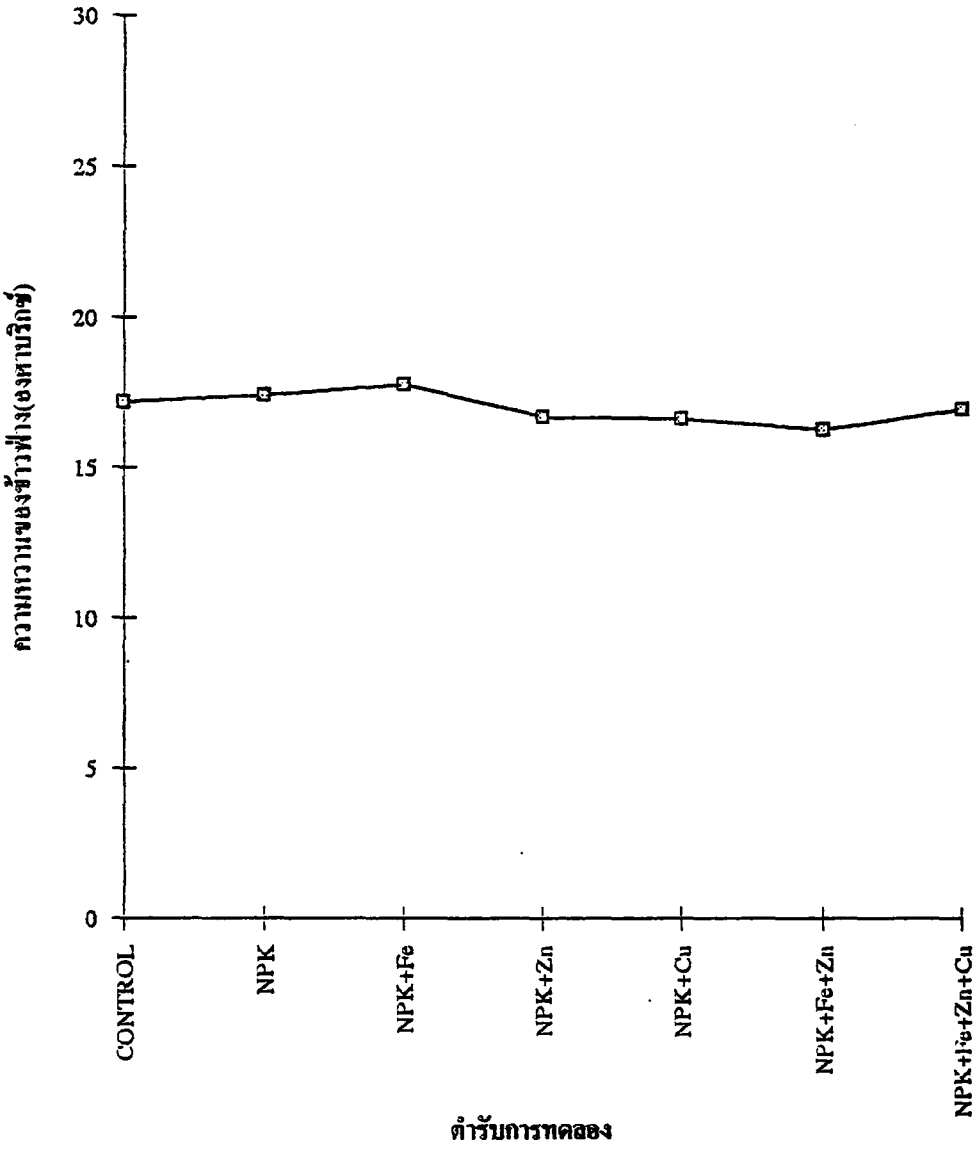
จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวานทางสถิติ ปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆทำให้เปอร์เซนต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ย ที่แสดงไว้ในตารางที่ 5 และรูปที่ 5 พบว่า ตำรับที่ใส่ธาตุเหล็ก+สังกะสี+ทองแดง ให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.6390% รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Cu, ใส่ NPK + Fe, ใส่ปุ๋ยNPK, ใส่ NPK + Cu และไม่ใส่ปุ๋ยเลย ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ย 0.5498, 0.4485, 0.4364, 0.4206, และ0.3959 % ตามลำดับ ตำรับที่ใส่ธาตุสังกะสี ให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนต่ำสุด คือ 0.3910%

ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย, ใส่ปุ๋ยNPK, ใส่ NPK + Fe, ใส่ NPK + Zn, ใส่ NPK + Cu มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน กับใส่ NPK + Fe + Zn + Cu อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม การไม่ใส่ปุ๋ย, ใส่ปุ๋ยNPK, ใส่ NPK + Fe , ใส่ NPK + Zn , ใส่ NPK + Cu ให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวานไม่แตกต่างกับการใส่

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความหวานเฉลี่ยของข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ความหวาน (^{o}BRIX)
CONTROL	17.15
NPK	17.35
NPK + Fe	17.70
NPK + Zn	16.50
NPK + Cu	16.55
NPK + Fe + Zn	16.20
NPK + Fe + Zn + Cu	16.90

LSD (5%) = 4.19 (^{o}BRIX)



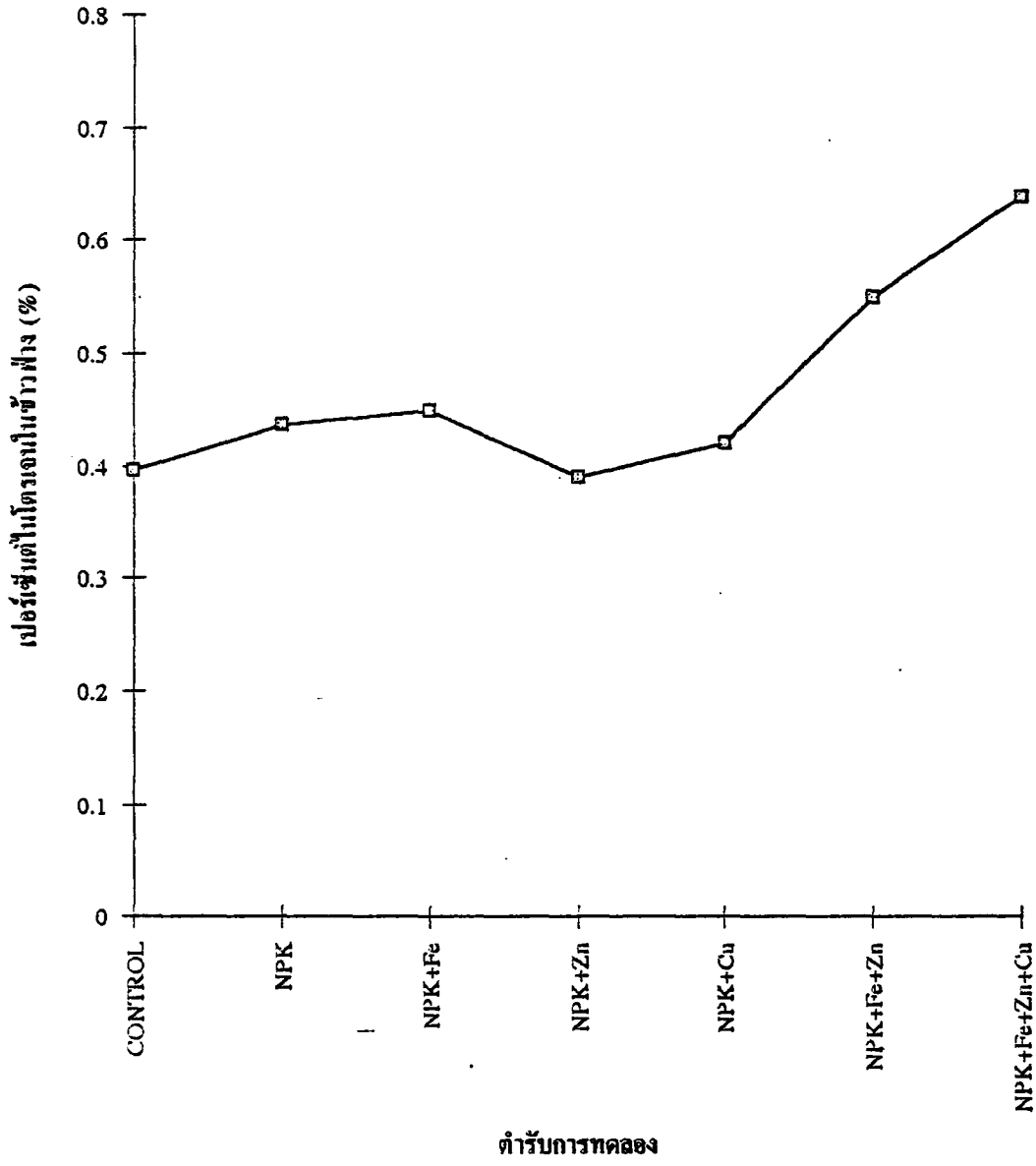
รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหวานของข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (%)
CONTROL	0.3959 b
NPK	0.4364 b
NPK + Fe	0.4485 b
NPK + Zn	0.3910 b
NPK + Cu	0.4206 b
NPK + Fe + Zn	0.5498 ab
NPK + Fe + Zn + Cu	0.6390 a

LSD (5%) = 0.1598 (%)

LSD (1%) = 0.2177 (%)



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

NPK + Fe + Zn ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn + Cu ให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวานไม่แตกต่างกับใส่ NPK + Fe + Zn จากข้อมูลตัวเลขแสดงให้เห็นว่าตำรับที่ใช้ใส่ชนิดของจุธาตุต่างกันไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวานเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด

ปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่าวต้นหวานทางสถิติปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนที่แสดงในตารางที่ 6 และรูปที่ 6 พบว่าตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn ให้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวานสูงสุด คือ 0.561 กรัมต่อกระถาง รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn + Cu , ใส่ NPK + Fe , ใส่ปุ๋ยNPK, ใส่NPK +Cu และใส่ NPK + Zn ซึ่งให้ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 0.520, 0.485, 0.482, 0.454 และ 0.376 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ตำรับที่ให้ปริมาณไนโตรเจนต่ำที่สุด คือไม่ใส่ปุ๋ยเลยมีปริมาณไนโตรเจน 0.278 กรัมต่อกระถาง

ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn และใส่ NPK + Fe + Zn + Cu ทำให้ปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ย แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับที่ใส่ปุ๋ยNPK, ใส่ NPK + Fe , ใส่ NPK + Zn และใส่ NPK + Cu ตำรับที่ใส่ NPK + Fe +Zn ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างแตกต่างกับไม่ใส่ปุ๋ยเลย อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยNPK, ใส่ NPK + Fe , ใส่ NPK + Zn , ใส่ NPK + Cu ไม่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวานมีความแตกต่างระหว่างกันและกัน อย่างไรก็ตาม ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn + Cu และใส่ NPK + Fe + Zn ก็ไม่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวานมีความแตกต่างระหว่างกันและกัน

จากข้อมูลตัวเลขแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ย NPK และการใส่จุลธาตุบางชนิดมีแนวโน้มทำให้ปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวานเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย แต่การใส่ปุ๋ยและจุลธาตุร่วมกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปทำให้ปริมาณไนโตรเจนในข้างฟ่างต้นหวานสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับการที่ไม่ใส่ปุ๋ยและจุลธาตุชนิดใดเลย

เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน

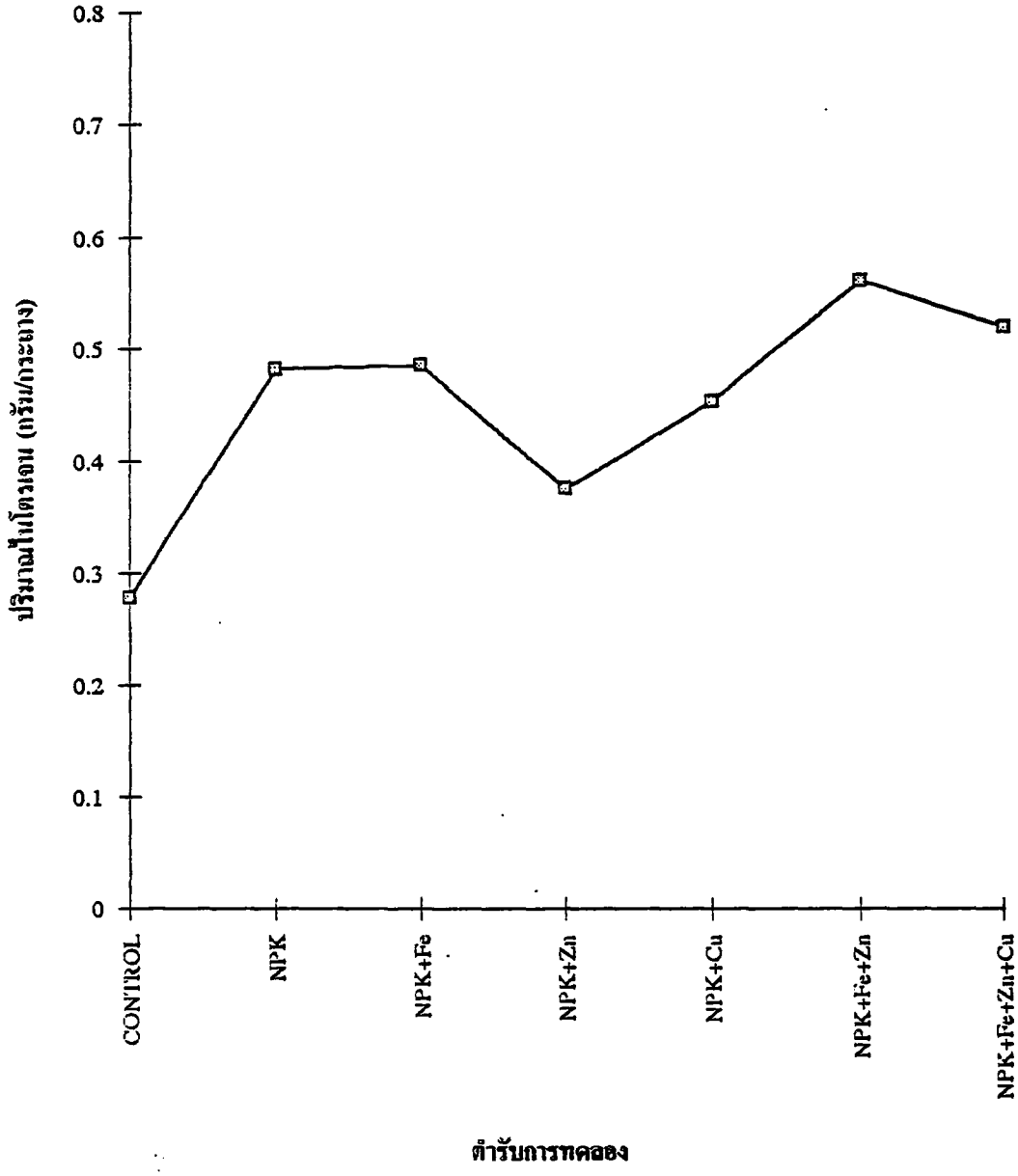
จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวานทางสถิติ ปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ย ที่แสดงในตารางที่ 7 และรูปที่ 7 พบว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย ให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวานสูงสุด คือ 0.809 กรัมต่อกระถาง รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ NPK + Fe +Zn + Cu, ใส่ NPK + Fe + Zn, ใส่ NPK + Cu, ใส่ปุ๋ยNPK และใส่ NPK + Fe ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.658, 0.654, 0.603, 0.603 และ 0.571 % ตามลำดับ ตำรับที่ให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสต่ำที่สุด คือ ใส่ธาตุสังกะสี มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส 0.556 %

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจน (กรัมต่อกระถาง)
CONTROL	0.2783 b
NPK	0.4815 ab
NPK + Fe	0.4846 ab
NPK + Zn	0.3757 ab
NPK + Cu	0.4536 ab
NPK + Fe + Zn	0.5613 a
NPK + Fe + Zn + Cu	0.5198 a

LSD (5%) = 0.2022 (กรัมต่อกระถาง)

LSD (1%) = 0.2770 (กรัมต่อกระถาง)



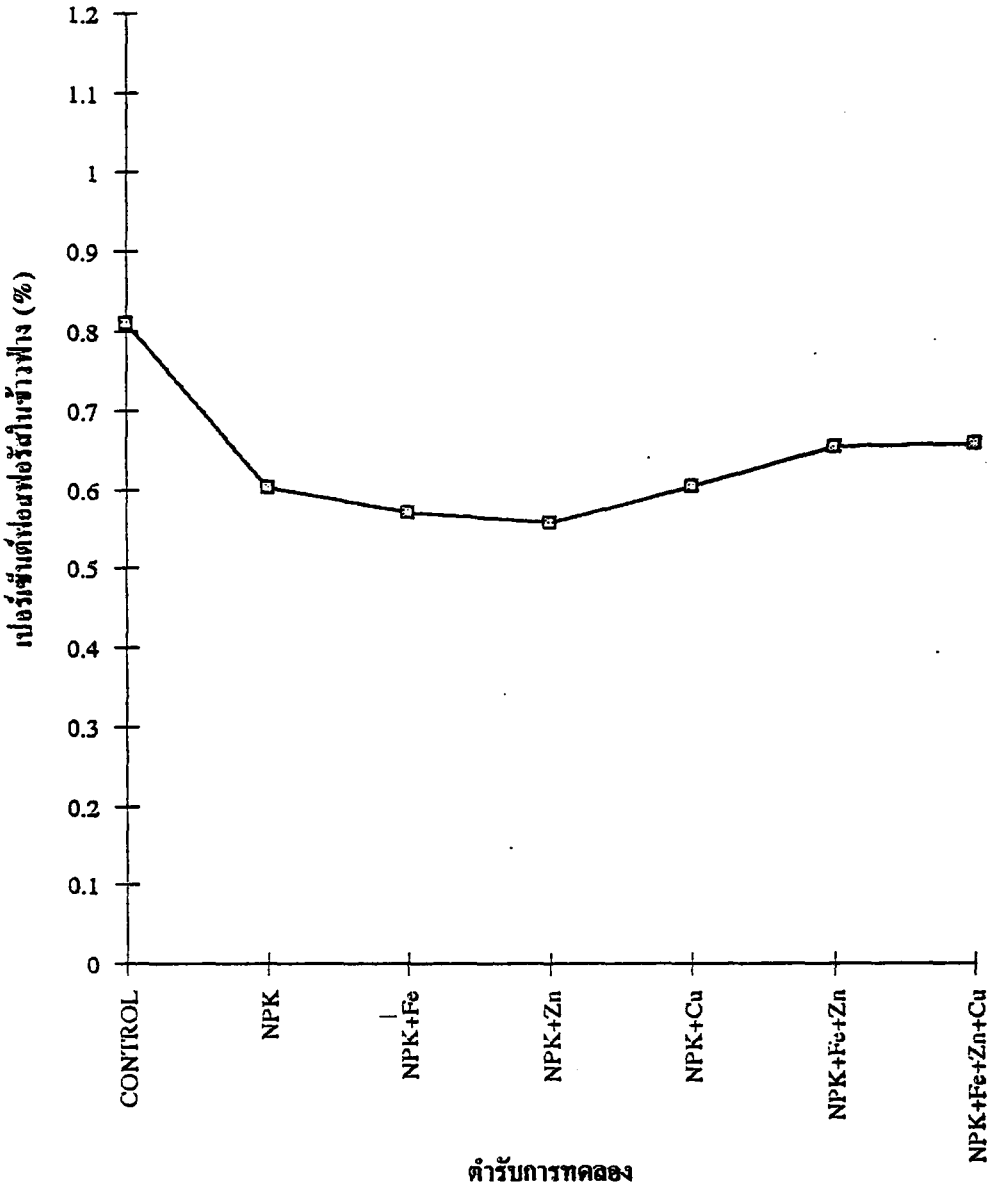
รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส (%)
CONTROL	0.8088 a
NPK	0.6031 b
NPK + Fe	0.5706 b
NPK + Zn	0.5562 b
NPK + Cu	0.6034 b
NPK + Fe + Zn	0.6540 ab
NPK + Fe + Zn + Cu	0.6582 ab

LSD (5%) = 0.1496 (%)

LSD (1%) = 0.2049 (%)



รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสสูงกว่าใส่ปุ๋ยNPK, ใส่ NPK + Fe, ใส่ NPK + Zn และใส่ NPK + Cu ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn และใส่ NPK + Fe + Zn + Cu มีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อเทียบกับตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยหรือการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุทั้งที่มีเพียงชนิดเดียว หรือสองชนิดขึ้นไป ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสลดลงแตกต่างกัน

ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขในทางในทางสถิติปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวานไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบฟอสฟอรัสเฉลี่ย ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 8และรูปที่ 8 พบว่า ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn ให้ปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.6863 กรัมต่อกระถาง รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK ,ใส่ NPK + Cu, ใส่ NPK + Fe ,ไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ NPK + Fe +Zn + Cu ซึ่งให้ปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.6737 ,0.6583 ,0.6449 ,0.6271 และ 0.5596 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ตำรับที่ใส่ NPK + Zn ให้ปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในข้าวฟ่างต่ำสุดคือ 0.5468 กรัมต่อกระถาง

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยและการใส่จุลธาตุชนิดต่างๆทางดินยังคงทำให้ปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวานใกล้เคียงกัน

เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน

จากการวิเคราะเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานทางสถิติปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียม ในข้าวฟ่างต้นหวานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมเฉลี่ย ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 9 และรูปที่ 9 พบว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.448 % รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn + Cu , ใส่ NPK + Fe + Zn , ใส่ NPK + Zn , ใส่ NPK + Fe และใส่ปุ๋ย NPK ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมเฉลี่ย 1.399 , 1.349 , 1.291, 1.273 และ 1.215 % ตามลำดับ ตำรับที่ใช้ NPK + Cu ให้เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมต่ำสุดคือ 1.179

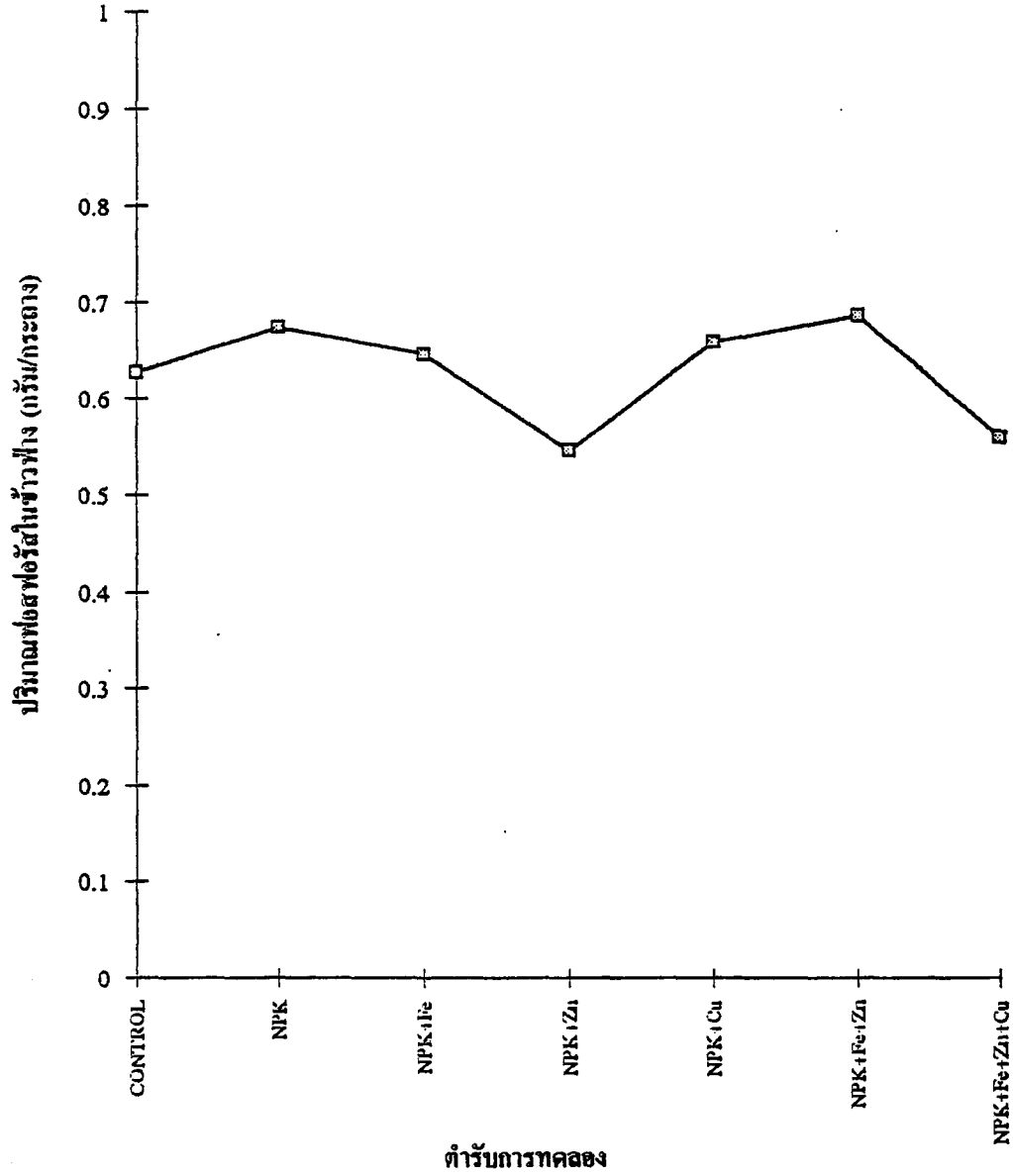
ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย ทำให้เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมสูงกว่าใส่ NPK + Cu แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK , ใส่ NPK + Fe,ใส่ NPK + Zn ,ใส่ NPK + Fe + Zn และใส่ NPK + Fe + Zn + Cu อย่างไรก็ตาม ตำรับที่ใส่ปุ๋ยNPK, ใส่ NPK + Fe , ใส่ NPK + Zn , ใส่ NPK + Fe + Zn และใส่ NPK + Fe + Zn + Cu ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์โพแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานมีความแตกต่างระหว่างกัน

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยร่วมกับการใส่ธาตุทองแดง ทำให้เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมลดลงกว่าการที่ไม่ใส่อะไรเลย ส่วนการใส่ปุ๋ย และการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุชนิดอื่นๆ ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมลดลงแตกต่างกัน

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัส (กรัมต่อกระถาง)
CONTROL	0.6271
NPK	0.6737
NPK + Fe	0.6449
NPK + Zn	0.5468
NPK + Cu	0.6583
NPK + Fe + Zn	0.6863
NPK + Fe + Zn + Cu	0.5596

LSD (5%) = 0.3581 (กรัมต่อกระถาง)



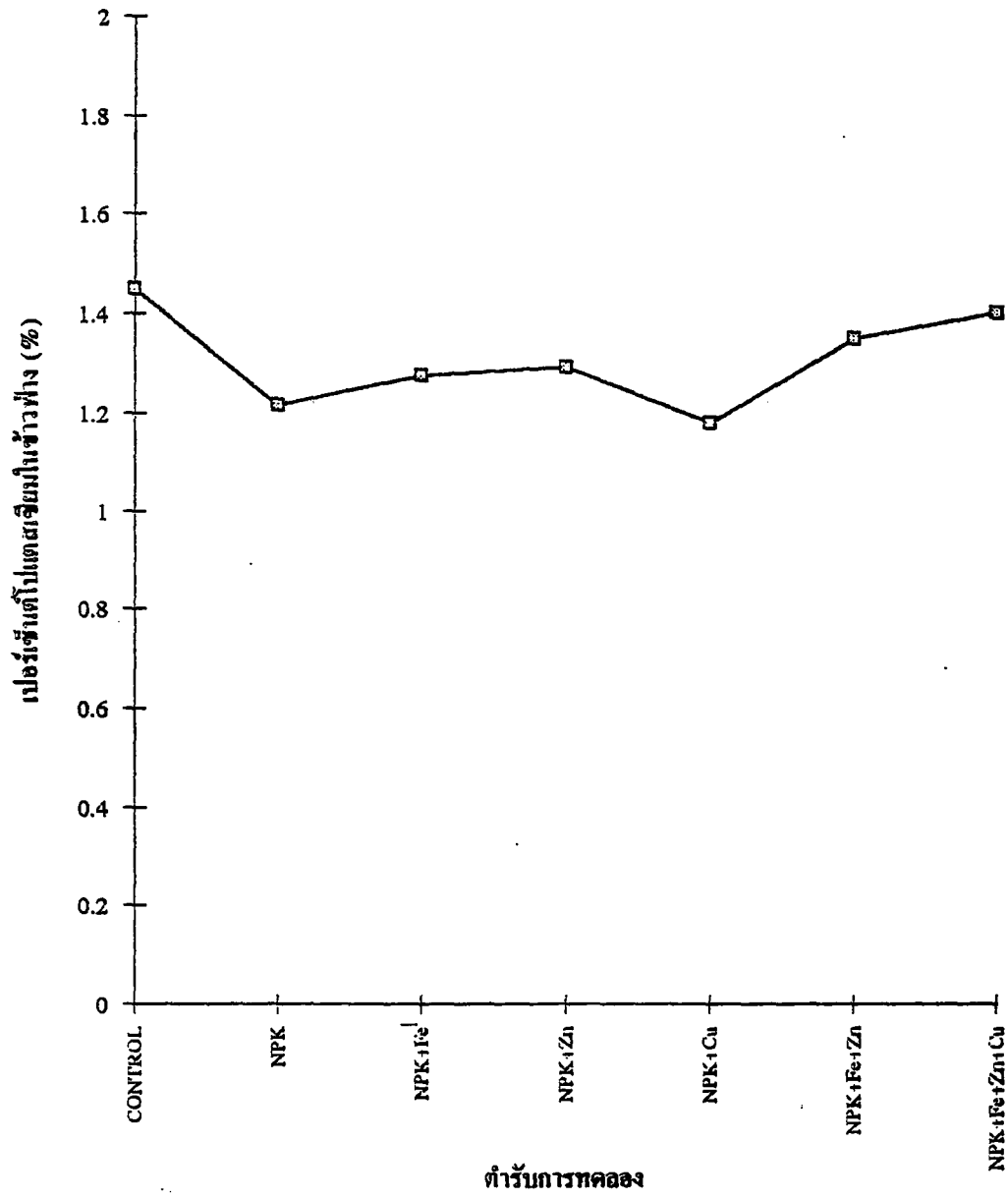
รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียม (%)
CONTROL	1.4476 a
NPK	1.2151 ab
NPK + Fe	1.2733 ab
NPK + Zn	1.2910 ab
NPK + Cu	1.1786 b
NPK + Fe + Zn	1.3485 ab
NPK + Fe + Zn + Cu	1.3986 ab

LSD (5%) = 0.2367 (%)

LSD (1%) = 0.3243 (%)



รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขทางสถิติ ปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้ปริมาณโปแตสเซียมของข้าวฟ่างต้นหวานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบปริมาณโปแตสเซียม ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 10 และรูปที่ 10 พบว่าตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn ในปริมาณโปแตสเซียมเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวานสูงสุดคือ 1.374 , 1.275 , 1.191 และ 1.165 กรัมต่อกระถางตามลำดับ ตำรับที่ให้ปริมาณโปแตสเซียมต่ำสุด คือไม่ใส่ปุ๋ยเลยมีโปแตสเซียม 0.898 กรัมต่อกระถาง

ตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK , ใส่ NPK + Fe และใส่ NPK + Fe + Zn ทำให้ปริมาณโปแตสเซียมของข้าวฟ่างสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยเลย อย่างไรก็ตามตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK , ใส่ NPK + Fe ,ใส่NPK + Zn, ใส่NPK + Cu, ใส่NPK + Fe + Zn และใส่NPK + Fe + Zn + Cu ก็ไม่ทำให้ปริมาณโปแตสเซียมของข้าวฟ่างต้นหวานสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยเลย ตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK , ใส่NPK + Fe และใส่ NPK + Fe + Zn แตกต่างกับไม่ใส่ปุ๋ยเลยอย่างมีนัยสำคัญ

จากข้อมูลตัวเลขแสดงให้เห็นว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุ มีความแตกต่างหรือมีแนวโน้มทำให้ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานเพิ่มขึ้น แต่การใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุทำให้ปริมาณโปแตสเซียมแตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์แคลเซียมของข้าวฟ่างต้นหวาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขในทางสถิติ ปรากฏว่าตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้เปอร์เซ็นต์แคลเซียมของข้าวฟ่างต้นหวาน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แคลเซียม ซึ่งได้แสดงในตารางที่ 11 และรูปที่ 11 พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK ให้เปอร์เซ็นต์แคลเซียมเฉลี่ยในข้าวฟ่างสูงสุดคือ 0.0447 % รองลงมาได้แก่ตำรับที่ NPK + Zn, ใส่ NPK + Fe + Zn + Cu, ใส่ NPK + Fe, ใส่ NPK + Fe + Zn และไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์แคลเซียมเฉลี่ย 0.0439 , 0.0431 ,0.0332 และ0.322 % ตามลำดับ ตำรับที่ให้เปอร์เซ็นต์แคลเซียมต่ำสุด คือใส่ NPK + Cu มีเปอร์เซ็นต์แคลเซียม 0.0282 %

จากข้อมูลตัวเลขแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานแตกต่างกันเลย

ปริมาณแคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน

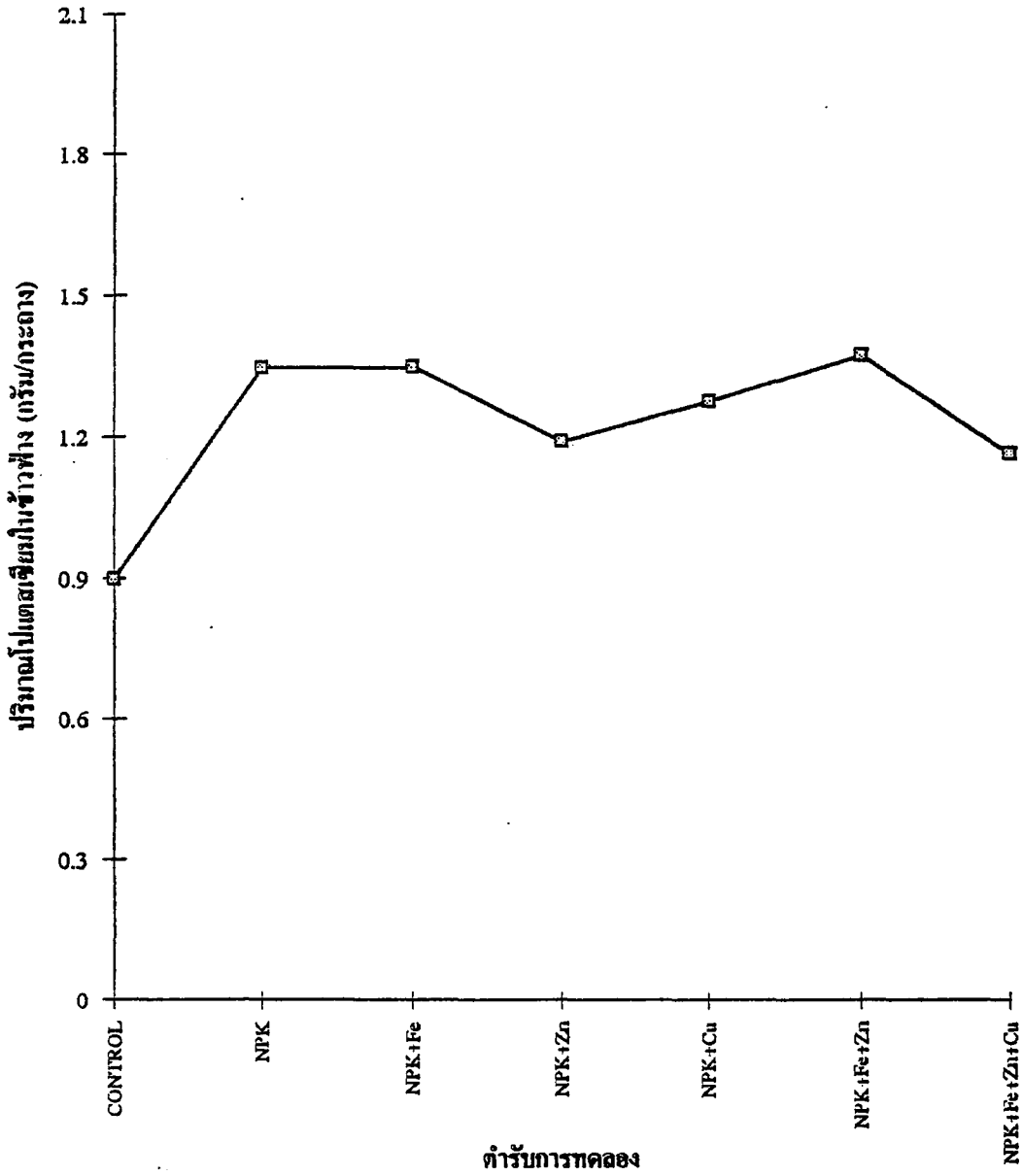
จากการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานทางสถิติ ปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้ปริมาณแคลเซียมของข้าวฟ่างต้นหวานมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียม ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 12 และรูปที่ 12 พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK ให้ปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยในข้าวฟ่างสูงสุดคือ 0.0494 กรัมต่อกระถาง รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ NPK + Zn, ใส่ NPK + Fe, ใส่ NPK + Fe + Zn,ใส่ NPK + Fe + Zn + Cu และใส่ NPK + Cu ซึ่งให้ปริมาณแคลเซียมเฉลี่ย 0.0418 , 0.0413 , 0.0369 , 0.0349 และ

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบปริมาณโปแตสเซียมเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ปริมาณโปแตสเซียม (กรัมต่อกระถาง)
CONTROL	0.8978 b
NPK	1.3471 a
NPK + Fe	1.3500 a
NPK + Zn	1.1912 ab
NPK + Cu	1.2751 ab
NPK + Fe + Zn	1.3740 a
NPK + Fe + Zn + Cu	1.1653 ab

LSD (5%) = 0.3909 (กรัมต่อกระถาง)

LSD (1%) = 0.5355 (กรัมต่อกระถาง)

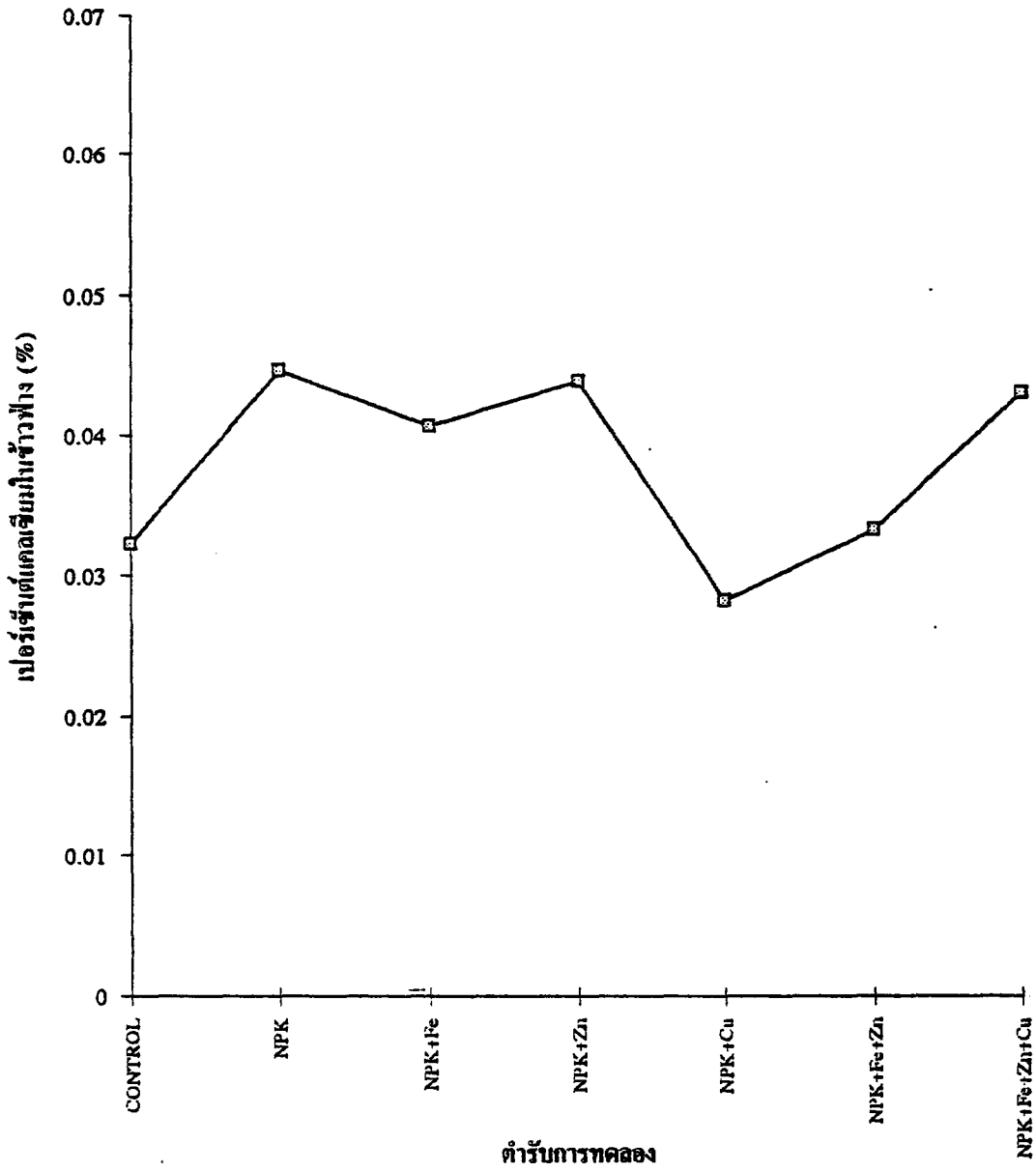


รูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แคลเซียมเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์แคลเซียม (%)
CONTROL	0.0322
NPK	0.0447
NPK + Fe	0.0407
NPK + Zn	0.0439
NPK + Cu	0.0282
NPK + Fe + Zn	0.0332
NPK + Fe + Zn + Cu	0.0431

LSD (5%) = 0.0170 (%)



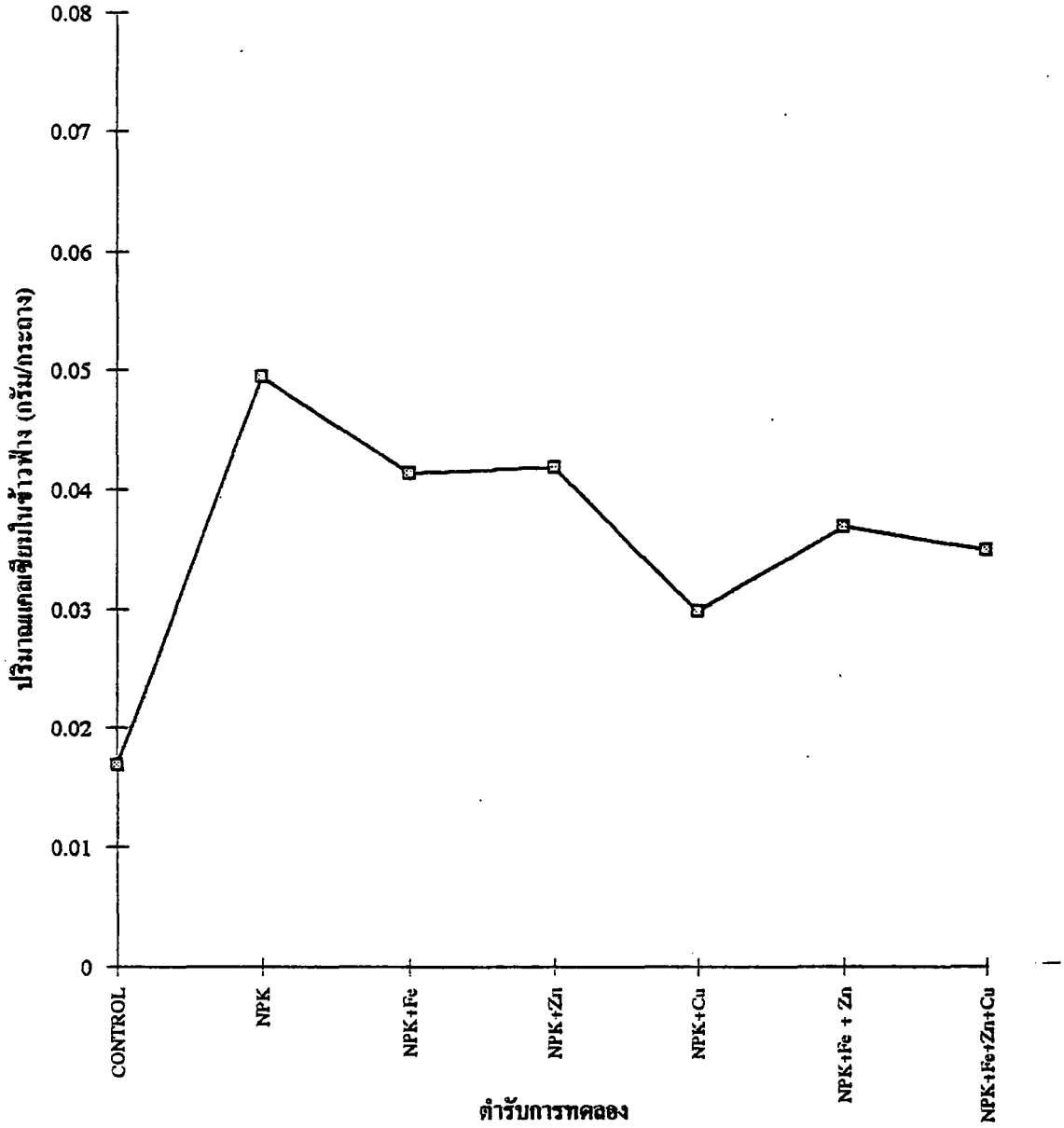
รูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซี่ยมเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ปริมาณแคลเซียม (กรัมต่อกระถาง)
CONTROL	0.0168 c
NPK	0.0494 a
NPK + Fe	0.0413 ab
NPK + Zn	0.0418 ab
NPK + Cu	0.0298 bc
NPK + Fe + Zn	0.0369 ab
NPK + Fe + Zn + Cu	0.0349 ab

LSD (5%) = 0.0147 (กรัมต่อกระถาง)

LSD (1%) = 0.0201 (กรัมต่อกระถาง)



รูปที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

0.0298 กรัมต่อกระถางตามลำดับ ตำรับที่ให้ปริมาณแคลเซียมต่ำสุดคือไม่ใส่ปุ๋ยเลย มีปริมาณแคลเซียมเฉลี่ย 0.0168 กรัมต่อกระถาง

ตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK ทำให้ปริมาณแคลเซียมของข้าวฟ่าง สูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ NPK + Cu แต่ตำรับที่ปุ๋ย NPK , ใส่ NPK + Fe , ใส่ NPK + Zn, ใส่ NPK + Fe + Zn แตกต่างกับไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ตำรับที่ใส่NPK + Fe, NPK + Zn , NPK + Fe +Zn และNPK + Fe + Zn + Cu ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับที่ใส่ NPK + Cu

<u>เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน</u>

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขในทางสถิติ ปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมของข้าวฟ่างต้นหวาน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม ซึ่งได้แสดงในตารางที่13 และรูปที่13 พบว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลย ให้เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวานสูงสุด คือ 0.3562 %รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn, ใส่ NPK + Fe + Zn + Cu, ใส่ปุ๋ยNPK, ใส่ NPK + Zn และใส่ NPK + Cu ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมเฉลี่ย 0.3458, 0.3405, 0.3268 , 0.3138 และ0.3122% ตามลำดับ ตำรับที่ให้เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมต่ำสุด คือใส่ NPK + Fe มีเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม 0.3041%

จากข้อมูลตัวเลขแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานแตกต่างกัน

<u>ปริมาณแมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน</u>

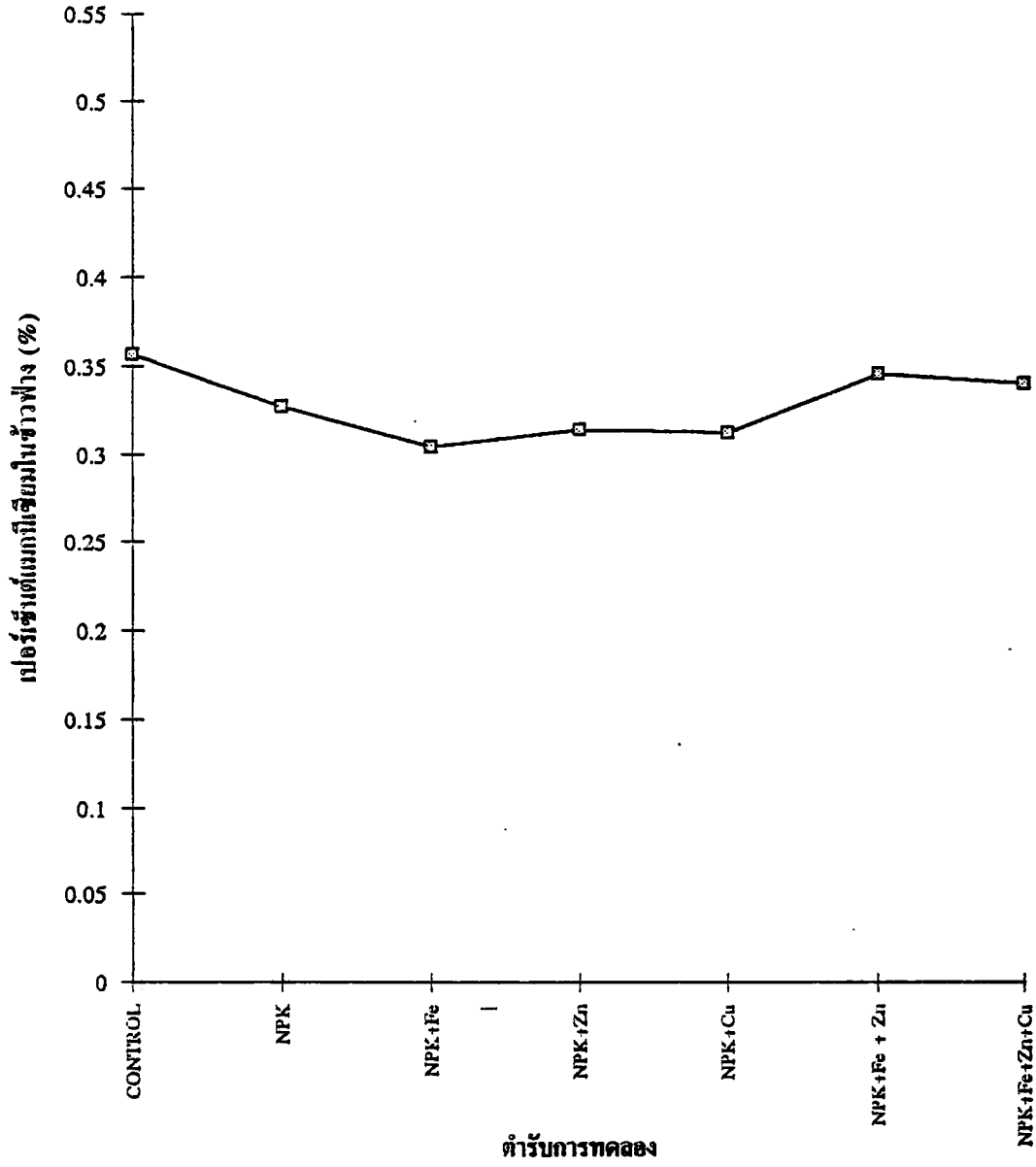
จากการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในข้าวฟ่างทางสถิติ ปรากฏว่าตำรับการทดลองต่างๆ ไม่ทำให้ปริมาณแมกนีเซียมของข้าวฟ่างต้นหวานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่จากการเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียม ซึ่งได้แสดงในตารางที่ 14และรูปที่ 14 พบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK ให้ปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยในข้าวฟ่างสูงสุด คือ 0.3264 กรัมต่อกระถาง รองลงมาได่แก่ตำรับที่ใส่ธาตุเหล็ก+สังกะสี , ใส่ธาตุทองแดง , ใส่ธาตุเหล็ก ,ใส่ธาตุสังกะสีและใส่ธาตุเหล็ก+สังกะสี+ทองแดง ซึ่งให้ปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ย 0.3563 , 0.3406 , 0.3373 , 0.3093 และ 0.2908 กรัมต่อกระถางตามลำดับ ตำรับที่ให้ปริมาณแมกนีเซียมต่ำสุดคือไม่ใส่ปุ๋ยเลย มีปริมาณแมกนีเซียม 0.2521 กรัมต่อกระถาง

จากข้อมูลตัวเลขแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุ ไม่มีผลทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานแตกต่างกัน หรือไม่มีผลทำให้ต้นข้าวฟ่างหวานดูดกินแมกนีเซียมเข้าไปในปริมาณแตกต่างกัน

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์แมกนีเซียม (%)
CONTROL	0.3562
NPK	0.3268
NPK + Fe	0.3041
NPK + Zn	0.3138
NPK + Cu	0.3122
NPK + Fe + Zn	0.3455
NPK + Fe + Zn + Cu	0.3405

LSD (5%) = 0.0814 (%)

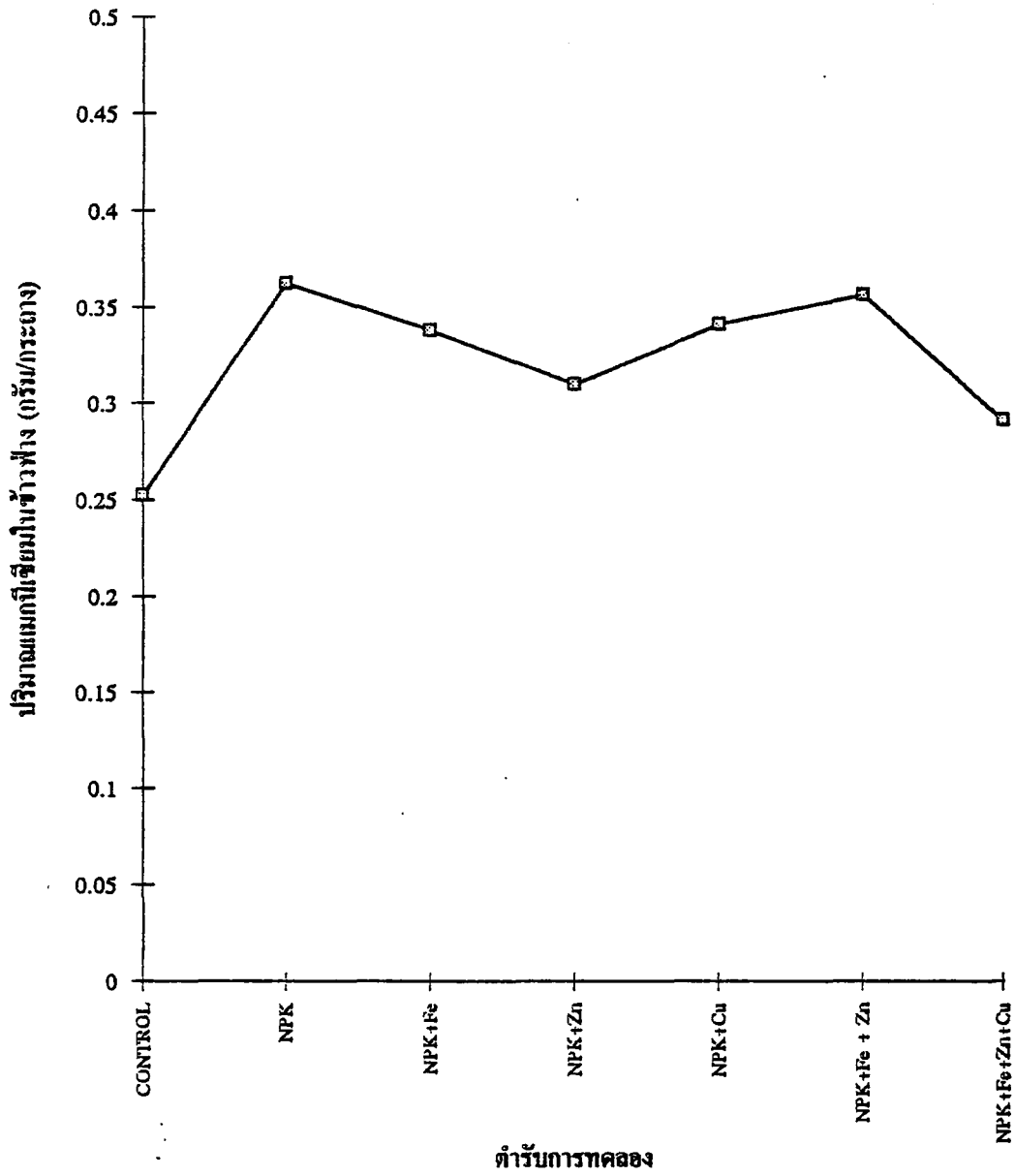


รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหางกับตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ปริมาณแมกนีเซียม (กรัมต่อกระถาง)
CONTROL	0.2521
NPK	0.3624
NPK + Fe	0.3373
NPK + Zn	0.3093
NPK + Cu	0.3406
NPK + Fe + Zn	0.3563
NPK + Fe + Zn + Cu	0.2908

LSD (5%) = 0.1760 (กรัมต่อกระถาง)



รูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ความเข้มข้นของเหล็กในข้าวฟ่างต้นหวาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขในทางสถิติ ปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้ความเข้มข้นเหล็กของข้าวฟ่างต้นหวาน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบความเข้มข้นของเหล็กเฉลี่ย ที่แสดงในตารางที่ 15 และรูปที่ 15 พบว่าตำรับที่ใส่ NPK +Fe + Zn + Cu ให้ความเข้มข้นเหล็กเฉลี่ยในข้าวฟ่างสูงสุดคือ 119.1 ppm. รองลงมาได้แก่ ตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK , ไม่ใส่ปุ๋ย , ใส่ NPK + Zn , ใส่ NPK + Fe และใส่ NPK + Cu ซึ่งให้ความเข้มข้นเหล็กเฉลี่ย 100.1 , 97.6 , 86.0 , 71.9 และ 58.7 ppm. ตามลำดับ ตำรับที่ให้ความเข้มข้นเหล็กต่ำสุดคือ ใส่ NPK + Fe + Zn มีความเข้มข้นเหล็ก 56.6 ppm.

จากข้อมูลตัวเลขแสดงให้เห็นว่า ตำรับที่ไม่ใส่จุลธาตุมีแนวโน้มทำให้ความเข้มข้นของเหล็กในข้าวฟ่างต้นหวานเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุ

ความเข้มข้นของสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขในทางสถิติ ปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ทำให้ความเข้มข้นสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวาน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบความเข้มข้นสังกะสีเฉลี่ย ที่แสดงในตารางที่ 16 และรูปที่ 16 พบว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ย ให้ความเข้มข้นสังกะสีเฉลี่ยในข้าวฟ่างสูงสุดคือ 12.7 ppm. รองลงมาได้แก่ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn + Cu , ใส่ NPK + Fe + Zn, ใส่ NPK + Zn, ใส่ปุ๋ย NPK และใส่ NPK + Cu ซึ่งให้ความเข้มข้นสังกะสีเฉลี่ย 9.64 , 9.26 , 9.21 , 8.76 และ 8.26 ppm. ตามลำดับ ตำรับที่ให้ความเข้มข้นสังกะสีต่ำสุดคือใส่ NPK + Fe มีความเข้มข้นสังกะสี 8.10 ppm.

ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลย ทำให้ความเข้มข้นของสังกะสีสูงกว่า ใส่ปุ๋ย NPK , ใส่ NPK + Fe , ใส่ NPK + Zn ,ใส่ NPK + Cu , ใส่ NPK + Fe + Zn และ NPK + Fe +Zn + Cu อย่างไรก็ตาม ตำรับที่ใส่ปุ๋ย NPK , ใส่ NPK + Fe , ใส่ NPK + Zn ,ใส่ NPK + Cu , ใส่ NPK + Fe + Zn และNPK + Fe + Zn + Cu ให้ความเข้มข้นของสังกะสีในข้าวฟ่างมีความแตกต่างระหว่างกันและกัน

การใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุทำให้ความเข้มข้นของธาตุสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวานลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการที่ไม่ใส่อะไรเลย แต่การลดลงของธาตุสังกะสีในต้นข้าวฟ่างหวานที่กล่าวมาไม่มีความแตกต่างกัน

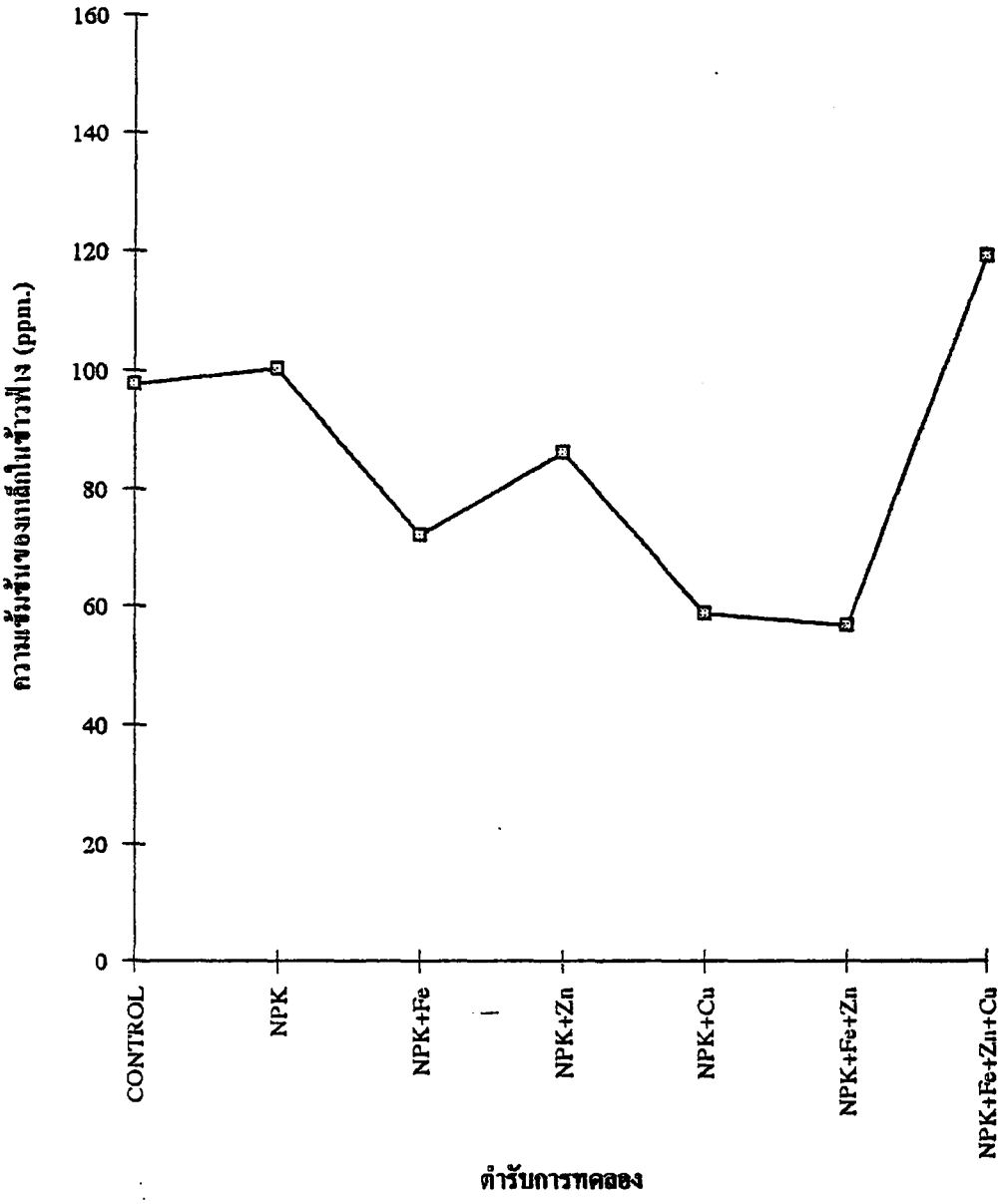
ความเข้มข้นของทองแดงในข้าวฟ่างต้นหวาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขในทางสถิติ ปรากฏว่า ตำรับการทดลองต่างๆ ไม่ทำให้ความเข้มข้นทองแดงในข้าวฟ่างต้นหวาน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบ ความเข้มข้นของทองแดงเฉลี่ย ที่แสดงในตารางที่ 17 และรูปที่ 17 พบว่าตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn + Cu ให้ความเข้มข้นทองแดงเฉลี่ยในข้าวฟ่างสูงสุด คือ 14.06 ppm. รองลงมาได้แก่ตำรับที่ใส่ NPK + Fe + Zn, ไม่ใส่ปุ๋ย , ใส่ NPK + Zn , ใส่ปุ๋ย NPK และใส่ NPK +

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของเหล็กเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้นของเหล็ก (ppm.)
CONTROL	97.6
NPK	100.1
NPK + Fe	71.9
NPK + Zn	86.0
NPK + Cu	58.7
NPK + Fe + Zn	56.6
NPK + Fe + Zn + Cu	119.1

LSD (5%) = 62.10 (ppm)



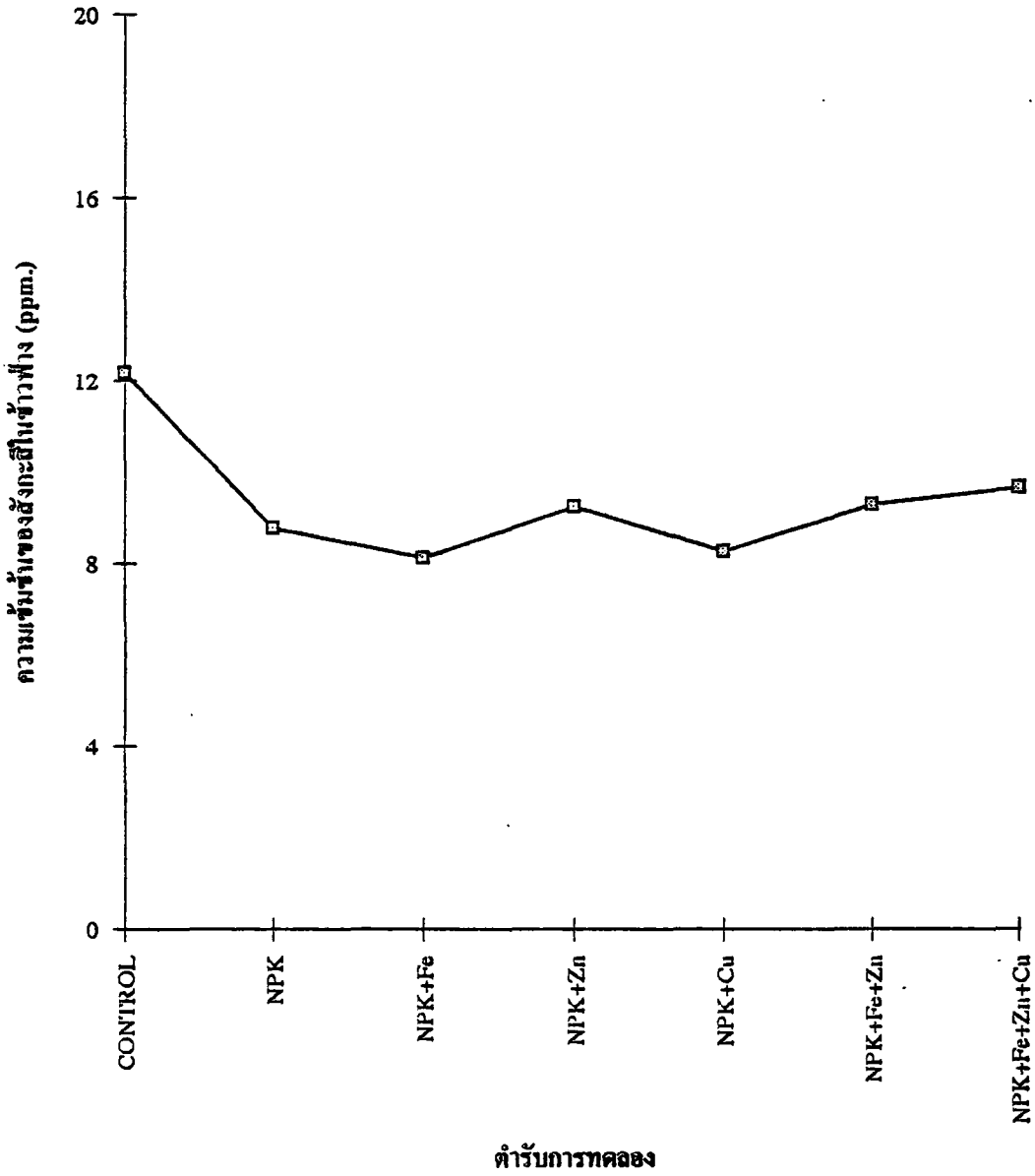
รูปที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเหล็กในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบความเข้มข้นสังกะสีเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้นสังกะสี (ppm.)
CONTROL	12.7 a
NPK	8.76 b
NPK + Fe	8.10 b
NPK + Zn	9.21 b
NPK + Cu	8.26 b
NPK + Fe + Zn	9.26 b
NPK + Fe + Zn + Cu	9.64 b

LSD (5%) = 2.37 (ppm)

LSD (1%) = 3.25 (ppm)

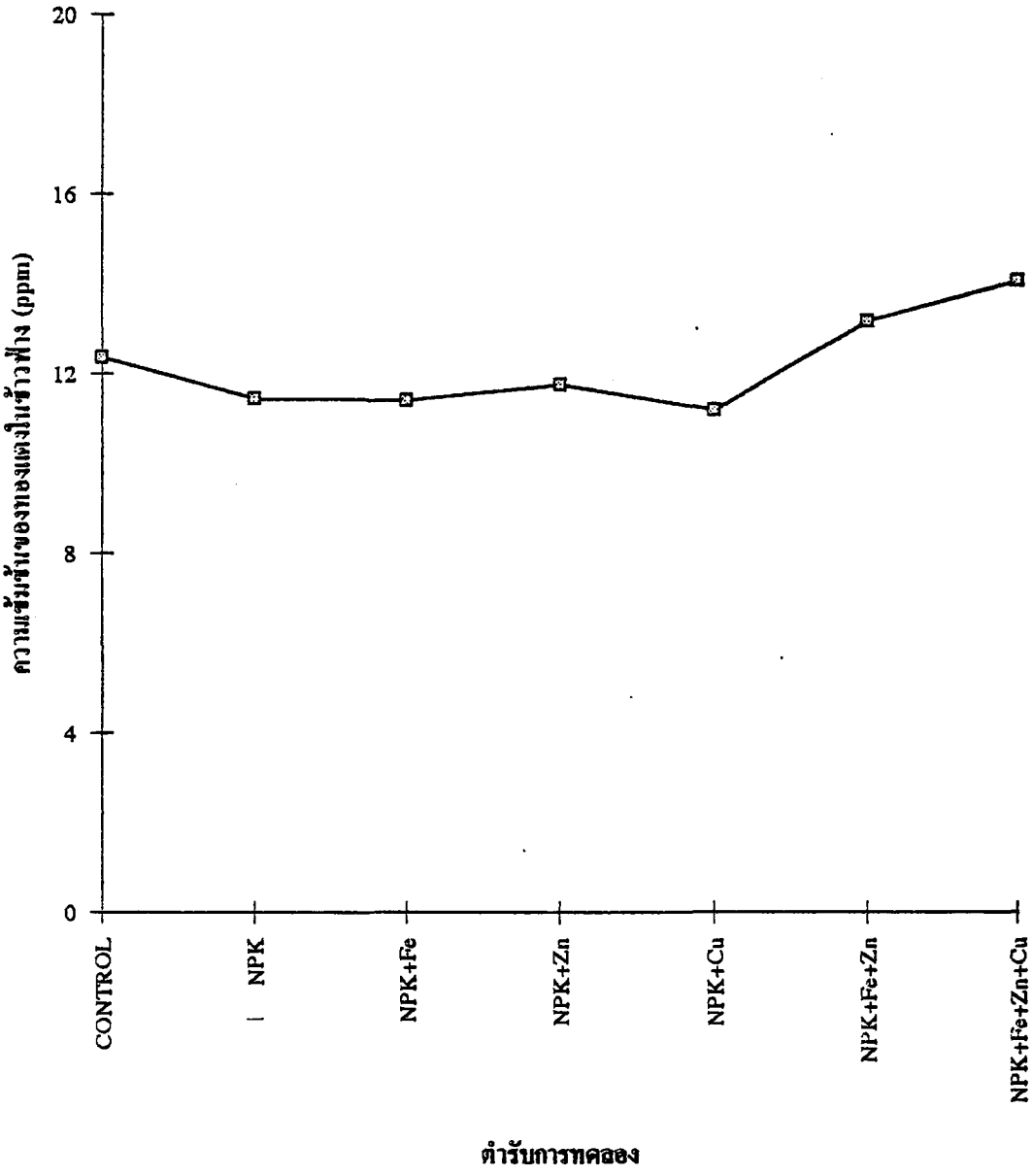


รูปที่ 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวาน กับตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความเข้มข้นทองแดงเฉลี่ยในข้าวฟ่างต้นหวาน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้นทองแดง (ppm.)
CONTROL	12.35
NPK	11.44
NPK + Fe	11.39
NPK + Zn	11.74
NPK + Cu	11.19
NPK + Fe + Zn	13.15
NPK + Fe + Zn + Cu	14.06

LSD (5%) = 2.81 (ppm)



รูปที่ 17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของทองแดงในข้าวฟ่างต้นหวานกับตำรับการทดลองต่างๆ

Fe ซึ่งให้ความเข้มข้นทองแดงเฉลี่ย 13.15 , 12.35 ; 11.74 , 11.44 และ 11.39 ppm. ตามลำดับ ตำรับที่ให้ความเข้มข้นทองแดงต่ำสุดคือ ใส่ NPK + Cu มีความเข้มข้นทองแดง 11.9 ppm.

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า ตำรับที่ใส่ธาตุเหล็ก+สังกะสี และใส่ธาตุเหล็ก+สังกะสี+ทองแดง จะมีความเข้มข้นของทองแดงสูง เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ใส่ธาตุทองแดงอย่างเดียว ซึ่งมีแนวโน้มลดลง

สรุป

จากการปลูกข้าวฟ่างต้นหวานพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในกระถางโดยใช้ดินเหนียวสีดำปรากฏว่า ความสูงของข้าวฟ่างเมื่ออายุ 1 เดือน และความสูงขณะเก็บเกี่ยว ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยและการใส่จุลธาตุไม่มีผลทำให้ความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานเพิ่มขึ้นจากการที่ไม่ใส่อะไรเลย

สำหรับน้ำหนักแห้งของข้าวฟ่าง ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การใส่ปุ๋ยกับการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุ เหล็ก สังกะสี และทองแดง ธาตุใดธาตุหนึ่ง หรือสองธาตุขึ้นไป ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวฟ่างหวานแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างหรือมีแนวโน้มที่จะแตกต่างจากที่ไม่ใส่อะไรเลย ทั้งนี้ดินอาจมีการขาดจุลธาตุชนิดอื่นๆ หรือเกิดความไม่สมดุลในระหว่างธาตุอาหารในดินเนื่องจากตำรับการทดลองก็ได้

ส่วนความหวานในข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การใส่ปุ๋ยและการใส่จุลธาตุไม่มีผลทำให้ความหวานของข้าวฟ่างต้นหวานเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณธาตุในดินอาจมีเพียงพอ จึงทำให้ค่าความหวานที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

สำหรับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การใส่จุลธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปทำให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนสูงกว่าใส่ปุ๋ย NPK และใส่ปุ๋ย NPK กับจุลธาตุชนิดเดียว ส่วนการใส่ปุ๋ยอย่างเดียวหรือรวมกับ จุลธาตุชนิดเดียวมีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนสูงขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างซึ่งกันและกัน

ส่วนปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปทำให้ปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ย และมีแนวโน้มให้ปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุชนิดเดียว แต่การใส่ปุ๋ย NPK และใส่ปุ๋ย NPK ร่วมกับ จุลธาตุเพียงชนิดเดียว ไม่ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างแตกต่างกันกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลย

เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสสูงสุด และสูงกว่าใส่ปุ๋ย NPK , ใส่ธาตุเหล็ก , ใส่ธาตุสังกะสี และใส่ธาตุทองแดงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยหรือการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุทั้งที่มีเพียงชนิดเดียว หรือสองชนิดขึ้นไป ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสลดลงแตกต่างกัน

ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การใส่ปุ๋ยและใส่จุลธาตุไม่มีผลทำให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าไม่ใส่ปุ๋ย

เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมในข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การใส่ปุ๋ยร่วมกับการใส่ธาตุทองแดงทำให้เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมลดลงกว่าการที่ไม่ใส่อะไรเลย ส่วนการใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุชนิดอื่นๆ ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมลดลงแตกต่างกัน

ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ตำรับที่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุ มีความแตกต่างกันหรือมี แ นวโน้มทำให้ปริมาณโปแตสเซียมในข้าวฟ่างเพิ่มขึ้น แต่การใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุอาหาร ก็ไม่ทำให้ปริมาณโปแตสเซียมแตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์แคลเซียม ปริมาณแมกนีเซียม และเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การใส่ปุ๋ยและใส่จุลธาตุไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แคลเซียม ปริมาณแมกนีเซียม และเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวานแตกต่างกัน และในการทดลองไม่มีการใส่ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมในทุกตำรับการทดลอง ทำให้ค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

ส่วนปริมาณแคลเซียมในข้าวฟ่างที่ได้จากการใส่ปุ๋ยอย่างเดียว มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ กับการที่ไม่ใส่อะไรเลยหรือการที่ใส่ปุ๋ยร่วมกับธาตุทองแดง แต่การใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุชนิดอื่นๆ ไม่ทำให้ปริมาณแคลเซียมแตกต่างกัน

สำหรับความเข้มข้นของเหล็กและทองแดงในข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การใส่จุลธาตุทางดินมีผลทำให้จุลธาตุทำปฏิกิริยากับธาตุอาหารต่างๆ ในดิน ทำให้พืชไม่สามารถดูดนำไปใช้ได้

ส่วนความเข้มข้นของสังกะสีในข้าวฟ่างที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยร่วมกับจุลธาตุทำให้ความเข้มข้นของธาตุสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวานลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการที่ไม่ใส่อะไรเลย แต่การลดลงของธาตุสังกะสีในต้นข้าวที่กล่าวมานี้ไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2510. ข้าวโพด. กสิกรรม. คู่มือนักวิชาการ. กองค้นคว้าและการทดลอง. หน้า 133-152.

กรมวิชาการเกษตร. 2522. คำแนะนำดินและการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่. สำนักพิมพ์ชมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. หน้า 115-123.

กรมวิชาการเกษตร. 2524. ข้าวโพด. เอกสารวิชาการเล่มที่ 4. หน้า 50-61.

กองพืชไร่. 2524. ข้าวโพด. เอกสารวิชาการเล่มที่ 7. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 190 น.

เกษม สุขสถาน และคณะ. 2527. พืชเศรษฐกิจเล่มที่ 2. ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 854 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2530. ปฐพีเบื้องต้น. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 426 หน้า.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2516. การศึกษาสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และระดับความอุดมสมบูรณ์ของชุดดินเลย ในดินเรดดิชบราวน์ แลทเทอริติก ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และคณะ. 2526. การศึกษาปัญหาของจุลธาตุอาการที่เป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตของถั่วลิสงในดินชุดตาคลีและแนวทางแก้ไข. รายงานสัมมนาถั่งลิสงครั้งที่ 4. ณ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

น้อม ขันติคุณ. 2523. ความสำเร็จของการปลูกข้าวฟ่างหวานครั้งแรกของเมืองไทย. วารสารน้ำตาล. ปีที่ 16. เล่มที่ 5. เม.ย.-มิ.ย. หน้า 1-6

บรรเจิด บุญซื่อ. 2516. พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาพืชศาสตร์. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 630 หน้า.

ประสิทธิ์ ใจศีล. 2529. ข้าวฟ่าง. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 570 หน้า.

ประสาร พรหมสูงวงค์ และคณะ. 2527. การใส่ปุ๋ยสังกะสี เหล็กและแมงกานีสให้กับข้าวโพดโดยวิธีเคลือบเมล็ด. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2527 ข้าวโพด ข้าวฟ่าง พืชหัว. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรสหกรณ์. หน้า 55.

ปรีดา พากเพียร, สุวพันธ์ รัตนะรัต, สำเนา เพชรฉวี, โชติ สิทธิ์บุศย์ และวิศิษฐ์ โชลิตกุล. 2527. การประเมินขั้นต้นของการกระจายรูปของธาตุเหล็ก, แมงกานีส, สังกะสีและทองแดงในดินชุดโคราช. เอกสารประกอบการรายงานในการประชุมวิชาการครั้งที่ 24. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 13 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสถา. 2524. เอกสารคำสอนวิชาปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 313 หน้า.

ศูนย์สถิติการเกษตร. 2535. รายงานผลการสำรวจพืชเศรษฐกิจ(พืชไร่-พืชสวน) ปีเพาะปลูก 2534/35. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 350. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, ถวิล ครุฑกุล, ไพบูลย์ ประพฤติธรรม และอำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2527. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 777 หน้า.

สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2529. สรีรวิทยาของพืช. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 77-78.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2526. การศึกษาอิทธิพลร่วมของสังกะสีและฟอสฟอรัสในดินเลยต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุวพันธ์ รัตนรัต. 2520. การทดสอบธาตุรองและธาตุปริมาณน้อยกับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 ในดินชุดต่างๆ. รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ย พืชไร่ 2520. สาขาดินและปุ๋ย. กองพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุวพันธ์ รัตนรัต. 2526. สรุปรายงานวิจัยปัญหาพิเศษทางดิน-ปุ๋ย(2515-2525). รายงานเสนอในการประชุมแถลงผลงานประจำปีของสาขาดินและปุ๋ยพืชไร่. กองพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 37 หน้า.

สุวพันธ์ รัตนรัต. 2527. การใส่ปุ๋ยสังกะสีสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินชุดโคราช. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2527 ข้าวโพด ข้าวฟ่าง พืชหัว. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

อัญชลี สุทธิประการ. 2524. แร่ในดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 285 หน้า.

Asher, M. M., D. C. Martens, M.G. Schnappinger, Jr. and G.W Hawkin. 1972. Field calibration of soil test for available zinc. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36 : 621-624.

Brannon, R. H., 1962. Sorghum as a potential crop for Thailand. United State of America Operation Mission to Thailand, Thai-American Audiovisual Service, Bangkok. 41 P.

Brown, A. L. and B. A. Krantz. 1966. Source and placement of zince and phosphorus for corn (Zea Mays L.). Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30 : 86-89.

Brown, J. C., O. L. Tiffin and R.S. Holmes. 1958. Carbohydrate and organic acid metabolism with C-14 distribution affected by copper in Thatcher wheat. Plant Physiol. 33 : 38-42.

Chen, R . L. and Barak, N. G. 1982. Effect of iron in the soil on plant status and uptake of this element by sorghum. Micronutrients News. 5 : 3.

Cox, F. R. and E. J. Kamprath. 1972. Micronutrients sioil test, pp. 289-317. In J.J. Mortvedt, P. M. Giordano and W. L. Lindsay (eds.). Micronutrients in Agriculture Soil Sci. Amer., Inc., Madison, Wisconsin.

De Kock, P. C., M. V. Cheshire and A. Hall. 1971. Comparison of nitrogen on Cu-deficient and suffering oats. J. Sci. Food Agric. 22 : 431-440.

Gilbey, P. J., K.D. Greathead and J.W. Gartrell. 1970. Copper requirements for the southeasthern wheat belt. J. Agr. West Aust. 11 : 70-73.

Grewal, J. S., C. Lal and N.S. Randhawa. 1969. Evaluation of different method for the determination of available copper in soil of Ludhiana. Indian J. Agri. Sci. 39: 877-885.

Mercado, J. C., R. S. Holmes and L. O. Tiffin. 1961. Iron chlorosis in soybeans as related to the genetype of rootstock : 3. chlorosis susceptibility and reductive capacity at the root. Soil Sci. 91 : 127-132.

Wallace, T. 1951. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms. London: Her Majesty's stationnery office. 107 p.

ภาคผนวก

ตารางที่ 18 แสดงค่าวิเคราะห์ดินเหนียวสีดำจากภาคสนาม

pH	8.05
อินทรีย์วัตถุ (OM.)	1.04 %
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก(C.E.C)	36.5 me/100 soil
ความสามารถในการนำไฟฟ้า (EC.)	1.68 mS/cm
ไนโตรเจนในดิน	0.15 %
ฟอสฟอรัสในดิน	8.90 ppm.
โปแตสเซียมในดิน	105.5 ppm.
แคลเซียมในดิน	2400 ppm.
แมกนีเซียมในดิน	249 ppm.

ตารางที่ 19 แสดงความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานเมื่ออายุ 1 เดือน (ซม.)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	63.0	75.0	76.0	53.0
NPK	64.0	60.0	70.0	76.0
NPK + Fe	76.0	52.0	78.0	60.0
NPK + Zn	85.0	73.0	62.0	76.0
NPK + Cu	80.0	68.0	74.0	78.0
NPK + Fe + Zn	78.0	68.0	66.0	70.0
NPK + Fe + Zn + Cu	66.0	70.0	76.0	75.0

ตารางที่ 20 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของความสูงข้าวฟ่างต้นหวานเมื่ออายุ 1 เดือน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	1771.71423		
Replication	3	170.28571	56.76190	<1
Treatment	6	291.21429	48.53571	<1
Error	18	1310.21429	72.78968	

CV = 12.1%

ตารางที่ 21 แสดงความสูงของข้าวฟ่างต้นหวานขณะเก็บเกี่ยวการเก็บเกี่ยว (ซม.)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	112.0	159.0	180.0	146.0
NPK	165.0	164.0	87.0	183.0
NPK + Fe	150.0	177.0	186.0	151.0
NPK + Zn	179.0	203.0	148.0	173.0
NPK + Cu	168.0	148.0	170.0	185.0
NPK + Fe + Zn	165.0	173.0	176.0	200.0
NPK + Fe + Zn + Cu	155.0	133.0	174.0	160.0

ตารางที่ 22 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของความสูงข้าวฟ่างต้นหวานขณะเก็บเกี่ยว

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	16112.7139		
Replication	3	872.1429	290.1743	<1
Treatment	6	3419.7143	569.9524	<1
Error	18	11820.8575	656.7143	

CV = 15.7%

ตารางที่ 23 แสดงน้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างต้นหวาน (กรัมต่อกระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	46.39	63.03	106.39	36.56
NPK	108.31	108.52	122.45	101.44
NPK + Fe	100.25	79.00	148.43	100.60
NPK + Zn	92.97	155.48	43.10	102.69
NPK + Cu	98.87	114.58	108.91	109.45
NPK + Fe + Zn	92.25	87.35	123.69	98.81
NPK + Fe + Zn + Cu	84.38	73.10	120.06	64.20

ตารางที่ 24 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักแห้งข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	22149.7109		
Replication	3	2597.2313	865.7438	1.23ns
Treatment	6	6859.3138	1143.2190	1.62ns
Error	18	12693.1652	705.1758	

CV = 27.5%

ns = not significant

ตารางที่ 25 แสดงความหวานของข้าวฟ่างต้นหวาน (^{o}BRIX)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	17.0	18.6	18.0	15.0
NPK	18.0	18.4	14.0	19.0
NPK + Fe	21.0	13.0	19.8	17.0
NPK + Zn	18.1	18.8	11.0	18.0
NPK + Cu	19.0	19.2	10.6	17.4
NPK + Fe + Zn	17.8	16.0	17.0	14.0
NPK + Fe + Zn + Cu	18.8	16.8	19.0	13.8

ตารางที่ 26 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของความหวานของข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	182.577148		
Replication	3	32.828571	10.942857	1.37ns
Treatment	6	6.297143	1.049524	<1
Error	18	143.451429	7.969524	

CV = 16.07%

ns = not significant

ตารางที่ 27 แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน (%)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	0.1661	0.5151	0.5461	0.3565
NPK	0.3760	0.3752	0.5597	0.4346
NPK + Fe	0.2695	0.5585	0.5376	0.4285
NPK + Zn	0.2691	0.3639	0.4477	0.4834
NPK + Cu	0.4316	0.3968	0.3783	0.4758
NPK + Fe + Zn	0.4116	0.6353	0.4935	0.6589
NPK + Fe + Zn + Cu	0.4304	0.8657	0.4909	0.7690

ตารางที่ 28 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	0.57699126		
Replication	3	0.16845472	0.05615157	4.91*
Treatment	6	0.20268976	0.03378163	2.95*
Error	18	0.20584677	0.01143593	

CV = 22.8%

* = significant at 5% level

ตารางที่ 29 แสดงปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน (กรัมต่อกระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	0.0771	0.3247	0.5809	0.1304
NPK	0.4072	0.3927	0.6853	0.4408
NPK + Fe	0.2702	0.4412	0.7957	0.4311
NPK + Zn	0.2502	0.5657	0.1930	0.4940
NPK + Cu	0.4267	0.4547	0.4120	0.5208
NPK + Fe + Zn	0.3797	0.5548	0.6597	0.6511
NPK + Fe + Zn + Cu	0.3631	0.6329	0.6893	0.4937

ตารางที่ 30 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	0.77782983		
Replication	3	0.22654308	0.07551436	4.08*
Treatment	6	0.21784001	0.03630667	1.96ns
Error	18	0.33344672	0.01852482	

CV = 30.2%

* = significant at 5% level

ns = not significant

ตารางที่ 31 แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน (%)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	0.4856	0.8801	1.1483	0.7214
NPK	0.4421	0.6254	0.7538	0.5911
NPK + Fe	0.3398	0.5489	0.8434	0.5503
NPK + Zn	0.3522	0.6216	0.6516	0.5993
NPK + Cu	0.3728	0.6718	0.6303	0.7386
NPK + Fe + Zn	0.3897	0.6685	0.7527	0.8052
NPK + Fe + Zn + Cu	0.5637	0.7604	0.6566	0.6519

ตารางที่ 32 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	0.84003145		
Replication	3	0.48367633	0.16122544	15.91**
Treatment	6	0.17395159	0.02899193	2.86*
Error	18	0.18240353	0.01013353	

CV = 15.8%

** = significant at 1% level

* = significant at 5% level

ตารางที่ 33 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน (กรัมต่อกระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	0.4681	0.5548	1.2217	0.2638
NPK	0.4788	0.6936	0.9230	0.5995
NPK + Fe	0.3407	0.4336	1.2519	0.5536
NPK + Zn	0.3275	0.9662	0.2809	0.6124
NPK + Cu	0.3686	0.7698	0.6865	0.8084
NPK + Fe + Zn	0.3595	0.5838	1.0063	0.7956
NPK + Fe + Zn + Cu	0.4757	0.5559	0.7883	0.4185

ตารางที่ 34 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	1.93755758		
Replication	3	0.81980306	0.27326769	4.70*
Treatment	6	0.07190970	0.01198495	<1
Error	18	1.04584481	0.05810249	

CV = 38.4%

* = significant at 5% level

ตารางที่ 35 แสดงเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน (%)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	1.3679	1.5159	1.3437	1.6527
NPK	1.0859	1.1901	1.4238	1.1606
NPK + Fe	1.0829	1.4911	1.2663	1.2528
NPK + Zn	1.1811	1.0905	1.6660	1.2265
NPK + Cu	1.0774	1.1940	1.2510	1.1919
NPK + Fe + Zn	1.2518	1.4605	1.1926	1.4892
NPK + Fe + Zn + Cu	1.4337	1.5214	1.1551	1.4842

ตารางที่ 36 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	0.76974422		
Replication	3	0.08796419	0.02932140	1.15ns
Treatment	6	0.22479318	0.03746563	1.48ns
Error	18	0.45698623	0.02538812	

CV = 12.2%

ns = not significant

ตารางที่ 37 แสดงปริมาณโปแตสเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน (กรัมต่อกระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	0.6346	0.9555	1.4296	0.5713
NPK	1.1761	1.2915	1.7434	1.1773
NPK + Fe	1.0857	1.1780	1.8795	1.2570
NPK + Zn	1.0980	1.6954	0.7181	1.2534
NPK + Cu	1.0653	1.3681	1.3624	1.3045
NPK + Fe + Zn	1.1548	1.2753	1.5944	1.4715
NPK + Fe + Zn + Cu	1.2097	1.1121	1.3868	0.9528

ตารางที่ 38 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปแตสแซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	2.50311950		
Replication	3	0.58945940	0.19648647	2.84ns
Treatment	6	0.66778670	0.11129778	1.61ns
Error	18	1.24587327	0.06921518	

CV = 21.4%

ns = not significant

ตารางที่ 39 แสดงเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน (%)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	0.0361	0.0314	0.0116	0.0495
NPK	0.0619	0.0381	0.0315	0.0421
NPK + Fe	0.0454	0.0484	0.0248	0.0442
NPK + Zn	0.0357	0.0235	0.0495	0.0667
NPK + Cu	0.0395	0.0227	0.0165	0.0339
NPK + Fe + Zn	0.0375	0.0468	0.0245	0.0239
NPK + Fe + Zn + Cu	0.0516	0.0507	0.0253	0.0449

ตารางที่ 40 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์แคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	0.00473447		
Replication	3	0.00131989	0.00043996	3.37*
Treatment	6	0.00106216	0.00017703	1.35ns
Error	18	0.00235242	0.00013069	

CV = 30.1%

* = significant at 5% level

ns = not significant

ตารางที่ 41 แสดงปริมาณแคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน (กรัมต่อกระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	0.0167	0.0198	0.0124	0.0181
NPK	0.0671	0.0431	0.0447	0.0427
NPK + Fe	0.0455	0.0383	0.0367	0.0445
NPK + Zn	0.0332	0.0394	0.0213	0.0733
NPK + Cu	0.0391	0.0260	0.0182	0.0359
NPK + Fe + Zn	0.0346	0.0408	0.0328	0.0393
NPK + Fe + Zn + Cu	0.0436	0.0369	0.0324	0.0289

ตารางที่ 42 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณแคลเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	0.00505770		
Replication	3	0.00069276	0.00023092	2.36ns
Treatment	6	0.00260574	0.00043429	4.44**
Error	18	0.00175919	0.00009773	

CV = 27.6%

** = significant at 1% level

ns = not significant

ตารางที่ 43 แสดงเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน (%)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	0.1433	0.5214	0.4877	0.2922
NPK	0.2203	0.3320	0.4048	0.3501
NPK + Fe	0.1708	0.3379	0.4167	0.2909
NPK + Zn	0.1950	0.3795	0.3889	0.2916
NPK + Cu	0.1914	0.3439	0.3189	0.3944
NPK + Fe + Zn	0.2047	0.4098	0.3701	0.3985
NPK + Fe + Zn + Cu	0.2791	0.4100	0.3545	0.3184

ตารางที่ 44 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	-F-test
Total	27	0.23034298		
Replication	3	0.16712323	0.05570774	18.55**
Treatment	6	0.00916516	0.00152753	<1
Error	18	0.05405459	0.00300303	

CV = 16.7%

** = significant at 1% level

ตารางที่ 45 แสดงปริมาณแมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน (%)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	0.0665	0.3160	0.5188	0.1069
NPK	0.2386	0.3603	0.4956	0.3551
NPK + Fe	0.1712	0.2669	0.6185	0.2927
NPK + Zn	0.1813	0.5901	0.1676	0.2980
NPK + Cu	0.1893	0.3940	0.3474	0.4317
NPK + Fe + Zn	0.1889	0.3478	0.4948	0.3937
NPK + Fe + Zn + Cu	0.2335	0.2997	0.4256	0.2044

ตารางที่ 46 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณแมกนีเซียมในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	0.25254610		
Replication	3	0.25213317	0.08404439	5.99**
Treatment	6	0.03765798	0.00627633	<1
Error	18	0.25254610	0.01403034	

CV = 36.9%

** = significant at 1% level

ตารางที่ 47 แสดงวามเข้มข้นของเหล็กในข้าวฟ่างต้นหวาน (ppm.)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	111.04	54.95	38.02	186.51
NPK	176.58	91.79	91.08	41.07
NPK + Fe	104.64	67.42	69.43	46.03
NPK + Zn	72.17	75.53	122.76	73.65
NPK + Cu	87.81	48.18	50.20	48.60
NPK + Fe + Zn	61.82	67.37	47.01	50.20
NPK + Fe + Zn + Cu	202.67	122.71	34.08	117.07

ตารางที่ 48 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของความเข้มข้นเหล็กในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	55034.9840		
Replication	3	10694.7015	3564.9005	2.04ns
Treatment	6	12886.3981	2147.7330	1.23ns
Error	18	31453.8867	1747.4382	

CV = 35.5%

ns = not significant

ตารางที่ 49 แสดงความเข้มข้นของสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวาน (ppm.)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	7.59	13.74	16.89	10.47
NPK	7.29	7.85	10.12	9.78
NPK + Fe	5.92	7.60	9.51	9.37
NPK + Zn	7.50	9.81	10.32	9.22
NPK + Cu	5.92	7.65	8.86	10.69
NPK + Fe + Zn	6.08	8.62	9.79	12.55
NPK + Fe + Zn + Cu	7.37	11.69	9.74	9.77

ตารางที่ 50 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของความเข้มข้นสังกะสีในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	155.579849		
Replication	3	64.963586	21.654529	8.49**
Treatment	6	44.731743	7.455290	2.92*
Error	18	45.884514	2.549140	

CV = 17.1%

** = significant at 1% level

* = significant at 5% level

ตารางที่ 51 แสดงวามเข้มข้นของทองแดงในข้าวฟ่างต้นหวาน (ppm.)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
CONTROL	8.54	12.76	14.78	13.33
NPK	9.10	9.76	14.17	12.71
NPK + Fe	8.89	12.34	11.42	12.89
NPK + Zn	9.38	9.81	14.45	13.31
NPK + Cu	9.87	9.45	11.82	13.60
NPK + Fe + Zn	12.17	13.07	12.73	14.65
NPK + Fe + Zn + Cu	17.22	13.64	11.69	13.67

ตารางที่ 52 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของความเข้มข้นทองแดงในข้าวฟ่างต้นหวาน

Source of variation	df	Sum square	Mean square	F-test
Total	27	125.193245		
Replication	3	33.467843	11.155948	3.13ns
Treatment	6	27.474393	4.579065	1.28ns
Error	18	64.251007	3.569500	

CV = 15.5%

ns = not significant