

วิทยาลัยเกษตรกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การตอบสนองของถั่วเขียวต่อกำมะถันในอัตราต่างๆ กัน  
เมื่อปลูกในดินที่มีปูนในปริมาณสูง

The Response to Different Rates of Sulfur Application of  
Mungbeans Grown in a Calcareous Soil



T099794

โดย

นางสาวพิมพ์พร พรพรหมินทร์

ปศ.  
๑๗๑๘๓  
๒๕๓๑

เสนอ

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....๑๑๗๑๔  
วัน,เดือน,ปี.....

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. ๒๕๓๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี  
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การตอบสนองของถั่วเขียวต่อกำมะถันในอัตราต่างๆ กัน  
เมื่อปลูกในดินที่มีปูนในปริมาณสูง  
The Response to Different Rates of Sulfur Application of  
Mungbeans Grown in a Calcareous Soil

โดย

นางสาวพิมพ์พร พรพรมินทร์

(ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 29 เดือน พ.ค. พ.ศ. 40

๑๒๗.  
พ ๗18๓

14937

21 ส.ค. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อ 2539 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช อาจารย์ที่ปรึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำ จนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณนุจรีย์ บุญแปลง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาที่ให้ความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณเจษฎา เตชมหาศรานนท์ ที่ช่วยดูแลรักษาต้นถั่วเขียว ตลอดจนเพื่อนๆ ภาควิชาปฐพีวิทยาที่คอยช่วยเหลือ และภาควิชาอื่นๆ ที่ให้กำลังใจในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณย่า และพี่ชาย ที่ช่วยให้การสนับสนุนในการศึกษา และช่วยให้กำลังใจมาโดยตลอด ทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อ

ทำการทดลองปลูกถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 ในกระถางโดยบรรจุดินชุดตาคลี ซึ่งเป็นดินที่มีปูนในปริมาณสูงชนิดหนึ่ง วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design จำนวน 4 ซ้ำ แบ่งออกเป็น 7 ตำรับการทดลอง ประกอบด้วย ตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 200, 300, 400, 500 และ 600 กิโลกรัม/ไร่ โดยบรรจุดินกระถางละ 8 กิโลกรัม ทำการปลูกแล้วบันทึกผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวใช้เวลา 64 วัน หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วนำต้นถั่วเขียวไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

จากผลการวิเคราะห์หาค่า pH ในดินจะลดลงเมื่อใส่กำมะถันในอัตราที่สูงขึ้น แต่ค่า pH ในดินยังไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทั่วไป และปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนในดินลดลงจากการถูกพืชดึงดูดไปใช้ และจากการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดินบางชนิด ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน เมื่อมีการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ ไม่ทำให้มีปริมาณเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม สำหรับปริมาณโพแทสเซียม, แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินมีแนวโน้มลดลง อาจจะถูกไฮโดรเจนไอออนจากกรดกำมะถันเข้าไปแทนที่ส่วนที่ถูกดูดซับไว้ และเมื่อมีการชะล้างจึงเกิดการสูญเสียไปจากดิน และอาจมีสาเหตุมาจากต้นถั่วเขียวได้ดึงดูดธาตุเหล่านี้ไปใช้ สำหรับแคลเซียม และแมกนีเซียมจะลดลงตาม pH ในดินที่ลดลงด้วย

ปริมาณกำมะถันในดิน มีการเพิ่มขึ้นตามปริมาณของกำมะถันที่เพิ่มขึ้น แต่ยังไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงทุกตำรับการทดลอง แต่เมื่อมีการใส่กำมะถันในอัตราตั้งแต่ 400 กก./ไร่ ขึ้นไป ปริมาณกำมะถันในดินไม่เพิ่มสูงขึ้น ปริมาณเหล็ก, สังกะสี และทองแดง มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณกำมะถันที่ใส่ยังไม่ทำให้ธาตุเหล่านี้ละลายออกมาในปริมาณที่แตกต่างกัน สำหรับปริมาณแมกนีเซียมในดิน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะเมื่อใส่กำมะถันในอัตราที่มากกว่า 500 กก./ไร่

ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเขียว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใส่กำมะถันเพิ่มขึ้น แต่ต้นถั่วเขียวมีการชะงักการเจริญเติบโต จากการถูกเข้าทำลายโดยโรคและแมลง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเขียวมีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีสาเหตุมาจากสภาพดินที่ยังไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว ตามปริมาณของกำมะถันที่ใส่เพิ่มขึ้น จึงทำให้การดึงดูดธาตุไนโตรเจนของต้นถั่วเขียวไม่แตกต่างกัน ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเขียว มีลักษณะลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่ใส่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะสูญเสียไปกับการทำลายของแมลงศัตรูพืชก็ได้ แต่ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว มีความแปรปรวนอยู่มากเนื่องจากต้นถั่วเขียวมีการชะงักการเจริญเติบโต โดยการทำลายของแมลงศัตรูพืชบางส่วน ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณกำมะถันที่ใส่ลงไปไม่ได้ส่งผลทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้การดึงดูดธาตุแคลเซียมแตกต่างกัน ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว มีความแปรปรวนอยู่มากเนื่องจากต้นถั่วเขียวมีการชะงักการเจริญเติบโต เนื่องจากแมลงศัตรูพืช สำหรับปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเขียว นั้นจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณกำมะถันที่ใส่เพิ่มขึ้น และการดึงดูดของต้นถั่วเขียวก็เพิ่มขึ้นตามปริมาณที่ใส่ด้วย

สำหรับปริมาณเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงในต้นถั่วเขียว นั้นเฉพาะเหล็กและทองแดงไม่มีความแตกต่างกันในตำรับการทดลองต่างๆ ส่วนใหญ่จะอยู่ในต้นพืชในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ส่วนปริมาณแมงกานีสและสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเขียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณกำมะถัน เว้นแต่การใส่กำมะถันในอัตราต่ำกว่า 300 กก./ไร่ อาจมีผลทำให้ต้นถั่วเขียวดึงดูดธาตุสังกะสีไม่เพียงพอต่อความต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	ii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการทดลอง	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
ผลการทดลองและวิจารณ์	16
สรุปผลการทดลอง	64
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	70



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบปฏิกิริยาดินเฉลี่ยหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	17
2	เปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	18
3	เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในดินหลังจากใส่กำมะถันลงในอัตราต่างๆ	20
4	เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในดินเมื่อใส่กำมะถันลงในอัตราต่างๆ	21
5	เปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยในดินเมื่อใส่กำมะถันลงในอัตราต่างๆ	23
6	เปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยในดินเมื่อใส่กำมะถันลงในอัตราต่างๆ	24
7	เปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยในดินเมื่อใส่กำมะถันลงในอัตราต่างๆ	26
8	เปรียบเทียบปริมาณกำมะถันเฉลี่ยในดินหลังจากใส่กำมะถันลงในดินเป็นอัตราต่างๆ	27
9	เปรียบเทียบปริมาณเหล็กเฉลี่ยในดินจากการทดลองต่างๆ	28
10	เปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสเฉลี่ยในดินจากการทดลองต่างๆ	30
11	เปรียบเทียบปริมาณสังกะสีเฉลี่ยในดินเมื่อมีการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	31
12	เปรียบเทียบปริมาณทองแดงเฉลี่ยในดินเมื่อมีการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	32
13	เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเขียวก่อนเก็บเกี่ยวจากการทดลองต่างๆ	34
14	เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่วเขียวจากการทดลองต่างๆ	35

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวเมื่อใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	37
16	เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวเมื่อใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	38
17	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	40
18	เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	41
19	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	42
20	เปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	43
21	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	45
22	เปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	46
23	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	48
24	เปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	49
25	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	50
26	เปรียบเทียบปริมาณกำมะถันเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	51
27	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของเหล็กเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ	53

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	เปรียบเทียบปริมาณเหล็กเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับ การทดลองต่างๆ	54
29	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว จากตำรับการทดลองต่างๆ	56
30	เปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับ การทดลองต่างๆ	57
31	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว จากตำรับการทดลองต่างๆ	58
32	เปรียบเทียบปริมาณสังกะสีเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับ การทดลองต่างๆ	60
33	เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของทองแดงเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว จากตำรับการทดลองต่างๆ	61
34	เปรียบเทียบปริมาณทองแดงเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับ การทดลองต่างๆ	62
35	ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดินรวมก่อนปลูก	71
36	แสดงปฏิกิริยาดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	72
37	แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	73
38	แสดงปริมาณไนโตรเจนในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	74
39	แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	75
40	แสดงปริมาณโพแทสเซียมในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	76
41	แสดงปริมาณแคลเซียมในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	77
42	แสดงปริมาณแมกนีเซียมในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	78
43	แสดงปริมาณกำมะถันในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	79
44	แสดงปริมาณเหล็กในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	80
45	แสดงปริมาณแมงกานีสในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	81
46	แสดงปริมาณสังกะสีในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	82

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
47	แสดงปริมาณทองแดงในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	83
48	แสดงความสูงในต้นถั่วเขียวก่อนเก็บเกี่ยวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	84
49	แสดงน้ำหนักแห้งในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	85
50	แสดงปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	86
51	แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	87
52	แสดงปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	88
53	แสดงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	89
54	แสดงปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	90
55	แสดงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	91
56	แสดงปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	92
57	แสดงปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	93
58	แสดงปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	94
59	แสดงปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	95
60	แสดงปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ	96

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
61	แสดงปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถัน ในอัตราต่างๆ	97
62	แสดงปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่ กำมะถันในอัตราต่างๆ	98
63	แสดงปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันใน อัตราต่างๆ	99
64	แสดงปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่ กำมะถันในอัตราต่างๆ	100
65	แสดงปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถัน ในอัตราต่างๆ	101
66	แสดงปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่ กำมะถันในอัตราต่างๆ	102
67	แสดงปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันใน อัตราต่างๆ	103
68	แสดงปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่ กำมะถันในอัตราต่างๆ	104
69	แสดงปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันใน อัตราต่างๆ	105

## คำนำ

ถั่วเขียว (*Vigna radiata*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกกันแพร่หลายในประเทศไทย เพราะเป็นพืชที่ปลูกง่าย ต้องการการดูแลรักษาน้อยเมื่อเทียบกับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น แหล่งปลูกถั่วเขียวส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลาง ตลอดช่วงเวลา 12 ปีที่ผ่านมา มีผู้ปลูกถั่วเขียวกันมากขึ้น จนถึงปัจจุบันมีการปลูกคิดเป็นเนื้อที่ปีละ 3 ล้านไร่โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 95 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณถั่วเขียวที่ผลิตได้ภายในประเทศจะมีการส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด ในระยะเวลาที่ผ่านมาประเทศไทยสามารถส่งออกถั่วเขียวได้มากที่สุดในโลกมาโดยตลอด และมีแนวโน้มว่าปริมาณการส่งออกจะสูงขึ้นทุกๆ ปี ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการและประชากรของโลกเพิ่มขึ้น ดังนั้น ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 (ปีพ.ศ.2530-2534) รัฐบาลจึงได้ตั้งเป้าหมายการผลิตถั่วเขียวให้เพิ่มจากปีละ 315,000 ตัน ในปี พ.ศ.2530 เพิ่มขึ้นเป็น 365,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2534 (เพิ่มพูน, 2531)

ปัจจัยที่จำกัดผลผลิตของถั่วเขียวในปัจจุบันนอกจากเรื่องของสภาพภูมิอากาศ โรค แมลง และอื่นๆ แล้ว ยังมีปัญหาเกี่ยวกับดิน ในเรื่องคุณสมบัติของดิน เช่น เนื้อดิน โครงสร้างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การข่มน้ำ และการระบายน้ำ เป็นต้น ดินที่นับว่าเหมาะสมสำหรับถั่วเขียวควรเป็นดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียว เกาะตัวกันเป็นโครงสร้างที่ไม่แน่นทึบ ถ่ายเทอากาศดี ระบายน้ำดี มีหน้าดินลึก มีอินทรีย์วัตถุสูง เก็บความชื้นในดินได้ดี มีปฏิกิริยาของดินหรือความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เป็นกลางหรือเป็นกรดอ่อน มี pH ระหว่าง 6.5-7.0 มีธาตุอาหารในดินเพียงพอ และอยู่ในปริมาณที่สมดุลย์กันปราศจากสารหรือสิ่งที่เป็นพิษสะสมอยู่ในดินหรือละลายออกมาจากดินจนเป็นอันตรายแก่พืช (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2525)

ดินที่ใช้ปลูกพืชไร่ ส่วนใหญ่จะมีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอกับความต้องการของพืช ยกเว้นในดินที่มีเนื้อหยาบ และดินที่มีลักษณะเป็นกรดหรือดินที่มีปูนในปริมาณสูง ซึ่งจัดว่าเป็นพวกดินแคลคาเรียส สำหรับดินที่ปลูกพืชไร่ที่มีปูนในปริมาณสูง ส่วนใหญ่พบว่าเป็นดินเหนียวสีดำ มีค่า pH สูง มีปริมาณแคลเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่มาก เช่น ชุดดินตาคลี เป็นดินที่พบในจังหวัดนครสวรรค์ ลพบุรี และสระบุรี ซึ่งพื้นที่จังหวัดดังกล่าวนี้ ได้มีการปลูกพืชไร่กันอย่างกว้างขวางซึ่งส่วนใหญ่มีสภาพที่เหมาะสมแต่จะมีบางพื้นที่เท่านั้นที่พบว่าเป็นดินที่มีปูนอยู่ในดินเป็นปริมาณสูง ดินที่มีปัญหานี้ส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินตาคลี ซึ่งมีลักษณะเป็นดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียวสีดำ มักพบเม็ดปูนสีขาวอยู่ในเนื้อดิน ซึ่งทำให้ดินมีสมบัติเป็นด่าง โดยทั่วไปมี pH ประมาณ 7.0-8.0 มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างสูง แต่ pH ของดินมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช (เจิบ, 2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับดินที่มีปูนเจือปนอยู่ในปริมาณสูง หรือที่เรียกว่า ดินแคลคาเรียส (Calcareous soil) เป็นดินที่มีปริมาณของแคลเซียมคาร์บอเนต (มักจะมีแมกนีเซียมคาร์บอเนตปนอยู่ด้วยเสมอ) ปนอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูงมาก ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยการหยดกรดเกลือ 0.1 N. จะทำให้เกิดเป็นฟองฟูขึ้น และมีค่า pH อยู่ในช่วง 7.3-8.5 (Hausenbuiller, 1985 ; Lindsay, 1979) จงรักษ์ (2530) กล่าวถึงปัญหาทางการเกษตรที่พบในดินแคลคาเรียส คือ ปัญหาเกี่ยวกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงอยู่ในระดับต่ำเนื่องจากดินมี pH สูง มีปฏิกิริยาเป็นด่าง จึงจำเป็นต้องทำการแก้ไขการลด pH ให้ต่ำลง ปิยะ (2512) กล่าวว่า การใช้กำมะถันผงหนัก 6 กรัมผสมกับดิน Red Brown Earth หนัก 5 กิโลกรัม จะทำให้ pH ของดินลดลงจาก 6.8 เป็นประมาณ 4.8 นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การเพิ่มกำมะถันผงเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ ลงไปในดินแคลคาเรียสจะทำให้ pH ของดินลดลงจาก 7.4 เป็น 6.0 (มนฤดี, 2536) อย่างไรก็ตามข้อมูลที่เกี่ยวกับอัตราการใส่กำมะถันยังไม่สามารถยืนยันได้แน่นอน จึงจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าต่อไปอีก เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับแนะนำการปรับปรุงดินที่มีปูนในปริมาณสูงโดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อศึกษาการปรับระดับ pH ของดินที่มีปูนในปริมาณสูง โดยใช้กำมะถันผงใส่ลงไปในดินในปริมาณที่มากน้อยแตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาหาปริมาณของกำมะถันผงที่เหมาะสม เมื่อใส่ลงไปในดินที่มีปูนในปริมาณสูงสำหรับปลูกถั่วเขียว
3. เพื่อศึกษาผลจากการใส่กำมะถันที่มีการเจริญเติบโต และการดึงดูธาตุนอาหารของต้นถั่วเขียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจเอกสาร

### พฤกษศาสตร์ของถั่วเขียว

ถั่วเขียว หรือถั่วเขียวผิวนั้นเป็นที่รู้จักกันในชื่อภาษาอังกฤษว่า mungbean, green gram หรือ golden gram แต่เดิมนั้นถั่วเขียวถูกจำแนกอยู่ใน Genus Phaseolus โดยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus aureus* Roxb. ส่วนถั่วเขียวผิวดำ หรือ ถั่วแขก หรือ ถั่วเม็ดขนุน (black gram, urad, mash หรือ wooly pyrol) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *P. mungo* (L.) Hepper ต่อมาในปี ค.ศ. 1970 Verdcourt ได้เสนอให้เรียกถั่วเขียวว่า *Vigna radiata* var. *aureus* และถั่วแขกผิวดำว่า *V. radiata* var. *mungo* แต่ในปัจจุบันชื่อวิทยาศาสตร์ของถั่วเขียวและถั่วเขียวผิวดำที่ยอมรับกันคือ *V. radiata* และ *V. mungo* คาดว่าบรรพบุรุษของถั่วเขียวทั้ง 2 ชนิดนี้คือ *Vigna (Phaseolus) radiata* var. *sublobata* (Roxb.) Verdc. และ/หรือ *Vigna (Phaseolus) trinervius* (Wight and Am.) Verdc. ซึ่งเป็นถั่วเขียวพันธุ์ป่าของอินเดีย ดังนั้นจึงเชื่อกันว่าถั่วเขียวมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดีย (ไสว, 2534)

รายละเอียดของลักษณะต่างๆ ของถั่วเขียว กรมส่งเสริมการเกษตร (2525) อธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. ราก ถั่วเขียวมีระบบรากแบบรากแก้ว (tap root system) รากแขนง (lateral root) เจริญลงไปได้ผิวดินค่อนข้างลึก และแตกแขนงมาก ทำให้ถั่วเขียวสามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่มีความชื้นจำกัด
2. ลำต้น ถั่วเขียวเป็นพืชล้มลุกมีลำต้นตั้งตรงเป็นพุ่มสูงประมาณ 40-60 เซนติเมตร ลำต้นมีการแตกแขนง ส่วนของลำต้นที่อยู่เหนือใบเลี้ยง (cotyledon) ค่อนข้างเป็นเหลี่ยม มีขนอ่อนปกคลุมอยู่ทั่วไป
3. ใบ ใบถั่วเขียวเกิดสลับกันบนลำต้น ใบเป็นใบประกอบ มีใบย่อย 3 ใบ ก้านใบยาว ที่ฐานของก้านใบมีหูใบ (stipule) 2 อัน ก้านใบย่อยสั้น ใบย่อยใบกลางมีหูใบย่อย (stipule) 2 อัน ส่วนใบย่อย 2 ใบริมมีหูใบย่อยข้างละอัน ใบมีขนปกคลุมทั่วไปเช่นเดียวกับลำต้น
4. ดอก ถั่วเขียวมีดอกเกิดเป็นช่อ ช่อดอกเกิดตามมุมใบที่อยู่ตอนบนของลำต้นและที่ปลายยอดของลำต้นหรือกิ่งก้าน ช่อดอกของถั่วเขียวเป็นแบบ condensed raceme คือมีก้านดอกยาว และมีดอกเกิดเป็นกลุ่มที่ปลาย ช่อดอกหนึ่งๆ มีประมาณ 10-25 ดอก ซึ่งกลีบดอกอาจมีสีม่วง เหลือง และขาว ดอกที่บานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร เกสรตัวเมีย (pistil) มีรังไข่ (ovary) ยาวรี รังไข่หนึ่งๆ มีประมาณ 10-15 ไข่ (ovule)
5. ฝักและเมล็ด ฝักของถั่วเขียวมีรูปร่างกลมยาว ส่วนปลายอาจโค้งงอเล็กน้อย เมื่อฝักแก่อาจมีสีขาวนวล น้ำตาลอ่อน น้ำตาลเข้มหรือดำขึ้นอยู่กับพันธุ์ ฝักหนึ่งๆ มีเมล็ดประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10-15 เมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ดประมาณ 2-8 กรัม hilum (รอยแผลเป็นเล็กๆ ทางด้านหัวของเมล็ดตัว) มีสีขาว แต่สีเปลือกเมล็ด (seed coat) มีหลายสี เช่น เขียว เหลือง ดำ น้ำตาล แดง และผิวอาจเป็นมันหรือด้านก็ได้

การจำแนกชนิดของถั่วเขียว อาศัยเปลือกเมล็ดเป็นหลักในการจำแนก กรมส่งเสริมการเกษตร (2525) ได้จัดแบ่งออกได้ดังนี้

1. ถั่วเขียวเมล็ดมันใหญ่ มีเมล็ดเป็นมัน สีเขียว มีขนาดโตกว่าถั่วเขียวชนิดอื่น ผักเมื่อแก่ถ้าเปลี่ยนเป็นสีดำจะเรียกว่า ถั่วเขียวเมล็ดมันผิวดำ ส่วนพวกที่ผักแก่เปลี่ยนเป็นสีขาวนวลเรียกว่า ถั่วเขียวเมล็ดมันผักขาว

2. ถั่วเขียวธรรมดาหรือถั่วเขียวเมล็ดด้าน มีลำต้นเป็นพุ่มให้ผลผลิตสูง เปลือกของเมล็ดมีสีเขียวด้าน

3. ถั่วทองหรือถั่วเขียวสีทอง ถั่วเขียวชนิดนี้มีลักษณะต่างๆ เหมือนถั่วเขียวธรรมดา แต่เมล็ดมีเปลือกสีเหลืองหรือสีทอง

4. ถั่วเขียวผิวดำ เปลือกเมล็ดมีสีดำ ต้นมักทอดยอด

ถั่วเขียวพันธุ์ดีที่ อนุพร (2530) ได้ทดสอบ แบบสอบถามเกษตรกร ที่ร่วมทำแปลงทดสอบพันธุ์ถั่วเขียว ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า "กำแพงแสน 1" เป็นพันธุ์ที่ให้ผลดีที่สุด ซึ่งพอสรุปข้อคิดเห็นของเกษตรกรที่มีต่อพันธุ์กำแพงแสน 1 มีดังนี้คือ

1. ผลผลิตต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ในหลายๆ พื้นที่ กล่าวคือ ในแปลงที่ปลูกในสภาพชาวบ้านให้ผลผลิต 150-200 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ในแปลงที่ปลูกถั่วเขียวพันธุ์นี้โดยมีการใส่ปุ๋ยและการกำจัดวัชพืชได้ดีพอ และมีการฉีดพ่นยาฆ่าแมลงให้บ้าง จะได้ผลผลิตสูงกว่า 300 กิโลกรัมต่อไร่ โดยไม่ยากนัก

2. การติดฝัก จะติดฝักรวมกันเป็นกลุ่ม ชูช่อพันทรงพุ่มใบ ทำให้ได้รับแสงแดดเต็มที่ ช่วยทำให้ง่ายต่อการเก็บเกี่ยวได้ดีขึ้นมาก

3. ขนาดของเมล็ด ค่อนข้างใหญ่กว่าพันธุ์อื่นๆ

4. ค่อนข้างจะมีความต้านทาน ต่อโรคใบจุด และโรคราแป้ง ได้ดีกว่าพันธุ์อื่น

แหล่งผลิตที่สำคัญของถั่วเขียวคือ จังหวัดเพชรบูรณ์ กำแพงเพชร นครสวรรค์ พิษณุโลก ตาก น่าน พิจิตร แพร่ สุโขทัย อุตรดิตถ์ อุทัยธานี ขอนแก่น ชัยภูมิ ศรีสะเกษ เลย อุตรธานี นครราชสีมา อัญญา ลพบุรี สิงห์บุรี อ่างทอง ชัยนาท ปราชินบุรี เพชรบุรี สุพรรณบุรี นครศรีธรรมราช บัตตานี และพัทลุง เป็นต้น (ทรงเชาว์, 2531)

## ดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกถั่วเขียว

กรมส่งเสริมการเกษตร (2525) รายงานว่าถั่วเขียวสามารถปลูกได้ในดินที่มีสภาพต่าง ๆ กันอย่างกว้างขวาง ตั้งแต่ดินนาภาคกลางที่เป็นดินเหนียวในฤดูแล้ง จนถึงดินไร่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นดินทรายในฤดูฝน แต่ผลผลิตที่ได้รับจะแปรปรวนไปตามคุณสมบัติของดิน เช่น เนื้อดิน โครงสร้างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การขุ้มน้ำ และการระบายน้ำ เป็นต้น

ดินที่นับว่าเหมาะสมสำหรับถั่วเขียวควรเป็นดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียว เกาะตัวกันเป็นโครงสร้างที่ไม่แน่นทึบ ถ่ายเทอากาศดี ระบายน้ำดี มีหน้าดินลึก มีอินทรีย์วัตถุสูง เก็บความชื้นในดินได้ดี มีปฏิกิริยาของดินหรือความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เป็นกลางหรือเป็นกรดอ่อน มี pH ระหว่าง 6.5-7.0 มีธาตุอาหารต่างๆ ในดินเพียงพอ และอยู่ในปริมาณที่สมดุลย์กันปราศจากสารหรือสิ่งเป็นพิษสะสมอยู่ในดินหรือละลายออกมาจากดินจนเป็นอันตรายแก่พืช

สำหรับดินนาที่เป็นดินเหนียวนั้น ถ้าปลูกโดยใช้น้ำชลประทานจะต้องสามารถระบายน้ำที่เหลือจากแปลงได้ เพราะถั่วเขียวไม่ชอบดินแฉะ และน้ำขังนานเกินไป แต่ถ้าปลูกโดยไม่ใช้น้ำชลประทาน อาศัยเพียงความชื้นที่อยู่ในดินจะต้องใช้วิธีการที่ทำให้สามารถรักษาความชื้นในดินได้มาก และนานที่สุด

สำหรับดินทรายที่ไม่สามารถให้น้ำชลประทานได้นั้น จะมีปัญหาหลายอย่าง เช่น ความชื้นในดินไม่เพียงพอสำหรับพืชตลอดฤดูปลูก ปริมาณธาตุอาหารในดินต่ำ และมีสัดส่วนไม่สมดุลย์กันโดยเฉพาะธาตุรอง และจุลธาตุบางธาตุ ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ ซึ่งสาเหตุเหล่านี้มีผลทำให้ถั่วเขียวเจริญเติบโตไม่เต็มที่เท่าที่ควร

ถึงแม้ว่าถั่วเขียวจะปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ยังคงคำนึงถึงอุณหภูมิด้วย ถ้าถั่วเขียวงอกในช่วงที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 15 องศาเซลเซียส หรือ ต่ำกว่า ต้นกล้าจะชะงักการเจริญเติบโต มีเพียงใบเลี้ยง 2 ใบ ขนาดใหญ่ หนา และเขียวคล้ำกว่าปกติ แม้ออกมาอุณหภูมิจะสูงขึ้น ส่วนยอดของถั่วเขียวก็ยังชะงักงันไม่ฟื้นตัวเป็นต้นปกติได้ ถ้าหากอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดฤดูปลูกต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส ถั่วเขียวจะให้ผลผลิตต่ำกว่าที่อุณหภูมิเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส ฝนก็มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อถั่วเขียวขณะออกดอก และระยะเก็บเกี่ยว หากมีฝนตกหนักขณะออกดอก จะทำให้การติดฝักน้อย ส่วนฝนที่ตกในระยะเก็บเกี่ยวจะทำให้เมล็ดบวม และบางกรณีเมล็ดที่ถูกฝนจะขึ้นราจนกลายเป็นสีดำ ถั่วเขียวเป็นพืชวันสั้น (short day plants) (ไสว, 2534 ; คณาจารย์หมวดพืชไร่, 2516)

## ลักษณะดินที่ใช้ปลูกพืชไร่โดยทั่วไป

ดินไร่ คือ ดินที่มีสภาพน้ำไม่ขังอยู่บริเวณที่ราบสูง หรือ พื้นที่ดอนมีความลาดชัน ลักษณะทั่วๆ ไปของดินไร่ คือ บนผิวดินจะมีชั้นของอินทรีย์วัตถุหนาประมาณ 0-2 เซนติเมตร ส่วนในระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นดิน 0-30 เซนติเมตร จะเป็นชั้นดินบน (Topsoil) ซึ่งดินชั้นบนนี้จะเป็นชั้นที่มีการสะสมอินทรีย์วัตถุ และมีการชะล้าง (Eluviation) สำหรับดินชั้นล่าง (Subsoil) อยู่ในระดับ 30-120 เซนติเมตร เป็นชั้นที่มีการสะสม (Illuviation) เช่น ดินเหนียว เหล็ก และอลูมิเนียมออกไซด์ (เกษมศรี, 2536)

ดินที่ใช้ปลูกพืชไร่ ส่วนใหญ่จะมีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอกับความต้องการของพืช ยกเว้นในดินที่มีเนื้อหยาบ และดินที่มีลักษณะเป็นกรดหรือดินที่มีปูนในปริมาณสูง ซึ่งจัดว่าเป็นพวกดินแคลคาเรียส สำหรับดินที่ปลูกพืชไร่ที่มีปูนในปริมาณสูง ส่วนใหญ่พบว่าเป็นดินเหนียวสีดำ มีค่า pH สูง มีปริมาณแคลเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่มาก เช่น ชุดดินตาคาลี เป็นดินที่พบมากในเขตจังหวัดสระบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ และนครราชสีมา ซึ่งมีพื้นที่รวมประมาณ 1,196,599 ไร่ (สรสิทธิ์ และคณะ, 2527) ซึ่งพื้นที่จังหวัดดังกล่าวนี้ ได้มีการปลูกพืชไร่กันอย่างกว้างขวางซึ่งส่วนใหญ่มีสภาพที่เหมาะสมแต่จะมีบางพื้นที่เท่านั้นที่พบว่าเป็นดินที่มีปูนอยู่ในดินเป็นปริมาณสูง ดินที่มีปัญหานี้ส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินตาคาลี ซึ่งมีลักษณะเป็นดินที่มีโครงสร้างดีในดินบน มีลักษณะเป็นแบบเม็ดพูนหรือเม็ดทึบ ดินบนเป็นดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียวสีดำ สีเทาเข้มมากปนน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้มมาก ปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงด่างปานกลาง มี pH 7.0-8.0 มักพบเม็ดปูนขาวอยู่ในเนื้อดิน ซึ่งทำให้ดินมีสมบัติเป็นด่าง ส่วนดินล่างมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งหรือดินเหนียว สีเทาเข้มมาก สีน้ำตาลปนเทาเข้มมากหรือน้ำตาลเข้ม และพบเม็ดปูนสีขาวอยู่ในเนื้อดิน ทำให้ดินมีปฏิกริยาเป็นด่าง ปฏิกริยาของดินเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) ดินนี้ที่ระดับความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร จะพบเม็ดปูนสีขาวหรือมาร์ลสะสมอยู่เป็นชั้นหนา

โดยทั่วไปจัดว่า ชุดดินตาคาลีมีระดับความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างสูง สมบัติทางกายภาพโดยเฉพาะส่วนที่เป็นดินดี แต่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับชั้นของหินปูนที่อยู่ค่อนข้างตื้น ซึ่งมีผลต่อปฏิกริยาดิน และการใช้ประโยชน์ธาตุอาหารของพืช

ดินแคลคาเรียส (Calcareous soil) หรือดินปูน (เพิ่มพูน, 2528) หรือดินหินปูนแคลเซียม (ไพบูลย์, 2530) เป็นดินต่างชนิดหนึ่งที่เกิดมาจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินปูน หินมาร์ลหรือได้รับอิทธิพลของหินดังกล่าว ดินชนิดนี้จะต้องมีแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) ในปริมาณที่มากพอที่จะเกิดฟองที่สังเกตได้เมื่อหยดด้วยกรดเกลือเข้มข้น 0.1 N. (ไพบูลย์, 2528 ; Rending and Taylor, 1989) แต่ปกติแล้วมักจะมี แมกนีเซียมคาร์บอเนตปนอยู่ด้วยเสมอ โดยอาจจะมีเกลือคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียมถึง 60-70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมักมี pH อยู่ในช่วง 7.3-8.5 (Lindsay, 1979) ดินเหล่านี้มักพบในเขตแห้งแล้งหรือค่อนข้างแห้งแล้ง สภาพเช่นนี้ทำให้มีการชะล้างต่ำ จึงมีการสะสมสารคาร์บอเนตในดินเป็นปริมาณสูง และอาจจะพบชั้นดินที่มีการสะสมแคลเซียมคาร์บอเนตภายในหน้าตัดดิน สำหรับในประเทศไทยนั้นพบว่า ดินแคลคาเรียสส่วนใหญ่จะพบบริเวณเทือกเขาสูงตอนกลางของประเทศไทยโดยทั่วไป ดินชนิดนี้มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดมสมบูรณ์สูง แต่เนื่องจากปฏิกิริยาดินเป็นต่างจึงมีโอกาสขาดจุลธาตุอาหารบางชนิดได้ (เจิบ, 2533)

การแจกกระจายของดินแคลคาเรียสในประเทศไทย เนื่องจากวัตถุดินกำเนิดดิน และสภาพแห้งแล้งเป็นปัจจัยที่กำหนดการเกิดดินแคลคาเรียส ดังนั้นในประเทศไทยจึงพบดินชนิดนี้ส่วนใหญ่อยู่บริเวณเทือกเขาสูงตอนกลางของของประเทศและที่ราบภาคกลาง แต่จะไม่พบบริเวณคาบสมุทรไทยหรือชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งมีความชื้น ปริมาณฝนค่อนข้างสูง และการกระจายของฝนค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดปี ดินดังกล่าวเกิดจากวัตถุดินกำเนิดดินที่เป็นต่าง เช่น หินปูน หินมาร์ลหรืออาจจะเกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำพาท้องถิ่นหรือตะกอนน้ำพาค่อนข้างใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับภูเขาหินปูนหรือหินมาร์ล (เจิบ, 2533) บริเวณที่สำคัญที่พบดินประเภทนี้มาก คือ ในเขตจังหวัดลพบุรี สระบุรี นครสวรรค์ และนครราชสีมา ชุดดินที่สำคัญที่จัดเป็นดินแคลคาเรียส ได้แก่ ชุดดินตาคลี และชุคดินลพบุรี ทั้งสองชุคดินมีพื้นที่รวมใน 4 จังหวัด คือ 1,196,599 และ 930,053 ไร่ (สรสิทธิ์ และคณะ, 2527) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีชุคดินบ้านหมี่ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินชัยบาดาล ชุดดินสบปราบ และชุคดินลำน้ำรายณ์

ดินแคลคาเรียสในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นชุคดินในอันดับ Vertisols หรือ Mollisols ที่เกิดจากหินปูนหรือได้รับอิทธิพลจากหินปูน ภายในหน้าตัดดิน และบริเวณผิวดินจึงมักพบเศษหินปูนหรือหินมาร์ลที่กำลังสลายตัวซึ่งมีสีเทาอ่อนถึงขาว เช่น ชุดดินตาคลี ดินในอันดับทั้งสองนี้เป็นดินที่มีปริมาณของอนุภาคดินเหนียวสูง ดินมีสีคล้ำ ดินบ่มมีโครงสร้างดี และมีอินทรีย์วัตถุอยู่ในดินในปริมาณที่สูง

#### ปัญหาของดินที่ไ้ปลูกพืชไร่ในบางแห่ง

ชัยฤกษ์ และคณะ (2527) ได้เก็บดินจากบริเวณที่ปลูกถั่วลิสงในจังหวัดนครสวรรค์ ลพบุรี และสระบุรี ซึ่งเป็นดินแคลคาเรียสสีดำ จำนวน 5 ตัวอย่างมาวิเคราะห์ pH ได้ค่าเฉลี่ย 7.5 ปริมาณ Fe Mn Zn และ Cu ที่สกัดด้วย DTPA มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 2.3 1.22 และ 1.12 ppm. ปริมาณ Fe ที่วิเคราะห์ได้นั้นอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยที่จำกัดผลผลิตของถั่วลิสง จากการศึกษาปัญหาจุลธาตุอาหารที่เป็นปัจจัยต่อผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในชุคดินตาคลีก็ยืนยันว่ามีการขาดธาตุเหล็ก (ประเสริฐ, 2528)

#### ลักษณะอาการของพืชที่แสดงออกเมื่อขาดจุลธาตุอาหาร

จุลธาตุอาหาร มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ ที่จำเป็นต่อกระบวนการต่างๆ ที่สำคัญภายในพืช โดยเฉพาะกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจจะมีเอนไซม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายชนิดที่ต้องอาศัยธาตุดังกล่าวเป็นตัวกระตุ้น นอกจากนี้จุลธาตุอาหารยังเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาโบลิซึมของพืช

เหล็ก (Fe) ธาตุเหล็กมีหน้าที่หลายอย่างในกระบวนการเมตาโบลิซึมของพืช โดยเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์และตัวพาหลายชนิด ธาตุเหล็กมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ แม้ว่าธาตุเหล็กไม่ได้เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ แต่ถ้ามีปริมาณเหล็กที่ต่ำกว่า 100 ส่วนต่อล้านส่วน พืชจะหยุดสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ อาการผิดปกติดังกล่าวเรียกว่า คลอโรซิส โดยใบจะมีสีเหลืองซีดหรือขาวซีด อาการขาดธาตุเหล็กมีลักษณะแตกต่างกันบ้างตามชนิดของพืช ส่วนใหญ่ใบอ่อนจะเกิดคลอโรซิสระหว่างเส้นใบโดยที่เส้นใบยังเขียวอยู่ ต่อมาเส้นใบก็จะเหลืองสม่ำเสมอทั้งใบ ในขั้นสุดท้ายอาจจะเกิดจุดไหม้ตายที่ใบ (มนัส, 2525 ; สรสิทธิ์ และคณะ, 2527 ; Locascio and Fiskell, 1988)

แมงกานีส (Mn) ธาตุแมงกานีสเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการหายใจ และไนโตรเจนเมตาโบลิซึม โดยทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นเอนไซม์ มีหลายกรณีโดยเฉพาะปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ และยังมีผลต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมในพืชบางชนิด เช่น malic dehydrogenase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการ Krebs cycle ต้องการธาตุแมงกานีสเป็นตัวกระตุ้น ปริมาณแมงกานีสที่น้อยกว่า 50 ส่วนต่อล้านส่วน พืชจะแสดงอาการขาดแมงกานีสดังนี้คือ เนื้อที่ของใบที่อยู่ระหว่างเส้น vein เกิดคลอโรซิส และเซลล์ของใบแห้งตายเป็นจุดๆ ลักษณะดังกล่าวจะปรากฏที่ใบอ่อนของพืชบางชนิดก่อน ในขณะที่พืชชนิดอื่นอาจจะปรากฏที่ใบแก่ก่อนก็ได้ สำหรับในถั่วพบว่า เซลล์บน cotyledons ของเมล็ดถั่วเป็นจุดสีน้ำตาลไหม้ และมีผลกระทบต่อการสร้าง chloroplast ด้วย (มนัส, 2525)

สังกะสี (Zn) ธาตุสังกะสีเป็นธาตุที่จำเป็นธาตุหนึ่ง เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิด ควบคุมระบบการเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาล และระบบอื่นๆ ในพืช เมื่อพืชได้รับธาตุสังกะสีไม่เพียงพอ จึงกระทบกระเทือนต่อกระบวนการเมตาโบลิซึม คือทำให้ปริมาณ RNA และ Ribosome ในเซลล์ลดลง (Brown and Krantz, 1966) โดยทั่วไปพืชจะแสดงอาการขาดสังกะสี เมื่อมีปริมาณสังกะสีน้อยกว่า 20 ส่วนต่อล้านส่วน โดยเมื่อขาดสังกะสีจะทำให้เนื้อเยื่อของใบระหว่างเส้น vein ที่แก่เกิดคลอโรซิส โดยเริ่มจากปลายใบและขอบใบเข้ามาหาส่วนกลางใบ ต่อมาเซลล์แห้งตายเป็นจุดขาวๆ เมื่อพืชขาดธาตุนี้เป็นเวลานานใบพืชจะมีขนาดเล็ก ปล้องสั้น เป็นผลให้ลำต้นแคระแกรน ลักษณะที่สังเกตได้ง่ายคือใบจะบิดเบี้ยวเสียรูปทรง ลำต้นมีขนาดเล็กบิดเบี้ยวเสียรูปทรง และอาจจะสั้นมากเป็นกระจุก พืชตระกูลถั่วถ้าขาดธาตุสังกะสีจะไม่สร้างเมล็ด (มนัส, 2525)

ทองแดง (Cu) ทองแดงเป็นธาตุอาหารที่พืชดึงดูดขึ้นไปใช้เป็นปริมาณค่อนข้างน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเหล็ก แมงกานีส และสังกะสี ปริมาณส่วนใหญ่ของทองแดงในพืชจะสะสมอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของ chloroplast และการดูดธาตุของแดงของพืช ดูเหมือนว่าจะมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับการดูดธาตุเหล็ก (ชัยฤกษ์, 2528) ความเข้มข้นของธาตุของแดงในพืชโดยปกติจะเท่ากับ 6 ส่วนต่อล้านส่วน ถ้าพืชมีทองแดงต่ำกว่านี้จะมีลักษณะที่แสดงออกโดยทั่วไปคือ เซลล์ปลายใบของใบอ่อนจะแห้ง และลูกกลมลงมาตามเซลล์ของขอบใบ ทำให้ใบเหี่ยวแห้ง ในสภาพที่ขาดธาตุทองแดงเป็นเวลานานใบพืชจะร่วง และใบเหี่ยวหมดทั้งต้น (มนัส, 2525)

### การศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับดินแคลคาเรียส

Rending และ Taylor (1989) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชที่ปลูกในดินแคลคาเรียสว่า ให้ลด pH ของดินให้ต่ำลง เพื่อให้ธาตุอาหารละลายออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น และให้น้ำอย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิด  $\text{HCO}_3^-$  น้อยที่สุด หลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตมากเกินไป เพิ่มอินทรีย์วัตถุเพื่อให้เกิดสารเชิงซ้อนกับจุลธาตุอาหาร และลดผลของ  $\text{CaCO}_3$  ที่มีต่อความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุอาหารได้

การแก้ไขคลอโรซิสเนื่องจากการขาดเหล็กในดินแคลคาเรียสนั้นทำได้โดยให้ปุ๋ยที่มีธาตุเหล็กโดยอาจจะใส่ทางดินหรือฉีดพ่นทางใบในที่ที่เหมาะสม นอกจากนั้นการใส่วัสดุที่เป็นกรดหรือให้ผลตกค้างเป็นกรดทำให้ลด pH ของดินก็จะเพิ่มความเป็นประโยชน์ของเหล็กได้

การให้ธาตุเหล็กในดินแคลคาเรียสนั้น สารประกอบเหล็กคีเลตจะให้ผลดีกว่าสารประกอบเหล็กซัลเฟต การใส่  $\text{FeSO}_4$  อัตรา 3.36 กิโลกรัม/ไร่ ให้กับถั่วลิสงพันธุ์ สข. 38 ที่ปลูกในชุดดินตาคลีไม่ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่การใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 320 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้อาการคลอโรซิสลดลง และทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (ชัยฤกษ์ และคณะ, 2527) และจากการทดลองปลูกถั่วลิสงพันธุ์ ไทนาน 9 ในกระถางโดยใช้ชุดดินตาคลีได้ผลสอดคล้องกัน (ประเสริฐ, 2528) จากการทดลองนี้พบว่าการใช้  $\text{FeSO}_4$  อัตราสูงถั่วลิสงจะให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้อัตราต่ำ แต่ผลผลิตก็ยังต่ำกว่าดำรับที่ได้รับ Fe-DTPA จากการทดลองในไร่กลีกร ชัยฤกษ์ และคณะ (2527) พบว่าการใช้ Fe-DTPA และ Fe-EDTA อัตรา 8 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้อาการใบเหลืองของถั่วลิสงที่ปลูกบนดินแคลคาเรียสหายเป็นปกติหรือดีขึ้นทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และการใช้ Fe-DTPA ถั่วลิสงจะตอบสนองได้ดีกว่า

การให้ปุ๋ยทางใบ การใส่  $\text{FeSO}_4$  ลงไปในดินแคลคาเรียสมักจะไม่ค่อยได้ผลเพราะเหล็กจะเปลี่ยนไปเป็นรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช แต่การใช้สารชนิดนี้ฉีดที่ใบโดยตรงสามารถจะแก้ไขอาการคลอโรซิสเนื่องจากการขาดเหล็กได้ สุวพันธ์ และคณะ (2529) รายงานว่าการให้ธาตุเหล็กทางใบ ( $\text{FeSO}_4$  0.5 เปอร์เซ็นต์ + สารลดความตึงผิว 0.25 เปอร์เซ็นต์) โดยฉีดพ่นในระยะที่มีอาการเหลืองขีด ทุกๆ 7-10 วัน จะแก้อาการขาดธาตุเหล็กได้ดีทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของถั่วลิสงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในประเทศอินเดียก็ใช้  $\text{FeSO}_4$  1-2 เปอร์เซ็นต์ ได้ฉีดพ่นทางใบ เพื่อแก้อาการคลอโรซิส เนื่องจากการขาดเหล็กของช้อยและข้าวฟ่าง (Kannan, 1988)

การใส่วัสดุปรับปรุงดิน การทำให้ดินเป็นกรดโดยใช้  $\text{H}_2\text{SO}_4$  นั้น สามารถจะเพิ่มความเป็นประโยชน์ของเหล็กได้ แต่เป็นการสิ้นเปลืองและไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ Naik (1988) ได้ใช้แร่ไพไรต์ ( $\text{FeS}_2$ ) ซึ่งพบในหลายท้องที่ในประเทศไทย เพื่อแก้ไขอาการขาดเหล็ก การใช้ไพไรต์อัตรา 2,000 กิโลกรัม/เฮกตาร์ (320 กิโลกรัม/ไร่) สามารถจะเพิ่มความเป็นประโยชน์ของเหล็กและธาตุอื่นๆ ได้ ทำให้อ้อยเจริญเติบโตดีขึ้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้น การใส่กำมะถันผงอัตรา 62 มิลลิกรัมต่อดิน 5 กิโลกรัม ก็พบว่าทำให้ ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ปลูกในชุดดินตาคลีเจริญเติบโตดี และผลผลิตเพิ่มขึ้น (ประเสริฐ, 2528) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การเพิ่มกำมะถันผงเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ลงในดินแคลคาเรียสจะทำให้ pH ของดินลดลงจาก 7.4 เป็น 6.0 (มนฤดี, 2536) อย่างไรก็ตามการใช้กำมะถันผงควรระวัง เพราะกำมะถันผงให้ผลตกค้างเป็นกรด อาจจะทำให้ดินเป็นกรดอย่างรุนแรงขึ้นได้

การใช้พันธุ์ที่ปรับตัวได้ดี การใส่ปุ๋ยทางดินหรือการใส่ปุ๋ยทางใบจะแก้อาการขาดธาตุเหล็กได้เพียงชั่วคราว เนื่องจากพืชแต่ละชนิด และแต่ละพันธุ์มีความต้องการธาตุเหล็กและความสามารถในการดูดใช้เหล็กได้ต่างกัน ความสามารถดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับกลไกที่เกี่ยวกับการเกิด reduction และการเคลื่อนย้ายเหล็ก (Miller et al, 1984) พืชบางชนิดสามารถจะลด pH บริเวณรากได้มาก และสามารถเพิ่มจำนวนราก และดึงดูดเหล็กได้มากขึ้น การคัดเลือกพืชที่มีประสิทธิภาพในการใช้เหล็กจึงช่วยแก้ไขปัญหการขาดเหล็กในดินแคลคาเรียสได้ (Kannan, 1984 ; Kannan, 1988) สุวพันธ์ และคณะ (2529) รายงานว่า ถั่วลิสงสายพันธุ์ Virginia มีแนวโน้มจะปรับตัวได้ดีกว่าสายพันธุ์ Valencia หรือ Spanish ในบรรดาพันธุ์ที่แนะนำ พันธุ์ สข. 38 มีแนวโน้มที่จะปรับตัวได้ดี และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 และพันธุ์ ลำปาง

## อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองปลูกถั่วเขียวในชุดดินตาคลี โดยทำการทดลองในกระถาง วางแผนการทดลองแบบ RCB (Randomized complete block design) โดยมี 7 ตำรับการทดลอง (Treatment) และมีจำนวน 4 ซ้ำ (Replication) ตำรับการทดลองประกอบด้วย

ตำรับการทดลองที่ 1	ใส่กำมะถัน	0	กิโกรัมต่อไร่
ตำรับการทดลองที่ 2	ใส่กำมะถัน	100	กิโกรัมต่อไร่
ตำรับการทดลองที่ 3	ใส่กำมะถัน	200	กิโกรัมต่อไร่
ตำรับการทดลองที่ 4	ใส่กำมะถัน	300	กิโกรัมต่อไร่
ตำรับการทดลองที่ 5	ใส่กำมะถัน	400	กิโกรัมต่อไร่
ตำรับการทดลองที่ 6	ใส่กำมะถัน	500	กิโกรัมต่อไร่
ตำรับการทดลองที่ 7	ใส่กำมะถัน	600	กิโกรัมต่อไร่

### การเตรียมดิน

นำตัวอย่างดินจากชุดดินตาคลี ซึ่งเก็บตัวอย่างมาจาก ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จัดเทกองรวมกันแล้วใช้พลั่วคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้ว จากนั้นชั่งดินตัวอย่างใส่กระถางจำนวนกระถางละ 8 กิโลกรัมต่อกระถาง โดยใส่ในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวัดจากปากขอบกระถาง 8 นิ้ว ใส่กำมะถันผงตามตำรับการทดลอง โดยใส่ลงไปบนดินแล้วพรวนดินให้เข้ากัน รดน้ำเพื่อให้ดินมีความชื้นอยู่เสมอ เพื่อจะให้กำมะถันผงทำปฏิกิริยากับดินเสียก่อน

### การปลูก

หลังจากเตรียมดินใส่กระถางแล้ว นำกระถางไปจัดตั้งวางตำแหน่งตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ ที่แปลงทดลองการปลูกไม้ผล สาขาวิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากนั้นจึงทำการปลูกถั่วเขียว โดยใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 ปลูกกระถางละ 5 เมล็ด โดยหลุมที่ปลูกลึกประมาณ 1.0-1.5 นิ้ว โดยทำการปลูกในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2539 หลังจากหยอดเมล็ดแล้วประมาณ 3 วัน ในวันที่ 24 พฤศจิกายน 2539 ถั่วเขียวเริ่มงอก เมื่อถึงวันที่ 28 ธันวาคม 2539 ทำการถอนให้เหลือกระถางละ 3 ต้น

## การใส่ปุ๋ย

ใส่ปุ๋ย N-P-K โดยใส่ปุ๋ยยูเรีย 2 กรัม/กระถาง ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต 3 กรัม/กระถาง และโพแทสเซียมคลอไรด์ 1.5 กรัม/กระถาง โดยใส่ในวันที่ 23 ธันวาคม 2539

## การป้องกันกำจัดโรคและแมลง

ทำการฉีดพ่นสารป้องกันรา “เบนเลท” ในวันที่ 22 พฤศจิกายน 2539 และฉีดซ้ำทุก 30 วัน จากนั้นทำการใส่ “ฟูราดาน” เพื่อป้องกันกำจัดแมลงในวันที่ 2 ธันวาคม 2539 และใส่ซ้ำทุก 30 วันและฉีดพ่นสารกำจัดแมลง “อไซดริน” ในวันที่ 6 ธันวาคม 2539 และฉีดซ้ำทุก 7-10 วัน

## การเก็บข้อมูล

บันทึกลักษณะการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวในระหว่างที่ทำการทดลอง และในวันที่ 27 มกราคม 2540 วัดความสูงของต้นถั่วเขียวก่อนที่จะทำการเก็บเกี่ยว

## การเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวเมื่อถั่วเขียวอายุครบ 64 วัน ในวันที่ 27 มกราคม 2540 โดยเก็บเฉพาะส่วนเหนือดิน ตัดตรงโคนต้นให้ชิดกับดินมากที่สุดจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักสด แล้วจึงนำไปอบด้วยตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้ง จากนั้นจึงนำไปบดเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในต้นถั่วต่อไป

## การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

นำดินก่อนการปลูกมาบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2.0 มิลลิเมตร นำตัวอย่างดินที่ได้ไปวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหารายละเอียดต่างๆ ดังนี้

### -ปฏิกิริยาของดิน (pH)

วัดด้วย pH meter โดยใช้ อัตราส่วนดิน : น้ำ = 1:1

### -อินทรีย์วัตถุ (OM)

วิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black ใช้ 1 N.  $K_2Cr_2O_7$  ออกซิไดส์คาร์บอนให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ วัดปริมาณ  $K_2Cr_2O_7$  ที่เหลือโดยการไตเตรทด้วย 0.5 N.  $FeSO_4$  นำปริมาณ ของ  $FeSO_4$  ที่ใช้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนแล้วจึงเปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุโดยคูณกับ 1.724

### -ไนโตรเจน (N)

นำค่าจากเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุที่คำนวณได้เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนโดยคูณกับ 0.05

### -ฟอสฟอรัส (P)

วิเคราะห์โดยวิธี Bray No.2 ใช้น้ำยา : น้ำยาสกัด (0.1 N. HCl + 0.03 N.  $\text{NH}_4\text{F}$ ) ในสัดส่วน 1:10 เขย่าเป็นเวลา 60 วินาที ใช้น้ำยา molybdate ที่เป็นกรด และมี ascorbic acid ละลายอยู่เป็นตัว develop สีแล้วปรับปริมาตร นำไปวัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer ที่ wavelength 882 nm.

### -โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg)

วิเคราะห์โดยใช้ 1 N.  $\text{NH}_4\text{OAc}$  ในสัดส่วนดิน : น้ำยาสกัด = 1:100 ชะดินแล้ววัดปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer ในการวิเคราะห์แคลเซียม และแมกนีเซียม เติม Lanthanum โดยให้ปริมาตรสุดท้ายมีปริมาณของ Lanthanum เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์

### -กำมะถัน (S)

วิเคราะห์โดยวิธี Turbidimetric ใช้น้ำยา : น้ำยาสกัด (ammonium acetate + 0.25 N.  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ในสัดส่วน 1:2.5 เขย่าเป็นเวลา 30 นาที ทำให้เป็นกรดด้วย HCl ใช้น้ำยา  $\text{BaCl}_2$  และ Gum acacia เป็นตัวทำให้ขุ่นแล้วปรับปริมาตร นำไปวัดความขุ่นด้วย Spectrophotometer ที่ wavelength 450 nm.

### -เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu)

วิเคราะห์โดยใช้ DTPA (diethylene triamine pentaacetic acid) เป็นน้ำยาสกัด ในสัดส่วนดิน : น้ำยาสกัด = 1:2 แล้ววัดปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer

และทำการวิเคราะห์ดินหลังการปลูกพืชเช่นเดียวกับดินก่อนปลูกโดยวิธีการเดียวกัน

### การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

ก่อนการวิเคราะห์นำตัวอย่างพืชที่ผ่านการอบแห้งแล้วมาบด แล้วจึงนำตัวอย่างที่บดแล้วไปย่อยสลายโดยวิธี Wet oxidation โดยวิธี Sulfuric-peroxide นำสารละลายที่ได้จากการย่อยสลายไปวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหารายละเอียดต่างๆ ดังนี้

### -ไนโตรเจน (N)

เมื่อปรับปริมาตรของสารละลายที่ย่อยสลายแล้ว นำมากลั่นหาไนโตรเจน โดยใช้ NaOH และ  $H_3BO_3$  ในการกลั่นแล้วไทเทรตด้วย 0.02 N.  $H_2SO_4$  นำปริมาณกรดที่ใช้ไปหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในพืช

### -ฟอสฟอรัส (P)

เมื่อปรับปริมาตรของสารละลายที่ย่อยสลายแล้ว นำสารละลายมา develop สี โดยเติม 2 N.  $HNO_3$  และ molybdate-vanadate solution แล้วปรับปริมาตร นำไปวัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer ที่ wavelenght 420 nm.

### -โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu)

เมื่อปรับปริมาตรของสารละลายที่ย่อยสลายแล้ว นำไปวัดปริมาณด้วย Atomic absorption spectrophotometer ในการวิเคราะห์แคลเซียม และแมกนีเซียม นำสารละลายมาเติม Lanthanum โดยให้ปริมาตรสุดท้ายมีปริมาณของ Lanthanum เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์

### -กำมะถัน (S)

เมื่อปรับปริมาตรของสารละลายที่ย่อยสลายแล้ว นำสารละลายมาเติม  $BaCl_2$  และ Gum acacia แล้วปรับปริมาตร นำไปวัดความขุ่นด้วย Spectrophotometer ที่ wavelenght 450 nm.

### การวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลข

ทำการวิเคราะห์ตัวเลขในทางสถิติสำหรับข้อมูลความสูงของถั่วเขียว น้ำหนักแห้ง ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆ ในพืช และข้อมูลต่างๆ จากการวิเคราะห์ดิน หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวเลขจากดินและพืช

### ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทดลองในเดือน พฤศจิกายน 2539 สิ้นสุดการทดลองในเดือน มกราคม 2539 รวมเป็นระยะเวลา 64 วัน

### สถานที่ทดลอง

ทำการทดลองที่บริเวณแปลงทดลองการปลูกไม้ผล สาขาวิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ปฏิกิริยาของดิน (pH)

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า pH ในดิน ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 7.62 และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 7.29 (ตารางที่ 1) โดยดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 200 และ 300 กก./ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400, 500 และ 600 กก./ไร่ ส่วนดำรับการทดลองที่มีการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการวิเคราะห์หา pH ในดิน ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินแล้ว จะทำให้ pH ในดินลดลง แต่ pH ในดินยังคงลดลงไปไม่ถึงระดับที่จะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณของกำมะถันที่ใส่ลงไปในดิน ยังไม่สูงพอที่จะทำให้ pH ในดินลดลงจนถึงระดับที่จะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ นอกจากนี้ ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินเหนียว จึงมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH สูงอีกด้วย

### ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.40 เปอร์เซ็นต์ และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.90 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) โดยดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 และ 200 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้งสามดำรับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400, 500 และ 600 กก./ไร่

ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 และ 600 กก./ไร่

ส่วนดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400, 500 และ 600 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปฏิกิริยาดินเฉลี่ยหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย pH
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	7.62 b
ใส่กำมะถัน 100	7.41 a
ใส่กำมะถัน 200	7.36 a
ใส่กำมะถัน 300	7.35 a
ใส่กำมะถัน 400	7.33 a
ใส่กำมะถัน 500	7.31 a
ใส่กำมะถัน 600	7.29 a

CV = 1.9 %

LSD.05 = 0.20

LSD.01 = 0.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดต่อเอกสาร และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในดินหลังจากใส่ก้ามะถันในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
ไม่ได้ใส่ก้ามะถัน	2.40 c
ใส่ก้ามะถัน 100	2.38 c
ใส่ก้ามะถัน 200	2.35 c
ใส่ก้ามะถัน 300	2.13 b
ใส่ก้ามะถัน 400	2.02 ab
ใส่ก้ามะถัน 500	1.90 a
ใส่ก้ามะถัน 600	1.95 a

  

CV	= 4.4 %
LSD.05	= 0.14
LSD.01	= 0.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่ก๋ามะถันลงไปในดินแล้ว มีผลที่จะทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงตามปริมาณของก๋ามะถันที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะก๋ามะถันที่ใส่ลงไปในดินในปริมาณที่สูงขึ้น ได้ทำให้กิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ในดินเพิ่มขึ้นก็ได้

### ปริมาณไนโตรเจนในดิน

ปริมาณไนโตรเจนในดิน ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่ก๋ามะถัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.120 เปอร์เซ็นต์ และดำรับการทดลองที่ใส่ก๋ามะถัน 500 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.095 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) โดยดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่ก๋ามะถัน, ดำรับการทดลองที่ใส่ก๋ามะถัน 100 และ 200 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้งสามดำรับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ดำรับการทดลองที่ใส่ก๋ามะถัน 400, 500 และ 600 กก./ไร่

ดำรับการทดลองที่ใส่ก๋ามะถัน 300 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำรับการทดลองที่ใส่ก๋ามะถัน 400 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ดำรับการทดลองที่ใส่ก๋ามะถัน 500 และ 600 กก./ไร่

ส่วนดำรับการทดลองที่ใส่ก๋ามะถัน 400, 500 และ 600 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในดิน ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่ก๋ามะถันลงไปในดินแล้ว มีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินลดลงตามปริมาณของก๋ามะถันที่เพิ่มขึ้น ซึ่ง อาจมีเหตุผลเช่นเดียวกันกับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

### ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ใส่ก๋ามะถัน 200 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 48.10 ส่วนต่อล้านส่วน และดำรับการทดลองที่ใส่ก๋ามะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 36.72 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 4)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในดิน ปรากฏว่า ปริมาณของก๋ามะถันที่ใส่ลงไปในดิน ไม่ได้ทำให้ pH ในดินลดลง จนมีผลต่อการละลายของฟอสฟอรัสในดินออกมาแตกต่างกัน

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในดินหลังจากใส่กำมะถันลงไปในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	0.120 c
ใส่กำมะถัน 100	0.119 c
ใส่กำมะถัน 200	0.117 c
ใส่กำมะถัน 300	0.107 b
ใส่กำมะถัน 400	0.101 ab
ใส่กำมะถัน 500	0.095 a
ใส่กำมะถัน 600	0.098 a

CV = 4.4 %  
LSD.05 = 0.007  
LSD.01 = 0.010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในดินเมื่อใส่กำมะถันลงไปในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	47.75
ใส่กำมะถัน 100	41.97
ใส่กำมะถัน 200	48.10
ใส่กำมะถัน 300	42.85
ใส่กำมะถัน 400	36.72
ใส่กำมะถัน 500	45.00
ใส่กำมะถัน 600	45.44

CV = 26.5 %

LSD.05 = 17.32

LSD.01 = 23.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง**

อย่างไรก็ตามการดึงดูดในต้นถั่วเขียวก็ไม่ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินลดลงตามปริมาณกำมะถันที่เพิ่มขึ้น

### ปริมาณโพแทสเซียมในดิน

ปริมาณโพแทสเซียมในดิน ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 205.75 ส่วนต่อล้านส่วน และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 143.50 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 5) โดยดำรับการทดลองที่มีการใส่กำมะถัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 200, 300 และ 600 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่ ส่วนดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันอัตรา 400 และ 500 กก./ไร่ ไม่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินแตกต่างกัน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในดิน ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินแล้ว มีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่เพิ่มขึ้น อาจมีสาเหตุมาจากไฮโดรเจนไอออนที่เกิดจากการแตกตัวของกรดกำมะถันซึ่งได้จากการออกซิไดส์กำมะถันที่ใส่ลงไปในดิน ได้ไปไล่ที่โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ให้ออกมาจากการถูกดูดซับไว้ และเมื่อมีการชะล้างเกิดขึ้นอาจทำให้สูญเสียโพแทสเซียมไปได้ และอาจจะถูกดึงดูดไปใช้โดยต้นถั่วเขียวในปริมาณที่เพิ่มขึ้นก็ได้ จึงมีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลง

### ปริมาณแคลเซียมในดิน

ปริมาณแคลเซียมในดิน ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 51.45 กรัม/กิโลกรัม และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 34.89 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 6)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมในดิน ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินแล้ว มีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณแคลเซียมในดินลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจมีเหตุผลเช่นเดียวกับปริมาณโพแทสเซียมในดิน อีกประการหนึ่ง เนื่องจากดินที่ใช้ทดลองมีปริมาณแคลเซียมในดินสูง และมีค่า pH ค่อนข้างสูง เมื่อใส่กำมะถันไปในปริมาณเพิ่มขึ้นแล้ว ทำให้ pH ลดลง (ตารางที่ 1) ก็ย่อมจะทำให้แคลเซียมในดินลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	205.75 b
ใส่กำมะถัน 100	170.50 ab
ใส่กำมะถัน 200	172.00 ab
ใส่กำมะถัน 300	173.75 ab
ใส่กำมะถัน 400	156.50 a
ใส่กำมะถัน 500	143.50 a
ใส่กำมะถัน 600	165.75 ab
CV = 17.0 %	
LSD.05 = 42.98	
LSD.01 = 58.88	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (กรัม/กิโลกรัม)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	51.45
ใส่กำมะถัน 100	44.43
ใส่กำมะถัน 200	34.89
ใส่กำมะถัน 300	37.71
ใส่กำมะถัน 400	38.75
ใส่กำมะถัน 500	44.29
ใส่กำมะถัน 600	38.16
CV = 25.9 %	
LSD.05 = 15.91	
LSD.01 = 21.79	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปริมาณแมกนีเซียมในดิน

ปริมาณแมกนีเซียมในดิน ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทำการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.15 กรัม/กิโลกรัม และทำการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.91 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 7)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมในดิน ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินแล้ว มีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณแมกนีเซียมในดินลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจมีสาเหตุเช่นเดียวกันกับปริมาณแคลเซียมในดิน เพราะแคลเซียมกับแมกนีเซียมมีสภาพทางเคมีในดินใกล้เคียงกัน

## ปริมาณกำมะถันในดิน

ปริมาณกำมะถันในดิน ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยทำการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 415.63 ส่วนต่อล้านส่วน และทำการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.35 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 8)

โดยเมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณกำมะถันในดินเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่เมื่อมีการใส่กำมะถันมากกว่า 400 กก./ไร่แล้ว ไม่ทำให้ปริมาณกำมะถันในดินแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากปริมาณกำมะถันที่ใส่ลงไปในดินในปริมาณที่มากขึ้นไม่ได้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของซัลเฟตมากขึ้นตามลำดับอัตราที่ใส่ลงไปในดิน ซึ่งเมื่อนำไปวิเคราะห์หากำมะถันในรูปซัลเฟตจึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ดินจากการทดลองที่ไม่ใส่กำมะถันเลยมีค่าต่ำกว่า ทำการทดลองที่ใส่กำมะถันอยู่มาก และปริมาณกำมะถันก็เพิ่มขึ้นตามปริมาณที่ใส่เพิ่มขึ้น แต่ไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกันเสมอไป โดยเฉพาะเมื่อใส่กำมะถันในอัตราตั้งแต่ 400 กก./ไร่ ขึ้นไป

## ปริมาณเหล็กในดิน

ปริมาณเหล็กในดิน ปรากฏว่า จากทำการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทำการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 3.52 ส่วนต่อล้านส่วน และทำการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.70 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ยในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (กรัม/กิโลกรัม)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	1.14
ใส่กำมะถัน 100	0.99
ใส่กำมะถัน 200	1.10
ใส่กำมะถัน 300	1.15
ใส่กำมะถัน 400	0.91
ใส่กำมะถัน 500	1.00
ใส่กำมะถัน 600	0.98
CV = 27.9 %	
LSD.05 = 0.43	
LSD.01 = 0.59	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณกำมะถันเฉลี่ยในดินหลังจากใส่กำมะถันลงไปดินเป็นอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	2.35 a
ใส่กำมะถัน 100	51.32 a
ใส่กำมะถัน 200	201.91 b
ใส่กำมะถัน 300	208.33 b
ใส่กำมะถัน 400	415.63 c
ใส่กำมะถัน 500	403.13 c
ใส่กำมะถัน 600	410.94 c
CV = 21.5 %	
LSD.05 = 77.41	
LSD.01 = 106.06	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบปริมาณเหล็กเฉลี่ยในดินจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	2.86
ใส่กำมะถัน 100	2.70
ใส่กำมะถัน 200	3.17
ใส่กำมะถัน 300	3.52
ใส่กำมะถัน 400	3.39
ใส่กำมะถัน 500	3.13
ใส่กำมะถัน 600	3.18
CV = 21.1 %	
LSD.05 = 0.98	
LSD.01 = 1.35	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กในดิน ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินแล้ว ไม่ได้ทำให้ปริมาณเหล็กในดินแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากปริมาณกำมะถันที่ใส่ลงไปในดิน ไม่ได้ทำให้ pH ในดินลดลงจนมีผลต่อการละลายของธาตุเหล็ก ทำให้ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ ละตำรับการทดลอง

### ปริมาณแมงกานีสในดิน

ปริมาณแมงกานีสในดิน ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 22.07 ส่วนต่อล้านส่วน และตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 14.18 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 10) โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 และ 600 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 300 และ 400 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน และตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสในดิน ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินแล้ว ทำให้ pH ในดินลดลง (ตารางที่ 1) จนมีแนวโน้มที่จะทำให้การละลายของแมงกานีสในดินเพิ่มขึ้น โดยเมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินมากกว่า 500 กก./ไร่ จะมีผลทำให้มีปริมาณแมงกานีสในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

### ปริมาณสังกะสีในดิน

ปริมาณสังกะสีในดิน ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 5.81 ส่วนต่อล้านส่วน และตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.40 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 11)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีในดิน ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินแล้ว ไม่ได้ทำให้ปริมาณสังกะสีในดินแตกต่างกัน อาจมีสาเหตุเช่นเดียวกับปริมาณเหล็กในดิน

### ปริมาณทองแดงในดิน

ปริมาณทองแดงในดิน ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.27 ส่วนต่อล้านส่วน และตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.15 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสเฉลี่ยในดินจากดำรับการทดลองต่างๆ

ดำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	14.18 a
ใส่กำมะถัน 100	17.94 ab
ใส่กำมะถัน 200	14.87 a
ใส่กำมะถัน 300	17.96 ab
ใส่กำมะถัน 400	19.83 ab
ใส่กำมะถัน 500	21.97 b
ใส่กำมะถัน 600	22.07 b
CV = 22.5 %	
LSD.05 = 6.14	
LSD.01 = 8.41	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบปริมาณสังกะสีเฉลี่ยในดินเมื่อมีการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	5.11
ใส่กำมะถัน 100	4.40
ใส่กำมะถัน 200	5.33
ใส่กำมะถัน 300	4.71
ใส่กำมะถัน 400	5.81
ใส่กำมะถัน 500	5.49
ใส่กำมะถัน 600	4.59
CV = 22.7 %	
LSD.05 = 1.71	
LSD.01 = 2.34	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบปริมาณของแดงเฉลี่ยในดินเมื่อมีการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	0.25
ใส่กำมะถัน 100	0.27
ใส่กำมะถัน 200	0.22
ใส่กำมะถัน 300	0.16
ใส่กำมะถัน 400	0.17
ใส่กำมะถัน 500	0.18
ใส่กำมะถัน 600	0.15
CV = 53.3 %	
LSD.05 = 0.16	
LSD.01 = 0.21	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์หาปริมาณของแดงในดิน ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินแล้ว ไม่ได้ทำให้ปริมาณของแดงในดินแตกต่างกัน อาจมีสาเหตุเช่นเดียวกับปริมาณเหล็กในดินเช่นเดียวกัน

### ความสูงในต้นถั่วเขียวก่อนเก็บเกี่ยว

ความสูงในต้นถั่วเขียวก่อนเก็บเกี่ยว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 39.17 เซนติเมตร และตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 31.92 เซนติเมตร (ตารางที่ 13) โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับ ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200, 400, 500 และ 600 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน และตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่

จากการวิเคราะห์หาความสูงในต้นถั่วเขียวก่อนเก็บเกี่ยว ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินเพิ่มขึ้น จะมีแนวโน้มที่ทำให้ความสูงในต้นถั่วเขียวเพิ่มขึ้น แต่อาจจะเนื่องมาจากการเข้าทำลายของแมลงทำให้ต้นถั่วเขียวที่ปลูกมีการชะงักการเจริญเติบโต จึงส่งผลต่อความสูงในต้นถั่วเขียวตามไปด้วย อย่างไรก็ตามพอจะกล่าวได้ว่า การใส่กำมะถันในอัตราเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ต้นถั่วเขียวมีการเจริญเติบโตมากขึ้น

### น้ำหนักแห้งในต้นถั่วเขียว

น้ำหนักแห้งในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 10.22 กรัม/กระถาง และตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 7.44 กรัม/กระถาง (ตารางที่ 14) โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 200 และ 300 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยกับ ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่

จากการวิเคราะห์หาน้ำหนักแห้งในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดินเพิ่มขึ้น จะมีแนวโน้มที่ทำให้น้ำหนักแห้งในต้นถั่วเขียวเพิ่มขึ้น แสดงว่าต้นถั่วเขียวมีการเจริญเติบโตดีขึ้น แต่อาจเนื่องมาจากต้นถั่วเขียวที่ปลูกมีการขาดธาตุอาหารบางชนิดจนทำให้มีการเจริญเติบโตไม่เป็นปกติ และทำให้การเจริญในต้นถั่วเขียวในตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มี

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวก่อนเก็บเกี่ยวจากดำรับการทดลองต่างๆ

ดำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (เซนติเมตร)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	31.92 a
ใส่กำมะถัน 100	32.84 a
ใส่กำมะถัน 200	37.34 ab
ใส่กำมะถัน 300	39.17 b
ใส่กำมะถัน 400	37.67 ab
ใส่กำมะถัน 500	37.33 ab
ใส่กำมะถัน 600	35.83 ab
CV = 10.5 %	
LSD.05 = 5.64	
LSD.01 = 7.73	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (กรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	9.43 ab
ใส่กำมะถัน 100	9.58 ab
ใส่กำมะถัน 200	9.73 ab
ใส่กำมะถัน 300	9.88 ab
ใส่กำมะถัน 400	7.44 a
ใส่กำมะถัน 500	7.83 ab
ใส่กำมะถัน 600	10.22 b
CV = 17.6 %	
LSD.05 = 2.39	
LSD.01 = 3.28	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการใส่กำมะถัน 400 และ 500 กก./ไร่ ทำให้น้ำหนักแห้งลดลงนั้น เนื่องมาจากการทำลายของโรคและแมลงมากกว่า

### ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเขียว

ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.90 เปอร์เซ็นต์ และได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.51 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15) โดยได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ได้รับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 300, 400 และ 600 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 270.90 มิลลิกรัม/กระถาง และได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 206.10 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 16)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเขียวมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจจะเป็นเนื่องจากกำมะถันที่ใส่ลงไปนั้นในดินในปริมาณที่แตกต่างกันยังไม่ถึงระดับที่พอจะทำให้มีธาตุไนโตรเจนละลายออกมาจากดินได้มากขึ้น และสภาพดินยังไม่อยู่ในขั้นที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตในต้นถั่วเขียวตามปริมาณของกำมะถันที่ใส่เพิ่มขึ้น จึงทำให้การดึงดูดธาตุไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวไม่แตกต่างกัน

### ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเขียว

ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้รับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 5.38

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวเมื่อใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	2.72 ab
ใส่กำมะถัน 100	2.71 ab
ใส่กำมะถัน 200	2.51 a
ใส่กำมะถัน 300	2.73 ab
ใส่กำมะถัน 400	2.78 ab
ใส่กำมะถัน 500	2.90 b
ใส่กำมะถัน 600	2.55 ab
CV = 8.1 %	
LSD.05 = 0.32	
LSD.01 = 0.44	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวเมื่อใส่กำมะถันในอัตราต่าง ๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิกรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	251.58
ใส่กำมะถัน 100	258.35
ใส่กำมะถัน 200	243.25
ใส่กำมะถัน 300	270.90
ใส่กำมะถัน 400	206.10
ใส่กำมะถัน 500	229.58
ใส่กำมะถัน 600	260.75
CV = 18.7 %	
LSD.05 = 68.23	
LSD.01 = 93.48	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัม/กิโลกรัม และดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3.32 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 17) จากตารางจะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่มีลักษณะที่จะลดลง เมื่อใส่กำมะถันเพิ่มขึ้น

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 52.10 มิลลิกรัม/กระถาง และดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 25.85 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 18) โดยดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำเนินการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200, 300, 500 และ 600 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่

จากการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเขียว จะปรากฏว่า ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเขียวมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก แต่มีลักษณะลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่ใส่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากต้นถั่วเขียวเจริญเติบโตดีขึ้น (ตารางที่ 14) ก็มีโรคและแมลงรบกวนมากขึ้น

**ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว**

ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 11.01 กรัม/กิโลกรัม และดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 9.53 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 19) จากตัวเลขในตารางจะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียวมีความแปรปรวนอยู่บ้าง

ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 108.03 มิลลิกรัม/กระถาง และดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 79.88 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 20) โดยดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำเนินการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ดำเนินการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100,

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (กรัม/กิโลกรัม)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	5.20
ใส่กำมะถัน 100	5.38
ใส่กำมะถัน 200	4.15
ใส่กำมะถัน 300	3.49
ใส่กำมะถัน 400	3.48
ใส่กำมะถัน 500	4.59
ใส่กำมะถัน 600	3.32

CV = 33.5 %  
LSD.05 = 2.11  
LSD.01 = 2.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิกรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	47.83 ab
ใส่กำมะถัน 100	52.10 b
ใส่กำมะถัน 200	38.58 ab
ใส่กำมะถัน 300	34.68 ab
ใส่กำมะถัน 400	25.85 a
ใส่กำมะถัน 500	37.75 ab
ใส่กำมะถัน 600	35.78 ab
CV = 40.0%	
LSD.05 = 23.17	
LSD.01 = 31.74	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (กรัม/กิโลกรัม)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	10.59
ใส่กำมะถัน 100	10.83
ใส่กำมะถัน 200	9.53
ใส่กำมะถัน 300	11.01
ใส่กำมะถัน 400	10.84
ใส่กำมะถัน 500	10.99
ใส่กำมะถัน 600	10.31

CV = 9.8%

LSD.05 = 1.55

LSD.01 = 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากดำรับการทดลอง  
ต่างๆ

ดำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิกรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	97.20 ab
ใส่กำมะถัน 100	103.33 ab
ใส่กำมะถัน 200	92.70 ab
ใส่กำมะถัน 300	108.03 b
ใส่กำมะถัน 400	79.88 a
ใส่กำมะถัน 500	85.55 ab
ใส่กำมะถัน 600	105.58 b
CV = 15.2 %	
LSD.05 = 21.75	
LSD.01 = 29.79	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

200 และ 600 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 และ 500 กก./ไร่

ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 และ 500 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 300 และ 600 กก./ไร่

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว จะปรากฏว่า ปริมาณไพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวมีความแปรปรวนพอสมควร

**ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นถั่วเขียว และปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว**

ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 และ 500 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 20.67 กรัม/กิโลกรัม และตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 13.95 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 21) จากตารางจะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นถั่วเขียว ไม่แตกต่างกันมากนัก

ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 175.48 มิลลิกรัม/กระถาง และตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 133.30 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 22)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว จะปรากฏว่า ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวไม่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากปริมาณของกำมะถันที่ใส่ลงไป在地 ไม่มีผลต่อการปลดปล่อยธาตุแคลเซียมออกมาจากดินได้มากนัก แต่ถ้ามีการใส่กำมะถันในปริมาณที่สูงขึ้นอาจจะส่งผลให้มีการดึงดูดธาตุแคลเซียมในต้นถั่วเขียวได้มากขึ้นก็ได้

**ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นถั่วเขียว และปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว**

ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบปริมาณปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากดำรับ การทดลองต่างๆ

ดำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (กรัม/กิโลกรัม)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	14.24
ใส่กำมะถัน 100	16.92
ใส่กำมะถัน 200	18.87
ใส่กำมะถัน 300	13.95
ใส่กำมะถัน 400	20.67
ใส่กำมะถัน 500	20.67
ใส่กำมะถัน 600	16.14
CV = 27.0 %	
LSD.05 = 6.96	
LSD.01 = 9.54	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิกรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	133.30
ใส่กำมะถัน 100	166.35
ใส่กำมะถัน 200	175.48
ใส่กำมะถัน 300	144.03
ใส่กำมะถัน 400	145.93
ใส่กำมะถัน 500	154.93
ใส่กำมะถัน 600	167.08
CV = 33.0 %	
LSD.05 = 76.12	
LSD.01 = 104.29	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัม/กิโลกรัม และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3.48 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 23) จากตารางจะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นถั่วเขียวไม่แตกต่างกันมากนัก

ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 38.90 มิลลิกรัม/กระถาง และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 27.18 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 24) โดยดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200, 300 และ 600 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 และ 500 กก./ไร่

ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 และ 500 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 200 และ 600 กก./ไร่

จากการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว จะปรากฏว่า ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวมีความแปรปรวนมากพอสมควร

**ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในต้นถั่วเขียว และปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเขียว**

ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 192.77 กรัม/กิโลกรัม และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 70.31 กรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 25) จากตารางจะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในต้นถั่วเขียว จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในพื้นที่เพิ่มขึ้น

ปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.67 กรัม/กระถาง และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 และ 600 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.72 กรัม/กระถาง (ตารางที่ 26) โดยดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 400 และ 500 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากดำรับการทดลองต่างๆ

ดำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (กรัม/กิโลกรัม)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	3.48
ใส่กำมะถัน 100	4.12
ใส่กำมะถัน 200	3.89
ใส่กำมะถัน 300	3.48
ใส่กำมะถัน 400	3.67
ใส่กำมะถัน 500	3.71
ใส่กำมะถัน 600	3.65
CV = 14.3 %	
LSD.05 = 0.79	
LSD.01 = 1.08	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบปริมาณแมงกนีเซียมเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่าง ๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิกรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	31.80 abc
ใส่กำมะถัน 100	38.90 c
ใส่กำมะถัน 200	37.83 bc
ใส่กำมะถัน 300	34.35 abc
ใส่กำมะถัน 400	27.18 a
ใส่กำมะถัน 500	28.88 ab
ใส่กำมะถัน 600	37.65 bc

CV = 17.6 %  
LSD.05 = 8.85  
LSD.01 = 12.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (กรัม/กิโลกรัม)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	88.54 a
ใส่กำมะถัน 100	169.27 b
ใส่กำมะถัน 200	75.52 a
ใส่กำมะถัน 300	169.33 b
ใส่กำมะถัน 400	161.46 b
ใส่กำมะถัน 500	192.77 b
ใส่กำมะถัน 600	70.31 a
CV = 31.7 %	
LSD.05 = 62.29	
LSD.01 = 85.34	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบปริมาณกำมะถันเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (กรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	0.80 a
ใส่กำมะถัน 100	1.63 b
ใส่กำมะถัน 200	0.72 a
ใส่กำมะถัน 300	1.67 b
ใส่กำมะถัน 400	1.18 ab
ใส่กำมะถัน 500	1.52 b
ใส่กำมะถัน 600	0.72 a
CV = 37.8%	
LSD.05 = 0.66	
LSD.01 = 0.91	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีนัยสำคัญกับ ตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับ ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 และ 600 กก./ไร่

จากการวิเคราะห์หาปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเขียว จะปรากฏว่า เมื่อมีการใส่ กำมะถันในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้ต้นถั่วเขียวดึงธาตุธาตุกำมะถันเข้าไปได้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามตัวเลขจากการทดลองก็มีความแปรปรวนอยู่บ้าง

### ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในต้นถั่วเขียว และปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเขียว

ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 266.88 ส่วนต่อล้าน ส่วน และตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 160.63 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 27) จากตารางจะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในต้นถั่วเขียวไม่แตกต่างกันมากนัก และตำรับการทดลองที่มีปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในต้นถั่วเขียวต่ำสุดแสดงให้เห็นว่าต้น ถั่วเขียวมีธาตุเหล็กอยู่เพียงพอที่จะไม่แสดงอาการขาดธาตุเหล็ก เพราะว่าในพืชที่มีการเจริญเติบโตตามปกติ จะมีปริมาณเหล็กในต้นพืชตั้งแต่ 100 ส่วนต่อล้านส่วนขึ้นไป (มนัส, 2525)

ปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.496 มิลลิกรัม/กระถาง และ ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.254 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 28)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ปริมาณกำมะถันที่ใส่ ลงไปในดินยังไม่มีผลที่จะลด pH ลงจนสามารถทำให้ธาตุเหล็กละลายออกมาจากดินได้มากขึ้น เมื่อต้นถั่วเขียวดึงธาตุเหล็กขึ้นไปใช้จึงยังคงมีปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ไม่แตกต่างกัน

### ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเขียว และปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเขียว

ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 194.38

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของเหล็กเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	266.88
ใส่กำมะถัน 100	255.63
ใส่กำมะถัน 200	244.38
ใส่กำมะถัน 300	249.38
ใส่กำมะถัน 400	248.75
ใส่กำมะถัน 500	160.63
ใส่กำมะถัน 600	208.75
CV = 27.6 %	
LSD.05 = 95.65	
LSD.01 = 131.04	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบปริมาณเหล็กเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิกรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	2.496
ใส่กำมะถัน 100	2.483
ใส่กำมะถัน 200	2.442
ใส่กำมะถัน 300	2.429
ใส่กำมะถัน 400	1.858
ใส่กำมะถัน 500	1.254
ใส่กำมะถัน 600	2.203
CV = 36.7 %	
LSD.05 = 1.182	
LSD.01 = 1.620	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนต่อล้านส่วนและดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 87.50 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 29) โดยดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200, 300, 400 และ 600 กก./ไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 และ 500 กก./ไร่ ส่วนดำรับการทดลองที่มีการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากตัวเลขดังตารางจะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเขียวจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในพื้นที่เพิ่มขึ้น และปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเขียวในทุกดำรับการทดลองมีค่าไม่น้อยกว่า 50 ส่วนต่อล้านส่วน ซึ่งถือได้ว่ามีเพียงพอแก่ความต้องการในต้นถั่วเขียวแล้ว (มนัส, 2525)

ปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.88 มิลลิกรัม/กระถาง และดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.76 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 30) โดยดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 200 และ 600 กก./ไร่

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเขียว จะปรากฏว่า ปริมาณกำมะถันที่ใส่ลงในพื้นที่ทำให้มีปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเขียวสูงขึ้น และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของกำมะถันที่ใส่ลงไปมากขึ้น

#### ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเขียว และปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเขียว

ปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 32.50 ส่วนต่อล้านส่วน และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 16.25 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 31) โดยดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับ ดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 และ 600 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300, 400 และ 500 กก./ไร่

ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันกับ ดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 และ 500 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจาก ตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	87.50 a
ใส่กำมะถัน 100	194.38 b
ใส่กำมะถัน 200	167.50 b
ใส่กำมะถัน 300	158.75 b
ใส่กำมะถัน 400	168.75 b
ใส่กำมะถัน 500	187.63 b
ใส่กำมะถัน 600	170.63 b
CV = 27.4 %	
LSD.05 = 66.11	
LSD.01 = 90.58	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบปริมาณแมงกานีสเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิกรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	0.76 a
ใส่กำมะถัน 100	1.88 b
ใส่กำมะถัน 200	1.62 b
ใส่กำมะถัน 300	1.53 b
ใส่กำมะถัน 400	1.24 ab
ใส่กำมะถัน 500	1.46 b
ใส่กำมะถัน 600	1.75 b
CV = 28.8 %	
LSD.05 = 0.63	
LSD.01 = 0.86	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	22.50 ab
ใส่กำมะถัน 100	16.88 a
ใส่กำมะถัน 200	16.25 a
ใส่กำมะถัน 300	28.75 bc
ใส่กำมะถัน 400	32.50 c
ใส่กำมะถัน 500	26.25 bc
ใส่กำมะถัน 600	21.25 ab
CV = 20.2 %	
LSD.05 = 7.04	
LSD.01 = 9.64	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในพืชทั่วไปมีความต้องการธาตุสังกะสีมากกว่า 20 ส่วนต่อล้านส่วน (มณัส, 2525) ดังนั้น จากตารางจะเห็นว่า ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 และ 200 กก./ไร่ ยังมีปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเขียวต่ำอยู่ ส่วนตำรับการทดลองที่มีการใส่กำมะถันมากกว่า 300 กก./ไร่ จะมีความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเขียวเพียงพอแล้ว

ปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.283 มิลลิกรัม/กระถาง และตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.157 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 32) โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกับ ตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400, 500 และ 600 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100 และ 200 กก./ไร่

ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกับ ตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน, ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 100, 500 และ 600 กก./ไร่ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ปริมาณกำมะถันที่ใส่ลงไปในดินทำให้มีปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเขียวสูงขึ้น และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของกำมะถันที่ใส่ลงไปมากขึ้น

**ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในต้นถั่วเขียว และปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเขียว**

ปริมาณความเข้มข้นในทองแดงในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 12.50 ส่วนต่อล้านส่วน และตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่กำมะถัน มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 9.38 ส่วนต่อล้านส่วน (ตารางที่ 33) ความเข้มข้นของทองแดงที่เป็นองค์ประกอบในพืชซึ่งเจริญเติบโตตามปกติ จะมีค่าเท่ากับ 6 ส่วนต่อล้านส่วน (มณัส, 2525) จากตารางจะเห็นว่า ในทุกตำรับการทดลองมีความเข้มข้นของทองแดงเพียงพอแล้ว

ปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบปริมาณสังกะสีเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากดำรับการทดลองต่างๆ

ดำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิกรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	0.205 ab
ใส่กำมะถัน 100	0.166 a
ใส่กำมะถัน 200	0.157 a
ใส่กำมะถัน 300	0.283 b
ใส่กำมะถัน 400	0.244 ab
ใส่กำมะถัน 500	0.206 ab
ใส่กำมะถัน 600	0.220 ab
CV = 26.3 %	
LSD.05 = 0.083	
LSD.01 = 0.113	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของทองแดงเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (ส่วนต่อล้านส่วน)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	9.38
ใส่กำมะถัน 100	11.25
ใส่กำมะถัน 200	11.25
ใส่กำมะถัน 300	11.25
ใส่กำมะถัน 400	11.25
ใส่กำมะถัน 500	12.50
ใส่กำมะถัน 600	10.63

  

CV	= 18.3 %
LSD.05	= 3.01
LSD.01	= 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 เปรียบเทียบปริมาณทองแดงเฉลี่ยทั้งหมดในต้นถั่วเขียวจากตำรับการทดลองต่างๆ

ตำรับการทดลอง (กก./ไร่)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิกรัม/กระถาง)
ไม่ได้ใส่กำมะถัน	0.086
ใส่กำมะถัน 100	0.108
ใส่กำมะถัน 200	0.110
ใส่กำมะถัน 300	0.111
ใส่กำมะถัน 400	0.084
ใส่กำมะถัน 500	0.095
ใส่กำมะถัน 600	0.108
CV = 21.2 %	
LSD.05 = 0.032	
LSD.01 = 0.043	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัม/กระถาง และดำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.084 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 34)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ปริมาณกำมะถันที่ใส่ลงไปในดินมีแนวโน้มที่จะทำให้มีปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเขียวสูงขึ้น เมื่อมีการเพิ่มกำมะถันให้มากขึ้น ซึ่งอาจมีเหตุผลเช่นเดียวกับปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเขียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ ที่มีผลต่อการปรับระดับ pH ของดิน ปริมาณธาตุอาหารในดิน การเจริญเติบโต และการดึงดูดธาตุอาหารของต้นถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 ที่ปลูกบนดินที่มีปูนในปริมาณสูง จากผลการวิเคราะห์ค่า pH ในดิน ปรากฏว่า การทดลองที่ใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดย pH ในดินจะลดลงเมื่อใส่กำมะถันลงไปในดินในปริมาณที่มากขึ้น แต่ค่า pH ของดินที่ลดลงนั้นยังอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชทั่วไป

ปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนในดิน ปรากฏว่า การทดลองที่ใส่กำมะถันในปริมาณต่างๆ กันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนในดินจะลดลงเมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในปริมาณที่เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากปริมาณกำมะถันที่ใส่ลงไปในดินไปมีผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินบางชนิด จึงมีผลต่อการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนในดินด้วย

ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน ปรากฏว่า ในแต่ละการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากค่า pH ของดินที่ยังมีค่าสูง จึงทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินละลายออกมาไม่มากพอที่จะทำให้เกิดความแตกต่างกัน

ปริมาณโพแทสเซียมในดิน ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในแต่ละการทดลอง โดยปริมาณโพแทสเซียมในดินมีแนวโน้มที่ลดลงจากการที่ใส่กำมะถันที่ใส่ลงไปในดินเกิดการออกซิไดส์แล้วได้ไฮโดรเจนไอออน ไปสลายโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินให้ออกมาเมื่อมีการชะล้างจึงส่งผลให้สูญเสียโพแทสเซียมไปได้ และอาจจะลดลงโดยต้นถั่วเขียวได้ดึงดูดธาตุโพแทสเซียมขึ้นไปใช้อีกด้วย

ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในดิน ปรากฏว่า ในแต่ละการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน โดยกำมะถันที่ใส่ลงไปในดิน มีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจมีเหตุผลเช่นเดียวกับปริมาณโพแทสเซียมในดิน และอีกประการหนึ่ง เนื่องจากดินที่ใช้ทดลองมีปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมสูง และมีค่า pH ค่อนข้างสูง เมื่อใส่กำมะถันไปในปริมาณที่มากขึ้นแล้วทำให้ pH ลดลง ก็ย่อมจะทำให้ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินลดลงด้วย

ปริมาณกำมะถันในดิน ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละการทดลอง โดยการใส่กำมะถันลงไปในดินเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณกำมะถันในดินเพิ่มขึ้นด้วย แต่ทั้งนี้ปริมาณกำมะถันที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เป็นสัดส่วนโดยตรงต่อกันเสมอ โดยเฉพาะเมื่อใส่กำมะถันในอัตราตั้งแต่ 400 กก./ไร่ ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเหล็ก, สังกะสี และทองแดง ปรากฏว่า ในแต่ละตำรับการทดลองไม่ความแตกต่างกัน เมื่อมีการใส่กำมะถันลงไปในดิน ไม่ได้ทำให้ปริมาณเหล็ก, สังกะสี และทองแดงในดินแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากปริมาณกำมะถันที่ใส่ลงไปในดิน ไม่ได้ทำให้ pH ในดินลดลง จนมีผลต่อการละลายของธาตุดังกล่าว

ปริมาณแมงกานีสในดิน ปรากฏว่า ในแต่ละตำรับการทดลองมีความแตกต่างกัน โดยการใส่กำมะถันลงไปในดิน มีผลให้การละลายของแมงกานีสในดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อใส่กำมะถันในอัตราที่มากกว่า 500 กก./ไร่

จากผลการเก็บข้อมูลตัวเลข ปรากฏว่า การเจริญเติบโตทางความสูง และน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเขียว มีความแตกต่างกันในตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน โดยต้นถั่วเขียวมีการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความสูง และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณของกำมะถันที่ใส่ลงไปในดินในอัตราที่เพิ่มขึ้น แต่ทั้งนี้ต้นถั่วเขียวได้มีการชะงักการเจริญเติบโตจากการเข้าทำลายของโรคและแมลง และอาจมีสาเหตุมาจากต้นถั่วเขียวมีการขาดธาตุอาหารบางชนิด จึงมีการเจริญเติบโตที่ไม่เป็นปกติ

เมื่อทำการวิเคราะห์พีช ปรากฏว่า ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว มีความแตกต่างกันในแต่ละตำรับการทดลอง และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละตำรับการทดลอง โดยมีผลมาจากสภาพดินที่ยังไม่อยู่ในชั้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว ตามปริมาณของกำมะถันที่ใส่เพิ่มขึ้น จึงทำให้การดึงดูดธาตุไนโตรเจนของต้นถั่วเขียวไม่แตกต่างกัน

ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว ปรากฏว่า ในแต่ละตำรับการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกัน และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเขียว มีความแตกต่างกัน โดยมีลักษณะลดลงตามปริมาณของกำมะถันที่ใส่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเนื่องมาจากต้นถั่วเขียวเจริญเติบโตดีขึ้นและดึงดูดธาตุฟอสฟอรัสไปใช้ได้มากขึ้น แต่ก็สูญเสียไปกับการทำลายของแมลงศัตรูพืชบางส่วน จึงมีปริมาณลดลง

ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละตำรับการทดลอง และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว มีความแตกต่างกัน โดยปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวมีความแปรปรวนอยู่มาก

ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียม และปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ไม่มีความแตกต่างกันในตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถัน โดยสภาพดินยังไม่ผลต่อการปลดปล่อยธาตุแคลเซียมออกจากดินได้มากพอที่ต้นถั่วเขียวจะดึงดูดธาตุแคลเซียมขึ้นไปได้มากขึ้น

ปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นถั่วเขียว ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละตำรับ การทดลอง และปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียว มีความแตกต่างกัน โดยปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวมีความแปรปรวนอยู่มาก

ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถัน และปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเขียว มีความแตกต่างกันในการทดลองที่ใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ กัน โดยเมื่อใส่กำมะถันลงไปในดินเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในต้นถั่วเขียวเพิ่มขึ้น และการดึงดูธาตุกำมะถันของต้นถั่วเขียวก็เพิ่มขึ้นตามอัตราที่ใส่ลงไปด้วย

ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กและทองแดง และปริมาณเหล็กและทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเขียว ตำรับการทดลองที่ใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน โดยปริมาณของกำมะถันที่ใส่ลงไปในดินยังไม่มีผลต่อการเพิ่มธาตุเหล็กและทองแดงในดิน จนเมื่อต้นถั่วเขียวดึงดูคไปใช้จึงยังมีธาตุเหล็กและทองแดงน้อยอยู่ แต่ทั้งนี้ปริมาณความเข้มข้นของเหล็กและทองแดงในต้นถั่วเขียวก็ถือได้ว่ามีเพียงพอแก่ความต้องการของต้นถั่วเขียวแล้ว

ปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสและสังกะสี และปริมาณแมงกานีสและสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเขียว มีความแตกต่างกันในการทดลองต่างๆ โดยปริมาณแมงกานีสและสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเขียว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใส่กำมะถันลงไปในดินเพิ่มขึ้น สำหรับปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเขียว ในทุกตำรับการทดลองได้มีเพียงพอแก่ความต้องการของต้นถั่วเขียวแล้ว ส่วนปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเขียว จะเห็นว่าเมื่อมีการใส่กำมะถันในอัตราที่น้อยกว่า 300 กก./ไร่ มีแนวโน้มที่ต้นถั่วเขียวจะดึงดูธาตุสังกะสีเข้าไปไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

## เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2525. ถั่วเขียว. กรมส่งเสริมการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 62 หน้า.
- เกษมศรี ชับซ้อน. 2536. ปฐพีวิทยา. ศูนย์ฝึกอบรมวิศกรรมเกษตรบางพูน, กองวิทยาลัยเกษตรกรรม, กรมอาชีวศึกษา, กรุงเทพฯ. 258 หน้า.
- คณาจารย์หมวดพืชไร่. 2516. คู่มือประกอบคำบรรยาย พืชไร่ 211 (พืชเศรษฐกิจ). ภาควิชาพืชศาสตร์, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 282 หน้า.
- จรงค์ จันท์เจริญสุข. 2530. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 279 หน้า.
- ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ และแจ่มจันทร์ วิจารจรณ์. 2527. รายงานการวิจัยดินและปุ๋ยถั่วลิสงของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วลิสง ครั้งที่ 3 19-29 เมษายน 2527. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 229-248.
- ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2528. การศึกษาปัญหาของจุลธาตุอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตของถั่วลิสงในดินชุดตาคีและแนวทางการแก้ไข. รายงานการสัมมนาเรื่องงานวิจัยถั่วลิสง ครั้งที่ 4 19-27 กุมภาพันธ์ 2528. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 144-148.
- ทรงเชาว์ อินสมพันธ์. 2531. พืชไร่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เล่ม 1. ภาควิชาพืชไร่, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 281 หน้า.
- ประเสริฐ อมริต. 2528. การศึกษาปัญหาจุลธาตุอาหาร (เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง) ที่เป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในดินชุดตาคีและแนวทางแก้ไข. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปิยะ ดวงพัตรา. 2512. ดินเสื่อมจุลธาตุ. เกษตรสาร. 1:51-55.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มพูน กীরติกสิกร. 2528. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.  
249 หน้า.

เพิ่มพูน ศักดิ์เกษม. 2531. ถั่วเขียว. ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเกษตรกร, กรุงเทพฯ. 72 หน้า.

ไพบุลย์ ประพฤติธรรม. 2528. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ. 502 หน้า.

ไพบุลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2530. เคมีดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ และอนุรักษ์ศาสตร์, มหาวิทยาลัย  
เชียงใหม่, เชียงใหม่. 190 หน้า.

มนฤดี รัตนวิบูลย์. 2536. ผลของการให้ธาตุเหล็กทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์  
ไทนาน 9 เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระ  
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

สุวพันธ์ รัตนะรัต, ชลาวุฒิ ละเอียด, สมพงษ์ ดิษฐสันเทียะ และเฉลียว ดิษฐสันเทียะ. 2529. ผล  
การพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบต่อถั่วลิสงที่ปลูกในดินเหนียวสีดำ. รายงานการสัมมนาถั่วลิสง ครั้งที่  
5 19-21 มีนาคม 2529. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 386-388.

สรสิทธิ์ วิชโรทยาน, ถวิล ครุชกุล, ไพบุลย์ ประพฤติธรรม และอำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2527. ความ  
อุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 777  
หน้า.

ไสว พงษ์เก่า. 2534. พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1. ภาควิชาพืชไร่, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 478 หน้า.

อนุพร สุวรรณวาทกสิกิจ. 2530. ถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ที่ทำรายได้ดี. เกษตรก้าวหน้า. 2:24-31.

เอิบ เขียวรินรมณ์. 2533. ดินของประเทศไทย. ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ. 651 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. 30:86-89.

Hausenbuiller, R. L. 1985. Soil Science: principles and practices. Wm. C. Brown Publ. Co. Inc., Dubuque. 610 p.

Kannan, S. 1984. Problems of iron deficiency in different crop plants in India : Causative factors and control measures. J. Plant Nutr. 7:187-200.

Kannan, S. 1988. Occurrence of iron deficiency in important crops in Maharashtra and Tamil Nadu States in India. J. Plant Nutr. 11:1285-1293.

Lindsay, W. L. 1979. Chemical Equilibria in Soils. John Wiley and Sons, Inc., Fort Collins. 449 p.

Naik, G. R. 1988. Use of low grade iron pyrite as a amendment for calcareous alkaline soil to improve sugarcane productivity in India. J. Plant Nutr. 11:1451-1458.

Rending, V. V. and H. M. Taylor. 1989. Principle of Soil-Plant Interrelationships. McGraw-Hill Publishing Company, New York. 275 p.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35 ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดินรวมก่อนปลูก

ปฏิกิริยาดิน (pH)	7.51	
อินทรีย์วัตถุ (OM)	4.41	เปอร์เซ็นต์
ไนโตรเจน (N)	0.22	เปอร์เซ็นต์
ฟอสฟอรัส (P)	106.88	ส่วนต่อล้านส่วน
โพแทสเซียม (K)	25.00	ส่วนต่อล้านส่วน
แคลเซียม (Ca)	20.10	กรัม/กิโลกรัม
แมกนีเซียม (Mg)	1.05	กรัม/กิโลกรัม
กำมะถัน (S)	100.00	ส่วนต่อล้านส่วน
เหล็ก (Fe)	1.98	ส่วนต่อล้านส่วน
แมงกานีส (Mn)	8.10	ส่วนต่อล้านส่วน
สังกะสี (Zn)	4.32	ส่วนต่อล้านส่วน
ทองแดง (Cu)	0.14	ส่วนต่อล้านส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36 แสดงปฏิกิริยาดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	7.59	7.52	8.11	7.27	7.62
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	7.25	7.32	7.64	7.44	7.41
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	7.35	7.30	7.31	7.48	7.36
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	7.32	7.17	7.69	7.21	7.35
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	7.26	7.32	7.50	7.25	7.33
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	7.30	7.15	7.57	7.20	7.31
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	7.20	7.18	7.48	7.31	7.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37 แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังจากใส่กัมมะถันในอัตราต่างๆ (เปอร์เซ็นต์)

ตัวรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กัมมะถัน	2.37	2.44	2.45	2.34	2.40
ใส่กัมมะถัน 100 กก./ไร่	2.48	2.41	2.28	2.34	2.38
ใส่กัมมะถัน 200 กก./ไร่	2.34	2.28	2.21	2.55	2.35
ใส่กัมมะถัน 300 กก./ไร่	2.14	2.07	2.21	2.10	2.13
ใส่กัมมะถัน 400 กก./ไร่	2.07	2.14	2.00	1.86	2.02
ใส่กัมมะถัน 500 กก./ไร่	2.00	1.79	1.86	1.93	1.90
ใส่กัมมะถัน 600 กก./ไร่	2.00	1.93	1.97	1.90	1.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38 แสดงปริมาณไนโตรเจนในดินหลังจากใส่ก้ามะถันในอัตราต่างๆ (เปอร์เซ็นต์)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่ก้ามะถัน	0.119	0.122	0.122	0.117	0.120
ใส่ก้ามะถัน 100 กก./ไร่	0.124	0.121	0.114	0.117	0.119
ใส่ก้ามะถัน 200 กก./ไร่	0.117	0.114	0.110	0.128	0.117
ใส่ก้ามะถัน 300 กก./ไร่	0.107	0.104	0.110	0.105	0.107
ใส่ก้ามะถัน 400 กก./ไร่	0.104	0.107	0.100	0.093	0.101
ใส่ก้ามะถัน 500 กก./ไร่	0.100	0.090	0.093	0.097	0.095
ใส่ก้ามะถัน 600 กก./ไร่	0.100	0.097	0.098	0.095	0.098

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	54.75	57.63	27.38	51.25	47.75
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	52.00	51.25	31.88	32.75	41.97
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	36.25	61.63	59.00	35.50	48.10
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	52.00	36.50	51.00	31.88	42.85
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	32.75	50.25	28.13	35.75	36.72
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	59.50	54.25	30.00	36.25	45.00
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	36.13	77.25	33.75	34.63	45.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40 แสดงปริมาณโพแทสเซียมในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	192.00	214.00	177.00	240.00	205.75
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	218.00	132.00	175.00	157.00	170.50
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	160.00	198.00	189.00	141.00	172.00
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	172.00	183.00	214.00	126.00	173.75
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	142.00	172.00	144.00	168.00	156.50
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	176.00	158.00	125.00	115.00	143.50
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	184.00	188.00	138.00	153.00	165.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41 แสดงปริมาณแคลเซียมในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (กรัม/กิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	73.60	47.10	29.15	55.95	51.45
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	53.95	45.00	38.70	40.05	44.43
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	39.70	31.35	34.90	33.60	34.89
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	27.35	40.45	42.35	40.70	37.71
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	31.85	42.85	44.25	36.05	38.75
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	63.65	42.45	48.50	22.55	44.29
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	45.80	29.90	43.55	33.40	38.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42 แสดงปริมาณแมงกานีสในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (กรัมกิโลกรัม)

ตัวรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	1.40	0.95	1.15	1.05	1.14
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	1.45	0.75	0.85	0.90	0.99
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	1.10	1.15	1.25	0.90	1.10
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	1.75	0.75	0.85	1.25	1.15
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	0.80	0.85	1.10	0.90	0.91
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	0.70	1.40	0.75	1.15	1.00
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	1.35	0.50	0.90	1.15	0.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43 แสดงปริมาณกำมะถันในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ดำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	2.50	3.96	1.04	1.88	2.35
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	31.67	33.33	77.78	62.50	51.32
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	187.50	260.42	245.83	113.89	201.91
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	200.00	237.50	225.00	170.83	208.33
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	520.83	329.17	470.83	341.67	415.63
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	337.50	470.83	412.50	391.67	403.13
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	456.25	429.17	366.67	391.67	410.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 44 แสดงปริมาณเหล็กในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	2.08	3.06	3.20	3.08	2.86
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	1.92	1.08	4.44	3.36	2.70
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	1.58	2.98	3.96	4.14	3.17
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	1.48	4.36	3.86	4.36	3.52
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	2.40	2.16	4.70	4.30	3.39
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	2.26	3.14	3.56	3.54	3.13
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	2.24	2.94	3.90	3.62	3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 45 แสดงปริมาณแมงกานีสในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	11.86	12.70	18.30	13.84	14.18
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	24.04	8.02	23.64	16.06	17.94
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	10.70	14.92	18.66	15.20	14.87
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	12.32	18.98	20.82	19.72	17.96
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	22.22	12.96	22.82	21.30	19.83
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	25.04	24.06	20.40	18.38	21.97
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	16.68	20.62	26.22	24.74	22.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46 แสดงปริมาณสังกะสีในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ดำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	6.02	4.02	4.50	5.90	5.11
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	3.68	4.56	5.02	4.34	4.40
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	5.60	5.48	5.32	4.92	5.33
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	4.30	5.74	4.28	4.50	4.71
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	5.24	5.66	6.04	6.28	5.81
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	4.14	4.78	9.18	3.86	5.49
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	5.30	4.52	4.22	4.32	4.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 47 แสดงปริมาณทองแดงในดินหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	0.80	0.12	0.48	0.30	0.25
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	0.32	0.22	0.24	0.28	0.27
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	0.18	0.26	0.34	0.08	0.22
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	0.04	0.26	0.08	0.26	0.16
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	0.04	0.26	0.20	0.16	0.17
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	0.10	0.26	0.30	0.06	0.18
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	0.02	0.12	0.20	0.24	0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 48 แสดงความสูงของต้นถั่วเขียวก่อนเก็บเกี่ยวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ  
(เซนติเมตร)

ดำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	38.00	30.33	31.00	28.33	31.92
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	31.33	34.67	29.67	35.67	32.84
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	33.67	37.33	36.67	41.67	37.34
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	36.00	44.00	38.00	38.67	39.17
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	38.67	35.67	41.00	35.33	37.67
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	37.00	35.33	44.67	32.33	37.33
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	35.00	35.33	40.33	32.67	35.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 49 แสดงน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (กรัม/กระถาง)

ดำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	12.10	7.71	8.54	9.37	9.43
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	7.75	10.58	10.76	9.22	9.58
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	12.04	8.53	10.40	7.96	9.73
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	8.88	10.30	12.08	8.24	9.88
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	9.25	7.14	6.27	7.09	7.44
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	8.57	10.04	6.13	6.59	7.83
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	9.76	9.32	11.88	9.93	10.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 50 แสดงปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่ก้ามะถันในอัตราต่างๆ (เปอร์เซ็นต์)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่ก้ามะถัน	2.10	2.73	3.15	2.91	2.72
ใส่ก้ามะถัน 100 กก./ไร่	2.80	2.52	2.77	2.73	2.71
ใส่ก้ามะถัน 200 กก./ไร่	2.31	2.73	2.59	2.42	2.51
ใส่ก้ามะถัน 300 กก./ไร่	2.31	2.87	2.84	2.91	2.73
ใส่ก้ามะถัน 400 กก./ไร่	2.73	2.87	2.80	2.70	2.78
ใส่ก้ามะถัน 500 กก./ไร่	2.63	3.33	2.84	2.80	2.90
ใส่ก้ามะถัน 600 กก./ไร่	2.56	2.63	2.59	2.42	2.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 51 แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (มิลลิกรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	254.10	210.50	269.00	272.70	251.58
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	217.00	266.60	298.10	251.70	258.35
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	278.10	232.90	269.40	192.60	243.25
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	205.10	295.60	343.10	239.80	270.90
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	252.50	204.90	175.60	191.40	206.10
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	225.40	334.30	174.10	184.50	229.58
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	249.90	245.10	307.70	240.30	260.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 52 แสดงปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (กรัม/กิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	3.00	3.65	7.00	7.15	5.20
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	3.93	3.30	7.30	7.00	5.38
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	2.88	3.13	3.58	7.00	4.15
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	3.13	3.93	3.58	3.30	3.49
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	3.40	3.65	3.58	3.30	3.48
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	3.78	7.00	3.65	3.93	4.59
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	3.40	3.30	3.58	3.00	3.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 53 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ  
(มิลลิกรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	36.30	28.10	59.90	67.00	47.83
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	30.50	34.90	78.50	64.50	52.10
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	34.70	26.70	37.20	55.70	38.58
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	27.80	40.50	43.20	27.20	34.68
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	31.50	26.10	22.40	23.40	25.85
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	32.40	70.30	22.40	25.90	37.75
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	33.20	37.60	42.50	29.80	35.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 54 แสดงปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (กรัม/กิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	8.09	12.81	10.61	10.83	10.59
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	11.31	9.80	11.03	11.18	10.83
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	9.84	8.60	9.12	10.57	9.53
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	10.40	11.46	10.17	11.99	11.01
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	9.50	11.49	11.03	11.34	10.84
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	11.24	10.32	11.49	10.91	10.99
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	11.03	9.32	10.50	10.37	10.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 55 แสดงปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (มิลลิกรัม/กระถาง)

ดำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	97.90	98.80	90.60	101.50	97.20
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	87.80	103.70	118.70	103.10	103.33
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	118.50	73.40	94.80	84.10	92.70
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	92.40	118.00	122.90	98.80	108.03
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	87.90	82.00	69.20	80.40	79.88
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	96.30	103.60	70.40	71.90	85.55
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	107.70	86.90	124.70	103.00	105.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 56 แสดงปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (กรัม/กิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	12.58	14.38	13.28	16.72	14.24
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	9.77	21.33	17.50	19.06	16.92
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	14.61	18.13	20.16	22.58	18.87
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	7.89	15.00	20.94	11.95	13.95
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	8.44	16.17	26.17	31.88	20.67
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	21.02	12.27	19.69	29.69	20.67
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	9.30	12.19	18.67	24.38	16.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 57 แสดงปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ  
(มิลลิกรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	152.20	110.90	113.40	156.70	133.30
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	75.70	225.70	188.30	175.70	166.40
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	157.90	154.60	209.70	179.70	175.50
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	70.10	154.50	253.00	98.50	144.00
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	78.10	115.50	164.10	226.00	145.90
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	180.10	123.20	120.70	195.70	154.90
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	90.80	113.60	221.80	242.10	167.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 58 แสดงปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (กรัม/กิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	2.81	4.53	3.75	2.81	3.48
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	5.16	3.75	3.91	3.67	4.12
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	3.98	3.67	3.83	4.06	3.89
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	3.75	3.20	3.59	3.36	3.48
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	3.59	3.13	4.06	3.91	3.67
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	3.52	3.59	3.83	3.91	3.71
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	3.13	3.20	4.06	4.22	3.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 59 แสดงปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (กรัม/กระถาง)

ตัวรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	34.00	34.90	32.00	26.30	31.80
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	40.00	39.70	42.10	33.80	38.90
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	47.90	31.30	39.80	32.30	37.83
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	33.30	33.00	43.40	27.70	34.35
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	33.20	22.30	25.50	27.70	27.18
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	30.20	36.00	23.50	25.80	28.88
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	30.50	30.00	48.20	41.90	37.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 60 แสดงปริมาณความเข้มข้นของกำมะถันในดินถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตรา  
ต่างๆ (กรัม/กิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	31.25	52.08	156.25	114.58	88.54
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	156.25	218.75	187.50	114.58	169.27
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	52.08	114.58	83.33	52.08	75.52
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	218.75	114.58	187.75	156.25	169.33
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	114.58	187.50	156.25	187.50	161.46
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	114.58	250.00	187.75	218.75	192.77
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	31.25	114.58	83.33	52.08	70.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 61 แสดงปริมาณกำมะถันทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ  
(กรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	0.38	0.40	1.33	1.07	0.80
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	1.12	2.31	2.02	1.06	1.63
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	0.63	0.98	0.87	0.41	0.72
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	1.94	1.18	2.27	1.29	1.67
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	1.06	1.34	0.98	1.33	1.18
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	0.98	2.51	1.15	1.44	1.52
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	0.31	1.07	0.99	0.52	0.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 62 แสดงปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	230.00	237.50	302.50	297.50	266.88
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	210.00	285.00	275.00	252.00	255.63
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	325.00	237.50	215.00	200.00	244.38
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	327.50	307.50	170.00	192.50	249.38
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	240.00	215.00	187.50	352.50	248.75
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	167.50	155.00	185.00	135.00	160.63
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	162.50	120.00	317.50	235.00	208.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 63 แสดงปริมาณเหล็กทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ  
(มิลลิกรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	2.783	1.831	2.583	2.788	2.496
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	1.628	3.015	2.959	2.328	2.483
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	3.913	2.026	2.236	1.592	2.442
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	2.908	3.167	2.054	1.586	2.429
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	2.220	1.535	1.176	2.499	1.858
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	1.436	1.556	1.134	0.890	1.254
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	1.586	1.118	3.772	2.334	2.203

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 64 แสดงปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	50.00	197.50	42.50	60.00	87.50
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	150.00	182.50	202.50	242.50	194.38
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	160.00	180.00	162.50	167.50	167.50
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	187.50	135.00	120.0	192.50	158.75
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	157.50	160.00	230.00	127.50	168.75
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	167.50	182.50	190.00	210.50	187.63
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	112.50	150.00	175.00	245.00	170.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 65 แสดงปริมาณแมงกานีสทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ  
(มิลลิกรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	0.61	1.52	0.36	0.56	0.76
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	1.16	1.93	2.18	2.24	1.88
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	1.93	1.54	1.69	1.33	1.62
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	1.67	1.39	1.45	1.59	1.53
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	1.46	1.14	1.44	0.90	1.24
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	1.44	1.83	1.16	1.39	1.46
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	1.10	1.40	2.08	2.43	1.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 66 แสดงปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่าง ๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	17.50	27.50	30.00	15.00	22.50
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	10.00	15.00	22.50	20.00	16.88
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	12.50	17.50	20.00	15.00	16.25
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	30.00	32.50	25.00	27.50	28.75
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	35.00	27.50	30.00	37.50	32.50
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	27.50	25.00	22.50	30.00	26.25
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	20.00	17.50	25.00	22.50	21.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 67 แสดงปริมาณสังกะสีทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ  
(มิลลิกรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	0.212	0.212	0.256	0.141	0.205
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	0.078	0.159	0.242	0.184	0.166
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	0.151	0.149	0.208	0.119	0.157
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	0.266	0.335	0.302	0.227	0.283
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	0.324	0.196	0.188	0.266	0.244
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	0.236	0.251	0.138	0.198	0.206
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	0.195	0.163	0.297	0.223	0.220

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 68 แสดงปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ (ส่วนต่อล้านส่วน)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	5.00	7.50	12.50	12.50	9.38
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	12.50	10.00	12.50	10.00	11.25
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	10.00	10.00	15.00	10.00	11.25
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	12.50	12.50	10.00	10.00	11.25
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	12.50	10.00	12.50	10.00	11.25
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	12.50	10.00	15.00	12.50	12.50
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	12.50	10.00	10.00	10.00	10.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 69 แสดงปริมาณทองแดงทั้งหมดในต้นถั่วเขียวหลังจากใส่กำมะถันในอัตราต่างๆ  
(มิลลิกรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
ไม่ใส่กำมะถัน	0.061	0.058	0.107	0.117	0.086
ใส่กำมะถัน 100 กก./ไร่	0.097	0.106	0.135	0.092	0.108
ใส่กำมะถัน 200 กก./ไร่	0.120	0.085	0.156	0.080	0.110
ใส่กำมะถัน 300 กก./ไร่	0.111	0.129	0.121	0.082	0.111
ใส่กำมะถัน 400 กก./ไร่	0.116	0.071	0.078	0.071	0.084
ใส่กำมะถัน 500 กก./ไร่	0.107	0.100	0.092	0.082	0.095
ใส่กำมะถัน 600 กก./ไร่	0.122	0.093	0.119	0.099	0.108



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้