

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยประจำปี 2544

เรื่อง

การศึกษาผลของการใช้กำมะถันปรับปรุงดินที่มีแคลเซียมสูง
สำหรับถั่วเขียว

A Study of the Effect of Elemental Sulfur Applied to a Calcareous Soil
for Mungbeans

โดย

ผศ.ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

RCH

SB

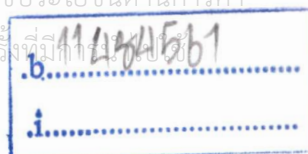
317

•M85

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของหอสมุดที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เลขหมู่..... 58417


เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี..... - 6 ส.ค. 2549



คำนำ

โครงการวิจัยเรื่อง "การศึกษาผลของการใช้กัมมะถันปรับปรุงดินที่มีแคลเซียมสูงสำหรับถั่วเขียว" ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณเพื่อการวิจัย ประจำปี 2544 เป็นโครงการเดี่ยว ที่ข้าพเจ้าเป็นหัวหน้าโครงการ และดำเนินการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว โดยไม่มีผู้ร่วมงานวิจัยแต่อย่างใด

หลังจากงานทดลองปลูกพืชในแปลงทดลองเสร็จสิ้นลง และเก็บรวบรวมข้อมูลตัวเลขแล้ว ข้าพเจ้ายังไม่สามารถเขียนรายงานผลการวิจัยให้เสร็จสมบูรณ์ในเวลาอันควร เนื่องจากภาระงานด้านการเรียนการสอนทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ต่อเนื่อง ประกอบกับข้าพเจ้าต้องไปปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งบริหารอยู่อีกชั่วระยะเวลาหนึ่ง บัดนี้ข้าพเจ้าได้เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์เล่มนี้เสร็จแล้ว หวังว่าจะเป็นประโยชน์ในด้านให้ข้อมูลแก่นักวิจัยเพื่อทำการค้นคว้าทดลองสืบต่อไป


ผศ.ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช

สิงหาคม 2547



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความร่วมมือและช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกจาก คุณวิทยา มาสร้างสวรรค์ นักวิชาการเกษตร 8 และคุณชลวุฒิ ละเอียด นักวิชาการเกษตร 8 ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะและคำปรึกษาในเรื่องการเลือกสถานที่ทำการทดลองและการติดต่อประสานงานต่างๆ โดยเฉพาะ คุณชลวุฒิ ละเอียด ได้กรุณาช่วยเหลือในด้านการปฏิบัติงานในแปลงทดลองและเก็บตัวอย่างดิน พืช รวมทั้งการบันทึกข้อมูลการทดลอง

คุณนุจรี บุญแปลง นักวิทยาศาสตร์ 6 ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ช่วยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชให้ทั้งหมด และที่สำคัญได้กรุณารับพิมพ์รายงานผลการวิจัยเรื่องนี้จนทำเป็นรูปเล่มได้โดยสมบูรณ์

นอกจากนี้ ดร.ไพโรจน์ พันธุ์พฤษฯ นักวิชาการเกษตร 8 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ ให้ความสะดวกในเรื่องวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขในทางสถิติ ข้าพเจ้าจึงขอขอบคุณในความกรุณาเอื้อเฟื้อของทุกท่านที่กล่าวนามมานี้เป็นอย่างสูง

ผศ.ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
สารบัญตาราง	iii
สารบัญรูป	v
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	6
ผลการทดลองและวิจารณ์	10
สรุป	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาผลของการใส่กำมะถันผงที่มีผลต่อ pH ของดิน การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของถั่วเขียว เมื่อปลูกในดินเหนียว โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design จำนวน 3 ซ้ำ Treatment ประกอบด้วย การใส่กำมะถันผงในอัตรา 0, 200, 400, 600, 800, 1,000 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ให้แก่ทุก Treatment เพื่อให้ต้นถั่วเขียวได้รับธาตุอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตตามปกติ

ผลการทดลองปรากฏว่า ค่า pH ของดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วเขียวจาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราต่างๆ กัน มีความแตกต่างกันในทางสถิติ การใส่กำมะถันผงทำให้ค่า pH ของดินลดลงจากเดิมที่ไม่ใส่กำมะถันผง แต่เมื่อใส่กำมะถันผงในอัตราสูงเกินอัตรา 200 กิโลกรัม/ไร่ แล้ว ก็ไม่ทำให้ค่า pH ของดินลดลงแตกต่างกัน ความสูงของต้นถั่วเขียวเมื่อมีอายุ 30 วัน จาก Treatment ต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในทำนองเดียวกัน เบอร์เซ็นต์ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว รวมทั้งปริมาณธาตุอาหารหลักเหล่านี้ เมื่อคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติในระหว่าง Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราต่างๆ นอกจากนั้นน้ำหนักถั่วเขียว 100 เมล็ด จาก Treatment เหล่านี้ก็ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ก็มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวเมื่อคิดเป็นกิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกันในระหว่าง Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน ดังนั้นการใส่กำมะถันผงลงในดินเหนียวในอัตราสูงขึ้นไป มีแนวโน้มที่จะทำให้ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวเพิ่มขึ้นเช่นกัน

Abstract

The experiment was conducted to study the effect of the application of granular elemental sulfur on the soil pH, the growth, and the yield of the mungbean grown in a calcareous soil. Randomized complete block design was employed with 3 replications. The treatments were comprised of the rates of granular sulfur applied to soil at 0, 200, 400, 600, 800, and 1,000 kg./rai. Thirty kilograms per rai of 15-15-15 fertilizer were also applied to each treatment to provide sufficient mineral nutrients for the mungbean plants.

The results of the experiments showed that the soil pH after harvest had significant difference among the treatments. The pH of the soil treated with granular sulfur was lower than that without sulfur treatment. However, any treatment with granular sulfur at the rates greater than 200 kg./rai could not further lowering pH of the soil. The heights of mungbean plants at 30 days after emergence were not significantly different among the treatments.

The percentages of N, P, and K in the mungbean plants, as well as the contents of these nutrient elements in milligrams per plant did not have any significant difference among the treatments. In addition, the weights of 100 mungbean seeds among the treatments were not different from one another. However, the yield of mungbeans treated with various rates of granular sulfur tended to increase with the rate of sulfur application.

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปลี่ยนแปลง pH ของดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วเขียว จาก Treatment ที่ใส่กำมะถัน ผงในอัตราแตกต่างกัน	10
2	ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเขียวคิดเป็นเซนติเมตรจาก Treatment ต่างๆ เมื่อมีอายุได้ 30 วัน	12
3	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงใน อัตราแตกต่างกัน	13
4	ปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน (มิลลิกรัม/ต้น) จาก Treatment ที่ใส่ กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน	13
5	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผง ในอัตราแตกต่างกัน	15
6	ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน (มิลลิกรัม/ต้น) จาก Treatment ที่ใส่ กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน	16
7	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผง ในอัตราแตกต่างกัน	17
8	ปริมาณโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน (มิลลิกรัม/ต้น) จาก Treatment ที่ ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน	18
9	น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด (กรัม) จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตรา แตกต่างกัน	19
10	ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวจาก Treatment ต่างๆ หลังจากใส่กำมะถันผงในอัตราแตก ต่างกัน	20
11	ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดินรวม (Composite sample) จากแปลงทดลองก่อนปลูกถั่ว เขียว	26
12	ค่า pH ของดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วเขียวในแปลงย่อยที่ใส่กำมะถันผงก่อนปลูกในอัตรา ต่างๆ	26
13	ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเขียวเป็นเซนติเมตร เมื่ออายุได้ 30 วัน (เฉลี่ยจากจำนวน 10ต้น/แปลงย่อย)	26
14	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวอายุ 30 วัน จากแปลงย่อยที่ใส่กำมะถันผงใน อัตราต่างๆ	27

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จากแปลงย่อยที่ใส่กัมมะถันผงในอัตราต่างๆ	27
16	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จากแปลงย่อยที่ใส่กัมมะถันผงในอัตราต่างๆ	27
17	ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จากแปลงย่อยที่ใส่กัมมะถันผงในอัตราต่างๆ	28
18	เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จากแปลงย่อยที่ใส่กัมมะถันผงในอัตราต่างๆ	28
19	ปริมาณโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จากแปลงย่อยที่ใส่กัมมะถันผงในอัตราต่างๆ	28
20	น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว จำนวน 100 เมล็ด จากแปลงย่อยที่ใส่กัมมะถันผงในอัตราต่างๆ	29
21	ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวคิดเป็นกิโลกรัมต่อไร่ จากแปลงย่อยที่ใส่กัมมะถันผงในอัตราต่างๆ	29

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	กราฟแสดงค่า pH ของดินหลังทำการเก็บเกี่ยวถั่วเขียวจาก Treatment ที่ใส่ กำมะถันผงก่อนปลูกในอัตราแตกต่างกัน	11
2	กราฟแสดงค่าความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเขียวเป็นเซนติเมตร จาก Treatment ต่างๆ เมื่อมีอายุได้ 30 วัน	12
3	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่ กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน	14
4	กราฟแสดงปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่ กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน	14
5	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่ กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน	15
6	กราฟแสดงปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่ กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน	16
7	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่ กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน	17
8	กราฟแสดงปริมาณโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่ กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน	18
9	กราฟแสดงน้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงใน อัตราแตกต่างกัน	20
10	กราฟเปรียบเทียบผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวจาก Treatment ต่างๆ หลังจากใส่กำมะถัน ผงในอัตราแตกต่างกัน	21

ผลการศึกษของการใช้กำมะถันผงปรับปรุงดินที่มีแคลเซียมสูงสำหรับถั่วเขียว

A Study of the Effect of Elemental Sulfur Applied to a Calcareous Soil for Mungbeans

บทนำ

ถั่วเขียว (*Vigna radiata*) เป็นพืชไร่ชนิดหนึ่งซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย และเป็นพืชที่กสิกรนิยมปลูกกันมาก เพราะเป็นพืชปลูกง่าย และต้องการปฏิบัติดูแลรักษาไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดอื่นๆ อีกหลายชนิด ปีหนึ่งๆ ประเทศไทยปลูกถั่วเขียวคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 2,000,000 ไร่ ในปี 2542 ประเทศไทยผลิตถั่วเขียวได้ 239,600 ตัน จากเนื้อที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด 1,948,000 ไร่ คิดเป็นมูลค่า 2,616.4 ล้านบาท และส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ประมาณ 33,400 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 573.5 ล้านบาท ส่วนที่ใช้บริโภคภายในประเทศมีมากถึง 206,200 ตัน (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2543ก.) และมีแนวโน้มว่า ปริมาณการส่งออกถั่วเขียวจะเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี ประการสำคัญก็คือ ถั่วเขียวจัดว่าเป็นพืชอาหารที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพราะเมล็ดถั่วเขียวใช้เป็นอาหารโดยตรงและเป็นอาหารประเภทโปรตีน รวมทั้งยังใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารบางชนิด ส่วนต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเมล็ดก็นิยมบริโภคเป็นผักสดกันมาก ความต้องการในประเทศจึงมีอยู่ในปริมาณสูงดังได้กล่าวมาแล้ว

พื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกถั่วเขียวมีลักษณะเช่นเดียวกับพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกพืชไร่ชนิดอื่นๆ ดังนั้นพื้นที่ปลูกถั่วเขียวในประเทศไทย จึงมีอยู่ในบริเวณภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2543ข.) เพราะดินที่ใช้ปลูกพืชไร่ในบริเวณเหล่านั้น ส่วนใหญ่เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม ดินในพื้นที่บางแห่งก็มีสภาพแตกต่างไปจากดินโดยทั่วไป ถึงแม้จะมีลักษณะเช่นเดียวกับดินที่ใช้ปลูกพืชไร่อื่น ๆ เป็นส่วนมาก แต่บางแห่งดินก็มีสมบัติเป็นต่างจนกระทั่งเกือบต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปแล้วดินดังกล่าว มีค่า pH ประมาณ 7.0-8.0 เนื่องจากมีปูนหรือธาตุแคลเซียมอยู่ในปริมาณสูง ซึ่งจัดอยู่ในจำพวกดินเนื้อปูน หรือ ดินแคลคาเรียส (Calcareous soils) ดินชนิดนี้มักพบอยู่ในเขตจังหวัด นครสวรรค์ ลพบุรี และสระบุรี (สรสิทธิ์ และคณะ, 2527; เويب, 2534) ที่เป็นแหล่งปลูกพืชไร่ที่สำคัญหลายชนิด รวมทั้งถั่วเขียวเข้าไปด้วย

โดยธรรมชาติแล้ว ดินแคลคาเรียสมีลักษณะเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง แต่มีสมบัติเป็นต่าง ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชหลายชนิดลดน้อยลงมาก จนเป็นเหตุให้จำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช จากการศึกษาทดลองที่ผ่านมานั้นปรากฏว่า มีการใช้กำมะถันผง (Elemental sulfur) และสารประกอบเคมีบางชนิด ได้แก่ ไพไรต์ (FeS_2) และ $FeSO_4$ ใส่ลงไปในดินต่าง หรือดินแคลคาเรียส แล้วพบว่า สามารถทำให้ความเป็นต่างของดินดังกล่าวลดลงได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้จริงต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ไม่ว่ากรณิดูๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ยงยุทธ, 2528; Naik, 1988) แต่ข้อมูลรายละเอียดในทางปฏิบัติยังมีอยู่เป็นจำนวนน้อย และไม่สามารถนำมาใช้แนะนำอย่างกว้างขวางออกไปได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องค้นคว้า ทดลองและวิจัยต่อไปอีก อย่างไรก็ตาม กำมะถันผงมีความเหมาะสมที่จะใช้ลดความเป็นต่างของดินมากกว่าวัสดุอย่างอื่น เพราะมีราคาถูกกว่ากรด H_2SO_4 และสารเคมีชนิดอื่นๆ และใช้ได้สะดวกมากกว่าอีกด้วย

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการทดลองศึกษาวิจัย พอจะแยกกล่าวเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาหาอัตราที่เหมาะสมของกำมะถันผง เพื่อลดความเป็นต่างของดินที่มีธาตุแคลเซียมอยู่ในปริมาณสูง
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเขียว เมื่อปลูกในดินเนื้อปูน หรือ ดินแคลคาเรียส โดยใช้กำมะถันผงปรับปรุงสภาพดินให้เหมาะสม
3. เพื่อนำผลการทดลองศึกษาและวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับปรับปรุงดินเนื้อปูนเพื่อปลูกถั่วเขียว หรือพืชไร่ชนิดอื่นๆ และใช้เป็นแนวทางสำหรับการศึกษาวิจัยต่อไป



ยากที่จะบรรยายโดยใช้หลักทางคณิตศาสตร์ จากการสร้างแบบจำลองการใส่ปุ๋ยธาตุกำมะถันในไรนา ถ้าหากนำเอาเวลาที่ใช้น้บดินมายกกำลังเพิ่มเติมเข้าไปในสมการแรกของปฏิกิริยาอันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้ว สมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ในเรื่องนี้ก็คือ

$$S_t = S_0 \cdot [-\exp(-kt^n)]$$

เมื่อ S_t คือปริมาณ SO_4^{2-} -S ที่สร้างเพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยกำมะถัน (S^0) เมื่อเวลา = t, S_0 คือ S^0 เมื่อเวลา t = 0, k คือค่าคงที่ของอัตราการเกิดออกซิเดชัน, และ n คือ ดัวยกกำลังซึ่งเป็นฟังก์ชันของเวลา

การจัดการดินเนื้อปูนเพื่อปรับสภาพดินสำหรับการปลูกพืช

ปัญหาของดินเนื้อปูน หรือ ดินแคลคาเรียสสำหรับพืชก็คือ ดินชนิดนี้เป็นด่างจัด หรือมีค่า pH สูง ดังนั้น Rending and Taylor (1989) จึงเสนอแนะวิธีการจัดการดินแคลคาเรียสเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช โดยการลด pH ของดินให้ต่ำลง ทำให้ธาตุอาหารละลายออกมาและอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น และให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้เกิด HCO_3^- ขึ้นน้อยที่สุด อีกทั้งไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในปริมาณมากเกินไป สำหรับการลดความเป็นด่างของดินให้น้อยลง ส่วนมากจะใช้สารประกอบหรือปุ๋ยที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ กรดกำมะถัน กำมะถันผง เพอร์ซัลเฟต หรือปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (สุนทร, 2526)

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาหาวิธีใช้กำมะถัน หรือสารประกอบของกำมะถันเพื่อลดความเป็นด่างของดินเนื้อปูน เพราะการใช้กำมะถันผง หรือสารประกอบกำมะถันลงไปดินต่างก็สามารถลดค่า pH ของดินได้เช่นเดียวกับการใส่กรด H_2SO_4 ลงไป

Hilal and Elfattah (1987) ได้ทดลองใส่กำมะถันลงไปดินต่างในอัตรา 1,040 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ แล้วบ่มดินไว้เป็นเวลา 2 เดือน ทำให้ค่า pH ของดินลดลงจาก 7.95 ลงเหลือ 7.38 สำหรับ Beverly and Anderson (1987) ได้ศึกษาทดลองใส่กำมะถันผง, $FeSO_4$ slag, $FeSO_4$ และ $(NH_4)_2SO_4$ กับดิน Mollisols แล้วบ่มดินเป็นเวลา 6 เดือน โดยควบคุมรักษาความชื้นไว้ในระยะ 60 วันแรก แต่ไม่ควบคุมความชื้นของดินในระยะเวลาต่อไปอีก 146 วัน ปรากฏว่า pH ของดินนั้นลดลงจาก 8.2 เหลือเพียง 6.5 เท่านั้น

Mathers (1970) ได้ทำการทดลองและรายงานว่ เมื่อใส่กรด H_2SO_4 จำนวน 560 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ หรือใส่ $FeSO_4$ จำนวน 560 กิโลกรัมของ Fe ต่อเฮกตาร์ ลงไปในดินแคลคาเรียสที่มี pH เท่ากับ 8.5 ทำให้ pH ของดินลดลง และทำให้ผลผลิตของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกัน Frank and Fehr (1983) ได้รายงานผลการทดลองว่า การใส่กรด H_2SO_4 เข้มข้นลงไปดินแคลคาเรียสมีผลทำให้ถั่วเหลืองและหญ้าเบอร์มิวด้าที่ปลูกไว้ มีการเจริญเติบโตดีขึ้นเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Janzen and Bettany (1986) ได้ทดลองหาอัตราปลดปล่อยกำมะถันในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชให้กับต้น Rapeseed ซึ่งเป็นพืชใช้ทดสอบในตู้เพาะเมล็ด (Growth chamber) โดยใช้สารประกอบกำมะถันที่ละลายน้ำได้ในรูปไฮโอซัลเฟต และในรูปซัลเฟตกับกำมะถันในรูปกำมะถันผง ยูเรียเคลือบกำมะถัน สารแขวนลอยของกำมะถัน และยูเรียแช่ในกำมะถัน ปรากฏว่า ไฮโอซัลเฟตถูกออกซิไดส์ได้รวดเร็ว และปลดปล่อยกำมะถันออกมาในอัตราเร็วพอๆ กับซัลเฟต แต่กำมะถันในรูปของธาตุกำมะถันมีอัตราการปลดปล่อยออกมาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาคดิน และการกระจายของอนุภาคภายในดิน กำมะถันขนาดอนุภาคแขวนลอยถูกออกซิไดส์ได้รวดเร็วและเปลี่ยนไปอยู่ในรูปซัลเฟต กำมะถันผงที่มีเม็ดค่อนข้างหยาบถูกออกซิไดส์ได้ช้ากว่า และในบางกรณี มันเปลี่ยนไปอยู่ในรูปซัลเฟตไม่ได้ทั้งหมด แม้ว่าจะใส่ลงไปในดินเป็นเวลานานกว่า 124 วันไปแล้วก็ตาม ส่วนยูเรียเคลือบด้วยกำมะถันเปลี่ยนไปอยู่ในรูปซัลเฟตได้เป็นปริมาณน้อยที่สุดจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นปุ๋ยให้ธาตุกำมะถัน

นอกจากนี้แล้ว แร่ไพไรต์ (FeS_2) ยังสามารถลดความเป็นด่างของดินได้เช่นเดียวกับ FeSO_4 แต่สารประกอบทั้งสองชนิดนี้มักจะนำไปใช้เพื่อแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็ก ซึ่งเกิดขึ้นกับพืชที่ปลูกในดินแคลคาเรียสเป็นหลักใหญ่ (ยงยุทธ, 2528; Naik, 1988)



อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองปลูกถั่วเขียวในชุดดินตาคลี (Takhli series, Tk: Typic Calciustolls; Fine, montmorillonitic, isohyperthermic) ที่แปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่นาครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design จำนวน 3 ซ้ำ Treatments ประกอบด้วย

1. ไม่ใส่กำมะถันผง
2. ใส่กำมะถันผง อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่
3. ใส่กำมะถันผง อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่
4. ใส่กำมะถันผง อัตรา 600 กิโลกรัมต่อไร่
5. ใส่กำมะถันผง อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่
6. ใส่กำมะถันผง อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

แต่ละ Treatment ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อให้ต้นถั่วเขียวได้รับธาตุอาหารหลักในปริมาณเพียงพอต่อการเจริญเติบโตตามปกติ

การเตรียมดิน

เมื่อเลือกสถานที่ทำการทดลอง ได้เตรียมดินทำแปลงทดลองปลูกถั่วเขียว โดยไถเตรียมดิน 2 ครั้งๆ แรกเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2544 และครั้งที่สอง เมื่อวันที่ 8 พฤษภาคม 2544 แล้วแบ่งแปลงทดลองออกเป็นแปลงย่อยขนาดแปลงละ 6.0 x 6.0 ตารางเมตร สำหรับปลูกถั่วเขียวในแต่ละ Treatment ที่กำหนด แล้วเก็บตัวอย่างดินรวมเพื่อไปวิเคราะห์ก่อนปลูกพืช

ใส่กำมะถันผงลงในดินตามอัตราที่กำหนดไว้ใน Treatment ต่างๆ แล้วพรวนดินกลบ ปล่อยให้ไว้ให้กำมะถันผงทำปฏิกิริยากับดินเป็นระยะเวลาประมาณ 1 เดือน ใส่กำมะถันผงเมื่อวันที่ 11 พฤษภาคม 2544

การปลูกถั่วเขียว

ปลูกถั่วเขียวโดยวิธีหยอดเมล็ดเป็นหลุมๆ ละ 4-5 เมล็ด โดยใช้พันธุ์ชัยนาท 36 และใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร ปลูกถั่วเขียวเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2544 ต้นถั่วเขียวงอกขึ้นมาในวันที่ 18 มิถุนายน 2544 เมื่อถั่วเขียวมีใบ 2-3 ใบ ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 2 ต้น เมื่อถั่วเขียวมีอายุประมาณ 10 วัน ได้ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีโรยเป็นแถบตามแถวปลูก แล้วพรวนดินกลบ ใส่ปุ๋ยเมื่อวันที่ 27 สิงหาคม 2544

การวัดการเจริญเติบโตและเก็บตัวอย่างพืช

วัดความสูงของต้นถั่วเขียวเมื่อมีอายุได้ 30 วัน โดยวัดความสูงใน Treatment ละ 10 ต้น แล้วนำมาคิดเป็นความสูงเฉลี่ยในแต่ละ Treatment สุ่มเก็บตัวอย่างต้นถั่วเขียวใน Treatment ละ 10 ต้น แล้วนำไปอบให้แห้งในเตาอบพืชที่อุณหภูมิประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ นำไปบดด้วยเครื่อง Wiley mill เก็บตัวอย่างพืชที่บดละเอียดแล้วไว้ให้มิดชิดเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการต่อไป วัดความสูงและเก็บตัวอย่างต้นถั่วเขียวในวันที่ 18 กรกฎาคม 2544

การเก็บเกี่ยว

เมื่อต้นถั่วเขียวมีฝักและเมล็ดแก่เต็มที่แล้ว จึงเก็บเกี่ยวฝักจากต้นถั่วเขียวในพื้นที่เก็บเกี่ยว 4.0 ตารางเมตร นำฝักไปตากแห้ง นวดเมล็ด ซึ่งน้ำหนักเมล็ดแห้งถั่วเขียว จดบันทึกไว้เพื่อนำตัวเลขไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป เก็บเกี่ยวถั่วเขียวในวันที่ 27 สิงหาคม 2544

การเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยว

เมื่อเก็บเกี่ยวถั่วเขียวในแปลงทดลองไปแล้ว จึงเก็บตัวอย่างดินในแต่ละ Treatment ไปทำการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินหลังจากการทดลอง นำตัวอย่างดินไปอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 110 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ แล้วจึงนำตัวอย่างดินแห้งไปบดให้ละเอียดจนสามารถผ่านรูดะแกรงขนาด 2 มม. ได้ เก็บตัวอย่างดินบดละเอียดไว้เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป ได้เก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองเมื่อวันที่ 27 สิงหาคม 2544

การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้เพื่อการวิเคราะห์มาดำเนินการดังรายการต่อไปนี้

การวัดค่า pH ของดิน

ชั่งตัวอย่างดินอบแห้งมา แล้วเติมน้ำกลั่นโดยให้สารละลายดินที่ได้มีอัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 วัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter

การหาปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ชั่งตัวอย่างดินอบแห้งมา แล้วเติมสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ และกรด H_2SO_4 เข้มข้นลงไป ตามวิธีของ Walkley and Black เขย่าให้เข้ากันดี ต่อไปจึงนำสารละลายไป Titrate ด้วยสารละลาย $FeSO_4$ โดยใช้ O-phenanthroline เป็น Indicator คำนวณหาเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินจากปริมาณสารละลาย $FeSO_4$ ที่ใช้ Titrate ไปจนถึงจุด End point

การหาปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เริ่มด้วยสกัดดินตัวอย่างด้วยสารละลาย HCl 0.1 N และ NH_4F 0.03 N ตามวิธีของ Bray II แล้วทำให้สารละลายเกิดสีน้ำเงินของ Molybdenum blue โดยใช้ Ascorbic acid เป็น Reducing agent แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดเปอร์เซ็นต์ Transmittance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณ Available P โดยเปรียบเทียบจาก Standard solution ของฟอสฟอรัสที่เตรียมไว้

การหาปริมาณโพแทสเซียมในดิน

ชั่งตัวอย่างดินอบแห้ง แล้วนำไปสกัดด้วยสารละลาย Ammonium acetate 1.0 N ที่ pH 7.0 นำสารละลายที่สกัดได้ไปปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วจึงไปวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AA) และคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียมในดินต่อไป

การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

นำตัวอย่างต้นถั่วเขียวที่อบแห้งและบดละเอียดแล้วเก็บไว้ไปอบแห้งเพื่อไล่ความชื้นในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง เมื่อปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นลงแล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารพืชต่อไป

การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว

นำตัวอย่างต้นถั่วเขียวอบแห้งที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาย่อยสลายด้วยกรด H_2SO_4 เข้มข้นที่อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องย่อยสลายตัวอย่างพืชจนได้สารละลายใสๆ แล้วจึงนำสารละลายนี้ไปกลั่นด้วย NaOH เข้มข้นตามวิธีของ Micro Kjeldahl method ใช้สารละลายกรดบอริกจับไนโตรเจนจากพืชในรูปของกาซแอมโมเนียไว้ แล้วนำสารละลายของกรดบอริกไป Titrate กับสารละลายกรด H_2SO_4 เจือจางที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว เมื่อทราบปริมาณของกรดที่ใช้ไปจนถึง End point จึงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว

การย่อยสลายตัวอย่างพืช

นำตัวอย่างต้นถั่วเขียวอบแห้งที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาเติมกรด HNO_3 และ HClO_4 ในอัตราส่วน 5:1 ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง แล้วจึงเริ่มใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส จนควันสีน้ำตาลจางหายไป เพิ่มอุณหภูมิถึง 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จนขึ้นไปถึง 200 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้สารละลายใสๆ เติมกรด HCl 3 N ลงไปแล้วย่อยสลายต่อไปจนได้สารละลายใสอีกครั้งจึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นตามที่กำหนด แล้วเก็บสารละลายไว้วิเคราะห์ธาตุอาหารพืชชนิดอื่นๆ ต่อไป

การหาปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว

นำสารละลายที่ได้จากการย่อยสลายต้นถั่วเขียวอบแห้งตามปริมาตรที่กำหนดมาทำปฏิกิริยากับสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต และแอมโมเนียมวาเนดตในสภาพเป็นกรด และได้สารละลายสีเหลืองของสารประกอบโมลิบเดต-วาเนดต นำสารละลายสีเหลืองไปวัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบกับสีของสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนแล้ว

การหาปริมาณโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว

นำสารละลายที่ได้จากการย่อยสลายต้นถั่วเขียวอบแห้งมาวัดหาปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 769.9 นาโนเมตร นำไปเปรียบเทียบกับสารละลายของโพแทสเซียมมาตรฐาน ซึ่งทราบความเข้มข้นแน่นอนแล้ว จึงคำนวณหาปริมาณธาตุโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียวต่อไป

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินและตัวอย่างพืชทางเคมี กระทำที่ห้องปฏิบัติการของภาคปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ



ผลการทดลองและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดิน

จากการวิเคราะห์ตัวเลข pH ของดินตัวอย่างที่เก็บจากแปลงทดลองหลังทำการเก็บเกี่ยวแล้ว เชี่ยวปรากฏว่า การใส่กำมะถันลงไปดินในอัตราต่างๆ ทำให้ค่า pH ของดินลดลงแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญในทางสถิติ ค่า pH ของดินใน Treatment ไม่ใส่กำมะถัน (0 กก./ไร่) เท่ากับ 7.80 แต่ pH ของดินใน Treatment ที่ใส่กำมะถัน 800 และ 1,000 กก./ไร่ มีค่า pH ต่ำสุดเท่ากับ 7.39 (ตารางที่ 1 และรูปที่ 1) อย่างไรก็ตาม การใส่กำมะถันในอัตรา 200, 400, 600, 800 และ 1,000 กก./ไร่ ไม่ทำให้ ค่า pH ของดินลดลงแตกต่างกัน แต่การใส่กำมะถันในแต่ละอัตราเหล่านี้เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ ใส่กำมะถันเลย ทำให้ค่า pH ของดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และการใส่กำมะถันให้แกดินในอัตรา เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ค่า pH ของดินลดลง

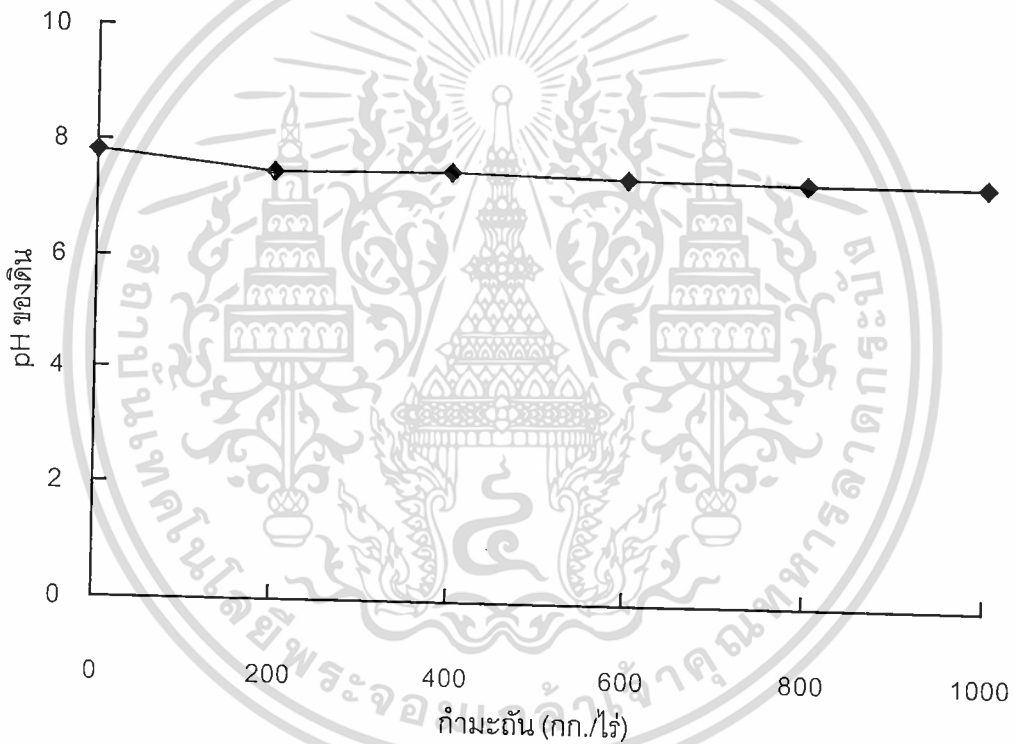
ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อใส่กำมะถันลงไปดินในอัตราสูงกว่า 200 กก./ไร่ แล้ว ไม่ทำให้ pH ของดินต่ำลงอีก แม้จะมีแนวโน้มว่า ค่า pH ของดินลดลงไปเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจ เป็นไปได้ว่า กำมะถันถูกออกซิไดส์ในดินให้เป็นกรด H_2SO_4 ได้ประมาณ 200 กก./ไร่ เท่านั้น ในส่วนที่ มากเกินกว่านี้อาจจะคงอยู่ในรูปเดิม หรืออาจถูกออกซิไดส์ต่อไปในอัตราเข้ามา สาเหตุก็อาจจะเนื่อง มาจากจุลินทรีย์ชนิดที่สามารถออกซิไดส์กำมะถันให้เป็นกรดกำมะถันที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติเป็น จำนวนน้อยมาก หรืออาจจะออกซิไดส์กำมะถันไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรก็ได้

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลง pH ของดินหลังเก็บเกี่ยวแล้ว เชี่ยว จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันใน อัตราแตกต่างกัน

กำมะถัน (กก./ไร่)	ค่า pH ของดิน
0	7.80 a
200	7.49 b
400	7.51 b
600	7.43 b
800	7.39 b
1,000	7.39 b

ความสูงของต้นถั่วเขียว

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางลำต้นของถั่วเขียว อายุ 30 วัน เมื่อใส่กำมะถันลงไป ในดินในอัตราต่างๆ กัน ไม่ทำให้ความสูงของต้นถั่วเขียวมีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 2 และรูปที่ 2) โดยเฉพาะในแปลงที่ไม่ได้ใส่กำมะถันเลย ก็ได้ทำให้ความสูงของต้นถั่วเขียวมีความแตกต่างกับแปลงที่ใส่กำมะถัน และไม่ได้มีแนวโน้มว่า ความสูงของต้นถั่วเขียวในแปลงไม่ใส่กำมะถันจะน้อยกว่าความสูงของต้นถั่วเขียวในแปลงที่ใส่กำมะถันแต่อย่างใด ทั้งนี้อาจจะเป็นไปได้ว่า ค่า pH ของดินที่ลดลงแตกต่างกันไม่เกิน 1 หน่วย อันเนื่องมาจากการใส่กำมะถันลงไป ในดิน มีผลกระทบไม่เพียงพอที่จะทำให้การเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวมีความแตกต่างกันในด้านความสูงได้



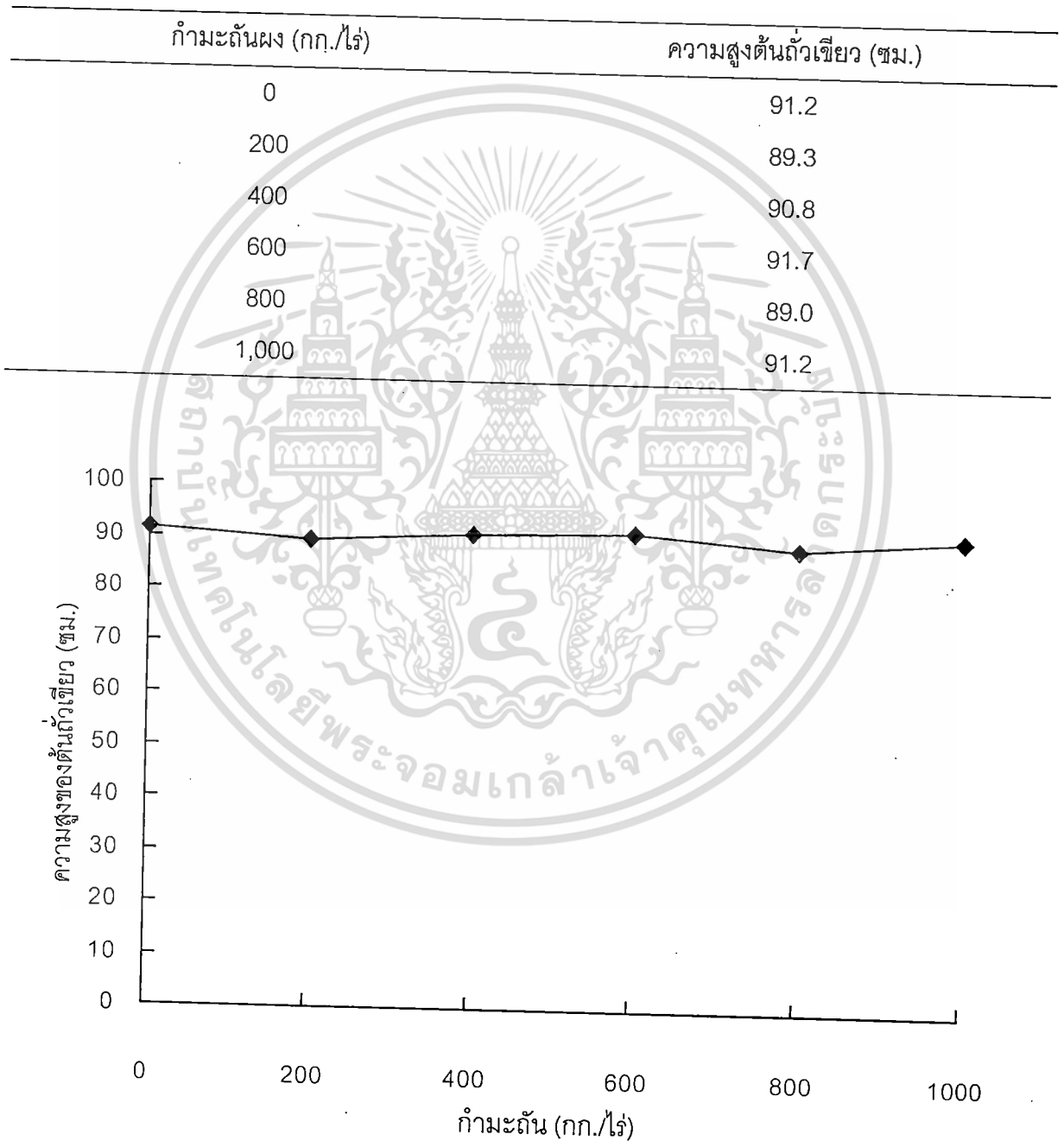
รูปที่ 1 กราฟแสดงค่า pH ของดินหลังทำการเก็บเกี่ยวถั่วเขียวจาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผังก่อนปลูกในอัตราแตกต่างกัน

ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นถั่วเขียว ไนโตรเจน

เปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวอายุ 30 วัน จากแปลงที่มีการใส่กำมะถันลงในดินในอัตราต่างๆ กัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ตารางที่ 3 และรูปที่ 3) และปริมาณธาตุไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้นจากแปลงที่ใส่กำมะถันลงในอัตราต่างๆ ก็ไม่มีความ

แตกต่างกัน (ตารางที่ 4 และ รูปที่ 4) สาเหตุอาจเนื่องมาจากต้นถั่วเขียวมีการเจริญเติบโตทางลำต้นไม่แตกต่างกัน แม้ว่าจะได้มีการใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน (ตารางที่ 2 และรูปที่ 2) จึงอาจทำให้การดึงดูธาตุไนโตรเจนเป็นปริมาณไม่แตกต่างกัน ทั้งความเข้มข้นธาตุไนโตรเจน และปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในต้นถั่วเขียว

ตารางที่ 2 ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเขียวคิดเป็นเซนติเมตรจาก Treatments ต่างๆ เมื่อมีอายุได้ 30 วัน



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเขียวเป็นเซนติเมตร จาก Treatments ต่างๆ เมื่อมีอายุได้ 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวอายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

กำมะถันผง (กก./ไร่)	ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว (%)
0	2.93
200	2.94
400	2.85
600	2.87
800	2.89
1,000	2.85

ตารางที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน (มิลลิกรัม/ต้น) จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

กำมะถันผง (กก./ไร่)	ปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว (มิลลิกรัม/ต้น)
0	134.84
200	130.20
400	124.49
600	119.42
800	122.38
1,000	121.48

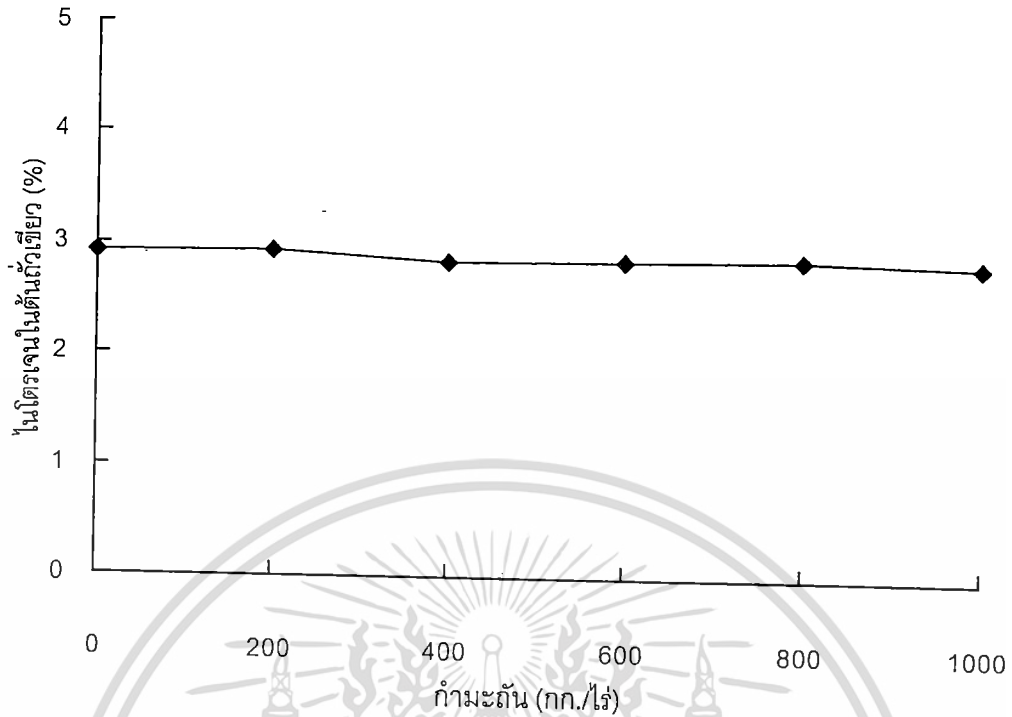
ฟอสฟอรัส

เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน (ตารางที่ 5 และรูปที่ 5) และปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียวคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 6 และรูปที่ 6) ในแปลงที่ใส่กำมะถันผงลงไป ในดินในอัตราต่างๆ นั้น ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แสดงว่าการใส่กำมะถันในรูปของธาตุกำมะถันบริสุทธิ์ลงไปไม่มีผลต่อการดึงดูดธาตุฟอสฟอรัสจากดินของต้นถั่วเขียวเช่นเดียวกับการดึงดูดธาตุไนโตรเจน

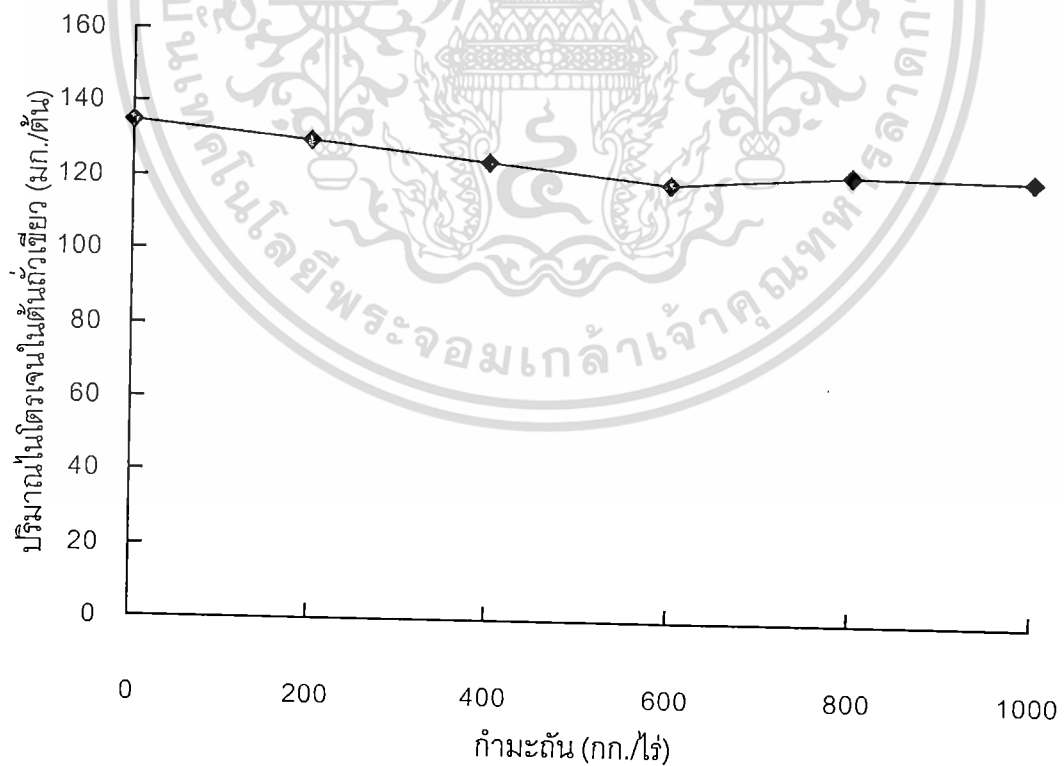
โพแทสเซียม

เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน (ตารางที่ 7 และรูปที่ 7) และปริมาณธาตุโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียวคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 8 และรูปที่ 8) ในระหว่างแปลงที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับธาตุไนโตรเจนและธาตุฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียวจาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่ก๋ำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

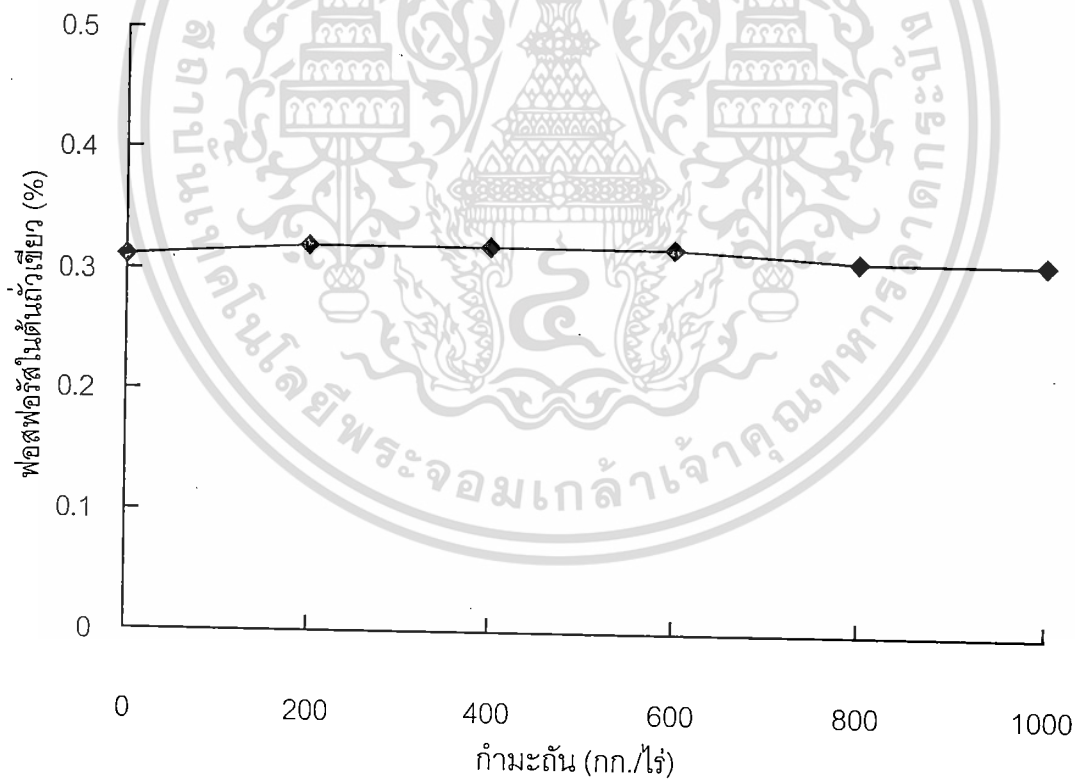


รูปที่ 4 กราฟแสดงปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่ก๋ำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ได้กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

กำมะถันผง (กก./ไร่)	ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว (%)
0	0.31
200	0.32
400	0.32
600	0.32
800	0.31
1,000	0.31

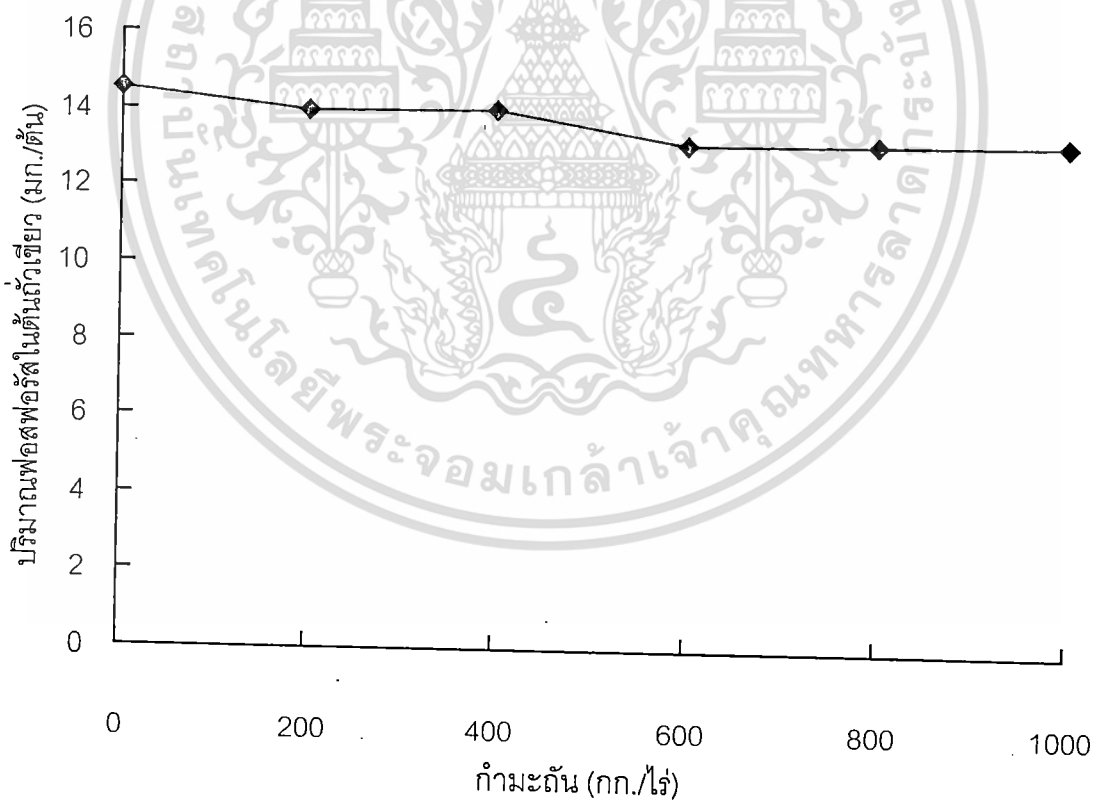


รูปที่ 5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ได้กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

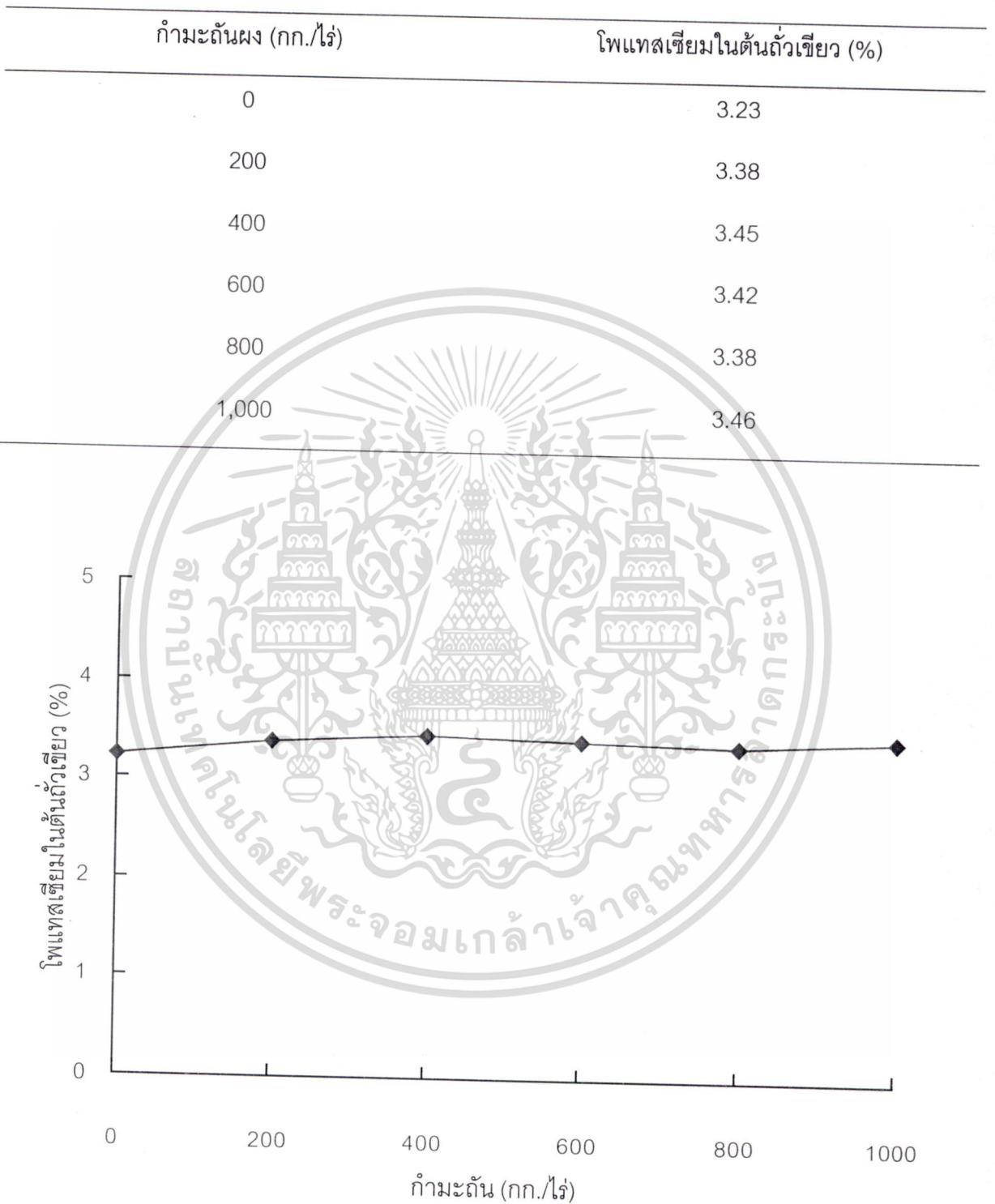
กำมะถันผง (กก./ไร่)	ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว (มิลลิกรัม/ต้น)
0	14.54
200	13.98
400	14.02
600	13.20
800	13.25
1,000	13.35



รูปที่ 6 กราฟแสดงปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

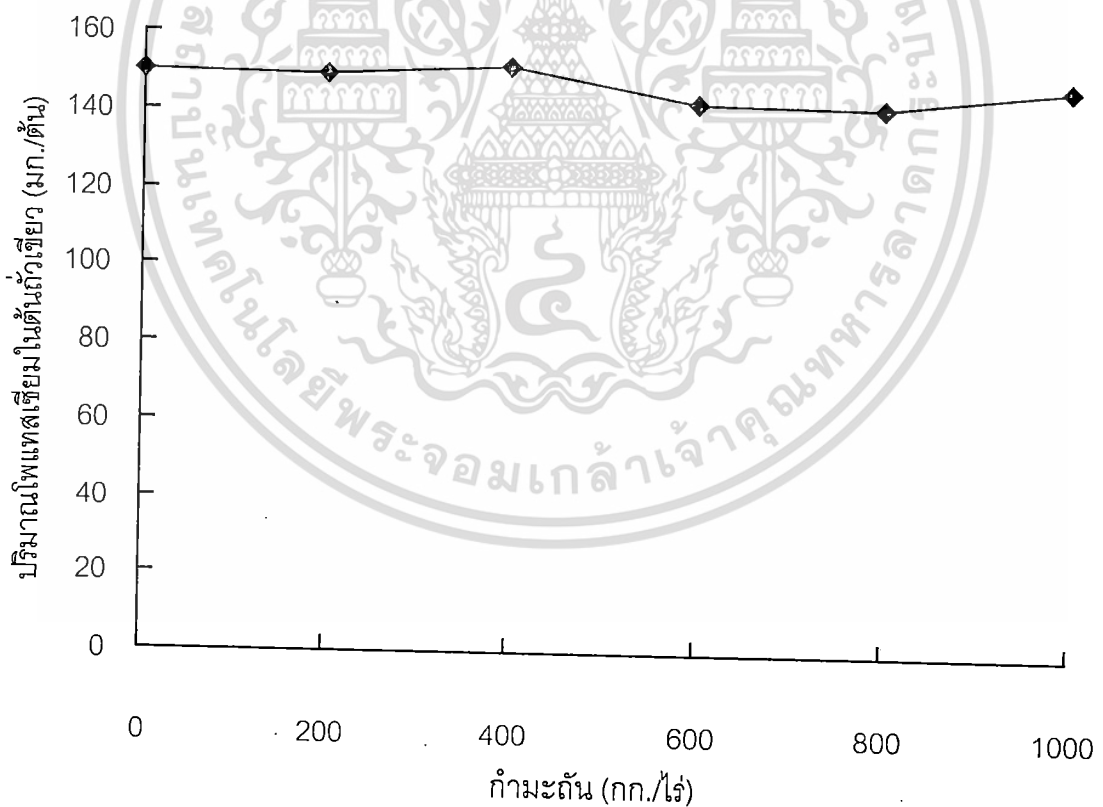


รูปที่ 7 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ปริมาณโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ได้กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

กำมะถันผง (กก./ไร่)	ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว (มิลลิกรัม/ต้น)
0	149.98
200	149.07
400	151.76
600	142.54
800	142.50
1,000	147.81



รูปที่ 8 กราฟแสดงปริมาณโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จาก Treatment ที่ได้กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตถั่วเขียว

น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 9 และรูปที่ 9) แสดงว่า ขนาดของเมล็ดหรือน้ำหนักเมล็ดถั่วเขียวโดยเฉลี่ยใน Treatment ต่างๆ นั้น ไม่มีความแตกต่างกัน อาจจะเป็นเพราะการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว และการตั้งดูธาตุอาหารหลักไม่แตกต่างกันในระหว่างแปลงที่ใส่กำมะถันผงในอัตราต่างๆ เหล่านี้ อย่างไรก็ตาม น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด จาก Treatment ต่างๆ อาจมีแนวโน้มแตกต่างกันอยู่บ้าง เพียงแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติเท่านั้น

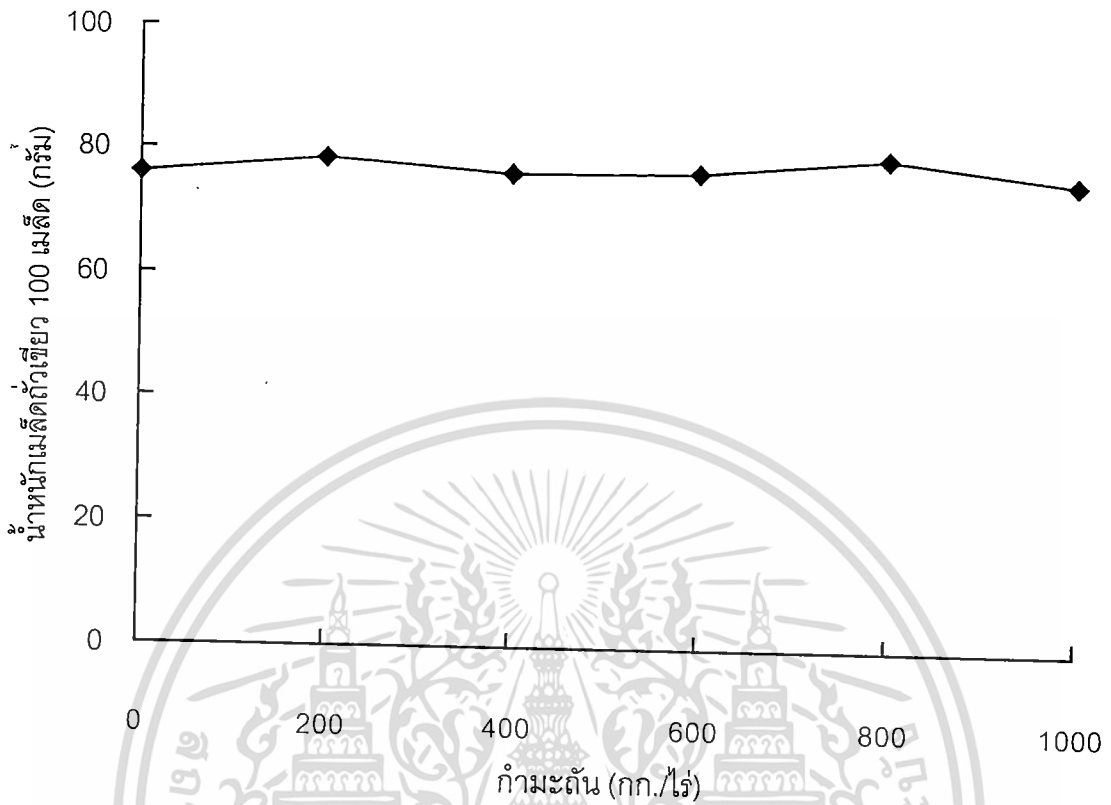
ตารางที่ 9 น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด (กรัม) จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราต่างๆ

กำมะถันผง (กก./ไร่)	น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด (กรัม)
0	76.13
200	78.57
400	76.47
600	76.83
800	79.33
1,000	75.90

ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียว

น้ำหนักผลผลิตเมล็ดของถั่วเขียว เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่าง Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราต่างๆ แล้ว น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียวมีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 10 และรูปที่ 10) น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียวสูงสุดได้จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงอัตรา 800 กก./ไร่ ได้น้ำหนักเมล็ดเท่ากับ 212.73 กก./ไร่ รองลงไปได้แก่ Treatment ที่ใส่กำมะถันผงอัตรา 1,000, 400, 200, 0, และ 600 กก./ไร่ คิดเป็นน้ำหนักเมล็ดถั่วเขียวเท่ากับ 207.50, 201.44, 197.28, 186.58 และ 182.57 กก./ไร่ ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่า ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวสูงสุดได้จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงอัตรา 800 กก./ไร่ ในขณะที่ผลผลิตต่ำสุดได้จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตรา 600 กก./ไร่ และการใส่กำมะถันผงในอัตรา 600 และ 800 กก./ไร่ เพียง 2 อัตราเท่านั้น ที่ทำให้ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นความแตกต่างไม่แท้จริงก็ได้ เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวใน Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราอื่นๆ แล้ว การใส่กำมะถันผงในอัตราทั้งสองดังกล่าวก็ไม่มี ความแตกต่างกับอัตราอื่นๆ แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม การใส่กำมะถันผงมีแนวโน้มที่จะทำให้ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวสูงขึ้นมากกว่าที่ไม่ใส่ และการใส่กำมะถันผงในอัตราที่สูงขึ้นมีแนวโน้มที่จะทำให้ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวสูงขึ้นเป็นลำดับ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

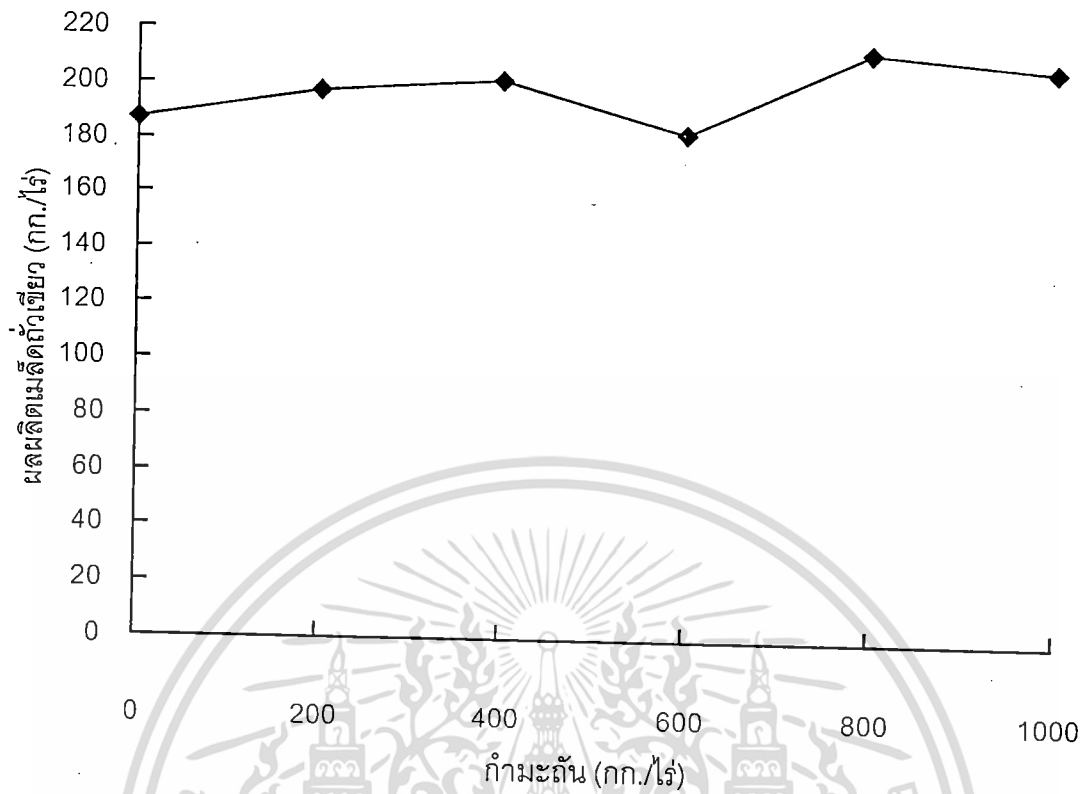


รูปที่ 9 กราฟแสดงน้ำหนักเมล็ดแต้วเขียว 100 เมล็ด จาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

ตารางที่ 10 ผลผลิตเมล็ดแต้วเขียว จาก Treatment ต่างๆ หลังจากใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

กำมะถันผง (กก./ไร่)	ผลผลิตเมล็ดแต้วเขียว (กก./ไร่)
0	186.58 ab
200	197.28 ab
400	201.44 ab
600	182.57 b
800	212.73 a
1,000	207.50 ab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 กราฟเปรียบเทียบผลผลิตเมล็ดถั่วเขียว จาก Treatment ต่างๆ หลังจากใส่ก๋ำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดิน

เมื่อเก็บตัวอย่างดินในช่วงเวลาหลังเก็บเกี่ยวจาก Treatment ที่ใส่กำมะถันผงในอัตราแตกต่างกัน ทำให้ค่า pH ของดินในแปลงถั่วเขียวมีความแตกต่างกันในทางสถิติ การใส่กำมะถันผงให้แก่ดินทำให้ค่า pH ของดินลดลงจากเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับดินจาก Treatment ที่ไม่ได้ใส่กำมะถันผงเลย แต่เมื่อใส่กำมะถันผงในอัตราที่สูงกว่า 200 กก./ไร่ ขึ้นไป ไม่ทำให้ค่า pH ของดินลดลงแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าจุลินทรีย์ดินชนิดที่ออกซิไดส์กำมะถันได้ ไม่สามารถเปลี่ยนกำมะถันผงให้เป็นกรดกำมะถันอย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าใส่กำมะถันลงไป在地เกินกว่าอัตรา 200 กก./ไร่

ความสูงของต้นถั่วเขียว

การใส่กำมะถันผงลงไป在地ในอัตราแตกต่างกัน ไม่ทำให้ความสูงของต้นถั่วเขียวก่อนทำการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การใส่กำมะถันผงในอัตราต่าง ๆ นั้นทำให้ pH ของดินลดลงจากเดิมไม่เกิน 1.0 หน่วย (ตารางที่ 1) จึงไม่มีผลกระทบเพียงพอที่จะทำให้การเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวมีความแตกต่างกันได้

ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นถั่วเขียว

เปอร์เซ็นต์ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว และปริมาณธาตุอาหารหลักเหล่านี้ เมื่อคิดเป็นมิลลิกรัมต่อต้นก็ไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติในระหว่าง Treatment ต่างๆ แสดงว่า การใส่กำมะถันผงในอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้การดูดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของต้นถั่วเขียวมีความแตกต่างกัน

ผลผลิตถั่วเขียว

น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด จาก Treatment ต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกัน แสดงว่า เมล็ดถั่วเขียวในแต่ละ Treatment มีขนาดไม่แตกต่างกัน และผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวคิดเป็นกิโลกรัมต่อไร่ ก็มีแนวโน้มที่จะแตกต่างกันในระหว่าง Treatment ที่มี การใส่กำมะถันผงในอัตราต่างๆ ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม การใส่กำมะถันผงลงไป在地ต่าง ก็มีแนวโน้มที่จะทำให้ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวสูงขึ้นตามปริมาณกำมะถันผงที่ใส่ลงไป在地ตามลำดับ

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

Wen, G., J.J. Schoenau, T. Yamamoto, and M. Inoue. 2001. A model of oxidation of elemental sulfur fertilizer in soils. Soil Sci. 166:607-613.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ 255 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดินรวม (composite sample) จากแปลงทดลองก่อนปลูกถั่วเขียว

รายการ	ค่าวิเคราะห์
PH	7.77
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	0.25 dS/m
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	1.90%
ฟอสฟอรัส	5.18 ppm
โพแทสเซียม	104.8 ppm

ตารางที่ 12 ค่า pH ของดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วเขียวในแปลงย่อยที่ใส่ก้ามถั่วฝักก่อนปลูกในอัตราต่างๆ

ก้ามถั่วฝัก (กก./ไร่)	ค่า pH ของดิน		
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
0	7.47	7.93	7.99
200	7.48	7.50	7.50
400	7.50	7.56	7.47
600	7.58	7.38	7.34
800	7.43	7.38	7.35
1,000	7.41	7.42	7.39

ตารางที่ 13 ความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วเขียวเป็นเซนติเมตร เมื่ออายุได้ 30 วัน (เฉลี่ยจากจำนวน 10 ต้น/แปลงย่อย)

ก้ามถั่วฝัก (กก./ไร่)	ความสูงของต้นถั่วเขียว (ซม.)		
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
0	91.0	91.0	91.5
200	89.0	88.0	91.0
400	94.0	91.0	87.5
600	92.5	93.0	89.5
800	92.0	87.0	88.0
1,000	94.5	93.0	86.0

ตารางที่ 17 ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จากแปลงย่อยที่ใส่กัมมะถันผงในอัตรา
ต่างๆ

กัมมะถันผง (กก./ไร่)	ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว (มิลลิกรัม/ต้น)		
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
0	16.23	14.35	13.05
200	14.06	14.75	13.13
400	12.58	12.01	17.48
600	12.71	13.74	13.14
800	13.93	13.51	12.31
1,000	13.26	14.36	12.42

ตารางที่ 18 เปอร์เซนต์โพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จากแปลงย่อยที่ใส่กัมมะถันผงในอัตรา
ต่างๆ

กัมมะถันผง (กก./ไร่)	โพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว (%)		
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
0	3.21	3.30	3.19
200	3.44	3.21	3.48
400	3.29	3.50	3.56
600	3.40	3.45	3.41
800	3.22	3.24	3.68
1,000	3.41	3.59	3.39

ตารางที่ 19 ปริมาณโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว อายุ 30 วัน จากแปลงย่อยที่ใส่กัมมะถันผงในอัตรา
ต่างๆ

กัมมะถันผง (กก./ไร่)	ปริมาณโพแทสเซียมในต้นถั่วเขียว (มิลลิกรัม/ต้น)		
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
0	157.84	143.45	148.65
200	155.97	152.76	138.47
400	129.36	131.39	194.52
600	139.43	143.66	144.52
800	144.71	141.23	141.57
1,000	150.69	161.16	131.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว จำนวน 100 เมล็ด จากแปลงย่อยที่ใส่ปุ๋ยมะถันผงในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยมะถันผง (กก./ไร่)	น้ำหนักเมล็ดถั่วเขียว 100 เมล็ด (กรัม)		
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
0	75.20	76.60	76.60
200	76.10	80.00	79.60
400	76.50	76.00	76.90
600	77.40	76.10	77.00
800	78.10	84.00	75.90
1,000	77.00	76.90	73.80

ตารางที่ 21 ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวคิดเป็นกิโลกรัมต่อไร่ จากแปลงย่อยที่ใส่ปุ๋ยมะถันผงในอัตราต่างๆ

ปุ๋ยมะถันผง (กก./ไร่)	ผลผลิตเมล็ดถั่วเขียว (กก./ไร่)		
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
0	173.08	200.76	185.98
200	208.41	197.65	185.77
400	184.00	223.60	196.72
600	160.33	192.13	195.25
800	198.90	216.51	222.78
1,000	221.33	198.16	203.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้