1197

ผลของการให้ธาตุเหล็กทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโต
ของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

The Effect of Foliar Application of Iron
on the Growth of Tainan-9 Peanuts Grown
in a Calcareous Soil.

โดย

นางสาวมลฤดี รัตนวิบูลย์

(ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)
หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 7 เดือน ธ.ค. พ.ศ. 37

ฝ่าย.
21 ม.ค.
2536

14402

ผลของการให้ธาตุเหล็กทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

The Effect of Foliar Application of Iron on the Growth of Tainan-9 Peanuts Grown in a Calcareous Soil.

โดย

นางสาวมลฤดี รัตนวิบูลย์

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2536

วพ.
ม211ผ
2536

สบทม.....
เลขทะเบียน 99712
วัน.เดือน.ปี.....

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร. เทียนชัย สุวรรณเวช อาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแก้ไขปัญหาต่างๆระหว่างการทำปัญหาพิเศษนี้มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาที่ได้ให้คำแนะนำการปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช อีกทั้งเจ้าหน้าที่ห้องสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการค้นคว้าหนังสือ

ขอขอบคุณ คุณไพฑูรณ์ จอมพงศ์ และ คุณเสาวนุช ถาวรพฤกษ์ ที่ช่วยดูแลต้นถั่งลิสงในระหว่างการทดลอง คุณวีรญา บุญเตี้ย ที่ช่วยอนุเคราะห์เรื่องคอมพิวเตอร์ ตลอดจนเพื่อนๆ ภาควิชาปฐพีวิทยาทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือจนการทำปัญหาพิเศษนี้สำเร็จได้

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และ พี่ ที่ได้ให้การสนับสนุนในการเรียนชั้นนี้มาโดยตลอด และช่วยให้กำลังใจทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

บทคัดย่อ

การทดลองปลูกพืชในกระถางเพื่อศึกษาปัญหาการขาดธาตุเหล็กซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตของถั่วลิสง ที่ปลูกในดินชุดตาคลี โดยทำการทดลองในบริเวณแปลงทดลองของภาควิชาพืชสวน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในระหว่างเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน 2536 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ แบ่งออกเป็น 7 ตำรับการทดลอง คือ Control, ตำรับที่ใส่เฉพาะปุ๋ย N-P-K อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่, ตำรับที่ใส่ปุ๋ย N-P-K + ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง, ตำรับที่ใส่ปุ๋ย N-P-K + ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง, ตำรับที่ใส่ปุ๋ย N-P-K + ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง, ตำรับที่ใส่ปุ๋ย N-P-K + ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง และตำรับที่ใส่ปุ๋ย N-P-K + $FeSO_4$ ทางดินในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่

ผลการทดลองปรากฏว่า ความสูงของต้นถั่วลิสงเมื่ออายุ 1 เดือน และความสูงก่อนการเก็บเกี่ยวของทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำและน้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสงก็ไม่แตกต่างกันในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ แต่น้ำหนักแห้งมีค่าความแปรปรวนสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีโรคและแมลงรบกวนและอาจมีข้อจำกัดในเรื่องการดูดใช้จุลธาตุอื่นๆ จึงทำให้ต้นถั่วลิสงมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ส่วนเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนของต้นถั่วลิสงจากทุกตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่มีการฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กทั้งหมดมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วลิสงสูงกว่าในต้นถั่วลิสงที่ใส่ปุ๋ยเหล็กทางดิน และการใส่ปุ๋ย N-P-K เพียงอย่างเดียว แต่จำนวนครั้งของการฉีดพ่นเหล็กไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนแตกต่างกัน ปริมาณไนโตรเจนของต้นถั่วลิสงที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสของต้นถั่วลิสงจากทุกตำรับการทดลองที่ได้รับการฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กมีความแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเหล็กทางดิน และสำหรับปริมาณฟอสฟอรัสของต้นถั่วลิสงในทุกตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่การใส่ปุ๋ย N-P-K แต่เพียงอย่างเดียวกับตำรับการทดลองที่ให้เหล็กทำให้ในต้นถั่วลิสงมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า Control เนื่องจากปัจจัยการทดลองมีความแปรปรวนอยู่บ้างจึงสมควรมีการศึกษาทดลองเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดธาตุเหล็กของถั่วลิสงซึ่งปลูกในดินเหนียวสีดำนี้ต่อไป

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	i
สารบาญภาพ	ii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
ผลการทดลองและวิจารณ์	15
สรุปผลการทดลอง	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	39

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วลิสงเมื่ออายุ 1 เดือน	16
2	ค่าเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นถั่วลิสงก่อนการเก็บเกี่ยว	18
3	ค่าเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำเฉลี่ยในต้นถั่วลิสง	21
4	ค่าเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นถั่วลิสง	23
5	ค่าเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในต้นถั่วลิสง	25
6	ค่าเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในต้นถั่วลิสง	28
7	ค่าเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยในต้นถั่วลิสง	30
8	ค่าเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในต้นถั่วลิสง	33
9	ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการปลูกถั่วลิสง	41
10	คะแนนเฉลี่ยของอาการคลอโรซีสของต้นถั่วลิสงในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ เมื่ออายุ 40 และ 50 วัน	42
11	ความสูงของต้นถั่วลิสงเมื่ออายุ 1 เดือน	43
12	ความสูงของต้นถั่วลิสงก่อนการเก็บเกี่ยว	44
13	เปอร์เซ็นต์น้ำเฉลี่ยในต้นถั่วลิสง	45
14	น้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสง	46
15	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วลิสง	47
16	ปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วลิสง	48
17	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วลิสง	49
18	ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วลิสง	50

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบความสูงของต้นถั่วลิสงเมื่ออายุ 1 เดือน ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ	17
2	การเปรียบเทียบความสูงของต้นถั่วลิสงก่อนการเก็บเกี่ยว ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ	19
3	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำในต้นถั่วลิสง ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ	22
4	การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสง ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ	24
5	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วลิสง ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ	26
6	การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วลิสง ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ	29
7	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วลิสง ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ	31
8	การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วลิสง ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ	34
9	การเปรียบเทียบอาการคลอโรซีสของต้นถั่วลิสงในระหว่าง ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยชนิดใดๆ ใส่เฉพาะปุ๋ย N-P-K และใส่ปุ๋ยทางดิน	39
10	การเปรียบเทียบอาการคลอโร1ซีสของต้นถั่วลิสงในระหว่าง ตำรับที่ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง และ 9 ครั้ง	40

คำนำ

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) เป็นแหล่งสารอาหารโปรตีนและไขมันที่มีคุณภาพ ซึ่งจัดเป็นพืชน้ำมันเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย ซึ่งมีการเพาะปลูกทั้งในดินไร่และดินนาของทุกภาคทั่วประเทศ โดยมีเนื้อที่เพาะปลูกรวมทั้งประเทศ ประมาณ 772,000 ไร่ ได้ ผลผลิตรวมทั้งหมด 163,000 ตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 211 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,2535) ปัจจัยที่จำกัดผลผลิตของถั่วลิสงนอกจากเรื่องสภาพดิน ฟ้าอากาศ เมล็ดพันธุ์ โรคและแมลงแล้ว ยังมีปัญหาเกี่ยวกับสมบัติต่างๆของดิน โดยเฉพาะความอุดมสมบูรณ์ของดิน อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่จำกัดผลผลิตของถั่วลิสง การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน และผลผลิตถั่วลิสงพบว่า ดินที่ปลูกถั่วลิสงในประเทศไทย ส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ มีค่า pH ต่ำกว่า 5.5 มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำกว่า 6.6 ppm P_2O_5 และต่ำกว่า 5-10 ppm K_2O ตามลำดับ มีการแนะนำให้ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 3 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 6-9 กิโลกรัมP_2O_5ต่อไร่ และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ 0-6 กิโลกรัมK_2Oต่อไร่ สำหับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางและต่ำ จะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 30-200 เปอร์เซ็นต์ (เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิต-ถั่วลิสง,2533) สำหรับจุลธาตุอาหารในดินโดยทั่วไปมักมีพอเพียงกับความต้องการของถั่วลิสง ยกเว้นบางบริเวณที่เป็นดินเหนียวสีดำและมีค่า pH สูง มีปริมาณของปูนเป็นองค์ประกอบอยู่มากซึ่งกระจายอยู่บริเวณจังหวัด สระบุรี ลพบุรี นครสวรรค์และนครราชสีมา มีรายงานว่าถั่วลิสงที่ปลูกแสดงอาการคลอโรซีส เนื่องจากธาตุเหล็กทั้งที่ค่าวิเคราะห์ทางเคมีของปริมาณเหล็กทั้งหมดของดินนี้มีอยู่ปริมาณสูงแต่อยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์ (ครรชิตและคณะ,2510) ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกษตรกรได้ผลผลิตไม่เต็มที่บางรายจึงเลิกปลูกถั่วลิสง และปลูกพืชอื่นทดแทน ซึ่งบริเวณพื้นที่ดังกล่าว หากไม่มีปัญหาในเรื่องความเป็นประโยชน์ของเหล็กแล้ว จัดได้ว่าเป็นดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกถั่วลิสง เนื่องจากมีธาตุอาหารชนิดอื่นๆค่อนข้างอุดมสมบูรณ์และมีสภาพของฟ้าอากาศส่งเสริมการเจริญเติบโตของถั่วลิสง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะอาการผิดปกติและการเจริญเติบโตเนื่องจากการขาดธาตุเหล็กของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเหนียวสีดำ
2. เพื่อศึกษาถึงผลตอบสนองของการฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบกับการให้ทางดินต่อการแสดงอาการผิดปกติและการเจริญเติบโตของถั่วลิสง
3. เพื่อศึกษาถึงผลของจำนวนครั้งในการฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบ ต่อการแสดงอาการผิดปกติและการเจริญเติบโตของถั่วลิสง
4. เพื่อศึกษาการให้ธาตุเหล็กแก่ต้นถั่วลิสงที่มีผลต่อการดึงดูดธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

ตรวจเอกสาร

พืชทุกชนิดต้องการธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโต แม้ว่าธาตุแต่ละธาตุพืชต้องการใช้ในปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไป แต่ทุกธาตุก็จำเป็นและมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตของพืช หากพืชได้รับธาตุอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งไม่พอเพียงกับความต้องการของพืชแล้ว พืชย่อมจะเจริญเติบโตได้ไม่ดี ผลผลิตต่ำ พืชจะเจริญได้ดีต้องอาศัยการมีธาตุอาหารที่ครบถ้วน เพราะผลผลิตนั้นจะถูกจำกัดโดยธาตุอาหารที่ขาดหายไป (เพื่อนเกษตรกร,2530) จุลธาตุอาหารเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณที่น้อยมาก แต่ก็มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตของพืชไม่น้อยกว่าพวกธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง จุลธาตุในดินประกอบด้วยธาตุอาหารต่อไปนี้ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu)โบรอน (B) โมลิบดินั่ม (Mo) และ คลอรีน (Cl) แหล่งสำคัญของจุลธาตุในดิน คือแร่ธาตุในหินต้นกำเนิดดิน เช่นแร่เฟอโรแมกนีเซียมให้ธาตุเหล็ก สังกะสีและแมงกานีส แร่โบโรซิลิเกตให้ธาตุโบรอน เป็นต้น จุลธาตุเกิดอยู่ในดินในรูปไอออนประจุบวก หรือประจุลบในสารละลายดิน หรือทำปฏิกิริยากับสารประกอบของดิน เป็นสารประกอบเชิงซ้อนและตกตะกอน หรือ ถูกยึดกับคอลลอยด์ดินที่เป็นแร่ดินเหนียวหรืออินทรียวัตถุ ปฏิกิริยาที่มีผลต่อการ retention ของจุลธาตุในดินได้แก่ ปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอออนและการยึดแบบจำเพาะกับคอลลอยด์ดิน การตกตะกอนและการคีเลตชั่น ปริมาณของจุลธาตุในดินแตกต่างกันไปตามชนิดของของจุลธาตุ เหล็กมีอยู่ในปริมาณมากที่สุด (200-10,000 ppm) และ โมลิบดินั่มมีน้อยที่สุด (0.2-5 ppm)

รูปของจุลธาตุที่เป็นประโยชน์ได้แก่ รูปไอออนที่ละลายน้ำ ส่วนรูปที่ตกตะกอนหรือถูกยึดบนคอลลอยด์ดินจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุต่อพืชจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ **pH ของดิน** ไอออนของจุลธาตุมีรูปทางเคมีเปลี่ยนแปลงไปตาม pH เช่น เหล็กและแมงกานีสที่ pH ต่ำ จะอยู่ในรูปวาเลนซี่ 2 ซึ่งละลายน้ำได้ แต่ที่ pH สูงจะอยู่ในรูปวาเลนซี่ 3 ซึ่งไม่ละลายน้ำ **ความชื้นและการระบายอากาศของดิน** มีผลต่อ redox potential และรูปวาเลนซี่ของไอออนของจุลธาตุ **สารอินทรีย์ในดิน** ซึ่งทำปฏิกิริยาเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับจุลธาตุแล้วทำให้ความเป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ สารอินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นสารที่รากขับออกมาหรือสารอินทรีย์จากการสลายตัวของจุลินทรีย์ **จุลินทรีย์** มีความสำคัญกับกระบวนการ

decomposition ของจุลินทรีย์และควบคุม redox potential ในดิน ปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการที่ดินจะ supply จุลธาตุให้พืชได้แก่ **แหล่งสำรองในดิน** ดินที่มีเนื้อหยาบและมีอินทรียวัตถุต่ำมักมีจุลธาตุต่ำ ดินเขตร้อนมักมีจุลธาตุต่ำเพราะผ่านการชะล้างและเสื่อมสลายมานาน ยังมีปัจจัยทาง **อุทกภูมิ แสง** และ **ปฏิกิริยาร่วม (Interaction) ของจุลธาตุในดินและพืช** (ปัทมา,2533)

ธาตุเหล็กแม้จะเป็นจุลธาตุอาหารแต่ก็มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องด้วยธาตุเหล็กเกี่ยวข้องกับขบวนการทางด้านสรีรวิทยาของพืช กล่าวคือเหล็กเป็น activator ของ enzyme ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างคลอโรฟิล และ enzyme peroxidase นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของ cytochrome ซึ่งเป็นสารตัวกลางในการถ่ายทอดอิเลคตรอน เหล็กจะถูก reduce และ oxidize กลับไปกลับมาตลอดเวลา เหล็กยังเป็นส่วนประกอบของ ferrodoxin ที่อยู่ใน chloroplast ซึ่งเป็นสารสำคัญในการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอนของขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (ชัยฤกษ์,2526;สรสิทธิ์และคณะ,2527) มีผู้พบว่าปริมาณของคลอโรฟิลในพืชมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุเหล็กที่พืชได้รับคือ เมื่อพืชได้รับธาตุเหล็กในปริมาณที่เพียงพอจะทำให้ขบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลเป็นไปได้ดีขึ้น (Chen and Barak,1982) และเมื่อพืชขาดธาตุเหล็กใบของพืชจะหยุดสร้างคลอโรฟิล อาการผิดปกติดังกล่าว เรียกว่า คลอโรซิส (chlorosis) คือใบมีสีเหลืองซีด หรือ ขาวซีด อาการคลอโรซิสเนื่องจากขาดธาตุเหล็กแสดงออกที่ส่วนยอดอ่อนหรือส่วนใบอ่อน เพราะธาตุเหล็กเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้ายในพืช (immobile element) ซึ่งพืชไม่สามารถดึงเอาธาตุเหล็กจากส่วนที่สะสมอยู่ที่ใบแก่ เพื่อนำไปใช้ในใบอ่อนได้ (Tisdaland Helson,1963) อาการขาดธาตุเหล็กของพืชมีลักษณะต่างกันตามชนิดของพืช แต่ส่วนใหญ่ อาการจะเริ่มในลักษณะคลอโรซิสระหว่างเส้นใบ (interveinalchlorosis) คือส่วน ของใบนอกจากเส้นใบ (vein) เริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง จนกระทั่งกลายเป็นขาวซีดและเกิดเนื้อเยื่อตายตามบริเวณขอบใบ ลุกลามเข้ามาเรื่อยๆจนในที่สุดพืชอาจตายได้ (Cox et al,1982;Stonen,1962;Wallace et al,1957)

Bear et al (1931) ได้รายงานเกี่ยวกับอาการขาดธาตุเหล็กที่พบในถั่วลิสงในระยะแรกที่แสดงอาการใบอ่อนจะเหลือง และใบม้วนงอเล็กน้อย เส้นใบยังเขียวต่อมาเส้นใบจะขาวซีด นานๆจะเกิดจุดสีน้ำตาลของเนื้อเยื่อที่แห้งตายแล้วบริเวณใกล้ๆขอบใบ และเมื่อฉีดพ่น (spray) ด้วยสารละลายเฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4$) ที่เจือจาง อาการคลอโรซิสจะหายไป

ใบยาสูบเมื่อขาดธาตุเหล็กใบอ่อนจะแสดงอาการคลอโรซิส ซึ่งเส้นใยจะมีสีเขียวอย่างเห็นได้ชัด ต้นเตี้ยและเรียวเล็ก ในมันฝรั่งจะปรากฏอาการคลอโรซิสเล็กน้อยในใบอ่อนก่อนปลายใบและขอบใบเขียวนาน เส้นใยสีเขียวปกติ ส่วนที่แสดงอาการขาดค่อย ๆเปลี่ยนเป็นเหลือง หากขาดรุนแรงใบจะขาด แต่ไม่ปรากฏจุดแห้งตายให้เห็น อาการขาดมักปรากฏเมื่อปลูกในดินที่มี pH สูง หรือใส่ปูนจนเกิน overliming

Miller (1938) ได้รายงานว่ารูปของเหล็กในพืชมีทั้ง active และ inactiveform หรืออยู่ในรูป available หรือ unavailable ต่อการนำไปใช้ประโยชน์ของพืช และปริมาณของคลอโรฟิลในใบพืชที่พบจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณของ active ion ของเหล็กในใบ (Oserkowsky,S.1933)

มีการศึกษาพบว่า การที่พืชขาดธาตุเหล็กไม่ใช่เนื่องจาก ดินไม่มีธาตุเหล็กหรือมีธาตุเหล็กไม่เพียงพอ แต่เนื่องจากมีผลจากปัจจัยอื่น ๆโดยเฉพาะ pH ของดิน ซึ่งปัจจัยที่สำคัญทำให้ธาตุเหล็กเปลี่ยนเป็นรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Wallace,1951) การขาดธาตุเหล็กในดินด่างเรียส เนื่องจากเหล็กในรูป ferrous form (Fe^{2+}) ถูกอ็อกซิไดส์เป็นเหล็กในรูป ferric form (Fe^{3+}) ซึ่งเป็นรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และอาจเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินบางชนิด เช่น Bacillus polymyxa, Escherichia freudii,Aerobacter aerogenes (Waksman,1952)

De Kock (1955) รายงานว่าพืชที่ปลูกในสภาพ pH ต่ำ จะมีปริมาณเหล็กทั้งหมดในพืชต่ำแต่มีเหล็กในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง และพืชที่ปลูกในสภาพ pH สูง จะมีปริมาณเหล็กทั้งหมดในพืชสูงกว่า แต่มีเหล็กในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Brow และคณะ (1961) พบว่าต้นถั่วเหลืองที่แสดงอาการคลอโรซิสจะดูดซึม (absorb) เหล็กมากกว่าต้นที่ไม่แสดงอาการ และ Mercado (1962) รายงานว่าต้นข้าวอาจแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก ทั้งที่จากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่ามีเหล็กอยู่ในต้นข้าว แต่ปรากฏว่าเกือบทั้งหมดของเหล็กที่มีอยู่ในรูป unavailable ซึ่งไม่ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิล

Conningham (1964) ทำการศึกษาลักษณะการขาดธาตุเหล็กของต้นโกโก้ พบว่าใบโกโก้ที่เขียวปกติ เก็บจากต้นสมบูรณ์ ซึ่งปลูกในแปลงที่มี pH 6.9 มี $CaCO_3$ < 1% พบว่ามีเหล็ก 90-111 ppm ของน้ำหนักแห้ง แต่ในใบที่แสดงอาการขาดธาตุเหล็กซึ่งปลูกในดินที่มี pH 7-9 มี $CaCO_3$ 3% พบว่ามีเหล็ก 121-147 ppm และ เมื่อลองให้เฟอรัสซัลเฟตแก่ดินที่มี

pH สูง แล้วนำใบที่แสดงอาการขาดธาตุเหล็กมาทดสอบ ปรากฏว่าในใบที่สดงอาการขาดธาตุเหล็กนั้นก็มีปริมาณเหล็กอยู่มาก เขาจึงสรุปไว้ว่า "การตรวจสอบการขาดธาตุเหล็กในพืชนั้น การวัดปริมาณของเหล็กในใบพืชไม่สามารถนำมายึดเป็นหลักได้"

โดยปกติในดินทั่วไปมักมีเหล็กพอเพียงกับปริมาณความต้องการของพืช แต่ในดินบางชนิดมีลักษณะบางประการที่เป็นสาเหตุทำให้เหล็กขาดแคลนหรือไม่อยู่ในสภาพที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ (สัมฤทธิ์, 2524; ยงยุทธ, 2524)

<u>การขาดธาตุเหล็กของพืช</u> จะพบในดินดังต่อไปนี้

1. ดินที่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตมากเกินไป เหล็กจะทำปฏิกริยากับฟอสเฟตและตกตะกอนหมด ยากแก่พืชที่จะนำไปใช้ประโยชน์
2. ดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกลางหรือด่าง และมีสารประกอบพวกปูนมาก เช่น ดินคัลคาเรียส เนื่องจากมีปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตในดินสูง
3. ดินที่มีการระบายน้ำและอากาศเลว
4. ดินที่มีธาตุโลหะหนัก เช่น แมงกานีส สังกะสีและทองแดง สะสมอยู่มากทำให้พืชดึงดูดเอาเหล็กเข้าไปได้ยาก (antagonism) และมีผลทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก

<u>การแก้ไขการขาดธาตุเหล็กของพืช</u>

ในดินโดยทั่วไปซึ่งไม่มีปัญหาในเรื่องข้อจำกัดคุณสมบัติการละลายของธาตุเหล็ก เมื่อพืชที่ปลูกแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก สามารถแก้ไขได้โดยตรงคือใช้ปุ๋ยที่ให้ธาตุเหล็กซึ่งมีทั้งในรูปสารประกอบอนินทรีย์และโลหะคีเลต สารประกอบอนินทรีย์ซึ่งนิยมใช้เพื่อแก้ปัญหาการขาดธาตุเหล็กของพืชได้แก่ เหล็กซัลเฟตและเหล็กคลอไรด์ แต่เนื่องจากการใช้เกลือนี้ใส่ลงดินจะอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชค่อนข้างเร็ว จึงจำต้องใช้ในอัตราค่อนข้างสูงจึงจะได้ผล (ยงยุทธ, 2524) สำหรับเหล็กคีเลตมีหลายชนิดหากเลือกใช้ให้เหมาะกับดินจะได้ผลดี แต่เนื่องจากเหล็กคีเลตมีราคาแพง ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง เหล็กคีเลตที่ใส่ลงดินจะมีผลต่อพืชที่ปลูกเพียง1-2ปี หลังจากนั้นจุลินทรีย์ดินจะย่อยสลายคีเลตจนสิ้นสภาพ จากการศึกษาทดลอง พบว่าเหล็กในรูป Fe-EDDHA (iron ethylene diamine dico-hydroxyphenyl acetic acid) เหมาะ

ใช้กับดินคัลคาเรียสมากกว่าเหล็กในรูป Fe-EDTA (iron ethylene diamine tetraacetic acid) เนื่องจากเหล็กในรูปนี้ไม่อยู่ในรูปเสถียร เพราะเหล็กที่อยู่ในโครงสร้างของ Fe-EDTA ถูกแทนที่ได้ง่ายด้วยแคลเซี่ยมที่สะสมอยู่เป็นปริมาณมากในดินชนิดนี้ ซึ่ง Fe-EDTA นี้เหมาะกับดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดและ Fe-DTPA (iron diethylene triamine pentaacetic acid) เหมาะกับดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกลาง (ยงยุทธ,2524;ประเสริฐ,2528)

การใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักสำหรับแก้ปัญหาการขาดธาตุเหล็กของพืช Chen and Barak (1982) ได้รายงานผลของปุ๋ยคอกที่มีผลต่อผลผลิตของข้าวฟ่างที่ปลูกในดินคัลคาเรียสพบว่า การใช้ปุ๋ยคอก(farmyard manure) อัตรา 20 ตันต่อเฮกตาร์ทำให้ผลผลิตของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นจาก 520 เป็น 970 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และมีรายงานว่าการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับเหล็กซัลเฟต มีผลให้ผลผลิตของถั่วลิสง และข้าวฟ่างที่ปลูกบนดินคัลคาเรียสที่ขาดธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับการใส่เหล็กคีเลตลงไปในดิน (ชัยฤกษ์และคณะ,2527) เช่นเดียวกับการให้เหล็กซัลเฟตอัตรา 3.3 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่อัตรา 320 กิโลกรัมต่อไร่หรือสารอินทรีย์ฮิวมัสอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่สามารถแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กและเป็นการเพิ่มผลผลิตได้ (สุวพันธ์,2527)

การใช้สารประกอบบางชนิดใส่ลงในดินคัลคาเรียสเพื่อทำให้ดินมีค่า pH ลดลง ซึ่งจะทำให้เหล็กละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น เช่นการใช้ผงกำมะถันและกรดซัลฟุริค Procopior (1976) รายงานว่าการเพิ่มผงกำมะถันเพียง 1% ลงไปในดินแคลคาเลียสทำให้ pH ของดินลดลงจากเดิม pH 7.4 เหลือ pH 6.0 ยังผลให้พืชสามารถดูดธาตุเหล็กขึ้นมาใช้ได้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของครรชิตและคณะ (2511) พบว่าถั่วลิสงที่ปลูกในดินชุดตาคลีในกระถางพบว่าการใช้กรดซัลฟุริคเข้มข้นใส่ลงดินทำให้ pH ของดินลดลงเหลือประมาณ 4 (pH เดิม 8.00) ถั่วลิสงที่ปลูกใบมีสีเขียวปกติ

การฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบเป็นการแก้ปัญหาการให้ปุ๋ยแก่พืชในระยะที่พืชต้องการเช่น เมื่อพืชแสดงอาการขาดอย่างรุนแรง การให้โดยวิธีอื่นๆ พืชจะได้รับปุ๋ยช้า แต่เมื่อฉีดพ่นทางใบพืชจะสามารถดูดซึมเหล็กไปใช้ได้ทันที นอกจากนี้การให้ปุ๋ยทางใบเป็นการให้ปุ๋ยแก่พืชที่ปลูกในสภาพดินไม่เหมาะสมเช่น มีแคทไอออนต่างๆมากเกินไปหรือมี pH ไม่เหมาะต่อการดูดธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ของพืช

ข้อดีและข้อเสียของการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ (ยงยุทธ,2524;เกษมศรี,2536)

ข้อดีของการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ

1. แก้ปัญหาการขาดธาตุอาหารบางธาตุโดยการพ่นทางใบโดยตรง ไม่ต้องมีอุปสรรคเกี่ยวกับการตรึงหรือการลดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่ให้แก่พืช
2. การให้ปุ๋ยทางใบ พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที เหมาะต่อการให้ในระยะที่พืชแสดงอาการขาดธาตุในระยะวิกฤติ เช่น ช่วงก่อนออกดอก
3. การให้ปุ๋ยทางใบได้ผลดีกับพืชที่มีพื้นที่ผิวใบสูงและระบบรากไม่เจริญ
4. การให้ปุ๋ยทางใบเพื่อเสริมการใส่ให้ทางดินจะให้ผลเด่นชัดเมื่อให้ตอนที่พืชมีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างช้าและระหว่างการออกดอก ขณะที่พืชออกดอกจะมีใบเต็มที่แต่ Metaboric activity โดยทั่วๆไปและความสามารถในการดูดธาตุอาหารของรากลดลง
5. เป็นปุ๋ยที่ใช้ในปริมาณน้อยแต่สามารถให้ประสิทธิภาพสูงและเป็นปุ๋ยที่สามารถใช้ร่วมกับยาปราบศัตรูพืชและวัชพืชได้ทำให้ช่วยลดต้นทุนในการผลิตลง

ข้อเสียของการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ

1. การฉีดพ่นทางใบจะได้ผลดีเมื่อฉีดจนทั่ว หากไม่ทั่วถึงบริเวณนั้นจะแสดงอาการขาด
2. การจับเกาะของสารขึ้นกับชนิดของใบพืช หากพืชใดมี cuticle หนา หรือมี wax เคลือบที่ผิวใบจะต้องใช้สารจับใบช่วย
3. สารละลายที่ใช้ฉีดพ่นต้องมีความเข้มข้นเหมาะสม ไม่เข้มข้นมากเกินไปจะทำให้ใบไหม้ได้

ประสิทธิภาพของการให้ปุ๋ยทางใบของพืชจะมีมากหากปุ๋ยที่ให้อยู่ในรูปสารละลายและสารละลายนั้นยังคงอยู่บนผิวใบไม่ร่วงหล่นหายเพราะการดูดซึมปุ๋ยทางใบจะเกิดอย่างต่อเนื่องเมื่อปุ๋ยยังอยู่บนผิวใบพืชในรูปของสารละลาย

สภาพดินที่เหมาะสมในการปลูกถั่วลิสง

ลักษณะดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกถั่วลิสงนั้นควรเป็นดินที่มีเนื้อดินร่วนถึงร่วนปนทราย มีหน้าดินลึก หน้าดินไม่แน่นแข็งเมื่อแห้งซึ่งเป็นลักษณะที่จะทำให้การผลิตถั่วลิสงมีคุณภาพ และ การสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวน้อย ดินต้องมีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งประกอบด้วยธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในระดับที่เพียงพอ ปฏิกิริยาความเป็น กรด-ด่าง ของดิน (pH) อยู่ในสภาพที่พอเหมาะ 5.5-7.0 ถ้า pH ต่ำ ทำให้ขาดธาตุอาหารรองและอาหารเสริมบางชนิด รวมทั้งทำให้ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศลดลง และหาก pH สูง มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของเหล็กในการนำไปใช้ของพืช (ภูวนาถ,2531)

ดินคัลคาเรียส

ดินคัลคาเรียสคือดินที่มีปริมาณการสะสมของแคลเซียมคาร์บอเนต ($Caco_3$) อยู่มากทั้งนี้เนื่องจากคาร์บอเนต (Co_3) ของแคลเซียมและแมกนีเซียมมีการผุพังสลายตัวทางเคมีง่ายจึงเกิดมีเกลือคาร์บอเนตอิสระชนิดต่างๆอยู่ในดินนี้มาก

ปัญหาทางเคมีของดินนี้น่าจะเกิดจากความเป็นด่างของดิน ซึ่ง pH ของดินคัลคาเรียสจะสูงขึ้น เมื่อระดับความชื้นในดินสูงขึ้นอาจเกิดจากการลดความดันแกสเฉพาะของคาร์บอนไดออกไซด์ (Co_2) และการทำให้เกลือที่ละลายน้ำได้ในสารละลายดินเจือจางลง ก็ส่งเสริมให้เกิดการ hydrolysis ของแคลเซียมคาร์บอเนตอิสระทำให้ได้ด่างดังสมการที่ 1

$$CaCO_3 + H_2O \longrightarrow Ca^{++} + HCO_3^- + OH^- \quad \text{------1}$$

เกลือคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียม ที่เกิดขึ้นโดยขบวนการต่างๆก่อให้เกิดปัญหาการตรึงของฟอสเฟต และการลดความเป็นประโยชน์ของเหล็ก เนื่องจากการละลายได้ของเหล็กถูกควบคุมโดยปฏิกิริยาต่างๆในสมการที่ 2-4

$$Fe^{++} + CaCO_3 \longrightarrow FeCO_3 + Ca^{++} \quad \text{------2}$$

$$4FeCO_3 + O_2 + Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 2Fe(CO_3)_3 + Ca(OH)_2 \text{ -------3}$$

$$Fe_2(CO_3)_3 + 3H_2O \longrightarrow Fe_2O_3 + 3H_2CO_3 \text{ ------4}$$

รูปเฟอรัส (Fe^{2+}) เป็นรูปที่เป็นประโยชน์ที่สุดต่อพืช ซึ่งในสภาพที่เป็นด่าง Fe^{2+} ถูกออกซิไดซ์ เป็น Fe^{3+} ซึ่งค่อนข้างไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช (ไพบูลย์,2528;ปัทมา,2523)

ดินตาคลี

ชุดดินนี้เป็นดินที่มีโครงสร้างของดินบนดี มีลักษณะเป็นแบบเม็ดพรุน (crumb) หรือเม็ดทิบ (granular) ดินบนเป็นดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียวสีดำ สีเทาเข้มมากปนน้ำตาล มักพบเม็ดปูนสีขาวปนอยู่ในเนื้อดินซึ่งทำให้ดินมีสมบัติเป็นด่าง มีปฏิกิริยาดินอยู่ในช่วงพิสัยประมาณ 7.0-8.0

ดินบนมีปริมาณของอินทรียวัตถุปานกลาง มีค่าการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างสูง มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงมาก มีธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) สูงปานกลางและมีโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (K_2O) สูงมาก จัดว่าดินชุดตาคลีนี้มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างสูง สมบัติทางกายภาพโดยเฉพาะส่วนที่เป็นดินดี แต่มีข้อจำกัด คือ ชั้นของปูนที่อยู่ค่อนข้างตื้น ซึ่งมีผลต่อปฏิกิริยาของดินและการใช้ประโยชน์ธาตุอาหารของพืช (เอิบ,2533)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองปลูกพืชในกระถางซึ่งวางให้ได้รับแสงเต็มที่ ในแปลงทดลองของภาควิชาพืชสวน และการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างดินและพืชในห้องปฏิบัติการ ของภาควิชาปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นการศึกษาอิทธิพลของความถี่ของการใช้สารละลายเหล็กซัลเฟต ($FeSO_4$) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ปลูกในดินชุดตาคลี วางแผนการทดลองแบบ Random complete Block Design ทำการทดลองในช่วงเดือน สิงหาคม - พฤศจิกายน 2536 โดยแบ่งการทดลองเป็น 7 ตำรับ คือ

ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยใดๆ (Control)

ตำรับที่ 2 ใส่เฉพาะปุ๋ย N-P-K

ตำรับที่ 3 ฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบ 3 ครั้ง โดยฉีดทุกๆ 20 วัน

ตำรับที่ 4 ฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบ 5 ครั้ง โดยฉีดทุกๆ 14 วัน

ตำรับที่ 5 ฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบ 7 ครั้ง โดยฉีดทุกๆ 10 วัน

ตำรับที่ 6 ฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบ 9 ครั้ง โดยฉีดทุกๆ 7 วัน

ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเหล็กทางดิน

<u>การเตรียมดิน</u>

ดินที่นำมาศึกษาเป็นดินชุดตาคลี (Takli Soil Series) ซึ่งเป็นดินจำพวก Rendzinas (หรือจำแนกตาม Soil Taxonomy เป็น fine, monmorillonite, isohyperthermic Typic Calciustolls) เก็บจากบริเวณการทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ในระดับความลึก 0 - 30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ซึ่งเป็นชั้นดินที่รากพืชเจริญเติบโตได้ดี

ผึ่งดินในที่ร่มจากนั้นคลุกเคล้าให้เข้ากัน บรรจุดินลงในกระถางดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว กระถางละ 5 กิโลกรัม

การปลูก

หลังจากเตรียมดินเรียบร้อยแล้วรดด้วยน้ำกลั่นให้ชุ่มพอสมควร ปลูกถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 กระถางละ 5 เมล็ด และทำการถอนแยกให้เหลือกระถางละ 2 ต้น เมื่อต้นถั่วมีอายุ 5 - 7 วันรักษาระดับความชื้นของดินในกระถาง โดยรดน้ำประมาณวันละ 2 ครั้ง คือ เช้า และเย็น โดยคำนึงถึงการรักษาความชื้นของดินให้อยู่ใกล้ระดับความจุความชื้นสนาม

การให้ปุ๋ย

เพื่อให้ถั่วลิสงที่ปลูกได้รับธาตุอาหารหลักอย่างเพียงพอจึงให้ปุ๋ย N-P-K แก่ทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นในตำรับที่ 1 โดยแบ่งการให้เป็น 2 ช่วง คือ เมื่อพืชอายุ 7 วัน และ 30 วัน ซึ่งให้ในอัตรา

- ยูเรีย 1 กรัม/กระถาง
- Triple superphosphate 2 กรัม/กระถาง
- Potassium chloride 1.5 กรัม/กระถาง

พืชที่ปลูกในตำรับที่ 7 จะใส่ปุ๋ย $FeSO_4$ ทางดิน ในอัตรา 5 กก./ไร่ โดยจะใส่ให้เพียงครั้งเดียวตลอดการทดลอง

การฉีดพ่นสารละลาย 0.3 % $FeSO_4$ ทางใบโดยแบ่งความถี่ของการฉีดพ่นออกเป็น 3,5,7,9 ครั้ง ตามลำดับ การฉีดพ่นต้องคลุมดินในกระถาง ด้วยผ้าพลาสติกเพื่อป้องกันมิให้น้ำยาหยดลงดินแล้วจึงฉีดพ่นจนใบชุ่ม

การป้องกันและกำจัดโรคแมลง

ใช้ยาฉีดป้องกันโรคและแมลงทุกๆ 7 วัน โดยใช้ออโซไซด์ 50 ฉีดพ่นกันรา, เบอร์เกอร์กำจัดแมลงและให้ฟูลาดานทางดินเพื่อกำจัดมด

การเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวเมื่อถั่วลิสงมีอายุ 75 วัน โดยเก็บเฉพาะส่วนของลำต้นนำไปชั่งและเข้าตู้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของพืช จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืช (THOMAS-WILEY LABORATORY MILL MODEL 4) เก็บตัวอย่างพืชที่บดแล้วไปทำการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์ดิน

pH ของดิน

วัด pH ของดินด้วย pH meter โดยใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:2

ปริมาณเกลือที่ละลายได้ในดิน

วัดค่าการนำไฟฟ้าจากสารสกัดดินต่อน้ำ 1:5 โดยใช้ Electroconductivity meter

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

วิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน โดยวิธี Walkley-Black Method (modified) ใช้ 1 N $K_2Cr_2O_7$ ออกซิไดส์คาร์บอนให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ วัดปริมาณ $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลือโดยการไตเตรทด้วย 0.5 N $FeSO_4$ เมื่อทราบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนก็เทียบเปลี่ยนเป็นปริมาณอินทรียวัตถุโดยยึดหลักที่ว่า อินทรีย์วัตถุประกอบด้วยอินทรีย์คาร์บอนประมาณ 58%

อิออนบวกที่แลกเปลี่ยนได้

วิเคราะห์ Cation Exchange Capacity โดยใช้ 1 N NH_4OAC ชะดินเพื่อให้ NH_4 เข้าแทนที่ cation ต่างๆ ที่มีอยู่ในดินล้าง NH_4 ที่มากเกินพอด้วย methyl alcohol แล้วจึงใช้ acidified Nacl เข้าไล่ที่ absorbed NH_4 วิเคราะห์ NH_4 ที่ถูกแทนที่ออกมา นำค่าที่ได้ไปคำนวณเป็น meq/ดิน100กรัม ซึ่งจะเท่ากับค่า CEC ของดิน

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

หาปริมาณไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl ซึ่งเป็นวิธีการย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็น NH_4-N โดยกรด H_2SO_4 เข้มข้น จากนั้นนำสารละลายไปกลั่นหาปริมาณ NH_3 โดยให้สารละลายที่ได้จากการย่อยสลายทำปฏิกริยากับด่าง แล้วจึงนำไปไตเตรทด้วยกรด HCL บันทึกปริมาตรของกรดเพื่อคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

สกัดฟอสฟอรัสจากดินโดยใช้ extracting solutio Bray II ในอัตราส่วนดิน:extracting solution เท่ากับ 1:10 จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์โดยการ develop สี ซึ่งมี ascorbic acid เป็น reducing agent อ่านค่า % T จากเครื่อง stectrophotometer ที่ wave length 680 mv นำค่าที่ได้เทียบกับกราฟการดูดกลืนแสงของฟอสฟอรัสในความเข้มข้นต่าง ๆ

การวิเคราะห์พืช

ย่อยตัวอย่างพืชด้วยวิธี acid mixture digestion ซึ่งประกอบด้วย กรด HNO_3, H_2SO_4 และกรด Hyperchlorate ในอัตราส่วน 5:1:2

ปริมาณไนโตรเจนในพืช

การวิเคราะห์ NH_4-N ในสารละลายส่วนใหญ่ทำโดยการกลั่นกับด่างแก่ NH_3 ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจะถูกจับไว้โดย H_3BO_3 บันทึกปริมาตรของกรดเพื่อคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน

ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช

วิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยใช้ Molybdate-Vanadate solutionเป็น reagent ในการ develop สี วัดค่าการดูดกลืนแสง (%T) ที่ Wavelength 420 mvนำค่าที่ได้เทียบกับกราฟการดูดกลืนแสงของฟอสฟอรัสในความเข้มข้นต่างๆ

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความสูงของต้นถั่วลิสงเมื่ออายุ 1 เดือน

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ความสูงของต้นถั่วลิสงจากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่แต่ปุ๋ย N-P-K มีค่าสูงสุดคือ 12.69 เซนติเมตร และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นปุ๋ยเหล็ก 3 ครั้ง มีค่าต่ำสุดคือ 11.38 เซนติเมตร (แสดงข้อมูลในตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

สังเกตได้ว่าการเจริญเติบโตของถั่วลิสงในแต่ละตำรับการทดลองไม่ต่างกันมากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าในระยะเวลา 1 เดือนนี้ จำนวนครั้งในการฉีดพ่นเหล็กในแต่ละตำรับการทดลองยังน้อยครั้ง (มากที่สุดเพียง 3 ครั้ง) ซึ่งถือได้ว่าถั่วลิสงในทุกตำรับการทดลองได้รับปุ๋ยเหล็กในปริมาณที่ต่างกันไม่มาก ดังนั้นการเจริญเติบโตในช่วงนี้จึงยังไม่แสดงความแตกต่างออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัด

ความสูงของต้นถั่วลิสงก่อนการเก็บเกี่ยว

ค่าความสูงของต้นถั่วลิสงก่อนการเก็บเกี่ยวจากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่ฉีดพ่นเหล็กทางใบ 9 ครั้ง มีค่าสูงสุดคือ 19.50 เซนติเมตร และตำรับการทดลองที่ใส่เฉพาะปุ๋ย N-P-K มีค่าต่ำสุดคือ 16.00 เซนติเมตร (แสดงข้อมูลในตารางที่ 2 และภาพที่ 2)

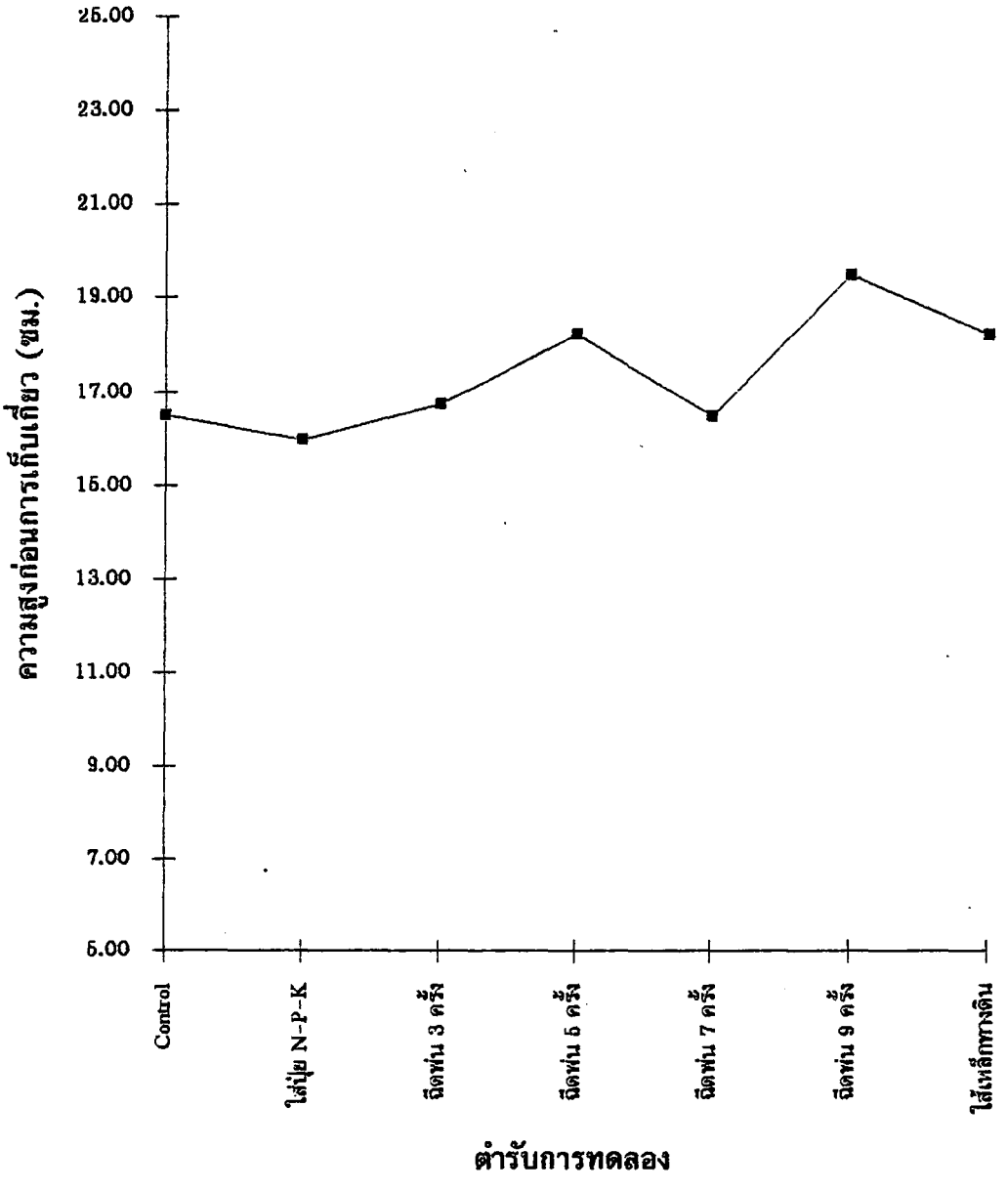
จากผลการทดลองดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การฉีดพ่นเหล็ก 9 ครั้ง ทำให้ถั่วลิสงเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และค่าความสูงของตำรับการทดลอง ที่ใส่เฉพาะปุ๋ย N-P-K ต่ำกว่า Control อาจเนื่องมาจาก ในตำรับการทดลองที่ใส่เฉพาะปุ๋ย N-P-K ขาดจุลธาตุ ซึ่งเป็นปัจจัยชนิดหนึ่งที่จำกัดการเจริญเติบโตของถั่วลิสงโดยเฉพาะในช่วงของการออกดอกเป็นระยะที่ลำต้นเจริญเติบโตมากที่สุด ต้องการทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและจุลธาตุต่างๆ ดังนั้น ในตำรับการทดลองที่ใส่เฉพาะปุ๋ย N-P-K ซึ่งเริ่มแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก (ภาพที่ 9) จึงมีการเจริญเติบโตช้าลง

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นถั่วลิสงอายุ 1 เดือน

ตำรับการทดลอง	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)
Control	11.68
ใส่ปุ๋ย N-P-K	12.68
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	11.37
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	11.93
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	11.37
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	12.25
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	12.31

CV = 11.11 %

LSD 0.05 = 1.96



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบความสูงของต้นถั่วลิสงเมื่ออายุ 1 เดือน ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ

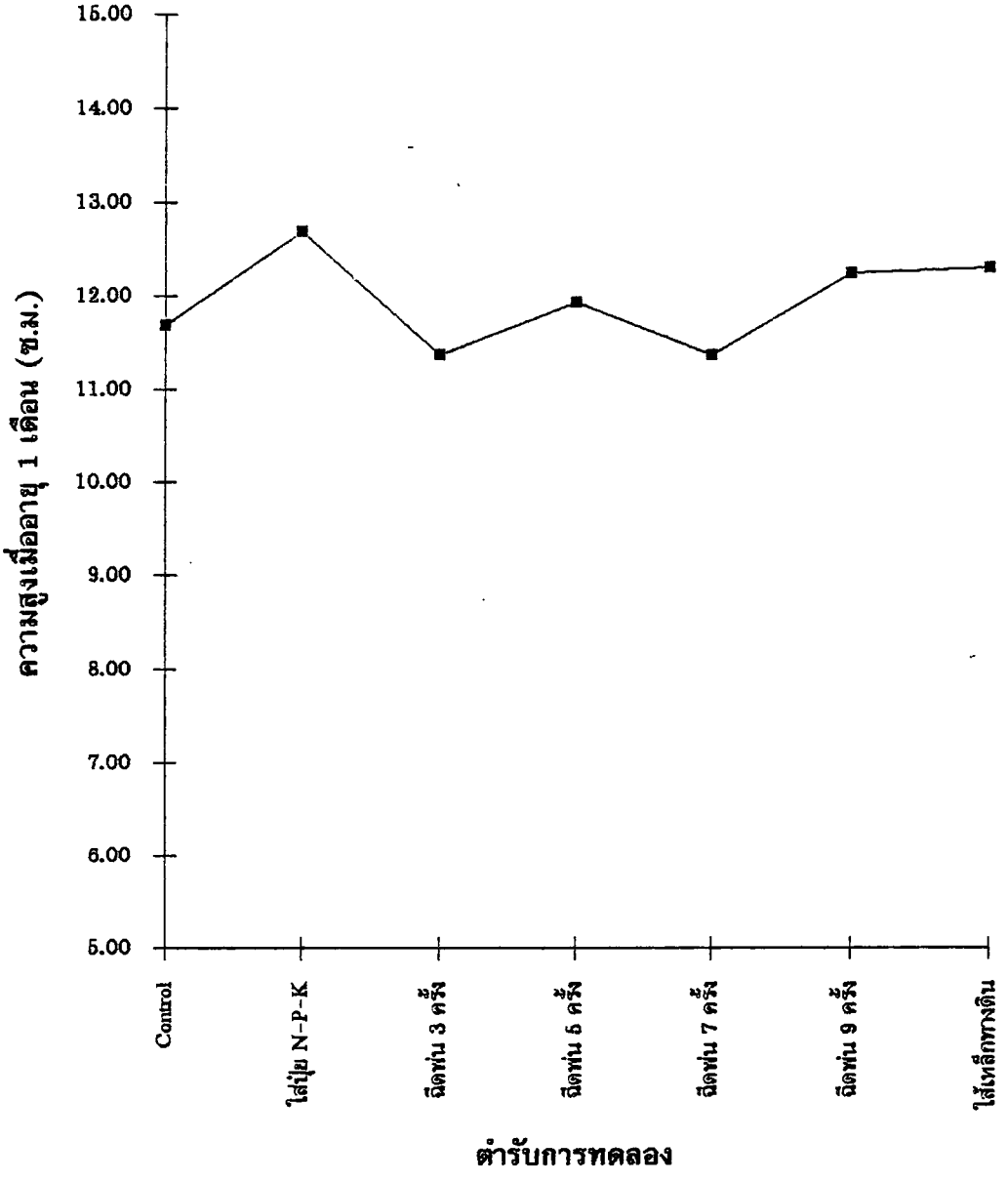
99712

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นถั่วลิสงก่อนการเก็บเกี่ยว

ตำรับการทดลอง	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)
Control	16.50
ใส่ปุ๋ย N-P-K	16.00
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	16.75
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	18.25
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	16.50
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	19.50
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	18.25

CV = 12.60 %

LSD 0.05 = 3.28



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบความสูงของต้นถั่วลิสงก่อนการเก็บเกี่ยว
ที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ

เปอร์เซ็นต์น้ำในถั่วลิสง

เปอร์เซ็นต์น้ำในถั่วลิสง ในตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 9 ครั้ง มีค่าสูงสุดคือ 78.79 % และตำรับการทดลองที่ใส่เหล็กทางดิน มีค่าต่ำสุดคือ 76.67 % (แสดงข้อมูลในตารางที่ 3 และภาพที่ 3) ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำในต้นถั่วลิสงจากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า น้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสง จากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 9 ครั้ง มีค่าสูงสุดคือ 9.30 กรัมต่อกระถาง และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 7 ครั้งมีค่าต่ำสุดคือ 6.11 กรัมต่อกระถาง (แสดงข้อมูลในตารางที่ 4 และภาพที่ 4)

น้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสงที่ได้จากตำหรับการทดลองต่างๆ น่าจะลดลงตามจำนวนครั้งของการฉีดพ่นเหล็กที่น้อยลง แต่เนื่องจากมีโรคและแมลงรบกวน และอาจมีข้อจำกัดในเรื่องการดูดใช้จุลธาตุของถั่วลิสงในชุดดินนี้ ทำให้ถั่วลิสงแสดงอาการผิดปกติ (ตารางที่ 10) มีผลให้การเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ดังเช่น ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 7 ครั้ง มีน้ำหนักแห้งต่ำสุด การเจริญเติบโตค่อนข้างช้ากว่าตำรับการทดลองอื่นๆ เนื่องจากมีโรคและแมลงรบกวน

เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วลิสง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 3 ครั้ง มีค่าสูงสุดคือ 1.57 % และตำรับการทดลองที่ใส่เหล็กทางดินมีค่าต่ำสุดคือ 1.34 % ซึ่งทั้ง 2 ตำรับการทดลองนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (แสดงข้อมูลในตารางที่ 5 และภาพที่ 5)

การใส่เหล็กทางดินอาจมีผลทำปฏิกิริยากับธาตุอาหารต่างๆที่มีอยู่ในดิน ทำให้พืชไม่สามารถดึงดูดธาตุอาหารเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ได้ การเจริญเติบโตจึงไม่เต็มที่ ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในลำต้นถั่วลิสงที่ใส่เหล็กทางดินจึงมีน้อย ต่างกับการฉีดพ่นเหล็กทางใบ 3 ครั้ง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนสูงสุด

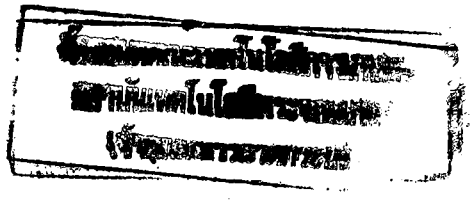
14402

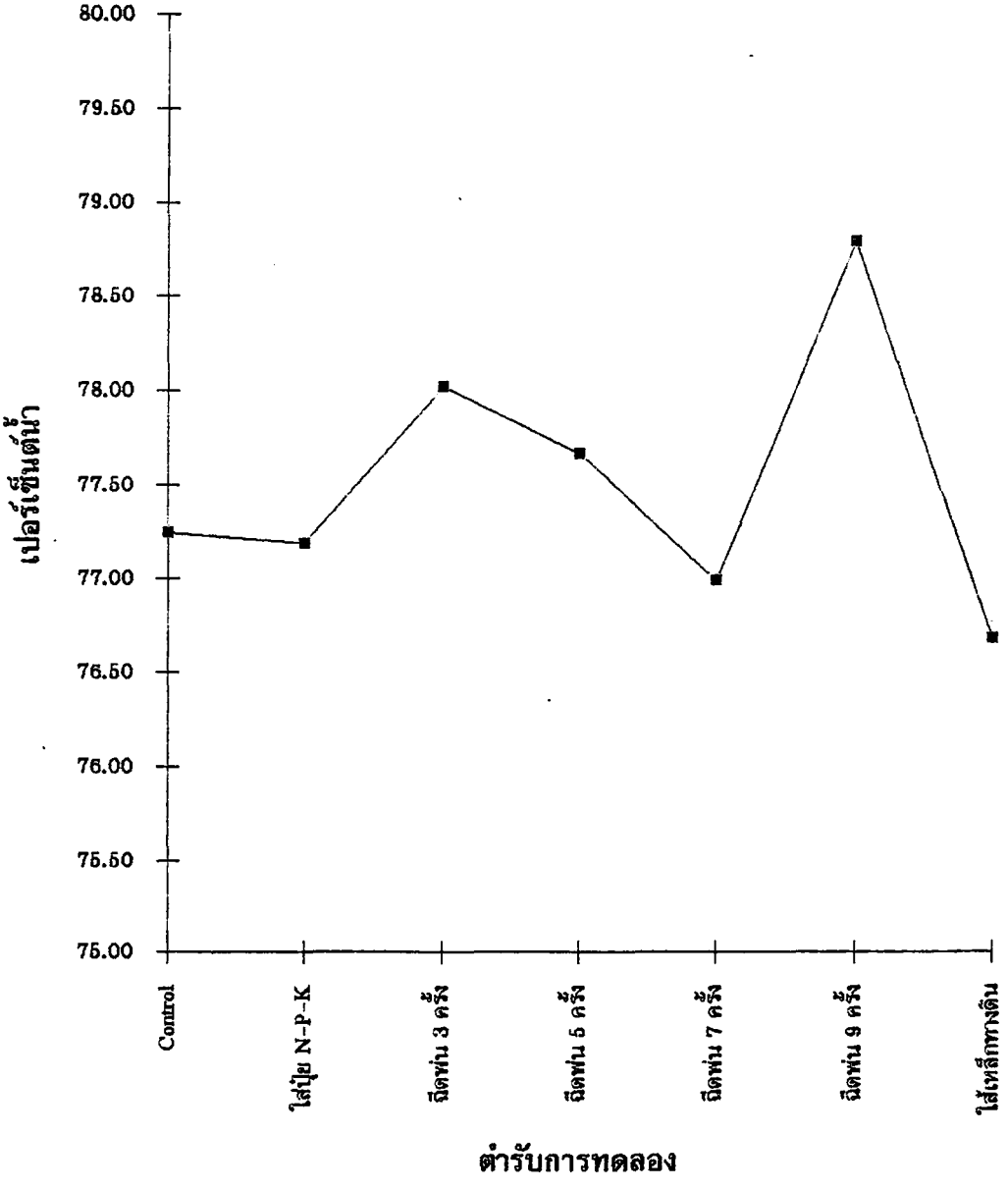
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำของต้นถั่วลิสง

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์น้ำเฉลี่ย
Control	77.25
ใส่ปุ๋ย N-P-K	77.19
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	78.02
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	77.67
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	77.04
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	78.79
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	76.68

CV = 2.50 %

LSD 0.05 = 2.88





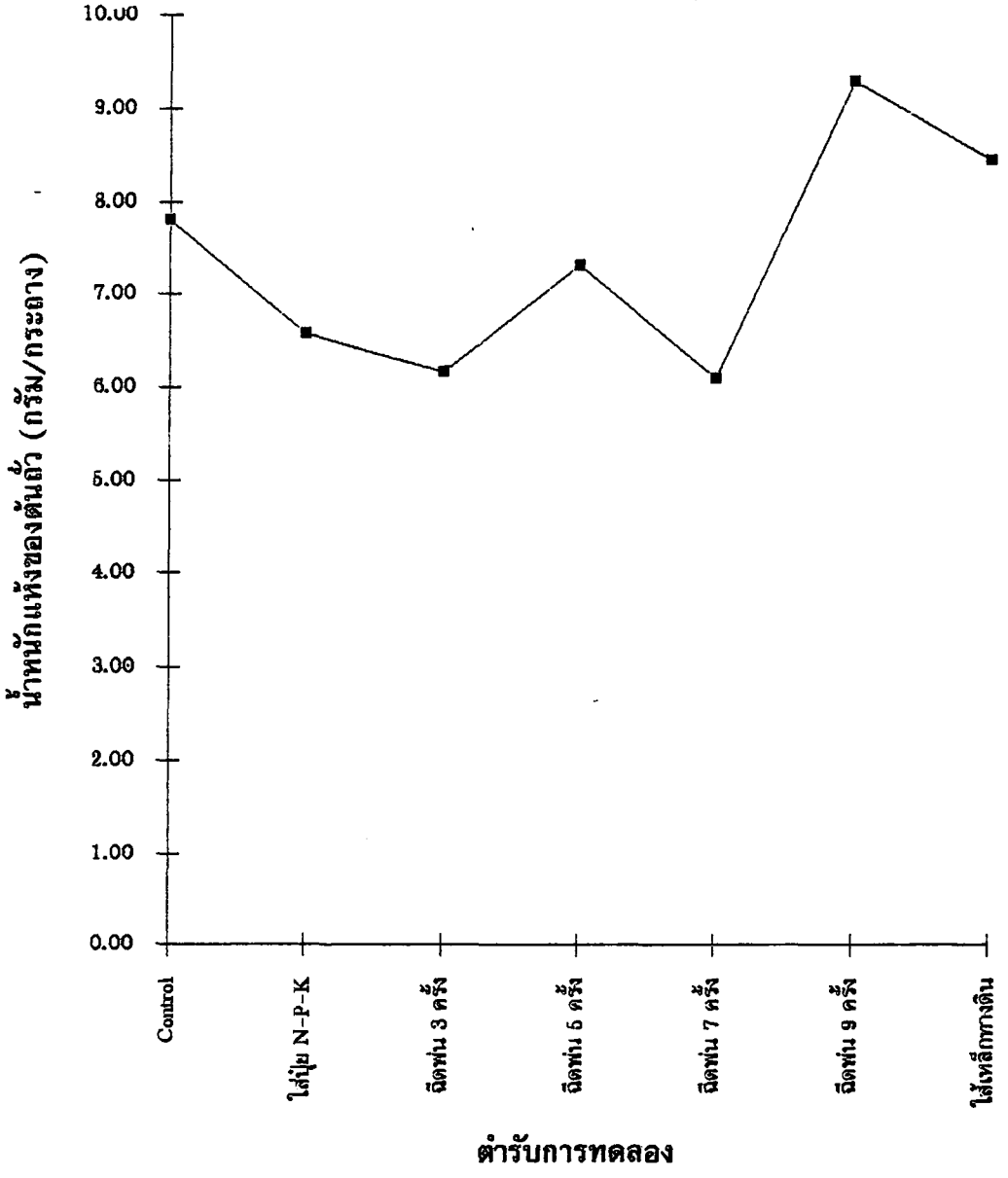
รูปที่ 3 การเปรียบเทียบเปอร์เซนต์น้ำในต้นถั่วลิสงที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสง

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/กระถาง)
Control	7.88
ใส่ปุ๋ย N-P-K	6.58
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	6.16
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	7.32
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	6.12
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	9.30
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	8.44

CV = 32.50 %

LSD 0.05 = 3.57



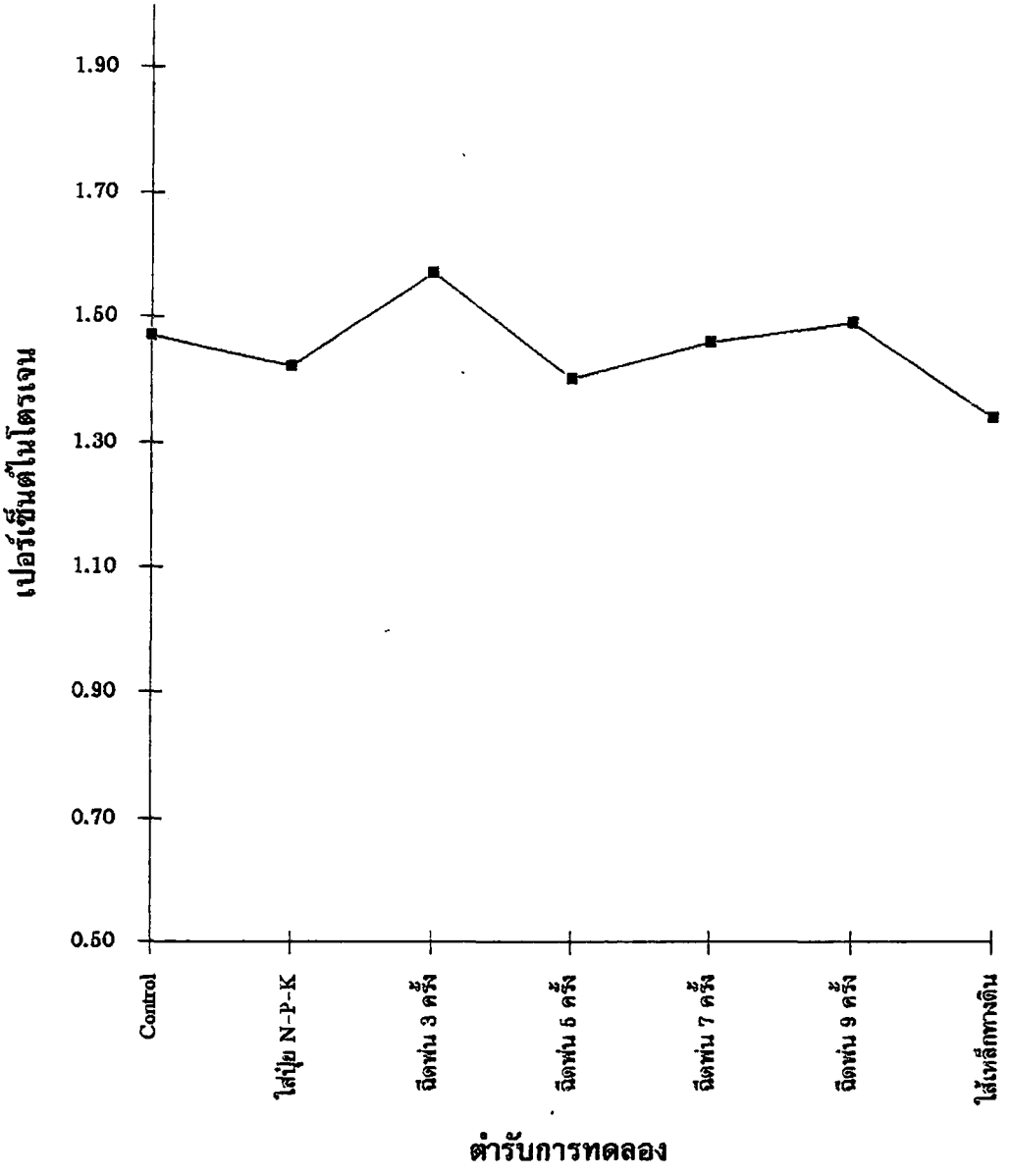
รูปที่ 4 การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของถั่วลิสงในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนของต้นถั่วลิสง

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ย
Control	1.47 ab
ใส่ปุ๋ย N-P-K	1.42 ab
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	1.57 a
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	1.40 ab
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	1.46 ab
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	1.49 ab
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	1.34 b

CV = 9.20 %

LSD 0.05 = 0.19



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วลิสงที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ

ปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วลิสง

ปริมาณไนโตรเจนในตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 9 ครั้งมีค่าสูงสุดคือ 0.13 กรัมต่อกระถาง และในตำรับการทดลแงที่ฉีดพ่นเหล็ก 7 ครั้งมีค่าต่ำสุดคือ 0.08 กรัมต่อกระถาง ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณไนโตรเจนจากตำรับการทดลองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (แสดงข้อมูลในตารางที่ 6 และภาพที่ 6)

จากการทดลองสังเกตได้ว่า ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในต้นถั่วลิสงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความถี่ในการฉีดพ่นเหล็กที่เพิ่มขึ้น แต่ในตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 7 ครั้งลดต่ำลงทั้งนี้เนื่องจากเมื่อคิดเป็นปริมาณไนโตรเจนต้องเทียบกับน้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสง และต้นถั่วลิสงในตำรับการทดลองนี้มีน้ำหนักต่ำซึ่งเกิดจากมีโรคและแมลงรบกวน ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ และในตำรับการทดลองอื่นๆซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนต่ำกว่า Control อาจเนื่องมาจากปัจจัยของจุลธาตุอื่นๆที่มีอยู่จำกัดในดินหรือมีแต่อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ส่งผลต่อการดูดธาตุไนโตรเจนจากดินและการตรึงไนโตรเจนจากอากาศของถั่วลิสงไม่สามารถทำได้อย่างเต็มที่

เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วลิสง

ในตำรับที่ฉีดพ่นเหล็ก 7 ครั้งมีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสสูงสุดคือ 0.55 % และ Control มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสต่ำสุดคือ 0.18 % และจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 7 ครั้งนี้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 9 ครั้ง

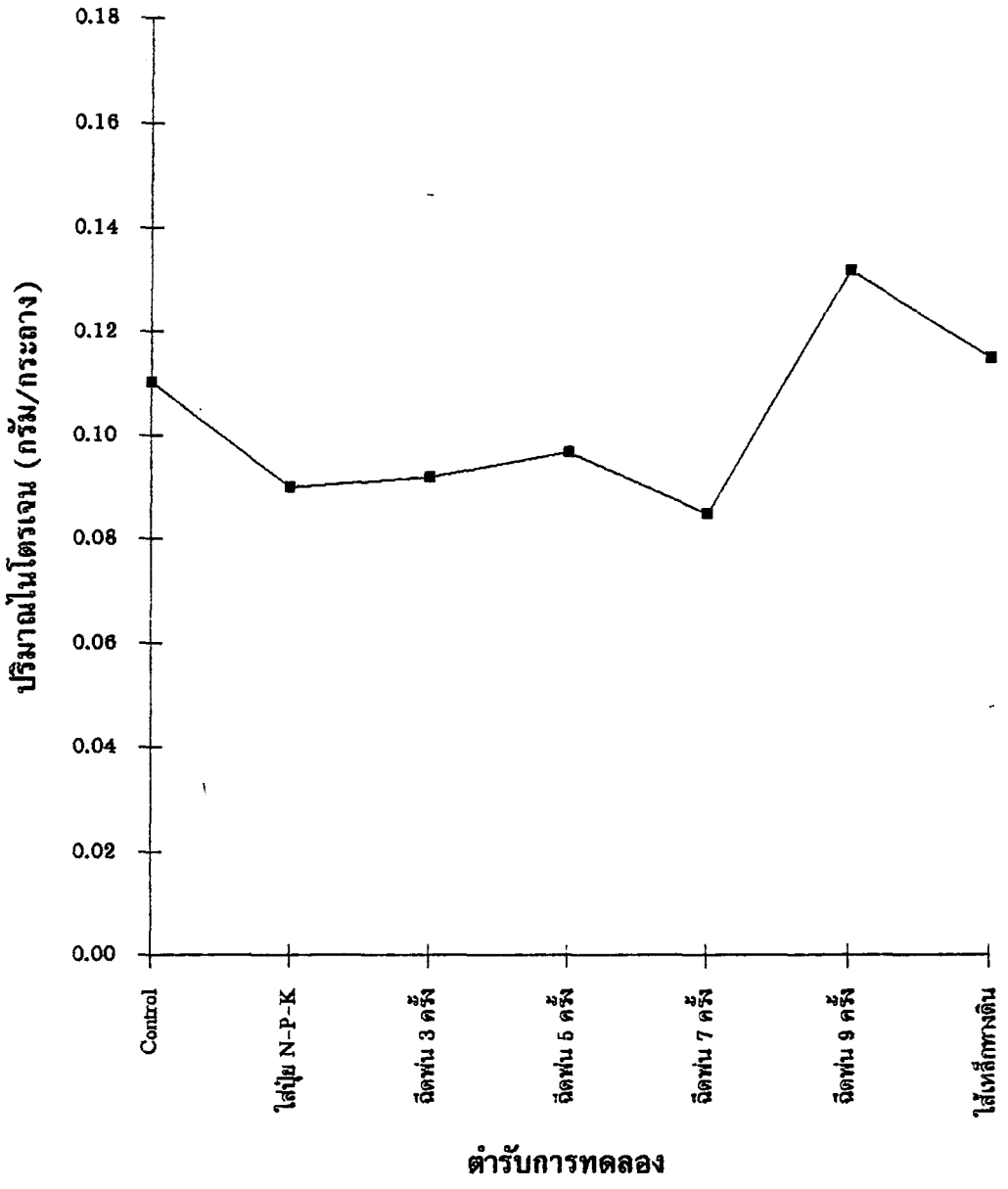
Control มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับการทดลองโดยเฉพาะตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 7 ครั้ง มีความแตกต่างกับตำรับ Control อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (แสดงข้อมูลในตารางที่ 7 และภาพที่ 7)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนของต้นถั่วลิสง

ตำรับการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจน (กรัม/กระถาง)
Control	0.11
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.09
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	0.09
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	0.10
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	0.08
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	0.13
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.12

CV = 31.40 %

LSD 0.05 = 0.04



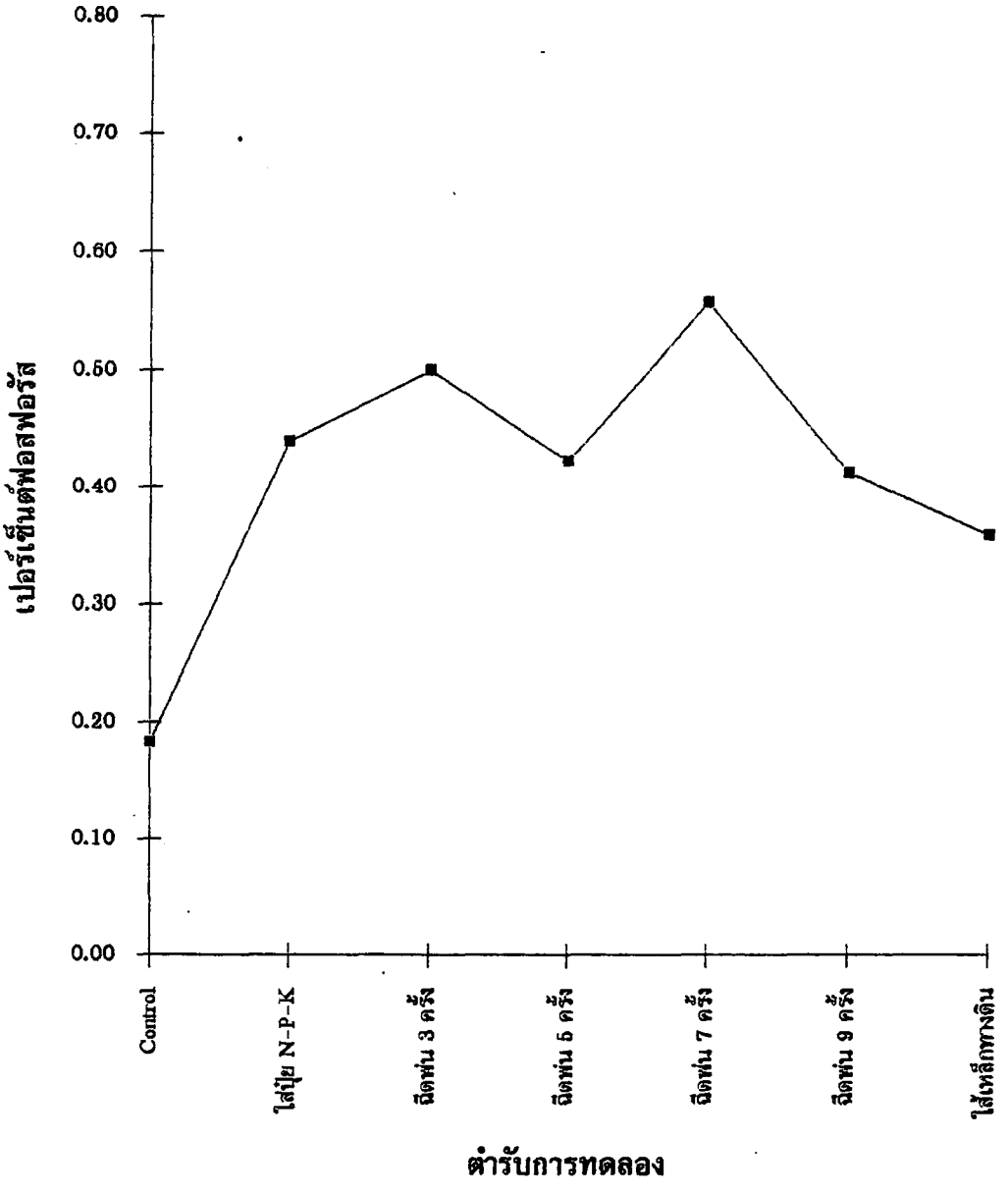
รูปที่ 6 การเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วลิสงที่ได้จาก ตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสของต้นถั่วลิสง

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ย
Control	0.18 c
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.44 ab
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	0.50 ab
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	0.42 ab
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	0.55 a
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	0.41 ab
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.36 b

CV = 24.00 %

LSD 0.05 = 0.14 LSD 0.01 = 0.20



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วลิสงที่ได้จากตำรับการทดลองต่างๆ

ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วลิสง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วลิสงจากตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 9 ครั้ง และตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 9 ครั้ง มีค่าสูงสุดคือ 0.03 กรัมต่อกระถางและ Control มีค่าต่ำสุดคือ 0.01 กรัมต่อกระถาง (แสดงข้อมูลในตารางที่ 8 และภาพที่ 8)

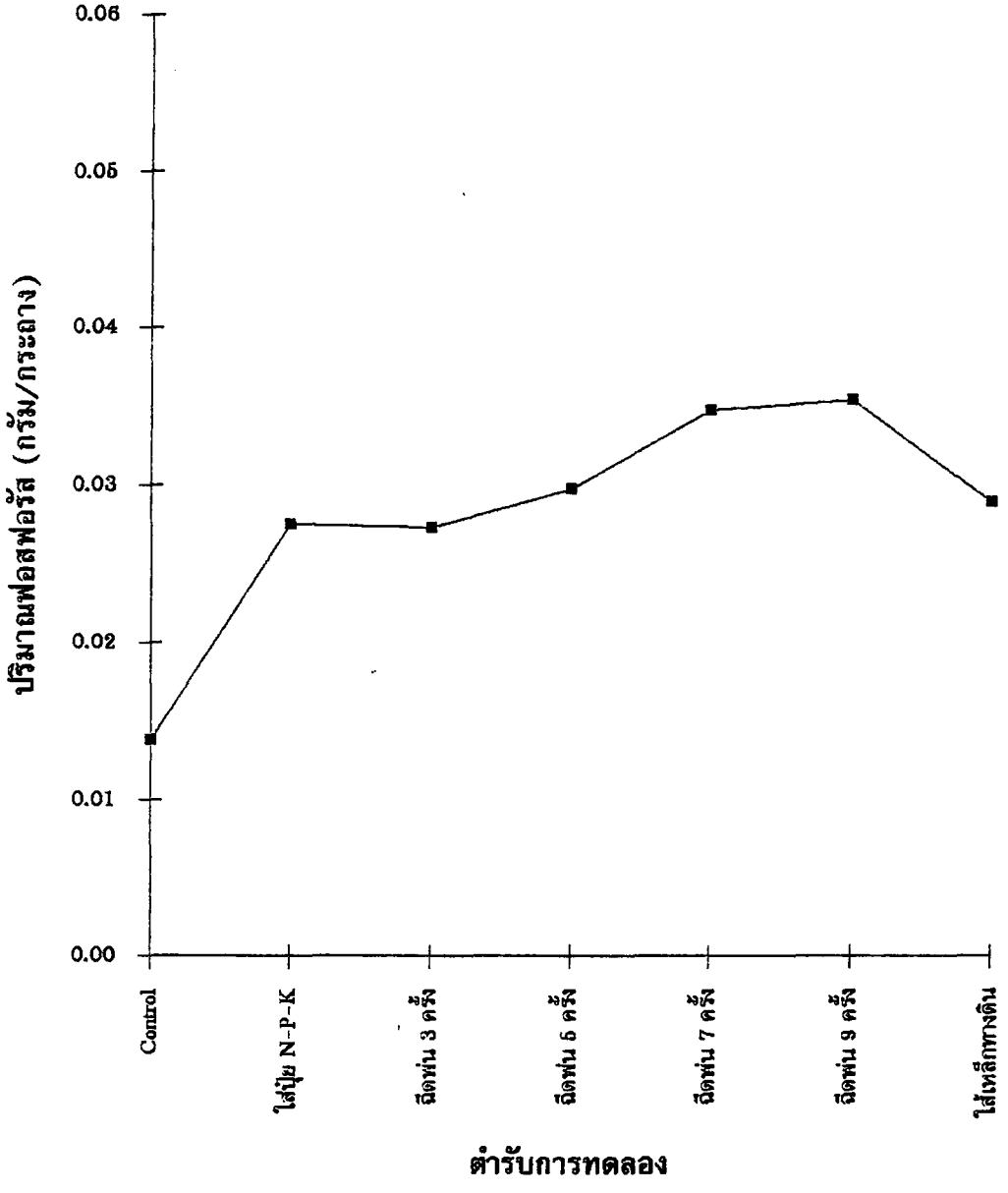
จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าทุกตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยใดๆ ย่อมแสดงว่าในดินชุดตาคลีที่นำมาศึกษานี้มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่น้อย และตำรับการทดลองที่ใส่เหล็กเพิ่มลงไปช่วยส่งเสริมการดึงดูดและสะสมปริมาณฟอสฟอรัสในถั่วลิสง โดยมีแนวโน้มว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในถั่วลิสงเพิ่มขึ้นตามความถี่ของการฉีดพ่นเหล็กเช่นเดียวกับการสะสมปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วลิสง

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสของต้นถั่วลิสง

ตำรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัส (กรัม/กระถาง)
Control	0.0137 b
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.0275 a
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	0.0272 a
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	0.0298 a
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	0.0348 a
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	0.0355 a
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.0290 a

CV = 19.60 %

LSD 0.05 = 0.0082 LSD 0.01 = 0.011



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วลิสงที่ได้จาก
ตำรับการทดลองต่างๆ

สรุปผลการทดลอง

การปลูกถั่วลิสงในดินชุดตาคลี ซึ่งมี pH 8.0 นี้ มีผลต่อการแสดงอาการขาดธาตุเหล็กทำให้ต้นถั่วลิสงเจริญเติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควร ต้นแคระแกรน ปริมาณการสะสมธาตุอาหารต่างๆในลำต้นต่ำ จากการทดลองแก้ไขปัญหาการขาดธาตุเหล็กนี้ โดยการฉีดพ่นเหล็กทางใบและการใส่เหล็กทางดิน เพื่อศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตและการตอบสนองต่อวิธีการให้ปุ๋ยเหล็ก พบว่า

ความสูงของต้นถั่วลิสงเมื่ออายุ 1 เดือน จากทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนครั้งของการฉีดพ่นเหล็กในแต่ละตำรับการทดลองยังน้อยครั้ง

ความสูงของต้นถั่วลิสงก่อนการเก็บเกี่ยวจากทุกตำรับการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นเหล็ก 9 ครั้งทำให้ต้นถั่วลิสงมีความสูงมากที่สุด

เปอร์เซ็นต์น้ำและน้ำหนักแห้งของต้นถั่วลิสงจากทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งนี้น้ำหนักแห้งมีค่าความแปรปรวนสูง เนื่องจากมีโรคและแมลงรบกวนและมีข้อจำกัดในการดูดใช้จุลธาตุของต้นถั่วลิสงในดินเหนียวชุดสีดำนี้

เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนของต้นถั่วลิสง จากตำรับการทดลองที่ได้รับการฉีดพ่นเหล็กมีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเหล็กทางดิน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใส่เหล็กทางดินมีผลให้เหล็กทำปฏิกิริยากับธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน ที่พืชไม่สามารถดูดนำไปใช้ประโยชน์ได้

ปริมาณไนโตรเจนของต้นถั่วลิสงจากตำรับการทดลองต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแต่มีแนวโน้มว่าการฉีดพ่นเหล็กด้วยจำนวนครั้งที่มากขึ้นทำให้ปริมาณการสะสมไนโตรเจนมากขึ้น

เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสของต้นถั่วลิสง จากตำรับการทดลองที่ได้รับการฉีดพ่นเหล็กมีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเหล็กทางดิน เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

ปริมาณฟอสฟอรัสของต้นถั่วลิสงจากตำรับการทดลองต่าง ๆ มีความแตกต่างทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย ตำรับที่มีการฉีดพ่นเหล็กและตำรับที่ใส่เหล็กทางดินทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วลิสงสูงกว่าตำรับ Control ซึ่งเมื่อยกเว้นตำรับ Control แล้ว ตำรับการทดลองที่เหลือก็ไม่มีความแตกต่างซึ่งกันและกัน อย่างไรก็ตามจากการทดลองการฉีดพ่นเหล็กด้วยความถี่ 9 ครั้ง สามารถแก้ปัญหาการขาดธาตุเหล็กของต้นถั่วลิสงที่ทำการทดลองได้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

เกษมศรี ชับช้อน. 2536. ปฐพีวิทยา. ศูนย์ฝึกอบรมวิสาหกรรมเกษตรบางพูน กองวิทยาลัย-เกษตรกรรม กรมอาชีวศึกษา.:219-221.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2530. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ถวิล ครุฑกุล. 2528. ดินปุ๋ยเพื่อการเพาะปลูก. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ถวิล ครุฑกุล. 2530. การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บรรณาธิการฐานเศรษฐกิจ. 2529. ดินและปุ๋ยเพื่อเกษตรกรรม.สำนักพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ.

ประเสริฐ สุดใหม่. 2528. สรุปผลการสัมนาทางวิชาการ เรื่องการใช้ปุ๋ยและฮอร์โมนทางใบ. วารสารดินและปุ๋ย.7(1):53-59

ประเสริฐ อะมริต. 2528. การศึกษาปัญหาจุลธาตุอาหาร(เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง)ที่เป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในดินชุดตาคลีและแนวทางการแก้ไข.: วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัทมา จิตยากร. 2533. ดินะแหล่งธาตุอาหารของพืช. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เพื่อนเกษตรกร. 2530. เกร็ดความรู้แนวเกษตรแผนใหม่. มหาวิทยาลัยเกษตร.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2524. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2524. เอกสารสอนวิชาปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วงจันทร์ วงแก้ว. 2535. หลักสรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2518. คู่มือประกอบคำบรรยายความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สัมฤทธิ์ ชัยวรรณคุปต์. 2521. ความอุดมสมบูรณ์ของดินสำหรับถั่วลิสง เรื่องการสัมนาถั่วลิสงและถั่วอื่นๆบางชนิด. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สัมพันธ์ คัมภิรานนท์. 2529. สรีรวิทยาของพืช. [กรุงเทพฯ:ม.ป.พ.], 77-78.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2335. รายงานผลการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตถั่วเหลือง ปีเพาะปลูก2534/35. เอกสารเศรษฐกิจการเกษตร เลขที่ 40. ศูนย์สถิติการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุนทร พูนพิพัฒน์. 2525. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์การศึกษาผลตอบสนองต่อผลผลิตของการฉีดพ่นปุ๋ยไนโตรเจนทางใบแก่ผักกาดเขียวกวางตุ้ง. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุมิตร ตยาคีพิสุทธิ์. 2508. อาการขาดธาตุอาหารและปริมาณของเหล็กและปริมาณของธาตุเหล็กที่มีอยู่ในพืชบางชนิดเมื่อได้รับธาตุเหล็กในอัตราและวิธีการต่างๆกัน.:วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์. 2530. การใช้ปุ๋ยทางใบกับมะเขือเทศและผักกาดขาวปลี.:วิทยานิพนธ์-ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัศจรรย์ สุขธำรง. 2509. การเปรียบเทียบอาการขาดธาตุเหล็กและปริมาณของธาตุเหล็กที่มีอยู่ในพืชบางชนิดเมื่อได้รับธาตุเหล็กในอัตราและวิธีการต่างๆกัน.:วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอิบ เขียวรื่นรมย์. 2533. ดินของประเทศไทย. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

Cunningham,R.K. 1964. Micro-nutrient deficiency in cacao in Ghana. The Empire Journal of Experimental Agriculture XXXII.:42-50.

De Kock,P.C. 1955. Iron nutrition of Plants at high pH. Soil Sci. 79:197-175.

Mercado,B.T. 1962. Bicarbonate induced iron chlorosis in rice philippine. Agriculturist. 46:315-323.

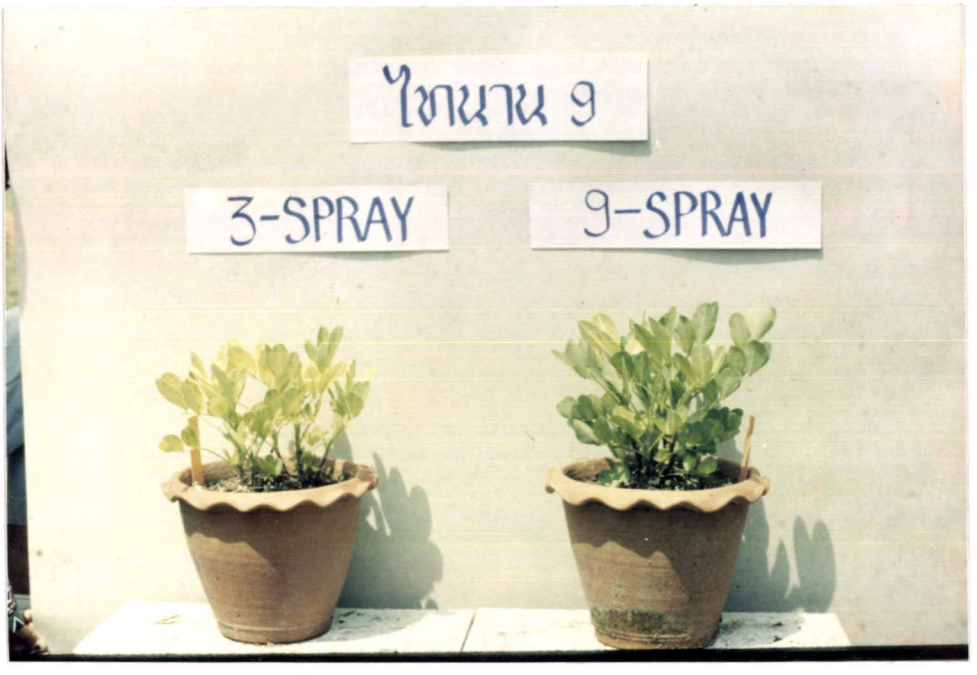
Oserkowsky,I. 1933. Quantitative relation between chlorophyll and iron in green and chlorotic pear leaves. Plant physio.

Waksman,S.A. 1952. Soil Microbiology.:John Wiley and Sons,Inc 356 p.

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

ภาคผนวก

รูปที่ 9 การเปรียบเทียบอาการคลอโรซีสของต้นถั่วลิสงในระหว่างตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยใดๆ ใส่เฉพาะปุ๋ย N-P-K และ ใส่ปุ๋ยเหล็กทางดิน



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบอาการคลอโรซีสของต้นถั่วลิสงในระหว่าง
ตำรับที่ฉีดพ่น 0.3 % $FeSO_4$ 3 ครั้งและ 9 ครั้ง

ตารางที่ 9 ค่าวิเคราะห์ดินก่อนการปลูกต้นถั่วลิสง

ข้อมูลที่วิเคราะห์	ค่าหรือปริมาณ
pH	8.00
Organic matter (%)	1.94
Cation exchange capacity (meq/ดิน100g)	44.17
Electrocoductivity (mS/cm)	0.12
Total Nitrogen (%)	0.3
Available Phosphorus (ppm)	9.90

ตารางที่ 10 คะแนนเฉลี่ยของอาการคลอโรซีสของต้นถั่วลิสงในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ เมื่อมีอายุ 40 และ 50 วัน

ตำรับการทดลอง	อาการคลอโรซีส	
	40 วัน	50 วัน
Control	1.00	1.75
ใส่ปุ๋ย N - P - K	1.50	2.00
ฉีดพ่นเหล็ก 3 ครั้ง + N - P - K	1.00	1.75
ฉีดพ่นเหล็ก 5 ครั้ง + N - P - K	1.00	1.75
ฉีดพ่นเหล็ก 7 ครั้ง + N - P - K	1.00	1.50
ฉีดพ่นเหล็ก 9 ครั้ง + N - P - K	0.00	0.00
ใส่ปุ๋ยเหล็กทางดิน + N - P - K	0.25	1.50

หมายเหตุ : คะแนนลักษณะอาการคลอโรซีสของต้นถั่วลิสง

คะแนน	อาการคลอโรซีส
2.0	รุนแรงหรือใบเหลืองทั้งต้น
1.5	มากหรือใบเหลืองเฉพาะยอดเท่านั้น
1.0	ปานกลางหรือใบยอดเขียวอ่อน
0.5	น้อยหรือใบยอดค่อนข้างเขียวอ่อน
0.0	ไม่มีหรือใบเขียวเข้มปกติ

ตารางที่ 11 แสดงค่าความสูงของถั่วลิสงอายุ 1 เดือน (เซนติเมตร)

สำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	I	II	III	IV
Control	12.50	11.75	12.50	10.00
ใส่ปุ๋ย N-P-K	11.50	14.25	11.50	13.50
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	13.50	10.00	11.00	11.00
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	12.25	12.25	13.00	10.25
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	11.00	13.00	12.00	9.50
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	11.00	14.25	11.50	12.25
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	13.25	11.75	13.75	10.50

ตารางที่ 12 แสดงค่าความสูงของถั่วลิสงก่อนการเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	I	II	III	IV
Control	15.00	14.00	19.00	17.00
ใส่ปุ๋ย N-P-K	15.00	15.00	14.00	20.00
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	19.00	18.00	14.00	16.00
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	20.00	17.00	15.00	21.00
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	16.00	14.00	16.00	20.00
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	18.00	16.00	22.00	21.00
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	20.00	19.00	16.00	18.00

ตารางที่ 13 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำของถั่วลิสง

สำหรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	I	II	III	IV
Control	76.63	79.60	77.52	75.23
ใส่ปุ๋ย N-P-K	74.00	80.30	77.52	76.83
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	75.77	78.04	80.18	78.07
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	79.75	75.66	76.15	78.10
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	73.85	78.44	76.58	79.29
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	80.23	79.29	76.81	78.84
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	76.71	79.03	75.32	74.04

ตารางที่ 14 แสดงค่าน้ำหนักแห้งของถั่วลิสง (กรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	I	II	III	IV
Control	8.98	6.84	8.23	7.48
ใส่ปุ๋ย N-P-K	5.76	5.30	6.23	8.42
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	7.65	7.87	5.53	3.61
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	5.36	8.78	6.86	8.28
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	7.25	4.17	6.45	7.00
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	4.36	8.18	9.89	14.78
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	8.56	11.88	7.64	5.66

ตารางที่ 15 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนของถั่วลิสง

สำหรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	I	II	III	IV
Control	1.39	1.65	1.53	1.31
ใส่ปุ๋ย N-P-K	1.47	1.37	1.47	1.36
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	1.53	1.40	1.65	1.79
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	1.44	1.27	1.45	1.43
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	1.37	1.60	1.24	1.54
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	1.60	1.44	1.56	1.38
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	1.33	1.35	1.36	1.30

ตารางที่ 15 แสดงค่าปริมาณไนโตรเจนของถั่วลิสง (กรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	I	II	III	IV
Control	0.125	0.110	0.120	0.090
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.084	0.080	0.080	0.011
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	0.117	0.110	0.080	0.060
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	0.077	0.011	0.090	0.011
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	0.099	0.060	0.070	0.011
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	0.069	0.110	0.150	0.200
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.110	0.160	0.120	0.070

ตารางที่ 17 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสของถั่วลิสง

สำหรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	I	II	III	IV
Control	0.12	0.25	0.24	0.12
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.43	0.37	0.54	0.42
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	0.30	0.36	0.58	0.66
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	0.48	0.37	0.48	0.36
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	0.43	0.60	0.66	0.54
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	0.43	0.48	0.48	0.25
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.24	0.30	0.42	0.48

ตารางที่ 18 แสดงค่าปริมาณฟอสฟอรัสของถั่วลิสง (กรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	I	II	III	IV
Control	0.010	0.017	0.019	0.009
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.020	0.021	0.034	0.035
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 3 ครั้ง + N-P-K	0.020	0.028	0.038	0.023
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 5 ครั้ง + N-P-K	0.025	0.032	0.033	0.029
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 7 ครั้ง + N-P-K	0.031	0.025	0.045	0.038
ฉีดพ่น $FeSO_4$ 9 ครั้ง + N-P-K	0.018	0.039	0.048	0.037
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.021	0.036	0.022	0.027