

จังหวัดสุพรรณบุรี พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การปรับปรุงดินที่มีปูนมากโดยใช้กำมะถันสำหรับถั่วเหลือง

The Amendment of a Calcareous Soil by Sulfur Application for Soybeans.



T099574

โดย

นายณชัย ปิติปัญญากุล

เสนอ

ป.พ.

ปี 138 ก

๑๕๓๑

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 99574

วัน,เดือน,ปี..... 16 JUN 2๕๓๑

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี  
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การปรับปรุงดินที่มีปูนมากโดยใช้กำมะถันสำหรับถั่วเหลือง

The Amendment of a Calcareous Soil by Sulfur Application for Soybeans.



โดย

นายธนชัย ปิติปัญญากุล

(ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

*(Signature)*

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 29 เดือน ๖ พ.ศ. 4๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งให้สิทธิแก่ผู้ลงทะเบียนและห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกฉบับ  
ปพ. ๕1๙๘ ก 14935  
๒539 21 ส.ค. 2541

## คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช อาจารย์ที่ปรึกษา คณะเทคโนโลยี  
การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและ  
แนะนำ จนปัญหาพิเศษนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณนุจรีย์ บุญแปลง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาที่  
ความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆภาควิชาปฐพีวิทยาที่คอยช่วยเหลือ และภาควิชาอื่นๆที่ให้ความสนใจ  
ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ช่วยให้การสนับสนุนในการศึกษา  
และช่วยให้กำลังใจมาโดยตลอด ทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาผลของการใช้กำมะถัน ในอัตราต่างๆกัน ปรับปรุงดินที่มีปูนมาก ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดึงดูดธาตุอาหารต่างๆของถั่วเหลือง เมื่อปลูกในดินชุดดาคิลี โดยปลูกถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 ในกระถางทดลอง มีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ ดำรับการทดลองประกอบไปด้วย ใส่กำมะถัน 0, 150, 300, 450, 600, 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ทำการวัดการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองแล้วเก็บตัวอย่างพืชไปทำการวิเคราะห์หาธาตุอาหารต่างๆ และเก็บตัวอย่างดินไปทำการวิเคราะห์หาปฏิกิริยาของดิน เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินและธาตุอาหารต่างๆต่อไป.

จากผลการวิเคราะห์ดินจะพบว่า การใส่กำมะถันลงไปในดินทำให้ค่า pH ของดินลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่เพิ่มขึ้น แต่ปฏิกิริยาของดินก็ไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจนถึงระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจเป็นผลอันเนื่องมาจากปริมาณกำมะถันที่ใช้ยังไม่เหมาะสมกับดินซึ่งมีอินทรีย์วัตถุในปริมาณสูง และมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH การใส่กำมะถันลงไปในดินในปริมาณต่างๆกัน ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่าแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใส่กำมะถันให้กับดินเพิ่มขึ้น แต่จะทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่เพิ่มขึ้น การใส่กำมะถันลงไปทำให้แคลเซียมในดินมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใส่กำมะถันในอัตรา 600 กิโลกรัม/ไร่ขึ้นไป การใส่กำมะถันในอัตราต่างๆทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในดินแตกต่างกันโดยเฉพาะการใส่กำมะถัน 600 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้แมกนีเซียมในดินสูงกว่าได้รับการทดลองอื่นๆ การใส่กำมะถันลงไปในดินทำให้ปริมาณกำมะถันเพิ่มขึ้นตามอัตราที่สูงขึ้น แต่เมื่อใส่กำมะถันในอัตราตั้งแต่ 600 กิโลกรัม/ไร่ขึ้นไป ไม่ทำให้กำมะถันในดินมีปริมาณแตกต่างกัน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการใส่กำมะถันลงไปในดินไม่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็กและแมงกานีสในดิน แต่ทำให้สังกะสีในดินละลายออกมามากขึ้น ส่วนการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆไม่ทำให้สังกะสีในดินมีปริมาณแตกต่างกัน ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันในอัตราต่างๆกันไม่ทำให้ทองแดงในดินมีปริมาณแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ค่าวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในดินมีความแปรปรวนมากพอสมควร

สำหรับความสูงของต้นถั่วเหลืองเมื่ออายุ 1 เดือน จากดำรับการทดลองต่างๆพบว่ามี ความแตกต่างกัน แต่ข้อมูลตัวเลขมีความแปรปรวนมาก การใส่กำมะถันทำให้ความสูงของต้นถั่วเหลืองก่อนเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นจากที่ไม่ใส่กำมะถัน และการใส่กำมะถันในอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ต้นถั่วเหลืองมีความสูงเพิ่มขึ้นจากการใส่กำมะถันในอัตราที่ต่ำกว่าลงไป การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่กำมะถันลงไปบนดินทำให้น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น แต่น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลือง มีความแปรปรวนพอสมควร

จากผลการวิเคราะห์พืชจะพบว่า ปริมาณการดูดไนโตรเจนของต้นถั่วเหลืองมีค่าไม่แตกต่างกัน การใส่กำมะถันในอัตราตั้งแต่ 450 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป มีส่วนช่วยให้ต้นถั่วเหลือง สามารถดูดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้เพิ่มมากขึ้น การใส่กำมะถันใน อัตราตั้งแต่ 300 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป ทำให้อัตราการดูดไนโตรเจนจากดินได้ดีขึ้น แต่ กำมะถันที่ใส่ให้กับดินในอัตราต่างๆกัน ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการดูดปริมาณแคลเซียมของ ต้นถั่วเหลือง แต่ถั่วเหลืองมีแนวโน้มที่จะดูดแมกนีเซียมได้สูงขึ้น เมื่อใส่กำมะถันให้กับดิน ในอัตราที่สูงขึ้น โดยเฉพาะเมื่อใส่กำมะถันลงไปในอัตราตั้งแต่ 600 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป การใส่ กำมะถันในปริมาณเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มจะทำให้การดูดกำมะถันของต้นถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นได้ การ ใส่กำมะถันลงไปบนดินในอัตราต่างๆ ไม่ทำให้การดูดธาตุเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และ ทองแดงของต้นถั่วเหลืองมีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามปริมาณความเข้มข้นของธาตุ เหล็กในต้นถั่วเหลืองมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ถือว่าเพียงพอต่อความต้องการของพืช

จากผลการทดลองพบสรุปได้ว่า การใส่กำมะถันให้กับดินที่มีปูนมากในอัตราสูงสุดแล้ว ก็ยังนับว่าไม่เพียงพอที่จะปรับระดับ pH ของดินให้ลดลงมาจนถึงระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญ เติบโตของพืชได้

# สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	i
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	10
ผลการทดลองและวิจารณ์	14
สรุป	61
เอกสารอ้างอิง	63
ภาคผนวก	66



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ค่า pH ของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	15
2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	16
3. ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	18
4. ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	19
5. ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	20
6. ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	22
7. ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	23
8. ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	24
9. ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	26
10. ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	27
11. ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	28
12. ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ	30
13. ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆเมื่ออายุ 1 เดือน	31
14. ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆก่อนการเก็บเกี่ยว	32
15. น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลืองจากการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	34
16. เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	35
17. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	36
18. เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	38
19. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	39
20. ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	40
21. ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	42
22. ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	43
23. ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	44
24. ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	46
25. ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	47
26. ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	49
27. ปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	51
29. ปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	52
30. ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	54
31. ปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	55
32. ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	56
33. ปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	57
34. ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	59
35. ปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ	60

ภาคผนวก

36. ผลการวิเคราะห์ดินชุดตาคลี ( ดินก่อนปลูก )	67
37. แสดงค่า pH ของดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	68
38. แสดงเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	68
39. แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	69
40. แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	69
41. แสดงปริมาณโพแทสเซียมในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	70
42. แสดงปริมาณแคลเซียมในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	70
43. แสดงปริมาณแมกนีเซียมในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	71
44. แสดงปริมาณกำมะถันในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	71
45. แสดงปริมาณเหล็กในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	72
46. แสดงปริมาณแมงกานีสในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	72
47. แสดงปริมาณสังกะสีในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	73
48. แสดงปริมาณทองแดงในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง	73
49. แสดงความสูงของต้นถั่วเหลืองอายุ 1 เดือน	74
50. แสดงความสูงของต้นถั่วเหลืองอายุ 2 เดือน	74
51. แสดงน้ำหนักสดของต้นถั่วเหลือง	75
52. แสดงน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลือง	75
53. แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเหลือง	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่	หน้า
54. แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง	76
55. แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเหลือง	77
56. แสดงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง	77
57. แสดงปริมาณโพแทสเซียมในต้นถั่วเหลือง	78
58. แสดงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง	78
59. แสดงปริมาณแคลเซียมในต้นถั่วเหลือง	79
60. แสดงปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง	79
61. แสดงปริมาณแมกนีเซียมในต้นถั่วเหลือง	80
62. แสดงปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง	80
63. แสดงปริมาณกำมะถันในต้นถั่วเหลือง	81
64. แสดงปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง	81
65. แสดงปริมาณเหล็กในต้นถั่วเหลือง	82
66. แสดงปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง	82
67. แสดงปริมาณแมงกานีสในต้นถั่วเหลือง	83
68. แสดงปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง	83
69. แสดงปริมาณสังกะสีในต้นถั่วเหลือง	84
70. แสดงปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง	84
71. แสดงปริมาณทองแดงในต้นถั่วเหลือง	85
72. แสดงปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง	85

## คำนำ

ถั่วเหลืองจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย เกษตรกรไทยเราได้ปลูกและใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองในหลายๆด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมอาหาร เมล็ดถั่วเหลือง นอกจากนำไปประกอบอาหาร เพื่อทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์แล้ว ผลผลิตถั่วเหลืองส่วนใหญ่ยังนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมน้ำมันพืช และผลิตภัณฑ์ต่างๆอีกหลายชนิด ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการเมล็ดถั่วเหลืองเป็นจำนวนมากเพื่อป้อนให้กับโรงงานผลิตน้ำมันพืชจากถั่วเหลือง ซึ่งมีอยู่หลายแห่ง นอกจากนี้กากถั่วเหลืองที่เหลือจากการสกัดน้ำมันแล้ว ยังใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์ ปริมาณความต้องการถั่วเหลืองภายในประเทศมีไม่ต่ำกว่า 4 แสนตัน แต่ทว่าเราผลิตถั่วเหลืองได้เพียงหนึ่งแสนตันเศษเท่านั้น ส่วนที่เหลือจึงยังคงต้องนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศ ( พงษ์ศักดิ์, 2530 ) สาเหตุหนึ่งที่มีการผลิตถั่วเหลืองของไทยยังมีปริมาณที่น้อยก็คือ การปลูกถั่วเหลืองในสภาพของดินที่ไม่เหมาะสม ผลผลิตของถั่วเหลืองจึงต่ำ และให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่า ( น้อยและคณะ, 2525 ) ปัญหาของดินชนิดหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตต่ำมากก็คือการที่ ดินมีปูนอยู่ในปริมาณสูงหรือเป็นดินพวกแคลคาเรียส ( Calcareous soils ) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินในชุดดินตาคลี นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า เมื่อปลูกถั่วลิสงในดินซึ่งอยู่ในชุดดินตาคลีแล้ว ได้รับผลผลิตค่อนข้างต่ำและต้นถั่วลิสงแสดงอาการเหลืองซีดและชะงักการเจริญเติบโตอันเป็นลักษณะอาการขาดธาตุเหล็ก แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ดินทางเคมี กลับพบว่าปริมาณธาตุเหล็กทั้งหมดในดินมีปริมาณสูง แต่อาจไม่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในปริมาณเพียงพอ ( ครรชิตและคณะ, 2510 ) และได้มีการศึกษาแนวทางแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กในถั่วลิสงที่ปลูกในดินเหนียวสีด้า ปรากฏว่าการให้ธาตุเหล็กในรูปที่ละลายน้ำฉีดพ่นทางใบสามารถแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กได้ดีกว่าการให้ธาตุเหล็กในรูปคีเลททางราก ( สุพันธ์และคณะ, 2528; 2529 ) นอกจากนี้ บุญน้อมและจรัสพร ( 2531 ) ยังพบอีกว่าการฉีดพ่นสารละลายของธาตุเหล็กทางใบแก่ถั่วเขียวที่ปลูกบนชุดดินตาคลี สามารถแก้ไขอาการใบเหลืองของพืชได้

อย่างไรก็ตาม การแก้ไขอาการขาดธาตุอาหารโดยการฉีดพ่นทางใบให้แก่พืชเมื่อปลูกในดินที่มีปูนในปริมาณสูง เป็นการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเป็นครั้งคราวเท่านั้น และเป็นการลงทุนสูงกว่าการแก้ปัญหาระยะยาวให้ได้ผลติดต่อกันเป็นเวลานาน วิธีแก้ปัญหาระยะยาวที่ได้ผลในดินจำพวกนี้ก็คือ การลดระดับ pH ของดินลงมาให้เหมาะสมสำหรับความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็กและสำหรับพืชตระกูลถั่ว โดยเฉพาะสำหรับถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืชที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่งดังได้กล่าวมาแล้ว สุพันธ์และคณะ ( 2530 ) ได้ใช้กำมะถันเพื่อลดความเป็นด่างของ

ดินชุดตาคลิที่ปลูกถั่วลิสง ผลการทดลองปรากฏว่า กำมะถันสามารถแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กได้บางส่วน เนื่องจากถั่วลิสงให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

แต่ข้อมูลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการลดความเป็นด่างของดินโดยเฉพาะชุดดินตาคลิและดินที่เป็นด่างยังมีอยู่ไม่มากนัก และไม่สามารถจะสรุปได้ว่า จำเป็นต้องใช้กำมะถันในปริมาณเท่าใด จึงจะสามารถลด pH ของดินให้เหมาะสมสำหรับพืชตระกูลถั่ว โดยเฉพาะสำหรับถั่วลิสง ถั่วเขียวและถั่วเหลือง เพื่อเพิ่มผลผลิตพืชเหล่านี้ โดยเฉพาะถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืชที่มีความสำคัญมาชนิดหนึ่งดังได้กล่าวมาแล้ว ถ้าหากทำการศึกษาวิจัยจนทราบปริมาณของกำมะถันที่ใช้ลดระดับ pH ของดินต่างที่มีปุ๋ยมากจนกระทั่งปฏิกิริยาของดินอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองแล้ว คาดว่าเมื่อปลูกถั่วเหลืองลงไป ต้นพืชคงจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีตามปกติ และเมื่อเพิ่มปัจจัยการเจริญเติบโตอื่นๆเข้าไป ก็คงจะสามารถเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในดินที่มีปุ๋ยมาก และแก้ไขโดยวิธีการใส่  
กำมะถัน
2. เพื่อศึกษาปริมาณกำมะถันที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงดินสำหรับการเจริญเติบโตของถั่ว  
เหลือง
3. เพื่อศึกษาผลของการใส่กำมะถันที่มีต่อการดึงดูดธาตุอาหารต่างๆของถั่วเหลืองที่  
ปลูกในดินที่มีปุ๋ยมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจเอกสาร

ถั่วเหลืองจัดอยู่ใน Family Leguminosae และ Subfamily Papilionoideae มีชื่อวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นทางการในปัจจุบันคือ *Glycine max* (L) Merrill ส่วนชื่อสามัญก็เรียกกันต่างๆกันไปเป็น Soja bean, Soya bean, Soybean และ Chinese pea ส่วนชื่อที่นิยมรับกันมากที่สุดคือ Soybean ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีระบบรากแบบรากแก้ว ลำต้นตั้งตรงเป็นพุ่ม มีความสูงประมาณ 50 - 75 เซนติเมตร ส่วนต่างๆบนต้นถั่วเหลืองจะมีขนปกคลุมอยู่ทั่วไปเว้นแต่ใบเลี้ยงและกลีบดอกเท่านั้นที่ไม่มีขน ขนมักมีสีน้ำตาลและสีเทาใบของถั่วเหลืองเป็นใบประกอบ มีใบย่อย 3 ใบ แต่ใบเลี้ยงและใบจริงคู่แรกจะเป็นใบเดี่ยว ดอกเกิดตามมุมใบและปลายยอดโดยมีช่อดอกแบบ raceme ช่อละ 3 - 15 ดอก ดอกมีสีขาวหรือสีม่วง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ผักเกิดเป็นกลุ่ม มีลักษณะตรงหรือโค้งเล็กน้อย เมล็ดส่วนมากจะมีรูปร่างกลมรี มีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันไปตามพันธุ์ และในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกใช้ถั่วเหลืองพันธุ์ นครสวรรค์ 1 ซึ่งมีลักษณะเด่นของพันธุ์คือ มีดอกสีม่วง มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 77 วัน คุณภาพของเมล็ดดี เมล็ดโต สีเหลืองนวล ตาสีน้ำตาลอ่อน และยังให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่นๆอีกหลายพันธุ์ ( พิระศักดิ์, 2527 )

### สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิขณะที่ยอดต้นถั่วเหลืองกำลังเจริญเติบโตเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะถ้าฝนตกหนักขณะกำลังออกดอกจะทำให้ติดฝักน้อย ถ้าฝนตกในระยะเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเหลืองจะบวมเมื่อนำไปผึ่งแดดเปลือกเมล็ดจะเหี่ยวยุบ บางทีเมล็ดจะขึ้นราได้ด้วย ดังนั้นจึงนิยมปลูกถั่วเหลืองในปลายฤดูฝนหรือฤดูแล้ง ส่วนทางด้านอุณหภูมิถั่วเหลืองจะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 20 - 35 องศาเซลเซียส ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ไวแสงและโดยธรรมชาติเป็นพืชวันสั้น การเปลี่ยนแปลงของช่วงแสงจะเปลี่ยนแปลงอายุการเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองด้วย และแสงแดดจัดจะทำให้ใบของถั่วเหลืองเจริญเติบโตเร็วและต้นถั่วเหลืองจะแข็งแรงสมบูรณ์ ถั่วเหลืองต้องการดินที่มีหน้าดินลึก ระบายน้ำและอุ้มน้ำได้ดี ไม่สามารถเจริญเติบโตในสภาพดินทรายหรือดินที่มีหน้าดินตื้นบนชั้นดินดาน ดินที่เหมาะสมในการปลูกถั่วเหลืองคือ ดินนาที่ระบายน้ำได้ดี มีค่า pH ระหว่าง 5.5 - 6.5 ดินที่เป็นกรดไม่เหมาะสมที่จะใช้ปลูกถั่วเหลือง การใส่ปุ๋ยปรับปรุงดินที่เป็นกรดจะช่วยให้การปลูกถั่วเหลืองได้ผลดียิ่งขึ้น ( ทรงยศ, 2529 )

### ปริมาณความต้องการธาตุอาหารของถั่วเหลือง

น้อย ( 2522 ) ได้รายงานไว้ว่า ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการไนโตรเจนมากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่น จากการนำส่วนต่างๆของพืชมาวิเคราะห์หาปริมาณการดูดกินธาตุอาหารของถั่วเหลืองพอจะประมาณได้ว่า ในฤดูปลูกหนึ่งๆถ้าจะให้ได้ผลผลิตของถั่วเหลือง 300 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเหลืองจะดูดกิ้นไนโตรเจนประมาณ 20 กิโลกรัมต่อไร่ในระยะแรกของการเจริญเติบโตซึ่งต้นถั่วเหลืองมีอายุได้ประมาณ 15 วันนับว่าอยู่ในปริมาณสูงมาก การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการดูดไนโตรเจนของถั่วเหลือง เนื่องจากเชื้อไรโซเบียมยังไม่สามารถที่จะตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้ต้นถั่วเหลืองใช้เป็นประโยชน์ได้ ในระยะนี้ ถ้าไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนช่วยจะทำให้ถั่วเหลืองขาดไนโตรเจนทำให้การเจริญเติบโตช้าและอ่อนแอจึงควรจะใช้ปุ๋ยไนโตรเจนช่วยบ้าง ในดินทั่วไปอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนควรใส่ประมาณ 3 - 6 กิโลกรัมต่อไร่ การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงกว่านี้จะไม่ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น และวิธีการใส่ปุ๋ยควรใส่กันหลุมปลูกทั้งหมดก่อนปลูก

ถั่วเหลืองมีความต้องการฟอสฟอรัสไม่มากนัก จากการศึกษาการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองพบว่า ถ้าจะให้ได้ผลผลิตของถั่วเหลือง 300 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเหลืองจะดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสคิดเป็นกรดฟอสฟอริก ( $P_2O_5$ ) ประมาณ 3 - 4 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งนับว่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับไนโตรเจน ถ้าดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำกว่า 8 - 9 ppm ถั่วเหลืองจะมีการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตอย่างเห็นได้ชัด ในกรณีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต ถ้าผลวิเคราะห์ดินมีฟอสฟอรัส 1 ppm ถั่วเหลืองจะให้ผลผลิตเพียง 10 % ของการใส่ปุ๋ยอย่างพอเพียง แต่ถั่วเหลืองจะให้ผลผลิต 50 % ของการใส่ปุ๋ยอย่างพอเหมาะ เมื่อดินมีค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสเกินกว่า 12 ppm การใส่ปุ๋ยโดยทั่วไปไม่เกิดประโยชน์เท่าใดนักเพราะจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 20 อย่างไรก็ตาม เนื่องจากถั่วเหลืองมีความต้องการฟอสฟอรัสปริมาณไม่มาก ประกอบกับดินบางแห่งมีฟอสฟอรัสอยู่แล้วในระดับสูงพอจึงไม่มีความจำเป็นแต่อย่างใดที่จะต้องใส่ปุ๋ยฟอสเฟตทุกแห่งที่มีการปลูกถั่วเหลือง การที่จะทราบได้แน่นอนว่ามีความจำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ยฟอสเฟตหรือไม่ก็โดยการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ทางเคมี ถ้าผลวิเคราะห์ดินปรากฏว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้สูงกว่า 8 ppm ก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย หากอยู่ในระหว่าง 5 - 8 ppm ควรใส่ปุ๋ยอัตรา 4 กิโลกรัม  $P_2O_5$  ต่อไร่ และระหว่าง 1 - 5 ppm ควรใส่ปุ๋ยอัตรา 6 - 7 กิโลกรัม  $P_2O_5$  ต่อไร่และจะได้รับผลผลิตประมาณร้อยละ 80 ของผลผลิตที่มีการใส่ปุ๋ยอย่างพอเพียง เนื่องจากปุ๋ยฟอสเฟตเป็นปุ๋ยที่เคลื่อนย้ายในดินช้า และมีการสูญเสียโดยการชะล้างไปเป็นจำนวนน้อย ฉะนั้นปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปดินตามปกติถั่วเหลืองจะดูดกิ้นไม่หมดในปีแรก แต่จะมีผลตกค้างอยู่ถึงปีที่ 3 หรือนานกว่านั้น ฉะนั้นการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจึงควรคำนึงถึงความจำเป็น หากมีการใช้ปุ๋ยสูตร 16 - 20 - 0 ใส่ให้ข้าวซึ่งปลูกก่อนหน้าการปลูกถั่วเหลือง หรือดินนั้นเคยใส่ปุ๋ยฟอสเฟตมาก่อนที่จะปลูกถั่วเหลือง อาจจะไม่มีความจำเป็นที่จะใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเพิ่มอีก เพราะผลตกค้างของปุ๋ยฟอสเฟตจะมีปริมาณมากพอ การเก็บดินมาทำการวิเคราะห์จะทำให้ทราบว่าดินมีฟอสฟอรัสเป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด ( น้อย, 2522 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองพบว่า ถั่วเหลืองต้องการโพแทสเซียมในการเจริญเติบโตมากกว่า ฟอสฟอรัส แต่ก็ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ปริมาณการดูดกินโพแทสเซียมของถั่วเหลืองมีความแปรปรวน แต่โดยเฉลี่ยแล้วถ้าจะให้ได้ผลผลิต 300 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเหลืองจะดูดกินโพแทสเซียมประมาณ 7 - 8 กิโลกรัมของ  $K_2O$  ต่อไร่ เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วดินของเมืองไทยมีโพแทสเซียมอยู่ในปริมาณที่มากพอสมควรและถั่วเหลืองมีความต้องการโพแทสเซียมไม่มาก จากผลการทดลองจึงมักไม่พบว่า ถั่วเหลืองมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม สำหรับดินทรายที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยผลผลิตของถั่วเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามไม่ว่ากรณีใดๆไม่ควรใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมสูงกว่า 6 กิโลกรัม  $K_2O$  ต่อไร่ เพราะการใส่ปุ๋ยเพิ่มมากกว่านี้จะไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมาก ( น้อย,2522 )

#### สภาพดินที่ปลูกถั่วเหลืองในประเทศไทย

ผลผลิตของถั่วเหลืองจะมีความแปรปรวนเป็นอย่างมาก เมื่อปลูกในสภาพของดินที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน การปลูกถั่วเหลืองในสภาพของดินที่ไม่เหมาะสม ผลผลิตของถั่วเหลืองจะต่ำ และให้ผลไม่คุ้มค่า ถึงแม้ว่าจะได้ทำการปรับปรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยแล้วก็ตาม การเลือกดินที่มีความเหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองจึงมีความสำคัญมาก ชนิดของดินที่มีความเหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองได้แก่ ดินร่วนเหนียวหรือดินร่วน ที่มีการระบายน้ำได้ดี มีค่า pH ของดินอยู่ในระหว่าง 5.5 - 6.5 ดินประเภทนี้ถ้ามีการเขตกรรมดี ความชื้นพอเหมาะ และมีการบำรุงดินที่ถูกต้อง ผลผลิตจะสูงเกินกว่า 300 กิโลกรัมต่อไร่ ดังได้กล่าวมาแล้ว

สำหรับพื้นที่ซึ่งมีการปลูกพืชไร่กันมากส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดภาคกลาง และบางส่วนของจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากสภาพดินโดยทั่วไปมีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืชไร่ แต่ก็ยังมีพื้นที่บางแห่งพบว่าดินมีสภาพไม่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของพืชเท่าใดนัก เนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพราะทำการปลูกพืชติดต่อกันมาเป็นเวลานาน ดินบางแห่งก็มีสภาพเป็นกรดหรือเป็นด่างมากเกินไป ทำให้สัดส่วนของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จะอยู่ในสภาพที่ไม่สมดุล ธาตุอาหารบางชนิดอาจจะขาดแคลนและบางชนิดอาจจะละลายออกมาเกินความต้องการ จนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ การใส่วัสดุปรับปรุงดินเพื่อปรับปรุงปฏิกิริยาของดินให้เหมาะสมจะช่วยในการรักษาสสมดุลของธาตุอาหารหลายชนิด สำหรับดินที่ใช้ปลูกพืชไร่มีอยู่เป็นจำนวนมากเนื้อที่ไม่น้อยซึ่งพบว่าดินมีสภาพเป็นด่าง และเป็นปัญหาสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกพืช ส่วนใหญ่แล้วเป็นดินที่มีปูนอยู่ในปริมาณสูง จัดว่าเป็นดินพวกแคลคาเรียล (Calcareous soils)

ดินแคลคาเรียล เป็นดินที่มีปูนสะสมอยู่ในโปรไฟล์ดิน ปูนอาจสะสมอยู่ในชั้นดินบางชั้นหรือปรากฏอยู่ตลอดทั้งโปรไฟล์ของดินก็ได้ ดินแคลคาเรียลเป็นดินที่มีแคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนตอยู่สูงถึง 60 - 70 % ของน้ำหนักดิน ( Seatz and Peterson, 1964 ;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Briones,1973 ) เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียว มีสีคล้ำ มีการยึดและหดตัวสูงมาก แต่การระบายน้ำดี และเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง pH ของดินมีค่าอยู่ระหว่าง 7.0 - 8.5

ดินแคลคาเรียสมักพบในเขตแห้งแล้งซึ่งมีน้ำน้อย แคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนตจะสะสมอยู่ในดินไม่ถูกชะล้างออกไปจากโปรไฟล์ของดิน อย่างไรก็ตามบริเวณที่ไม่ใช่แถบแห้งแล้งแต่มีระดับน้ำใต้ดินตื้นและน้ำใต้ดินมีแคลเซียมไบคาร์บอเนตละลายอยู่มาก แคลเซียมไบคาร์บอเนตอาจถูกเคลื่อนย้ายขึ้นมาสะสมในดินบนด้วยแรง Capillary และเมื่อทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์จะตกตะกอนเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมในดินเกิดเป็นดินแคลคาเรียส เช่น ดินในบริเวณที่ราบสูงภาคกลาง ภาคเหนือตอนล่างและบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ( ไพบูลย์,2528 )

จรงค์ษ์ ( 2530 ) กล่าวถึงปัญหาทางการเกษตรที่พบในดินแคลคาเรียสคือ ปัญหาเกี่ยวกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช กล่าวคือ ความเป็นประโยชน์ของ P, K, Zn, Fe, Mn และ Cu ต่อพืชต่ำ เนื่องจากดินมี pH สูง มีปฏิกิริยาเป็นด่าง การสูงขึ้นของ pH ของดินเนื่องจากดินมีแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมอยู่มาก เมื่อแคลเซียมคาร์บอเนตไฮโดรไลซ์จะให้ OH<sup>-</sup> ไอออน ดังสมการ



ถ้าดินมีคาร์บอนไดออกไซด์สะสมอยู่มาก จะทำให้ pH ของดินแคลคาเรียสสูงขึ้นไม่มาก ความเป็นประโยชน์ของเหล็กต่อพืชในดินแคลคาเรียสต่ำเนื่องมาจาก Fe<sup>2+</sup> ถูกเปลี่ยนมาอยู่ในรูป Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ดังสมการ



จากปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นดังสมการทำให้เหล็กอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยลงๆทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุเหล็กได้

เนื่องจากดินที่มีปูนอยู่ในปริมาณสูงมีปฏิกิริยาเป็นกลางถึงเป็นด่างจัดมีแคลเซียมโดยเฉพาะอยู่ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนตในปริมาณสูง ทำให้เกิดปัญหาแก่พืชที่ปลูกบนดินจำพวกนี้ โดยเฉพาะถั่วลิสงและถั่วเหลือง ครรชิตและคณะ ( 2510 ) รายงานว่าเมื่อปลูกถั่วลิสงในดินแคลคาเรียสแล้ว ได้รับผลผลิตค่อนข้างต่ำและต้นถั่วลิสงยังแสดงอาการเหลืองซีดและชะงักการเจริญเติบโต อันเป็นลักษณะอาการขาดธาตุเหล็ก แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ดินทางเคมีกลับพบว่าปริมาณธาตุเหล็กทั้งหมดในดินมีปริมาณสูง แต่อาจไม่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ลักษณะอาการของพืชเมื่อปลูกในดินที่มีปุ๋ยอยู่ในปริมาณสูง

### อาการขาดธาตุเหล็ก

เหล็กเป็นธาตุแรกในบรรดาจุลธาตุอาหารที่พบว่ามีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ธาตุเหล็กเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางด้านสรีรวิทยาของพืชกล่าวคือเหล็กเป็นตัวกระตุ้นของเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างคลอโรฟิลล์และเอ็นไซม์ peroxidase นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของไซโตโครมซึ่งเป็นสารตัวกลางในการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ทั้งในกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการหายใจ ( ชัยฤกษ์,2526 ; สัมพันธ์,2526 ; และ สรสิทธิ์และคณะ,2527 )

ลักษณะอาการขาดธาตุเหล็กของพืชตระกูลถั่ว คือ บริเวณยอดหรือใบอ่อนของต้นถั่วจะแสดงอาการสูญเสียสีเขียว โดยที่จะมีสีเขียวซีด ขณะที่เส้นใบยังมีสีเขียว จะเกิดการหยุดชะงักการเจริญเติบโตไประยะหนึ่ง มีระบบรากไม่เจริญ ทำให้เป็นสาเหตุของการขาดธาตุอาหารอื่นๆ การติดฝักลดลง น้ำหนักฝักแห้งและน้ำหนักเมล็ดลดลง เมล็ดมีขนาดเล็ก ผลผลิตได้ค่อนข้างต่ำ น้ำมันในเมล็ดลดลง การติดปมรากถั่วลดลงและประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนลดลง โดยทั่วไปแล้วปริมาณเหล็กในพืชที่ต่ำกว่า 100 ppm จะเกิดอาการสูญเสียสีเขียว ( ชัยฤกษ์และคณะ,2526 และ สุวพันธ์และคณะ,2528 )

### อาการขาดธาตุสังกะสี

ธาตุสังกะสีเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นธาตุหนึ่ง เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์หลายชนิดควบคุมระบบการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล และระบบอื่นๆในพืช เมื่อพืชได้รับธาตุสังกะสีไม่เพียงพอ จึงกระทบกระเทือนกระบวนการเมตาโบลิซึม คือทำให้ปริมาณ RNA และ Ribosome ในเซลล์ลดลง ( Brown and Krantz,1966 ) และเกิดการขาด Auxin โดยทั่วไปพืชจะแสดงอาการขาดธาตุสังกะสีเมื่อมีปริมาณสังกะสีน้อยกว่า 20 ppm

ลักษณะของพืชที่แสดงออกเมื่อขาดสังกะสีคือ เนื้อเยื่อของใบระหว่างเส้น Vein ที่แก่เกิดการสูญเสียสีเขียว โดยเริ่มจากปลายใบและขอบใบเข้ามาหาส่วนกลางใบ ต่อมาเซลล์ใบจะแห้งตาย เมื่อพืชขาดธาตุนี้เป็นเวลานานในพืช ลำต้นจะมีขนาดเล็ก ปล้องสั้น เป็นผลให้ลำต้นแคระแกรน ในพืชตระกูลถั่ว ถ้าขาดธาตุสังกะสีจะไม่สร้างเมล็ด ( มนัส,2525 )

### อาการขาดธาตุทองแดง

ทองแดงเป็นธาตุอาหารที่พืชดึงดูดขึ้นไปใช้เป็นปริมาณค่อนข้างน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเหล็ก แมงกานีสและสังกะสี ปริมาณส่วนใหญ่ของทองแดงในพืชจะสะสมอยู่ในส่วนของคลอโรพลาสต์และการดูดธาตุทองแดงของพืชดูเหมือนว่าจะมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับการดูดธาตุเหล็ก ถ้าพืชมีปริมาณทองแดงน้อยกว่า 6 ppm. จะทำให้พืชเกิดการสะสมธาตุ

เหล็กมากขึ้น และถ้าพืชได้รับทองแดงมากเกินไป ก็จะเกิดอาการสูญเสียสีเขียวเช่นเดียวกับอาการขาดธาตุเหล็ก ( ชัยฤกษ์,2526 )

ลักษณะของพืชที่แสดงออกเมื่อขาดทองแดงคือ เซลล์ปลายใบของใบอ่อนจะแห้งแล้ว ลูกกลมลงมาตามเซลล์ของขอบใบทำให้ใบเหี่ยวแห้ง ในสภาพที่ขาดธาตุทองแดงเป็นเวลานาน ใบพืชจะร่วงและใบเหี่ยวหมดทั้งต้น ( มนัส,2525 )

#### วิธีการแก้ไขดินที่มีปูนมาก

สุวพันธ์และคณะ ( 2528 ; 2529 ) ได้ศึกษาแนวทางแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กในถั่วลิสงที่ปลูกในดินเหนียวสีดำ โดยให้ธาตุเหล็กในรูปคีเลททางรากและในรูปที่ละลายน้ำฉีดพ่นทางใบ ปรากฏว่าการให้ธาตุเหล็กในรูปที่ละลายน้ำฉีดพ่นทางใบสามารถแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กได้ดีกว่าการให้ธาตุเหล็กในรูปคีเลททางรากเพราะทำให้ผลผลิตถั่วลิสงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

นอกจากนี้ บุญน้อมและจรัสพร ( 2531 ) ยังพบอีกว่า เมื่อให้ธาตุเหล็กทางใบแก่ถั่วเขียวที่ปลูกบนชุดดินตาคลี ปรากฏว่าการฉีดพ่นสารละลายของธาตุเหล็กให้แก่ถั่วเขียวสามารถแก้ไขอาการใบเหลืองของพืชได้ แต่ถ้าใช้สารละลายที่มีธาตุแมงกานีสและธาตุสังกะสีร่วมกับธาตุเหล็กจะให้ผลดีกว่าการใช้สารละลายที่มีธาตุเหล็กแต่เพียงอย่างเดียว

ชัยฤกษ์และคณะ ( 2526 ) ได้ศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขอาการขาดจุลธาตุอาหารของถั่วลิสงที่ปลูกบนชุดดินตาคลี โดยใช้สารประกอบอินทรีย์และใช้กำมะถัน ปรากฏว่าการใช้กำมะถันใส่ลงไปในดินในอัตรา 3.87 และ 7.74 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ pH ของดินลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และ สุวพันธ์และคณะ ( 2530 ) ได้ศึกษาวิจัยในลักษณะเดียวกัน โดยมีการใช้กำมะถันในอัตรา 60 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อลดความเป็นด่างของดินในชุดตาคลี ปรากฏว่าการใส่กำมะถันลงไปสามารถแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กได้บางส่วน เนื่องจากถั่วลิสงให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

## อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองปลูกถั่วเหลืองในกระถางโดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ โดยทำการทดลองประกอบด้วย

ทำการทดลองที่	1	ใส่ก๋ามะถัน	0	กิโลกรัมต่อไร่
ทำการทดลองที่	2	ใส่ก๋ามะถัน	150	กิโลกรัมต่อไร่
ทำการทดลองที่	3	ใส่ก๋ามะถัน	300	กิโลกรัมต่อไร่
ทำการทดลองที่	4	ใส่ก๋ามะถัน	450	กิโลกรัมต่อไร่
ทำการทดลองที่	5	ใส่ก๋ามะถัน	600	กิโลกรัมต่อไร่
ทำการทดลองที่	6	ใส่ก๋ามะถัน	750	กิโลกรัมต่อไร่
ทำการทดลองที่	7	ใส่ก๋ามะถัน	900	กิโลกรัมต่อไร่

ดินที่ใช้ปลูกเป็นชุดดินตาคลี ทำการซังดินใส่กระถางจำนวนกระถางละ 8 กิโลกรัม โดยกระถางมีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 10 นิ้ว และใส่ก๋ามะถันในอัตราตามตำรับที่กำหนดไว้ลงไป ในกระถางและคลุกเคล้าให้เข้ากันดี รดน้ำให้แก่ดินในกระถางจนมีความชื้นพอเหมาะ ทิ้งไว้ให้ก๋ามะถันทำปฏิกิริยากับดินเป็นเวลาประมาณ 7-10 วัน เพื่อจะทำการปลูกถั่วเหลืองต่อไป

ใช้เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 โดยทำการปลูกกระถางละ 5 เมล็ด โดยทำการปลูกในวันที่ 1 พฤศจิกายน 2539 งอกในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2539 และทำการถอนแยกเหลือเพียง 3 ต้นต่อ 1 กระถางในวันที่ 8 พฤศจิกายน 2539

### การให้ปุ๋ย

ใส่ปุ๋ย N - P - K ในวันที่ 5 พฤศจิกายน 2539 โดยต้นถั่วเหลืองมีอายุได้ 3 วัน โดยให้ปุ๋ย Urea, Tripple Superphosphate และ Potassium chloride ในอัตรา 2, 3 และ 2 กรัมต่อกระถางตามลำดับ เพื่อป้องกันไม่ให้พืชขาดธาตุอาหารหลักที่จำเป็น

### การป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ทำการใส่ฟูราดานในวันที่ 11 พฤศจิกายน 2539 และวันที่ 11 ธันวาคม 2539 โดยทำการโรยรอบๆ ต้นถั่วเหลืองประมาณครึ่งช้อนชา

ทำการฉีดพ่นเบนเลทโดยใช้กระป๋องสเปรย์ ในวันที่ 26 พฤศจิกายน 2539 วันที่ 6 และวันที่ 13 ธันวาคม 2539 โดยการละลายเบนเลท 0.5 กรัมด้วยน้ำ 500 มิลลิลิตร

และทำการฉีดพ่นไฮโดรอนโดยใช้กระป๋องสเปรย์ ในวันที่ 6, 20 และ 27 ธันวาคม 2539 โดยใช้อีโอดีรน 1 มิลลิลิตรละลายในน้ำ 500 มิลลิลิตร

### การเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวเมื่อตัวเหลืองมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น กิ่งก้าน และใบอย่างเต็มที่ คือในวันที่ 3 มกราคม 2540 โดยใช้กรรไกรตัดกิ่งตัดเอาส่วนที่อยู่เหนือดินมาทั้งหมดในแต่ละกระถางใส่ในถุงพลาสติกเพื่อวัดการเจริญเติบโตและการวิเคราะห์ทางเคมี

### การบันทึกรวบรวมข้อมูล

เมื่อตัวเหลืองอายุ 1 เดือน ในวันที่ 30 พฤศจิกายน 2539 ทำการวัดความสูงครั้งที่ 1 และวันที่ 31 ธันวาคม 2539 วัดความสูงก่อนการเก็บเกี่ยว แล้วนำไปชั่งน้ำหนักสดหลังการเก็บเกี่ยวในแต่ละกระถาง แล้วนำไปอบให้แห้งจนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งแล้วนำไปบดให้ละเอียด เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่างๆในต้นตัวเหลืองต่อไป

### การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวพืชในวันที่ 4 มกราคม 2540 นำดินก่อนและหลังการปลูกพืชมาบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร นำตัวอย่างดินที่ได้ไปวิเคราะห์

#### การวัดค่า pH ของดิน

โดยใช้ pH meter ( อัตราส่วนของดิน : น้ำ 1 : 1 )

#### การหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ใช้วิธี Walkley and Black ( 1934 ) โดยใช้  $K_2Cr_2O_7$  และกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น ใส่ในตัวอย่างดิน เขย่า 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที มี O - phenanthroline เป็น Indicator จากนั้นนำไปไทเทรตกับ  $FeSO_4$  จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวอมน้ำเงินเป็นสีแดง ทำ Blank เปรียบเทียบ บันทึกปริมาตร  $FeSO_4$  ที่ใช้และนำไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน

#### การหาปริมาณไนโตรเจนในดิน

โดยวิธีคำนวณจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินคือ อินทรีย์วัตถุมีไนโตรเจนอยู่ประมาณ 5 % ( ถวิล,2530 ; สุพจน์,2537 )

#### การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

สกัดฟอสฟอรัสในดินด้วยวิธี Bray II จากนั้นทำการ Develop สี Aliquot ด้วยวิธี Molybdenum blue และวัดค่าเปอร์เซ็นต์ Transmittance จากเครื่อง spectrophotometer ที่ wave length 882 nm นำค่าที่ได้เทียบกราฟการดูดกลืนแสงของฟอสฟอรัสในความเข้มข้นต่างๆ คำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

#### การหาปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ แคลเซียม และแมกนีเซียมในดิน

โดยนำดินไปสกัดด้วย  $NH_4OAC$  แล้วนำสารละลายที่สกัดได้ไปหาความเข้มข้นของโพแทสเซียม, แคลเซียม และแมกนีเซียม ด้วยเครื่อง AAS

### การหาปริมาณกำมะถันในดิน

โดยใช้สารสกัด acetate - acetic solution และนำสารละลายที่ได้ไปหาปริมาณกำมะถันด้วยวิธี turbidimetric method

### การหาปริมาณเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงในดิน

โดยใช้ Diethylenediaminepentaacetic acid extracting solution ( DTPA ) เป็นสารสกัด แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาเหล็ก แมงกานีส สังกะสีและทองแดง โดยวิธี atomic absorption spectrophotometer.

### การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

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

### การหาปริมาณไนโตรเจนในพืช

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

### การหาปริมาณฟอสฟอรัสในพืช

วิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยใช้สารประกอบ Molybdate - Vanadate เป็นตัวทำให้เกิดสีน้ำเงินและวัดค่าเปอร์เซ็นต์ Transmittance จากเครื่อง spectrophotometer ที่ wave length 420 nm นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัส

### การหาปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในพืช

นำสารละลายที่ทำกรปรับปริมาตรแล้ว นำไปวัดค่าโดยใช้เครื่อง AAS แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม

### การหาปริมาณกำมะถันในพืช

โดยวิธี turbidimetric method โดยใช้ Spectrophotometer วัดที่ช่วงคลื่น 450 nm หาค่าเปอร์เซ็นต์ Transmittance และคำนวณหาปริมาณกำมะถันต่อไป

### การหาปริมาณเหล็ก แมงกานีส สังกะสีและทองแดงในพืช

นำสารละลายที่ทำกรปรับปริมาตรแล้ว นำไปวัดโดยใช้เครื่อง AAS นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส สังกะสีและทองแดง

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม IRR1 STAT วิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขประเมินผล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สถานที่ทำการทดลอง

บริเวณแปลงทดลองของภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร และห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2539 สิ้นสุดในเดือนมีนาคม 2540.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ค่า pH ของดิน

จากผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า pH ของดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ไม่ใส่กำมะถัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 8.27 และได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 600 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 7.70 ( ตารางที่ 1 ) จากตารางจะเห็นว่า ตำรับที่ไม่ใส่กำมะถัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับ

ได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 150, 300, 450, 600, 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

ได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ กับอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ทั้งสองได้รับการทดลองมีความแตกต่างกันกับได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 600 และ 750 กิโลกรัม/ไร่

ได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 450, 600, 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกัน

จากผลการทดลองจะพบว่าค่า pH ของดินลดลง เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไป在地 แต่ปฏิกิริยาของดินก็ไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจนถึงระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจเป็นผลอันเนื่องมาจากการใส่กำมะถันในปริมาณไม่มากพอที่จะทำให้ pH ของดินลดลงมาถึงระดับที่เหมาะสมสำหรับพืชได้ อีกประการหนึ่ง ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินเหนียว มีอินทรีย์วัตถุ 2.28 เปอร์เซ็นต์ ( ตารางที่ 36 ) จึงมีความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH ของดินมากพอสมควร ทำให้ความต้องการกำมะถันเพื่อปรับ pH ของดินเพิ่มมากขึ้นสูงกว่าอัตราสูงสุดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นจำนวนมาก

### เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน

เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.28 เปอร์เซ็นต์ และได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.12 เปอร์เซ็นต์ ( ตารางที่ 2 ) จากตารางจะเห็นว่าได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกับตำรับที่ไม่ใส่กำมะถัน, ตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150, 300, 600 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 กิโลกรัม/ไร่

จากตัวเลขการทดลอง ปรากฏว่า การใส่กำมะถันลงไป在地ในปริมาณต่างๆกัน ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้อาจจะเพราะไม่มีผลกระทบต่อกิจกรรมการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ค่า pH ของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	pH เฉลี่ยของดิน
0	8.27 c
150	7.92 b
300	7.99 b
450	7.73 a
600	7.70 a
750	7.71 a
900	7.74 a

CV = 1.3 %  
LSD( 5% ) = 0.15  
LSD( 1% ) = 0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ย ( % )
0	2.21 ab
150	2.23 ab
300	2.20 ab
450	2.12 a
600	2.16 ab
750	2.22 ab
900	2.28 b

CV = 3.4 %  
LSD( 5% ) = 0.11  
LSD( 1% ) = 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ในดินก็ได้ ส่วนดำรับการทดลองที่มีความแตกต่างกัน อาจเกิดขึ้นได้เฉพาะแห่งในดินได้เช่นเดียวกัน

#### เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในดิน

เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในดินในระหว่างดำรับการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.114 เปอร์เซ็นต์ และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.106 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) จากตารางจะเห็นว่าดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ไม่ใส่กำมะถัน, ดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150, 300, 600 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 กิโลกรัม/ไร่

การที่ไนโตรเจนในดินไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างดำรับการทดลองต่างๆ ก็อาจมีสาเหตุเช่นเดียวกันกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

#### ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดิน

ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 147.19 ppm และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 89.25 ppm (ตารางที่ 4) จากตารางจะเห็นว่าดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ไม่ใส่กำมะถัน, ดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 300, 450, 600 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่

คำวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดินโดยเฉลี่ย แม้ว่าจะมีค่าไม่แตกต่างกันเท่าใดนัก แต่ปริมาณฟอสฟอรัสในดินจะมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใส่กำมะถันให้กับดินเพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะว่ากำมะถันที่ใส่ลงไปในดินทำให้ความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นและทำให้ฟอสฟอรัสละลายออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นในดิน

#### ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดิน

ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ไม่ใส่กำมะถัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 213.25 ppm และดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 600 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 132.75 ppm (ตารางที่ 5) จากตารางจะพบว่าดำรับที่ไม่ใส่กำมะถัน ไม่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150, 300, 450,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย ( % )
0	0.111 ab
150	0.112 ab
300	0.110 ab
450	0.106 a
600	0.108 ab
750	0.111 ab
900	0.114 b

CV = 3.4 %

LSD( 5% ) = 0.01

LSD( 1% ) = 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในดิน ( ppm )
0	107.19 ab
150	89.25 a
300	116.06 ab
450	118.38 ab
600	109.19 ab
750	121.56 ab
900	147.19 b

CV = 27.3 %  
LSD( 5% ) = 46.91  
LSD( 1% ) = 64.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยในดิน ( ppm )
0	213.25 b
150	180.50 ab
300	186.00 ab
450	171.00 ab
600	132.75 a
750	159.25 ab
900	184.50 ab

CV = 19.0 %  
LSD( 5% ) = 49.53  
LSD( 1% ) = 67.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับตำรับที่มีการใส่ กำมะถันอัตรา 600 กิโลกรัม/ไร่ ตำรับที่มีการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆไม่มีความแตกต่างกัน เลย

การใส่กำมะถันลงไปบนดินจะทำให้ปริมาณของโพแทสเซียมในดินลดลงตามปริมาณของ กำมะถันที่เพิ่มขึ้น อาจจะเป็นเพราะกำมะถันที่ใส่ลงไป ได้เปลี่ยนเป็นกรด  $H_2SO_4$  และแตกตัว ได้  $H^+$  ซึ่ง  $H^+$  ที่เกิดขึ้นอาจจะไปไล่ที่ K หรือไอออนบวกที่ถูกดูดซับไว้กับดินให้ออกไปอยู่ในสาร ละลายดิน และสูญหายไปจากดินโดยการชะล้างเป็นบางส่วน จึงทำให้ K มีปริมาณลดลง

#### ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในดิน

ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 750 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 52.28 กรัม/กิโลกรัม และ ตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 31.38 กรัม/กิโลกรัม ( ตารางที่ 6 )

การใส่กำมะถันในอัตรา 0, 150, 300 และ 450 กิโลกรัม/ไร่ ไม่ทำให้แคลเซียมในดินมี ปริมาณต่างกัน แต่การใส่กำมะถัน 300 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้แคลเซียมในดินแตกต่างกับการใส่ กำมะถัน 600, 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่

แต่การใส่กำมะถัน 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียม สูงกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ อย่างไรก็ตามการใส่กำมะถันในอัตรา 600 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป ทำให้แคลเซียมในดินมีปริมาณความเข้มข้นเพิ่มขึ้น

#### ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดิน

ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ โดยตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 600 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.43 กรัม/กิโลกรัม และตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.91 กรัม/กิโลกรัม ( ตารางที่ 7 ) จากตารางจะพบว่า การใส่กำมะถัน 300 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้แมกนีเซียมในดินแตกต่างกับ การใส่กำมะถัน 600 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่การใส่กำมะถัน 600 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ทำ ให้ปริมาณแมกนีเซียมสูงกว่าตำรับการทดลองอื่นๆ

#### ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในดิน

ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 750 กิโลกรัม/ไร่มีค่าสูงสุดเท่ากับ 10.00 กรัม/กิโลกรัม และตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.17 กรัม/กิโลกรัม ( ตารางที่ 8 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งท่านยังให้ติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติม และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สงวนลิขสิทธิ์ © 2015

ตารางที่ 6 ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยในดิน ( กรัม/กิโลกรัม )
0	39.04 ab
150	37.38 ab
300	31.38 a
450	35.34 ab
600	44.35 bc
750	52.28 c
900	48.83 c

CV = 13.8 %  
LSD( 5% ) = 8.47  
LSD( 1% ) = 11.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยในดิน ( กรัม/กิโลกรัม )
0	2.26 ab
150	1.73 ab
300	0.91 a
450	1.55 ab
600	2.43 b
750	2.28 ab
900	2.34 b

CV = 50.0 %  
LSD( 5% ) = 1.43  
LSD( 1% ) = 1.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กำมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่)	ปริมาณกำมะถันเฉลี่ยในดิน (กรัม/กิโลกรัม)
0	0.17 a
150	0.99 ab
300	1.96 b
450	4.89 c
600	9.84 d
750	10.00 d
900	8.67 d

CV = 21.9 %  
LSD( 5% ) = 1.70  
LSD( 1% ) = 2.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางจะพบว่า การใส่กำมะถันลงไปในดินนั้นทำให้ปริมาณกำมะถันเพิ่มขึ้นในดิน และเมื่อมีการใส่กำมะถันในอัตราที่สูงขึ้น ปริมาณกำมะถันในดินก็มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย แต่เมื่อใส่กำมะถันในอัตราตั้งแต่ 600 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป ไม่ทำให้กำมะถันในดินมีปริมาณแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการวิเคราะห์หากำมะถันในดินในรูปของ  $\text{SO}_4^{2-}$  ไม่สามารถบอกปริมาณกำมะถันทั้งหมดในดินได้ แสดงว่า เมื่อใส่กำมะถันในอัตราที่สูงขึ้น การเปลี่ยนกำมะถันให้อยู่ในรูปซัลเฟต ไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

#### ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสในดิน

จากผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของเหล็กและแมงกานีสในดินพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในดินมีแนวโน้มที่จะมีความแตกต่างกัน โดยตำรับที่มีการใส่กำมะถัน 150 กิโลกรัม/ไร่ มีปริมาณเหล็กสูงสุดเท่ากับ 4.80 ppm และตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลยมีปริมาณเหล็กต่ำสุดเท่ากับ 3.40 ppm (ตารางที่ 9) และตำรับที่มีการใส่กำมะถัน 150 กิโลกรัม/ไร่ มีปริมาณแมงกานีสสูงสุดเท่ากับ 23.81 ppm และตำรับที่มีการใส่กำมะถัน 600 กิโลกรัม/ไร่ มีปริมาณแมงกานีสต่ำสุดเท่ากับ 19.73 ppm (ตารางที่ 10) อย่างไรก็ตามปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในดินที่ได้จากการวิเคราะห์ มีความแปรปรวนมาก

จากผลการทดลองจะพบว่า การใส่กำมะถันลงไปในดิน ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นไม่มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็กและแมงกานีสในดิน ทั้งนี้ เนื่องจากปริมาณกำมะถันที่ใส่ลงไปในดินไม่ทำให้ค่า pH ของดินลดลงจนมีผลต่อการละลายออกมาของธาตุทั้งสองจนเกิดความแตกต่างกัน

#### ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในดิน

ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่กำมะถัน 450 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 5.01 ppm มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันซึ่งมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3.87 ppm (ตารางที่ 11) จากตารางจะเห็นว่า ตำรับที่ใส่กำมะถัน 450 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 150, 300, 600, 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย

จากผลการทดลองพบว่ากำมะถันที่ใส่ลงไปในดินจะทำให้สังกะสีในดินละลายออกมามากขึ้น

ตารางที่ 9 ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณเหล็กเฉลี่ยในดิน ( ppm )
0	3.40
150	4.80
300	3.76
450	3.83
600	3.61
750	3.70
900	3.52

CV = 37.7 %

LSD( 5% ) = 2.13

LSD( 1% ) = 2.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณแมงกานีสเฉลี่ยในดิน ( ppm )
0	23.18
150	23.81
300	21.85
450	20.39
600	19.73
750	20.22
900	22.92

CV = 12.8 %

LSD( 5% ) = 4.14

LSD( 1% ) = 5.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณสังกะสีเฉลี่ยในดิน ( ppm )
0	3.87 a
150	4.27 ab
300	4.94 ab
450	5.01 b
600	4.09 ab
750	4.94 ab
900	4.40 ab

CV = 16.6 %  
LSD( 5% ) = 1.11  
LSD( 1% ) = 1.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในดิน

ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยค่ารับที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.28 ppm และค่ารับที่ใส่กำมะถัน 600 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.05 ppm (ตารางที่ 12) จากตารางจะเห็นว่า ค่ารับที่ใส่กำมะถันอัตราตั้งแต่ 150, 300, 450, 600 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ ไม่ทำให้ทองแดงในดินแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันในปริมาณทองแดงในดินกับค่ารับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 0 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ อย่างไรก็ตาม ค่าวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในดินมีความแปรปรวนมากพอสมควร

### ความสูงของต้นถั่วเหลืองเมื่ออายุ 1 เดือน

ความสูงของต้นถั่วเหลืองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยค่ารับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 30.87 เซนติเมตร และค่ารับที่ไม่ใส่กำมะถัน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 26.75 เซนติเมตร (ตารางที่ 13) จากตารางจะเห็นว่าค่ารับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับค่ารับที่ใส่กำมะถันอัตรา 450, 600, 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับค่ารับที่ไม่ใส่กำมะถันเลยและค่ารับที่ใส่กำมะถันอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่

ส่วนค่ารับที่ไม่ใส่กำมะถัน ไม่มีความแตกต่างกันกับค่ารับที่ใส่กำมะถัน 300 กิโลกรัม/ไร่ จากผลการทดลองที่ค่อนข้างแปรปรวนนี้ อาจจะเนื่องมาจากต้นถั่วเหลืองในบางกระถางของแต่ละค่ารับการทดลองได้ชะงักการเจริญเติบโตเพราะมีสาเหตุมาจากมีแมลงเข้าทำลายบางส่วน

### ความสูงของต้นถั่วเหลืองก่อนเก็บเกี่ยว

ความสูงของต้นถั่วเหลืองก่อนเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยค่ารับที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 35.13 เซนติเมตร และค่ารับที่ไม่ใส่กำมะถัน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 28.79 เซนติเมตร (ตารางที่ 14) ค่ารับที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ มีความแตกต่างกันกับค่ารับที่ใส่กำมะถันทุกอัตราในขณะที่ค่ารับที่ไม่ใส่กำมะถันเลยก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในด้านความสูงของต้นถั่วเหลืองกับค่ารับที่ใส่กำมะถันทุกอัตราเช่นเดียวกัน

ส่วนค่ารับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 150, 300, 450, 600 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ จะเห็นได้ว่า การใส่กำมะถันทำให้ความสูงของต้นถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นจากที่ไม่ใส่กำมะถัน และการใส่กำมะถัน 900 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ต้นถั่วเหลืองมีความสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงของดินในกระถางตามตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณทองแดงเฉลี่ยในดิน ( ppm )
0	0.26 b
150	0.11 a
300	0.11 a
450	0.06 a
600	0.05 a
750	0.12 a
900	0.28 b

CV = 64.8 %

LSD( 5% ) = 0.13

LSD( 1% ) = 0.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆเมื่ออายุ 1 เดือน

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ความสูงเฉลี่ย ( ซม. )
0	26.75 a
150	30.87 c
300	27.67 ab
450	30.21 c
600	29.00 bc
750	30.21 c
900	30.83 c

CV = 4.6 %  
LSD( 5% ) = 2.01  
LSD( 1% ) = 2.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆก่อนการเก็บเกี่ยว

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ความสูงเฉลี่ย ( ซม. )
0	28.79 a
150	31.54 b
300	32.87 b
450	33.08 b
600	31.71 b
750	32.29 b
900	35.13 c

CV = 4.1 %  
LSD( 5% ) = 1.95  
LSD( 1% ) = 2.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นจากการใส่กำมะถันในอัตราที่ต่ำกว่าลงไป แสดงว่า สภาพของดินเริ่มมีความเหมาะสมสำหรับต้นพืชเมื่อใส่กำมะถันตั้งแต่ 900 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป

#### น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลือง

น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 25.23 กรัม/กระถาง และตำรับที่ไม่ใส่กำมะถัน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 19.20 กรัม/กระถาง ( ตารางที่ 15 ) จากตารางจะเห็นว่าตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150, 300, 450, 600 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย

จากผลการทดลองจะพบว่า การใส่กำมะถันลงไปบนดินทำให้น้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น แต่น้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองมีความแปรปรวนพอสมควร อาจจะเป็นเนื่องมาจากต้นพืชขาดธาตุอาหารบางชนิด ทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตตามปกติ

#### เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเหลือง

เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย มีค่าสูงสุดเท่ากับ 3.77 % และตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.93 % ( ตารางที่ 16 ) จากตารางจะเห็นว่าตำรับที่ไม่ใส่กำมะถัน ไม่มีความแตกต่างกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 150, 300, 450, 600 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 900 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่มีการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆไม่มีความแตกต่างกันเลย

#### ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน โดยตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.89 กรัม/กระถาง และตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 750 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.70 กรัม/กระถาง ( ตารางที่ 17 ) จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองโดยเฉลี่ย มีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆให้ทำปฏิกิริยากับดิน ไม่ทำให้การดึงดูดไนโตรเจนของถั่วเหลืองมีความแตกต่างกันเลย สาเหตุอาจเป็นไปได้ว่ากำมะถันที่ใส่ในอัตราต่างกัน ยังไม่สามารถทำให้สภาพดินแตกต่างกัน ซึ่งสังเกตได้จากค่า pH ของดิน ( ตารางที่ 1 ) แทบไม่มีความแตกต่างกันเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลืองจากการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กำมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย ( กรัม/กระถาง )
0	19.20 a
150	20.66 ab
300	24.85 b
450	23.03 ab
600	21.71 ab
750	22.55 ab
900	25.23 b

CV = 13.3 %  
LSD( 5% ) = 4.45  
LSD( 1% ) = 6.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ไนโตรเจนเฉลี่ย ( % )
0	3.77 b
150	3.54 ab
300	3.08 ab
450	3.61 ab
600	3.26 ab
750	3.09 ab
900	2.93 a

CV = 15.6 %

LSD( 5% ) = 0.77

LSD( 1% ) = 1.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ไนโตรเจนเฉลี่ย ( กรัม/กระถาง )
0	0.72
150	0.73
300	0.76
450	0.89
600	0.71
750	0.70
900	0.74

CV = 18.8 %  
LSD( 5% ) = 0.21  
LSD( 1% ) = 0.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเหลือง

เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่กำมะถัน 600 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.49 % และตำรับที่ใส่กำมะถัน 300 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.24 % ( ตารางที่ 18 ) จากตารางจะเห็นว่า ตำรับที่ไม่ใส่กำมะถัน ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 150, 300 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 450, 600 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

ตำรับที่ใส่กำมะถัน 450 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 600, 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่ทุกตำรับการทดลองนี้มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 150 กิโลกรัม/ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 300 กิโลกรัม/ไร่

### ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่กำมะถัน 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 125.27 มิลลิกรัม/กระถาง และตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 54.03 มิลลิกรัม/กระถาง ( ตารางที่ 19 ) จากตารางจะเห็นว่า ตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 150, 300 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 450 และ 600 กิโลกรัม/ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 900 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ใส่กำมะถัน 750 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 450 และ 600 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 900 กิโลกรัม/ไร่

จากผลการทดลองที่ได้อาจเป็นผลอันเนื่องมาจาก กำมะถันที่ใส่ลงไปในดินเพื่อปรับปรุงปฏิภานของดินนั้น เมื่อใส่ในปริมาณตั้งแต่ 450 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป ก็จะมีส่วนช่วยให้ต้นถั่วเหลืองสามารถดึงดูดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้เพิ่มมากขึ้น

### ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณของโพแทสเซียมคิดเป็นน้ำหนักต่อน้ำหนักแห้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะมีความแตกต่างกัน โดยตำรับที่ใส่กำมะถัน 300 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.74 กรัม/กิโลกรัม และตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.29 กรัม/กิโลกรัม ( ตารางที่ 20 ) จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณโพแทสเซียมโดยเฉลี่ยในทุกตำรับ การทดลอง มีค่าไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ฟอสฟอรัสเฉลี่ย ( % )
0	0.29 a
150	0.28 a
300	0.24 a
450	0.47 b
600	0.49 b
750	0.34 ab
900	0.49 b

CV = 28.1 %

LSD( 5% ) = 0.15

LSD( 1% ) = 0.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ฟอสฟอรัสเฉลี่ย ( มิลลิกรัม/กระถาง )
0	54.03 a
150	55.88 a
300	60.68 a
450	107.90 bc
600	107.47 bc
750	75.02 ab
900	125.27 c

CV = 32.3 %

LSD( 5% ) = 40.18

LSD( 1% ) = 55.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นถั่วเหลืองจากดำรับการทดลองต่างๆ

ดำรับการทดลอง ( กำมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	โพแทสเซียมเฉลี่ย ( กรัม/กิโลกรัม )
0	4.29
150	4.44
300	4.74
450	4.72
600	4.46
750	4.31
900	4.45

CV = 6.6 %

LSD( 5% ) = 0.44

LSD( 1% ) = 0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่ใส่กำมะถัน 300 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 118.42 มิลลิกรัม/กระถาง และดำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 82.74 มิลลิกรัม/กระถาง ( ตารางที่ 21 ) จากตารางจะเห็นว่าดำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย ไม่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถัน 150, 600 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถัน 450 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับดำรับที่ใส่กำมะถัน 300 กิโลกรัม/ไร่

ดำรับที่ใส่กำมะถัน 300 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถัน 450, 600, 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถัน 150 กิโลกรัม/ไร่

จากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่า การใส่กำมะถันตั้งแต่ 300 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป มีผลทำให้ต้นถั่วเหลืองดึงดูดธาตุโพแทสเซียมจากดินได้ดีขึ้น

### ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดำรับที่ใส่กำมะถัน 750 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 26.14 กรัม/กิโลกรัม และดำรับที่ใส่กำมะถัน 150 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 7.77 กรัม/กิโลกรัม ( ตารางที่ 22 ) จากตารางจะเห็นว่าดำรับที่ใส่กำมะถัน 750 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถัน 300 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถัน 450 และ 600 กิโลกรัม/ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับดำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย และดำรับที่ใส่กำมะถัน 150 กิโลกรัม/ไร่

ดำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย ไม่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถัน 150, 300, 450, 600 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

### ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 750 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.59 กรัม/กระถาง และดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.16 กรัม/กระถาง(ตารางที่ 23 )

ดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 750 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 300 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกับดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 กิโลกรัม/ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับดำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย, ดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 และ 600 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	โพแทสเซียมเฉลี่ย ( มิลลิกรัม/กระถาง )
0	82.74 a
150	91.74 ab
300	118.42 c
450	108.61 bc
600	96.92 abc
750	97.18 abc
900	111.15 bc

CV = 14.8 %  
 LSD( 5% ) = 22.27  
 LSD( 1% ) = 30.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	แคลเซียมเฉลี่ย ( กรัม/กิโลกรัม )
0	9.11 a
150	7.77 a
300	14.56 ab
450	11.99 a
600	11.27 a
750	26.14 b
900	15.41 ab

CV = 58.3 %  
LSD( 5% ) = 11.91  
LSD( 1% ) = 16.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยในต้นถั่วเหลือง ( กรัม/กระถาง )
0	0.18 a
150	0.16 a
300	0.36 ab
450	0.28 a
600	0.24 a
750	0.59 b
900	0.35 ab

CV = 53.3 %

LSD( 5% ) = 0.24

LSD( 1% ) = 0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150, 300, 450, 600 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

กำมะถันที่ใส่ให้กับดินในอัตราต่างๆกัน ไม่สู้จะมีผลกระทบต่ออัตราการดูดใช้ปริมาณแคลเซียมของต้นถั่วเหลือง

#### ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่กำมะถัน 750 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 9.36 กรัม/กิโลกรัม และตำรับที่ใส่กำมะถัน 150 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 5.80 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 24) จากตารางจะเห็นว่าตำรับที่ใส่กำมะถัน 750 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 600 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับตำรับที่ไม่ใส่กำมะถัน, ตำรับที่ใส่กำมะถัน 150, 300 และ 450 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

ตำรับที่ไม่ใส่กำมะถัน ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 150, 300, 450 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 600 กิโลกรัม/ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับตำรับที่ใส่กำมะถัน 750 กิโลกรัม/ไร่

#### ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 750 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.212 กรัม/กระถาง และตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.118 กรัม/กระถาง (ตารางที่ 25)

ตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 750 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 600 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกับตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย, ตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 และ 450 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

ตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150, 300 และ 450 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 600 กิโลกรัม/ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่

ถั่วเหลืองมีแนวโน้มที่จะดูดใช้แมกนีเซียมสูงขึ้น เมื่อใส่กำมะถันให้กับดินในอัตราที่สูงขึ้น โดยเฉพาะเมื่อใส่กำมะถันลงไปตั้งแต่ 600 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป

ตารางที่ 24 ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	แมกนีเซียมเฉลี่ย ( กรัม/กิโลกรัม )
0	6.16 ab
150	5.80 a
300	6.12 ab
450	6.27 ab
600	7.83 bc
750	9.36 c
900	7.49 abc

CV = 17.4 %  
LSD( 5% ) = 1.81  
LSD( 1% ) = 2.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยในต้นถั่วเหลือง ( กรัม/กระถาง )
0	0.118 a
150	0.120 ab
300	0.152 abc
450	0.144 abc
600	0.169 bcd
750	0.212 d
900	0.186 cd

CV = 19.4 %  
LSD( 5% ) = 0.045  
LSD( 1% ) = 0.062

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่ใส่กำมะถัน 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 75.23 กรัม/กิโลกรัม และดำรับที่ใส่กำมะถัน 600 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 31.25 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 26) จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในต้นถั่วเหลืองโดยเฉลี่ย ไม่รู้มีความแตกต่างกันมากนัก

### ปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะมีความแตกต่างกัน โดยดำรับที่ใส่กำมะถัน 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.97 กรัม/กระถาง และดำรับที่ใส่กำมะถัน 600 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.69 กรัม/กระถาง (ตารางที่ 27) จากตารางจะเห็นว่าปริมาณกำมะถันทั้งหมดของต้นถั่วเหลืองโดยเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกัน จากผลการทดลองจะพบว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการใส่กำมะถันให้กับดิน ไม่มีผลช่วยอัตราการตั้งตูดกำมะถันของต้นถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น แต่การใส่กำมะถันในปริมาณเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มจะทำให้การตั้งตูดธาตุกำมะถันของต้นถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นได้

### ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน โดยดำรับที่ใส่กำมะถัน 450 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 211.88 ppm และดำรับที่ใส่กำมะถัน 300 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 74.38 ppm (ตารางที่ 28) จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณเหล็กของต้นถั่วเหลืองโดยเฉลี่ย มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่พบว่ามีอยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าปริมาณที่มีอยู่ในพืชโดยทั่วไป โดยเฉพาะดำรับที่ใส่กำมะถัน 300, 600 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ โดยดำรับที่ใส่กำมะถัน 750 กิโลกรัม/ไร่ มีปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในดินอยู่เพียง 3.70 ppm เท่านั้น ซึ่งในพืชปกติจะมีปริมาณเหล็กอยู่ 100 ppm (มนัส, 2525)

### ปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.81 มิลลิกรัม/กระถาง และดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.88 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 29) จากตารางจะเห็นว่าปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองโดยเฉลี่ย มีค่าไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กำมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	กำมะถันเฉลี่ย ( กรัม/กิโลกรัม )
0	51.05
150	47.92
300	46.88
450	63.70
600	31.25
750	43.75
900	75.26

CV = 48.6 %  
LSD( 5% ) = 52.40  
LSD( 1% ) = 71.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 ปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กำมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	กำมะถันเฉลี่ย ( กรัม/กระถาง )
0	0.97
150	1.04
300	1.17
450	1.48
600	0.69
750	1.00
900	1.97

CV = 53.2 %  
 LSD( 5% ) = 1.29  
 LSD( 1% ) = 1.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28 ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	เหล็กเฉลี่ย ( ppm )
0	129.38
150	131.88
300	74.38
450	211.88
600	96.88
750	93.13
900	141.88

CV = 76.2 %

LSD( 5% ) = 142.18

LSD( 1% ) = 194.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 ปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่)	ปริมาณเหล็กเฉลี่ยในต้นถั่วเหลือง (มิลลิกรัม/กระถาง)
0	2.32
150	2.71
300	1.88
450	4.81
600	2.14
750	2.13
900	3.76

CV = 74.8 %  
LSD( 5% ) = 3.13  
LSD( 1% ) = 4.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่ใส่กำมะถัน 750 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 188.13 ppm และดำรับที่ใส่กำมะถัน 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 134.38 ppm ( ตารางที่ 30 ) จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณแมงกานีสของถั่วเหลืองโดยเฉลี่ย มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณแมงกานีสของถั่วเหลืองก็มีปริมาณอยู่ในเกณฑ์ปกติ ซึ่งพบได้ในพืชโดยทั่วไปคือ ประมาณ 50 ppm ( มนัส,2525 )

### ปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 300 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.55 มิลลิกรัม/กระถาง และดำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.73 มิลลิกรัม/กระถาง ( ตารางที่ 31 ) จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองโดยเฉลี่ย มีค่าไม่แตกต่างกัน

### ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่ใส่กำมะถัน 450 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 30.63 ppm และดำรับที่ใส่กำมะถัน 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 13.13 ppm ( ตารางที่ 32 ) จากตารางจะเห็นว่า ปริมาณสังกะสีของถั่วเหลืองโดยเฉลี่ย มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าปริมาณอยู่ในเกณฑ์ที่พืชทั่วไปเจริญเติบโตได้ตามปกติคือ มีอยู่ในปริมาณ 20 ppm ( มนัส,2525 ) ยกเว้นในดำรับที่ใส่กำมะถัน 150 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ มีปริมาณสังกะสีในถั่วเหลืองต่ำกว่าปริมาณที่มีอยู่ในพืชโดยทั่วไป โดยดำรับที่ใส่กำมะถัน 150 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ มีปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในดินอยู่เพียง 4.27 และ 4.40 ppm ตามลำดับ

### ปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.68 มิลลิกรัม/กระถาง และดำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.31 มิลลิกรัม/กระถาง ( ตารางที่ 33 ) จากตารางจะเห็นว่าปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองโดยเฉลี่ย มีค่าไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 30 ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	แมงกานีสเฉลี่ย ( ppm )
0	139.38
150	151.88
300	177.50
450	144.38
600	170.00
750	188.13
900	134.38

CV = 25.7 %

LSD( 5% ) = 60.31

LSD( 1% ) = 82.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31 ปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณแมงกานีสเฉลี่ยในต้นถั่วเหลือง ( มิลลิกรัม/กระถาง )
0	2.73
150	3.12
300	4.55
450	3.31
600	3.71
750	4.22
900	3.29

CV = 31.2 %  
LSD( 5% ) = 1.65  
LSD( 1% ) = 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32 ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	สังกะสีเฉลี่ย ( ppm )
0	25.63
150	18.75
300	26.25
450	30.63
600	22.50
750	23.75
900	13.13

CV = 62.3 %  
 LSD( 5% ) = 21.23  
 LSD( 1% ) = 29.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 ปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณสังกะสีเฉลี่ยในต้นถั่วเหลือง ( มิลลิกรัม/กระถาง )
0	0.49
150	0.38
300	0.64
450	0.68
600	0.49
750	0.54
900	0.31

CV = 58.6 %

LSD( 5% ) = 0.44

LSD( 1% ) = 0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะมีความแตกต่างกัน โดยตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 14.38 ppm และตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 8.75 ppm ( ตารางที่ 34 ) โดยตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย, ตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 300 และ 750 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกันกับตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 600 กิโลกรัม/ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 และ 900 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลยกับตำรับที่มีการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆไม่มีความแตกต่างกันเลย แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในต้นถั่วเหลืองมีอยู่ในเกณฑ์ปกติ ซึ่งพบได้ในพืชโดยทั่วไปคือ ประมาณ 6 ppm ( มนัส,2525 )

### ปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง

ปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่จะมีความแตกต่างกัน โดยตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.31 มิลลิกรัม/กระถาง และตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.20 มิลลิกรัม/กระถาง ( ตารางที่ 35 ) จากตารางจะพบว่า ตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 150 กิโลกรัม/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกับตำรับที่ไม่ใส่กำมะถันเลย, ตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 300, 600, 750 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ แต่มีความแตกต่างกับตำรับที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 กิโลกรัม/ไร่

การใส่กำมะถันลงไปบนดินตามตำรับการทดลองต่างๆ ไม่ทำให้การดูดกินธาตุเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงของต้นถั่วเหลืองมีความแตกต่างกัน แสดงว่า การละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงในดินไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจาก pH ของดินไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก

สำหรับจุลธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากต้นถั่วเหลืองพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของพืชโดยทั่วไป ส่วนปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีส สังกะสี และทองแดงมีปริมาณอยู่ในเกณฑ์ที่พืชทั่วไปเจริญเติบโตได้ตามปกติ

ตารางที่ 34 ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กำมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ทองแดงเฉลี่ย ( ppm )
0	11.25
150	14.38
300	10.63
450	8.75
600	9.38
750	10.63
900	8.75

CV = 25.1 %

LSD( 5% ) = 5.93

LSD( 1% ) = 8.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35 ปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเหลืองจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง ( กัมมะถัน - กิโลกรัมต่อไร่ )	ปริมาณทองแดงเฉลี่ยในต้นถั่วเหลือง ( มิลลิกรัม/กระถาง )
0	0.21
150	0.31
300	0.26
450	0.20
600	0.21
750	0.24
900	0.23

CV = 30.5 %  
LSD( 5% ) = 0.12  
LSD( 1% ) = 0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองใส่กำมะถันลงไปนดิน ในอัตราต่างๆกัน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการตั้งตูดธาตุอาหารต่างๆของถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่มีปูนมาก ปรากฏว่าการใส่กำมะถันลงไปนดินทำให้ค่า pH ของดินลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่เพิ่มขึ้น แต่ปฏิกิริยาของดินก็ไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจนถึงระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจเป็นผลอันเนื่องมาจากการใส่กำมะถันในปริมาณไม่มากพอที่จะทำให้ pH ของดินลดลงมาถึงระดับที่เหมาะสมสำหรับพืชได้ เนื่องจากดินมีอินทรีย์วัตถุอยู่ในปริมาณสูง จึงมีความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH ของดินมากพอสมควร ทำให้ความต้องการกำมะถันเพื่อปรับ pH ของดินเพิ่มมากขึ้น สูงกว่าอัตราสูงสุดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นจำนวนมาก การใส่กำมะถันลงไปนดินในปริมาณต่างๆกัน ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุและเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในดินเปลี่ยนแปลง อาจเป็นเพราะไม่มีผลกระทบต่อกิจกรรมการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดินก็ได้ ส่วนต่อการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 450 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ที่มีความแตกต่างกัน อาจเกิดขึ้นได้เฉพาะแห่งในดินได้เช่นเดียวกัน ปริมาณฟอสฟอรัสในดินแม้ว่าจะมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใส่กำมะถันให้กับดินเพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะว่ากำมะถันที่ใส่ลงไปนดินทำให้ความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นและทำให้ฟอสฟอรัสละลายออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นในดิน แต่จะทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะกำมะถันที่ใส่ลงไป ได้เปลี่ยนเป็นกรด  $H_2SO_4$  และแตกตัวได้  $H^+$  ซึ่ง  $H^+$  ที่เกิดขึ้นอาจจะไปไล่ที่ K หรือไอออนบวกที่ถูกดูดซับไว้กับดินให้ออกไปอยู่ในสารละลายดิน และสูญหายไปจากดินโดยการชะล้างเป็นบางส่วน จึงทำให้โพแทสเซียมในดินลดลง การใส่กำมะถันลงไปทำให้แคลเซียมในดินมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใส่กำมะถันในอัตรา 600 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป การใส่กำมะถันในอัตราต่างๆทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในดินแตกต่างกัน โดยเฉพาะการใส่กำมะถัน 600 และ 900 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้แมกนีเซียมในดินสูงกว่าต่อการทดลองอื่นๆ การใส่กำมะถันลงไปนดินทำให้ปริมาณกำมะถันเพิ่มขึ้น และเมื่อมีการใส่กำมะถันในอัตราที่สูงขึ้น ปริมาณกำมะถันในดินก็มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย แต่เมื่อใส่กำมะถันในอัตราตั้งแต่ 600 กิโลกรัม/ไร่ขึ้นไป ไม่ทำให้กำมะถันในดินมีปริมาณแตกต่างกัน อาจเป็นเพราะการวิเคราะห์หากำมะถันในดินในรูปของ  $SO_4^{2-}$  แสดงว่าเมื่อใส่กำมะถันในอัตราสูงขึ้น การเปลี่ยนกำมะถันให้อยู่ในรูปซัลเฟตไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการใส่กำมะถันลงไปนดินไม่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงปริมาณเหล็กและแมงกานีสในดิน เนื่องจากปริมาณกำมะถันที่ใส่ลงไปนดินไม่ทำให้ค่า pH ของดินลดลงจนมีผลต่อการละลายออกมาของธาตุทั้งสองจนเกิดความแตกต่างกัน กำมะถัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใส่ลงไปในดินจะทำให้สังกะสีในดินละลายออกมามากขึ้น แต่การใส่กำมะถันในอัตราต่างๆไม่ทำให้สังกะสีในดินมีปริมาณแตกต่างกัน ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันในอัตราต่างๆกันไม่ทำให้ทองแดงในดินมีปริมาณแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ค่าวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในดินมีความแปรปรวนมากพอสมควร

ความสูงของต้นถั่วเหลืองเมื่ออายุ 1 เดือน จากตำรับการทดลองต่างๆมีความแตกต่างกัน แต่ข้อมูลตัวเลขมีความแปรปรวนมาก เนื่องจากต้นถั่วเหลืองในบางกระถางของแต่ละตำรับการทดลองได้ชะงักการเจริญเติบโต เพราะมีสาเหตุมาจากมีแมลงเข้าทำลายบางส่วนของ การใส่กำมะถันทำให้ความสูงของต้นถั่วเหลืองก่อนเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นจากที่ไม่ใส่กำมะถัน และการใส่กำมะถันในอัตรา 900 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ต้นถั่วเหลืองมีความสูงเพิ่มขึ้นจากการใส่กำมะถันในอัตราที่ต่ำกว่าลงไป การใส่กำมะถันลงไปในดินทำให้น้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น แต่น้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองมีความแปรปรวนพอสมควร เนื่องจากต้นถั่วเหลืองไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ

ปริมาณการดูดไนโตรเจนของต้นถั่วเหลืองมีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากกำมะถันที่ใส่ในอัตราต่างๆ ยังไม่สามารถทำให้ pH ของดินแตกต่างกัน การใส่กำมะถันในอัตราตั้งแต่ 450 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป มีส่วนช่วยให้ต้นถั่วเหลืองสามารถดูดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้เพิ่มมากขึ้น การใส่กำมะถันในอัตราตั้งแต่ 300 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป ทำให้ต้นถั่วเหลืองดูดโพแทสเซียมจากดินได้ดีขึ้น แต่กำมะถันที่ใส่ให้กับดินในอัตราต่างๆกัน ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการดูดปริมาณแคลเซียมของต้นถั่วเหลือง แต่ถั่วเหลืองมีแนวโน้มที่จะดูดแมกนีเซียมได้สูงขึ้น เมื่อใส่กำมะถันให้กับดินในอัตราที่สูงขึ้น โดยเฉพาะเมื่อใส่กำมะถันลงไปในอัตราตั้งแต่ 600 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นไป การใส่กำมะถันในปริมาณเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มจะทำให้การดูดกำมะถันของต้นถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นได้ การใส่กำมะถันลงไปในดินในอัตราต่างๆไม่ทำให้การดูดธาตุเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงของต้นถั่วเหลืองมีความแตกต่างกัน อาจเป็นผลอันเนื่องมาจาก pH ของดินไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก จึงไม่ทำให้ธาตุเหล่านี้ละลายออกมาในปริมาณเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารต่างๆในพืชพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของธาตุเหล็กที่มีอยู่ในต้นถั่วเหลือง จัดว่าอยู่ในระดับไม่เพียงพอต่อความต้องการ อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ถั่วเหลืองไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ

## เอกสารอ้างอิง

- เกษมศรี ชับช้อน. 2536. ปฐพีวิทยา. ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกกรรมเกษตรบางพูน. กอง  
วิทยาลัยเกษตรกรรม. กรมอาชีวศึกษา.
- ครรชิต กุระโรหิต พูนสิน เติรมสวัสดิ์ศรี และพวงเล็ก สุานุตตมวงศ์. 2510. การ  
ขาดธาตุเหล็กของถั่วลิสงที่ปลูกบนดินสีดำและวิธีแก้ไข. รายงานการประชุม  
ทางวิชาการเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 6. สาขาพืชและชีววิทยา สาขาสัตว สาขา  
เศรษฐศาสตร์เกษตร. 30 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์ 2510. ณ มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์. หน้า 195 - 212.
- จรงค์ จันท์เจริญสุข. 2530. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2526. การศึกษาปัญหาของจุลธาตุอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัดผล  
ผลิตของถั่วลิสงในดินชุดตาคลีและแนวทางแก้ไข. รายงานสัมมนาถั่วลิสงครั้งที่  
4. ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 144 - 148.
- ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ อานาจ สุวรรณฤทธิ์ และแจ่มจันทร์ วิจารณ์. 2526. การ  
ศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขของจุลธาตุอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตของ  
ถั่วลิสงที่ปลูกในดินชุดตาคลี. วารสารดินและปุ๋ย. 7(1) : 30 - 41.
- ถวิล ครุฑกุล. 2530. การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะ -  
เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทรงยศ ดันพิพัฒน์. 2529. พืชน้ำมัน. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- น้อย เขียรนันท์. 2522. คำแนะนำการใช้ดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลือง. วารสาร  
ดินและปุ๋ย. 1(3) : 296 - 299.
- น้อย เขียรนันท์ สุทิน คล้ายมนต์ และเสถียร พิมสาร. 2525. เอกสารวิชาการเรื่อง  
ถั่วเหลือง. กรมส่งเสริมการเกษตร.
- บุญน้อม อุณเกษม และจรัสพร ถาวรสุข. 2531. การขาดธาตุอาหารของถั่วเขียวใน  
ดินชุดตาคลี. รายงานการประชุมถั่วเขียว. ครั้งที่ 3. 21 - 23 พฤศจิกายน  
2531. ณ ศูนย์ส่งเสริมยุวเกษตรกรแห่งชาติ ท่าม่วง กาญจนบุรี. หน้า 207 -  
210.
- พงษ์ศักดิ์ มณีนพผล. 2530. ถั่วเหลืองพืชเศรษฐกิจที่น่าสนใจ. วารสารเกษตรก้าว -  
หน้า. 2(4) : 48 - 52.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2527. พีชเศรษฐกิจ เล่ม 1. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพบุลย์ ประพฤติธรรม. 2528. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มนัส สุจิตพันธ์. 2525. ธาตุอาหารของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน ถวิล ครุฑกุล ไพบุลย์ ประพฤติธรรม และอำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2527. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สุพจน์ โดตระกุล. 2537. หลักการของปฐพีวิเคราะห์. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2526. การศึกษาอิทธิพลร่วมของสังกะสีและฟอสฟอรัสในดินเลยต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สุวพันธ์ รัตนะรัต ชลวุฒิ ละเอียด สมพงษ์ ดิษฐสันเทียะ สำเนา เพชรฉวี ปรีดา พากเพียรและสุภาพร รัตนะรัต. 2528. แนวทางการแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเหนียวสีดำ. วารสารดินและปุ๋ย. 7 (4) : 56 - 78.
- สุวพันธ์ รัตนะรัต ชลวุฒิ ละเอียด สมพงษ์ ดิษฐสันเทียะและเจลิยว ดิษฐสันเทียะ. 2528. ผลของการพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบต่อถั่วลิสงที่ปลูกในดินเหนียวสีดำ. รายงานการสัมมนาถั่วลิสง. ครั้งที่ 5. 19 - 21 มีนาคม 2529. ณ.คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสถานีทดลองข้าวไร่และธัญพืชเมืองหนาว สะเมิง เชียงใหม่. หน้า 386 - 388.
- สุวพันธ์ รัตนะรัต ชลวุฒิ ละเอียด เจลิยว ดิษฐสันเทียะและสุภาพร รัตนะรัต. 2529. การแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเหนียวสีดำชุดตาคลี. รายงานการสัมมนาถั่วลิสง. ครั้งที่ 6. 18 - 20 มีนาคม 2530. ณ. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา และอุทยานแห่งชาติทะเลบัน สตูล. หน้า 478 - 482.
- สัมพันธ์ คัมภีรานนท์. 2526. สรีรวิทยาของพืช. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 77 - 78.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Briones, A. M. 1973. Soil acidity and alkalinity. Lecture note in Soil Chemistry. Department of Soil Science. Kasetsart University.
- Brown, A. L. and B. A. Krantz. 1966. Source and placement of zinc and phosphorus for corn (Zea Mays L.). Soil Sci. Soc. Amer. Proc.
- Seatz, L. F. and H. B. Peterson. 1964. Acid Alkaline, saline and sodic soil. In. F. E. Bear ed. Chemistry of soil. 2 nd ed. Reinhold Publishing Corperation, New York.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ดินชุดตาคลี ( ดินก่อนปลูก )

pH	7.70
อินทรีย์วัตถุ	2.28 %
ไนโตรเจน	0.11 %
ฟอสฟอรัส	101.25 ppm.
โพแทสเซียม	108.00 ppm.
แคลเซียม	32.50 g / kg.
แมกนีเซียม	1.65 g / kg.
กำมะถัน	2.20 g / kg.
เหล็ก	1.90 ppm.
แมงกานีส	31.88 ppm.
สังกะสี	2.68 ppm.
ทองแดง	0.54 ppm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37 แสดงค่า pH ของดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	8.37	8.25	8.40	8.05	8.27
150	7.95	7.83	7.85	8.04	7.92
300	7.97	8.15	7.95	7.89	7.99
450	7.71	7.68	7.74	7.78	7.73
600	7.65	7.76	7.72	7.67	7.70
750	7.64	7.70	7.68	7.81	7.71
900	7.75	7.68	7.78	7.73	7.74

ตารางที่ 38 แสดงเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ( % )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	2.2759	2.1034	2.1379	2.3276	2.2112
150	2.1724	2.2241	2.2931	2.2414	2.2328
300	2.1034	2.2931	2.1379	2.2759	2.2026
450	2.1897	2.1379	2.0345	2.1207	2.1207
600	2.1552	2.2241	2.1034	2.1379	2.1552
750	2.2759	2.1724	2.2586	2.1552	2.2155
900	2.3621	2.2759	2.2241	2.2414	2.2759

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39 แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวเหลือง (%)

Treatment (S.)	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	0.1138	0.1052	0.1069	0.1164	0.1106
150	0.1086	0.1112	0.1147	0.1121	0.1117
300	0.1052	0.1147	0.1069	0.1138	0.1102
450	0.1095	0.1069	0.1017	0.1060	0.1060
600	0.1078	0.1112	0.1052	0.1069	0.1078
750	0.1138	0.1086	0.1129	0.1078	0.1108
900	0.1181	0.1138	0.1112	0.1121	0.1138

ตารางที่ 40 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวเหลือง (ppm)

Treatment (S.)	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	92.50	101.25	117.50	117.50	107.19
150	69.50	118.75	94.25	74.50	89.25
300	71.25	147.50	150.00	95.50	116.06
450	127.50	90.00	160.50	95.50	118.38
600	140.00	95.50	97.50	103.75	109.19
750	102.50	107.50	106.25	170.00	121.56
900	147.50	92.50	150.00	198.75	147.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41 แสดงปริมาณโพแทสเซียมในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ( ppm. )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	149	259	225	220	213.25
150	160	216	177	169	180.50
300	151	220	206	167	186.00
450	143	147	192	202	171.00
600	182	118	123	108	132.75
750	123	149	157	208	159.25
900	178	155	179	226	184.50

ตารางที่ 42 แสดงปริมาณแคลเซียมในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ( กรัมต่อกิโลกรัม )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	32.50	39.50	46.10	38.05	39.04
150	36.90	36.35	38.05	38.20	37.38
300	37.25	27.65	33.25	27.35	31.38
450	29.20	40.25	32.85	39.05	35.34
600	40.80	38.40	45.35	52.85	44.35
750	47.80	45.05	59.45	56.80	52.28
900	54.75	35.95	57.40	47.20	48.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43 แสดงปริมาณแมงกนีเซียมในดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวเหลือง ( กรัมต่อกิโลกรัม )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	1.10	2.30	4.50	1.15	2.26
150	1.65	1.75	1.90	1.60	1.73
300	1.10	1.05	0.70	0.80	0.91
450	1.55	2.60	0.30	1.75	1.55
600	2.65	1.00	3.25	2.80	2.43
750	1.10	1.50	2.65	3.85	2.28
900	2.25	1.95	2.25	2.90	2.34

ตารางที่ 44 แสดงปริมาณกำมะถันในดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวเหลือง ( กรัมต่อกิโลกรัม )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	0.15	0.18	0.26	0.10	0.17
150	0.73	1.43	0.62	1.18	0.99
300	1.40	0.72	1.68	4.05	1.96
450	5.01	5.92	5.55	3.06	4.89
600	11.46	9.77	9.38	8.75	9.84
750	10.16	11.98	8.33	9.53	10.00
900	7.86	8.59	8.33	9.90	8.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 45 แสดงปริมาณเหล็กในดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวเหลือง ( ppm. )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	3.50	3.02	3.82	3.26	3.40
150	7.62	6.04	2.44	3.08	4.80
300	5.90	1.96	2.92	4.24	3.76
450	3.88	4.20	3.54	3.68	3.83
600	5.06	2.72	3.26	3.38	3.61
750	2.62	6.66	2.78	2.74	3.70
900	3.36	2.74	3.18	4.80	3.52

ตารางที่ 46 แสดงปริมาณแมงกานีสในดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวเหลือง ( ppm. )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	24.82	19.80	26.44	21.66	23.18
150	24.16	23.62	23.40	24.06	23.81
300	23.60	16.22	23.40	24.16	21.85
450	17.38	22.30	21.48	20.38	20.39
600	19.76	16.76	21.12	21.26	19.73
750	22.20	18.42	22.22	18.04	20.22
900	30.18	21.66	20.00	19.82	22.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 47 แสดงปริมาณสังกะสีในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ( ppm. )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	4.48	3.38	3.82	3.80	3.87
150	4.38	4.78	4.20	3.70	4.27
300	3.16	5.26	5.08	6.26	4.94
450	5.28	5.62	5.00	4.12	5.01
600	4.26	3.64	4.20	4.26	4.09
750	4.90	5.82	3.68	5.36	4.94
900	4.00	4.28	4.42	4.88	4.40

ตารางที่ 48 แสดงปริมาณทองแดงในดินหลังจากเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ( ppm. )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	0.24	0.46	0.20	0.14	0.26
150	0.12	0.10	0.12	0.10	0.11
300	0.16	0.06	0.12	0.08	0.11
450	0.06	0.08	0.02	0.06	0.06
600	0.06	0.02	0.04	0.08	0.05
750	0.24	0.06	0.12	0.04	0.12
900	0.20	0.38	0.10	0.42	0.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 49 แสดงความสูงของต้นถั่วเหลืองอายุ 1 เดือน (เซ็นติเมตร)

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	25.00	27.17	25.67	29.17	26.75
150	29.83	31.33	31.83	30.50	30.87
300	24.17	29.50	28.00	29.00	27.67
450	29.17	30.33	32.00	29.33	30.21
600	26.67	28.83	29.83	30.67	29.00
750	29.83	31.50	31.67	27.83	30.21
900	28.50	31.83	30.67	32.33	30.83

ตารางที่ 50 แสดงความสูงของต้นถั่วเหลืองอายุ 2 เดือน (เซ็นติเมตร)

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	26.67	29.67	29.33	29.50	28.79
150	31.83	32.50	29.00	32.83	31.54
300	31.50	32.83	31.33	35.83	32.87
450	31.17	34.33	33.00	33.83	33.08
600	31.00	32.00	30.83	33.00	31.71
750	31.17	32.83	32.67	32.50	32.29
900	36.00	35.00	36.17	33.33	35.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 51 แสดงน้ำหนักสดของต้นถั่วเหลือง ( กรัมต่อกระถาง )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	75.43	61.39	77.49	67.51	70.46
150	80.04	66.94	61.67	69.54	69.55
300	86.32	89.20	74.70	114.61	91.21
450	88.95	72.76	81.28	77.03	80.01
600	70.63	84.83	72.82	72.99	75.32
750	73.07	77.35	80.55	82.58	78.39
900	102.75	90.85	91.79	61.86	86.81

ตารางที่ 52 แสดงน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลือง ( กรัมต่อกระถาง )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	20.90	15.31	20.35	20.22	19.19
150	23.14	19.64	19.11	20.75	20.66
300	22.04	23.96	22.24	31.14	24.85
450	23.93	21.23	23.86	23.10	23.03
600	20.62	23.98	21.36	20.89	21.71
750	21.68	22.62	23.69	22.20	22.55
900	30.48	26.45	25.10	18.89	25.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 53 แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเหลือง (%)

Treatment (S.)	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	3.75	3.85	3.92	3.54	3.77
150	3.78	3.57	3.57	3.22	3.54
300	3.26	3.40	2.98	2.66	3.08
450	3.12	3.47	5.25	3.61	3.86
600	3.47	3.43	3.22	2.91	3.26
750	2.49	3.29	3.29	3.29	3.09
900	3.08	2.45	3.33	2.87	2.93

ตารางที่ 54 แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง (กรัมต่อกระถาง)

Treatment (S.)	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	0.78	0.59	0.80	0.72	0.72
150	0.88	0.70	0.68	0.67	0.73
300	0.72	0.82	0.66	0.83	0.76
450	0.75	0.74	1.25	0.83	0.89
600	0.72	0.82	0.69	0.61	0.71
750	0.54	0.74	0.78	0.73	0.70
900	0.94	0.65	0.84	0.54	0.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 55 แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเหลือง (%)

Treatment (S.)	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	0.37	0.35	0.22	0.20	0.29
150	0.17	0.35	0.30	0.28	0.28
300	0.23	0.25	0.23	0.26	0.24
450	0.35	0.51	0.52	0.50	0.47
600	0.64	0.59	0.39	0.35	0.49
750	0.36	0.28	0.22	0.48	0.34
900	0.39	0.73	0.46	0.39	0.49

ตารางที่ 56 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง (มิลลิกรัมต่อกระถาง)

Treatment (S.)	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	77.33	53.59	44.77	40.44	54.03
150	39.34	68.74	57.33	58.10	55.88
300	50.69	59.90	51.15	80.96	60.68
450	83.76	108.27	124.07	115.50	107.90
600	131.97	141.48	83.30	73.12	107.47
750	78.05	63.34	52.12	106.56	75.02
900	118.87	193.09	115.46	73.67	125.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 57 แสดงปริมาณโพแทสเซียมในต้นถั่วเหลือง ( กรัมต่อกิโลกรัม )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	4.46	4.03	4.24	4.44	4.29
150	4.60	4.67	4.63	3.87	4.44
300	4.34	4.88	4.81	4.95	4.75
450	4.54	4.85	4.77	4.72	4.72
600	4.50	4.54	4.20	4.61	4.46
750	3.96	4.05	4.26	4.97	4.31
900	4.15	4.29	4.54	4.80	4.45

ตารางที่ 58 แสดงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ( มิลลิกรัมต่อกระถาง )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	93.21	61.70	86.28	89.78	82.74
150	106.44	91.72	88.48	80.30	91.74
300	95.65	116.93	106.97	154.14	118.42
450	108.64	102.97	113.81	109.03	108.61
600	92.79	108.87	89.71	96.30	96.92
750	85.85	91.61	100.92	110.33	97.18
900	126.49	113.47	113.95	90.67	111.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 59 แสดงปริมาณแคลเซียมในต้นถั่วเหลือง ( กรัมต่อกิโลกรัม )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	7.19	6.81	15.63	6.81	9.11
150	4.25	3.00	3.75	20.06	7.77
300	26.75	5.31	12.94	13.25	14.56
450	11.75	10.81	2.44	22.94	11.99
600	4.25	6.69	13.31	20.81	11.27
750	32.94	17.19	34.94	19.50	26.14
900	7.06	13.94	8.25	32.38	15.41

ตารางที่ 60 แสดงปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ( กรัมต่อกระถาง )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	0.15	0.10	0.32	0.14	0.18
150	0.10	0.06	0.07	0.42	0.16
300	0.59	0.13	0.29	0.41	0.36
450	0.28	0.23	0.06	0.53	0.28
600	0.09	0.16	0.28	0.44	0.24
750	0.71	0.39	0.83	0.43	0.59
900	0.22	0.37	0.21	0.61	0.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 61 แสดงปริมาณแมงกนีเซียมในต้นถั่วเหลือง ( กรัมต่อกิโลกรัม )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	5.44	6.13	7.00	6.06	6.16
150	6.06	5.31	5.31	6.50	5.80
300	6.56	5.81	6.06	6.06	6.12
450	6.06	6.88	5.00	7.13	6.27
600	6.06	6.13	7.94	11.19	7.83
750	9.44	7.75	11.63	8.63	9.36
900	7.06	7.44	6.69	8.75	7.49

ตารางที่ 62 แสดงปริมาณแมงกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ( กรัมต่อกระถาง )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	0.1137	0.0939	0.1425	0.1225	0.1182
150	0.1402	0.1043	0.1015	0.1349	0.1202
300	0.1446	0.1392	0.1348	0.1887	0.1518
450	0.1450	0.1461	0.1193	0.1647	0.1438
600	0.1250	0.1470	0.1696	0.2338	0.1689
750	0.2047	0.1753	0.2755	0.1916	0.2118
900	0.2152	0.1968	0.1679	0.1653	0.1863

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 63 แสดงปริมาณกำมะถันในต้นถั่วเหลือง ( กรัมต่อกิโลกรัม )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	15.63	57.29	65.63	65.63	51.05
150	103.13	26.04	15.63	46.88	47.92
300	26.04	109.38	15.63	36.46	46.88
450	15.63	36.46	111.04	91.67	63.70
600	36.46	46.88	15.63	26.04	31.25
750	26.04	36.46	65.63	46.88	43.75
900	65.63	91.67	117.71	26.04	75.26

ตารางที่ 64 แสดงปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ( กรัมต่อกระถาง )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	0.33	0.88	1.34	1.33	0.97
150	2.39	0.51	0.30	0.97	1.04
300	0.57	2.62	0.35	1.14	1.17
450	0.37	0.77	2.65	2.12	1.48
600	0.75	1.12	0.33	0.54	0.69
750	0.57	0.83	1.56	1.04	1.00
900	2.00	2.43	2.96	0.49	1.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 65 แสดงปริมาณเหล็กในต้นถั่วเหลือง ( ppm. )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	72.50	255.00	175.00	15.00	129.38
150	50.00	25.00	135.00	317.50	131.88
300	80.00	7.50	107.50	102.50	74.38
450	100.00	347.50	310.00	90.00	211.88
600	70.00	145.00	40.00	132.50	96.88
750	110.00	10.00	185.00	67.50	93.13
900	192.50	145.00	155.00	75.00	141.88

ตารางที่ 66 แสดงปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ( มิลลิกรัมกรัมต่อกระถาง )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	1.52	3.90	3.56	0.30	2.32
150	1.16	0.49	2.58	6.59	2.71
300	1.76	0.18	2.39	3.19	1.88
450	2.39	7.38	7.40	2.08	4.81
600	1.44	3.48	0.85	2.77	2.14
750	2.39	0.23	4.38	1.50	2.13
900	5.87	3.84	3.89	1.42	3.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 67 แสดงปริมาณแมงกานีสในต้นถั่วเหลือง ( ppm. )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	145.00	92.50	165.00	155.00	139.38
150	112.50	187.50	122.50	185.00	151.88
300	155.00	157.50	155.00	242.50	177.50
450	132.50	162.50	105.00	177.50	144.38
600	205.00	195.00	147.50	132.50	170.00
750	245.00	185.00	132.50	190.00	188.13
900	122.50	65.00	175.00	175.00	134.38

ตารางที่ 68 แสดงปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ( มิลลิกรัมต่อกระถาง )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	3.03	1.42	3.36	3.13	2.73
150	2.60	3.68	2.34	3.84	3.12
300	3.42	3.77	3.45	7.55	4.55
450	3.17	3.45	2.51	4.10	3.31
600	4.23	4.68	3.15	2.77	3.71
750	5.31	4.19	3.14	4.22	4.22
900	3.73	1.72	4.39	3.31	3.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 69 แสดงปริมาณสังกะสีในต้นถั่วเหลือง ( ppm. )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	32.5	25.0	25.0	20.0	25.63
150	5.0	17.5	20.0	32.5	18.75
300	42.5	25.0	20.0	17.5	26.25
450	10.0	75.0	20.0	17.5	30.63
600	7.5	27.5	17.5	37.5	22.50
750	27.5	20.0	22.5	25.0	23.75
900	5.0	17.5	7.5	22.5	13.13

ตารางที่ 70 แสดงปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ( มิลลิกรัมกรัมต่อกระถาง )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	0.68	0.38	0.51	0.40	0.49
150	0.12	0.34	0.38	0.67	0.38
300	0.94	0.60	0.45	0.55	0.64
450	0.24	1.59	0.48	0.40	0.68
600	0.16	0.66	0.37	0.78	0.49
750	0.60	0.45	0.53	0.56	0.54
900	0.15	0.46	0.19	0.43	0.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 71 แสดงปริมาณทองแดงในต้นถั่วเหลือง ( ppm. )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	10.00	12.50	12.50	10.00	11.25
150	22.50	10.00	10.00	15.00	14.38
300	10.00	12.50	10.00	10.00	10.63
450	7.50	10.00	7.50	10.00	8.75
600	10.00	10.00	10.00	7.50	9.38
750	10.00	10.00	10.00	12.50	10.63
900	10.00	10.00	7.50	7.50	8.75

ตารางที่ 72 แสดงปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเหลือง ( มิลลิกรัมต่อกระถาง )

Treatment ( S. )	Replication				Average
	1	2	3	4	
0	0.21	0.19	0.25	0.20	0.21
150	0.52	0.20	0.19	0.31	0.31
300	0.22	0.30	0.22	0.31	0.26
450	0.18	0.21	0.18	0.23	0.20
600	0.21	0.24	0.21	0.16	0.21
750	0.22	0.23	0.24	0.28	0.24
900	0.31	0.27	0.19	0.14	0.23

