4393

เรื่อง

ผลของการให้ธาตุเหล็กทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

The Effect of Foliar Application of Iron on the Growth of the Kamphaeng Saen 2 Mungbean Grown in a Calcareous Soil.

T099841

โดย

นางสาวเสาวนุช ถาวรพฤกษ์

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2536

ปฟ.
ส942ค
2536

เลขทะเบียน 99841
วัน.เดือน,ปี.....

1188

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของการให้ธาตุเหล็กทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

The Effect of Foliar Application of Iron on the Growth of the Kamphaeng Saen 2 Mungbean Grown in a Calcareous Soil.

โดย

นางสาวเสาวนุช ถาวรพฤกษ์

.....

(ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช) อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 22 เดือน เมษายน พ.ศ. 2539

ปพ.
ส942ผ
2538

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.เทียนชัย สุวรรณเวช อาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำ จนปัญหาพิเศษนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณนุจรี ปุญแปลง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ที่ให้ความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณมนฤดี รัตนวิบูลย์ และคุณจันทร์จิรา ปิ่นทองคำ ที่ช่วยดูแลรักษาถั่วเขียว คุณรัชดา ชาญติสิงห์ และคุณเลิศชาย หนูพลาย ที่ช่วยอนุเคราะห์เรื่องคอมพิวเตอร์ ตลอดจนเพื่อนๆ ภาควิชาปฐพีวิทยาที่คอยช่วยเหลือ และภาควิชาอื่นๆ ที่ให้กำลังใจ ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณเสาวลักษณ์ ถาวรพฤกษ์ ที่ช่วยให้การสนับสนุนในการศึกษา และช่วยให้กำลังใจมาโดยตลอด ทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะเทคโนโลยีการเกษตร ห้องสมุด

บทคัดย่อ

ทำการทดลองปลูกถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ในกระถางโดยบรรจุดินชุดตาคลี ซึ่งเป็นดินแคลคาเรียสชนิดหนึ่ง วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design 7 ตำรับการทดลอง ประกอบด้วย Control, ตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K, ตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 5 ครั้ง, ตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 7 ครั้ง, ตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 9 ครั้งและตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K และใส่ $FeSO_4$ ทางดิน โดยบรรจุดินกระถางละ 3.5 กิโลกรัม ทำการปลูกแล้วบันทึกผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวใช้เวลา 70 วัน หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วนำต้นถั่วเขียวไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

จากผลการทดลอง เมื่อทำการเปรียบเทียบผลระหว่างตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นสารละลายธาตุเหล็กทางใบ พบว่าผลการเจริญเติบโตทางความสูงเมื่อต้นถั่วมีอายุ 1 เดือนกับก่อนการเก็บเกี่ยวตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 3 ครั้ง มีความสูงมากซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K แต่แตกต่างทางสถิติกับตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 9 ครั้ง ตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจาก Control และตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 7 ครั้ง สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำในต้นถั่วเขียวพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อฉีดพ่นบ่อยครั้งขึ้น ส่วนเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 7 ครั้งมีทั้งเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วสูงโดยมีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับอื่นๆ ขณะที่เปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 9 ครั้ง มีทั้งเปอร์เซ็นต์และปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วสูงซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับใส่ปุ๋ย N-P-K แต่แตกต่างจากตำรับอื่น ๆ

จากผลการทดลอง ยังไม่สามารถสรุปถึงจำนวนครั้งที่ฉีดพ่นสารละลายธาตุเหล็กทางใบให้กับถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่ปลูกในดินแคลคาเรียสได้ เนื่องจากมีโรคและแมลงเข้าทำลายระหว่างทำการทดลอง เป็นผลให้ต้นถั่วเขียวที่ถูกโรคและแมลงเข้าทำลายบางส่วนชะงักการเจริญเติบโต ทำให้การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอเพราะฉะนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	i
สารบาญภาพ	ii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการทดลอง	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	8
ผลการทดลองและวิจารณ์	12
สรุปผลการทดลอง	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	38

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของถั่วเขียวเมื่ออายุ 1 เดือน	13
2	ค่าเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของถั่วเขียวก่อนเก็บเกี่ยว	16
3	ค่าเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วเขียว	19
4	ค่าเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว	22
5	ค่าเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว	24
6	ค่าเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว	26
7	ค่าเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว	29
8	ค่าเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว	32
9	ผลการวิเคราะห์ดิน	38
10	แสดงความสูงของต้นถั่วเขียวเมื่ออายุ 1 เดือน	39
11	แสดงความสูงของต้นถั่วเขียวก่อนเก็บเกี่ยว	40
12	แสดงน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเขียว	41
13	แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำในต้นถั่วเขียว	42
14	แสดงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว	43
15	แสดงปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว	44
16	แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว	45
17	แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว	46

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบความสูงของต้นถั่วเขียวเมื่ออายุ 1 เดือน ในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ	14
2	การเปรียบเทียบความสูงก่อนเก็บเกี่ยวในระหว่าง ตำรับการทดลองต่างๆ	17
3	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเขียวระหว่าง ตำรับการทดลองต่างๆ	20
4	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำในต้นถั่วเขียวระหว่าง ตำรับการทดลองต่างๆ	23
5	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวระหว่าง ตำรับการทดลองต่างๆ	25
6	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวระหว่าง ตำรับการทดลองต่างๆ	27
7	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียวระหว่าง ตำรับการทดลองต่างๆ	30
8	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียวระหว่าง ตำรับการทดลองต่างๆ	33

คำนำ

ถั่วเขียวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna radiata* เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและนิยมปลูกกันแพร่หลายในประเทศไทย เพราะเป็นพืชที่ปลูกง่ายปลูกได้ดีในดินแทบทุกชนิด มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ปลูกได้ตลอดปี มีการปฏิบัติดูแลรักษาน้อยเมื่อเทียบกับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น เกษตรกรนิยมปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียนกับข้าวและพืชไร่ต่างๆ

ศูนย์สถิติเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2534) รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2535 จะมีพื้นที่ปลูกถั่วเขียวทั้งหมด 2,996,000 ไร่ และได้ผลผลิตทั้งหมด 317,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 2,700 ล้านบาท นับว่าถั่วเขียวเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับประเทศได้ไม่น้อย เพิ่มพูน (2531) กล่าวว่าปริมาณถั่วเขียวที่ผลิตได้ภายในประเทศ มีการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งหมด และตลอดเวลาที่ผ่านมาประเทศไทยสามารถส่งออกถั่วเขียวได้มากที่สุดในโลก และมีแนวโน้มว่าปริมาณการส่งออกจะเพิ่มขึ้นทุกปี แหล่งที่ปลูกถั่วเขียวส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลาง

โดยมีพื้นที่บางส่วนของแหล่งผลิตที่เป็นดินเหนียวสีดำ หรือเป็นดินที่อยู่ในชุดดินตาคลีซึ่งเป็นดินแคลคาเรียส เป็นผลให้ถั่วเขียวที่ปลูกในพื้นที่แถบนี้ เช่น ถั่วเขียวที่ปลูกในจังหวัดนครสวรรค์ จะมีอาการใบเหลืองซีด ระหว่างเส้นใบ ทั้งนี้เป็นสาเหตุมาจากการขาดธาตุอาหาร โดยส่วนใหญ่จะแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก ทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลง จึงจำเป็นต้องทำการแก้ไข เช่น การคัดเลือกพันธุ์ให้ต้านทานการขาดเหล็ก หรือพันธุ์ที่ทนทานต่อดินแคลคาเรียส การปรับปรุงบำรุงดิน การฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบ แต่อย่างไรก็ตาม การคัดเลือกพันธุ์ถั่วเขียวในประเทศมีน้อย และการปรับปรุงดินต้องใช้ระยะเวลานาน

การฉีดพ่นปุ๋ยเหล็กทางใบจึงเป็นแนวทางที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ซึ่งปุ๋ยเหล็กที่ใช้กันอยู่ก็มีหลายชนิดทั้งอยู่ในรูปเหล็กอนินทรีย์ ที่นิยมใช้จะอยู่ในรูป $FeSO_4.7H_2O$ และเหล็กอินทรีย์ในรูปของคีเลต ซึ่งจะมีราคาแพง การให้ธาตุเหล็กทางใบยังไม่สามารถกำหนดอัตราความเข้มข้น และจำนวนครั้งที่ฉีดพ่นที่แน่นอนได้ (บุญน้อม และจรัสพร, 2533)

ดังนั้นข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับอัตราความเข้มข้น และจำนวนครั้งที่ฉีดพ่นของธาตุเหล็กจึงจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้ากันต่อไปอีก

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อศึกษาการแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กของถั่วเขียว โดยวิธีการฉีดพ่นสารละลายธาตุเหล็กทางใบในจำนวนครั้งที่มากน้อยแตกต่างกัน

2. เพื่อศึกษาหาจำนวนครั้งที่เหมาะสม สำหรับการฉีดพ่นสารละลายธาตุเหล็กทางใบให้แก่ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 เมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ

3. เพื่อศึกษาผลจากการให้ธาตุเหล็กทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโตและการดึงดูดธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ของต้นถั่วเขียว

การตรวจเอกสาร

ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกถั่วเขียว

ดินที่จะปลูกถั่วเขียวให้ได้ผลผลิตสูงนั้นนอกจากจะมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของถั่วเขียวแล้ว ยังต้องเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (ไรโซเบี้ยม) ที่ปมรากถั่วเขียวด้วย ถั่วเขียวสามารถปลูกได้ในดินที่มีสภาพต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ตั้งแต่ดินนาภาคกลางที่เป็นดินเหนียวในฤดูแล้งจนถึงไร่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นดินทรายในฤดูฝน ผลผลิตที่ได้รับจะแปรปรวนไปตามคุณสมบัติของดิน ได้แก่ เนื้อดิน โครงสร้างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การอุ้มน้ำและการระบายน้ำของดิน

ดินที่นับว่าเหมาะสมสำหรับถั่วเขียวควรเป็นดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวเกาะตัวกันเป็นโครงสร้างที่โปร่ง ถ่ายเทอากาศดี ระบายน้ำดี มีหน้าดินลึก มีอินทรีย์วัตถุสูง รักษาความชื้นได้ดี มีปฏิกิริยาของดินหรือความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เป็นกลาง หรือเป็นกรดอ่อน pH อยู่ระหว่าง 6.5-7.0 มีธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินมากเพียงพอและอยู่ในปริมาณที่สมดุลกัน ปราศจากสาร หรือสิ่งที่เป็นพิษสะสมอยู่ในดินหรือละลายออกมาจากดินจนเป็นอันตรายแก่พืชและจุลินทรีย์ดินโดยเฉพาะเชื้อไรโซเบี้ยม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2529; เพิ่มพูน, 2531)

ปริมาณความต้องการธาตุอาหารของถั่วเขียว

กรมส่งเสริมการเกษตร (2529) รายงานว่าถั่วเขียวเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนในปริมาณค่อนข้างสูงถั่วเขียวต้องการไนโตรเจนประมาณ 15 กิโลกรัมต่อไร่ แหล่งที่มาของไนโตรเจนมี 2 ทางคือ ได้จากดินโดยตรง และได้จากการตรึงไนโตรเจนในอากาศของเชื้อไรโซเบี้ยม ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้ในดินจะต้องเหมาะสมกับความต้องการของถั่วเขียวและเชื้อแบคทีเรียที่ปมรากถั่ว ถึงแม้ว่าถั่วเขียวจะต้องการไนโตรเจนในปริมาณค่อนข้างสูง แต่ส่วนใหญ่ได้มาจากการตรึงไนโตรเจนที่ปมราก ดังนั้นธาตุอาหารที่ถั่วเขียวต้องการจากดินโดยตรงคือ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ธาตุรอง และจุลธาตุ ดินที่มีความสามารถในการผลิตสูง ควรมีปริมาณฟอสฟอรัส(P) มากกว่า 15 ppm และโพแทสเซียม(K) มากกว่า 100 ppm ดินที่มีความสามารถในการผลิตต่ำต้องได้รับการปรับปรุงก่อน สำหรับธาตุรอง เช่น Ca Mg S และจุลธาตุ เช่น Fe Mo Zn

ในดิน โดยทั่วไปมักจะมีอยู่อยู่เพียงพอกับความต้องการของพืช นอกจากดินที่เป็นทรายจัด , กรดจัด หรือดินแคลคาเรียส

ลักษณะของดินแคลคาเรียส

ดินแคลคาเรียส (Calcareous soil) เป็นดินที่มีปูนสะสมอยู่ในโปรไฟล์ ปูนอาจสะสมอยู่ในชั้นดินบางชั้นหรือปรากฏอยู่ตลอดทั้งโปรไฟล์ของดินก็ได้ ดินแคลคาเรียสเป็นดินที่มีแคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนตอยู่สูงถึง 60-70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดิน (Seatz and Peterson,1964,Briones,1973)

ดินแคลคาเรียสมักพบในเขตแห้งแล้งซึ่งมีน้ำน้อย แคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนต จะสะสมอยู่ในดินไม่ถูกชะล้างออกไปจากโปรไฟล์ของดินอย่างไรก็ตามบริเวณที่ไม่ใช่แถบแห้งแล้งแต่มีระดับน้ำใต้ดินตื้นและน้ำใต้ดินมีแคลเซียมไบคาร์บอเนตละลายอยู่มาก แคลเซียมไบคาร์บอเนต อาจถูกเคลื่อนย้ายขึ้นมาสะสมในดินบนด้วยแรง Capillary และเมื่อทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์จะตกตะกอนเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมในดินเกิดเป็นดินแคลคาเรียส เช่น ดินบางบริเวณของประเทศไทย (ไพบูลย์,2528)

จงรักษ์ (2530) กล่าวถึงปัญหาทางการเกษตรที่พบในดินแคลคาเรียส คือ ปัญหาเกี่ยวกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช กล่าวคือ ความเป็นประโยชน์ของ P K Zn Fe Mn และCu ต่อพืชต่ำ เนื่องจากดินมี pH สูง มีปฏิกิริยาเป็นด่าง การสูงขึ้นของ pH ของดินเนื่องจากดินมีแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมอยู่มาก เมื่อแคลเซียมคาร์บอเนตไฮโดรไลซ์จะให้ OH^- ไอออน ดังสมการ

$$CaCO_3 + H_2O \text{ -------> } Ca^{2+} + HCO^-_3 + OH^-$$

ถ้าดินมีคาร์บอนไดออกไซด์สะสมอยู่มาก จะทำให้ pH ของดินแคลคาเรียสสูงขึ้นไม่มากความเป็นประโยชน์ของเหล็กต่อพืชในดินแคลคาเรียสต่ำเนื่องมาจาก Fe^{++} ถูกเปลี่ยนมาอยู่ในรูป Fe_2O_3 ดังสมการ

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

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

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

ทำให้เหล็กอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุเหล็กได้

ลักษณะอาการของพืชเมื่อขาดธาตุเหล็ก

ระพี (2516) กล่าวว่าอาการขาดธาตุเหล็กของพืชจะปรากฏให้เห็นก่อนการขาดธาตุอื่น ๆ พืชจะแสดงอาการที่ใบ โดยใบจะมีสีเขียวจางลงหรือปราศจากสีเขียว ซึ่งเกิดจากการสร้างคลอโรฟิลช้าลง ทำให้จำนวนคลอโรฟิลขาดหายไป มีผลให้พืชไม่สามารถผลิตน้ำตาลกลูโคสได้ทำให้รากชะงักการเจริญเติบโต ปรีดา และคณะ (2529) รายงานว่าอาการขาดธาตุเหล็กในถั่วลิสงจะก่อให้เกิดใบเหลืองซีด (Leaf chlorosis) ระหว่างเส้นใบ ทั้งนี้เนื่องจากเหล็กมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์คลอโรฟิลในพืช พีระศักดิ์ (2527)กล่าวว่า ถั่วเขียวเมื่อเกิดอาการขาดธาตุเหล็กจะมีลักษณะดังนี้ ใบอ่อนที่แตกออกมาใหม่มีสีเหลืองซีดแต่เส้นกลางใบยังคงมีสีเขียวอยู่ อาการขาดรุนแรงมากจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองซีดจนเกือบขาว (Chlorosis)ต้นถั่วแคระเกร็น

อาการเหลืองซีดเนื่องมาจากการขาดธาตุเหล็ก (Iron chlorosis) บางครั้งเรียกอาการขาดเหล็ก (Fe deficiency) ซึ่งเป็นอาการที่พบมากในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นด่างโดยเฉพาะดินแคลคาเรียส โดยทั่วไปอาการขาดควรจะหมายถึงพืชที่มีเหล็กในปริมาณต่ำ แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณเหล็กทั้งหมด (Total Fe) ในพืชไม่ได้ชี้บ่งถึงการเกิดอาการเหลืองซีด โดยจะพบบ่อย ๆ ว่า พืชที่มีอาการขาดเหล็กมักจะมีปริมาณเหล็กสูงกว่าพืชปกติ อาการเหลืองซีด(Chlorosis) อาจเกิดได้จากทั้งสองอย่างด้วยกัน คือ เกิดจากการขาดเหล็ก หรือเกิดจากอิทธิพลของปูนก่อให้เกิดการขาดเหล็ก (Lime-induced Fe dificiency or chlorosis) เพราะว่าปฏิกิริยาหลายชนิดของเหล็กกับธาตุอาหารอื่น ๆ ,สภาวะแวดล้อม เป็นผลมาจากความสามารถในการละลาย, ความเป็นประโยชน์ต่อพืชของธาตุอาหาร และการเปลี่ยนแปลงภายในของพืช อาการเหลืองซีดจึงเป็นปัญหาที่ซับซ้อนของผู้ที่ทำการศึกษา (Brown, 1961 ; Wallance and Lunt, 1960 ; Murphy and Walsh, 1972 ; Hodgson, 1963 and Follett et al., 1981)

ดังนั้นเมื่อทำการปลูกถั่วเขียวในดินแคลคาเรียสจึงมีผลทำให้ถั่วแสดงอาการขาดเหล็กได้ แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อลดความเสียหายอันเนื่องมาจากอาการขาดเหล็กจึงจำเป็นจะต้องหาวิธีแก้ไขด้วยการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของเหล็กที่มีอยู่ในดิน หรือใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช

การให้ธาตุเหล็กแก่พืช

พีระศักดิ์ (2527) กล่าวว่าการปรับดินให้มีสภาพเป็นกรดหรือเป็นกลางด้วยการใส่ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก ธาตุเหล็กในดินจะละลายออกมามากขึ้น และฉีดพ่นด้วยปุ๋ยน้ำที่มีส่วนประกอบของธาตุเหล็ก จะเป็นแนวทางแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กของพืชได้

แหล่งของเหล็กอนินทรีย์ที่นิยมมากได้แก่ Ferrous sulfate ($FeSO_4$), Ferric sulfate [$Fe_2(SO_4)_3$] , Ferrous carbonate ($FeCO_3$), และ Ferrous ammonium sulfate [$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$] , ที่เป็นสารอินทรีย์ได้แก่พวกคีเลต (Chelate) ที่เป็นเกลือของเหล็ก ได้แก่ EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid), EDDHA [Ethylenediamine di(*o*-hydroxy-phenylacetic acid)], DTPA (Diethylenetriaminepentaacetic acid), and HEDTA (Hydroxyethylethylenediaminetriacetic acid) ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยเหล็กเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับ pH ของดิน เหล็กในดินเป็นแหล่งที่สำคัญในการลดการเกิดอาการเหลืองซีด คีเลตเป็นแหล่งของเหล็กอย่างดีสำหรับพืชเพราะมีอัตราเหล็กต่ำซึ่งเป็นที่ต้องการมากกว่าเหล็กอนินทรีย์อื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามเหล็กคีเลตมีราคาสูงเมื่อนำไปใช้ต้องคำนึงถึงสถานะทางเศรษฐกิจด้วย (Kissel et al.,1985)

Holmes and Brown (1955) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของคีเลต 5 ชนิด คือ EDTA, HEDTA, DTPA, CDTA (Cylcohexanediaminetetraacetic acid), และ EDDHA สำหรับการแก้ไขอาการเหลืองซีดของถั่วเหลืองเมื่อทำการปลูกในดินแคลคาเรียส 17 ชนิดในเรือนกระจกแล้วพบว่า มีคีเลตเพียงสองชนิดที่มีประสิทธิภาพคือ DTPA และ EDDHA ต้องใช้ DTPA ในอัตรา 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึงจะแก้ไขอาการเหลืองซีดในถั่วเหลืองได้ เมื่อเทียบกับ EDDHA ใช้เพียง 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้คีเลตโดยไม่มีเหล็ก จะทำให้เหล็กในดินเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ Follett et al.(1981) รายงานว่าการเพิ่ม FeEDDHA เพียง 0.17 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ สามารถเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองที่เป็นโรคจากอาการเหลืองซีดจาก 1035 เป็น 3152 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

สำเนา (2535) ได้สรุปผลการทดลองว่าการใส่ปุ๋ยเหล็ก ในรูปที่เป็นอนินทรีย์ไม่ค่อยมีประสิทธภาพในการแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็ก เพราะเหล็กจะเปลี่ยนมาอยู่ในรูปออกไซด์ที่ไม่ละลายน้ำ ในกรณีนี้เหล็กคีเลตจะมีประสิทธิภาพดีกว่า ควรเลือกใช้

เหล็กคีเลตให้เหมาะกับ pH ของดิน คือในสภาพดินกรด ควรใช้ FeEDTA,ในสภาพดินที่มี pH สูงกว่า 7.0 ควรเลือกใช้ FeHEEDTA, FeDTPA และ FeEDDHA ในดินที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตสูงควรใช้ FeEDDHA การฉีดพ่นเหล็กทางใบให้ผลดีที่สุดแต่ต้องฉีดพ่นซ้ำหลาย ๆ ครั้งโดยจะใช้ในรูปของ Ferrous sulfate heptahydrate และรูปของเหล็กคีเลต สำหรับอัตราการใส่ปุ๋ยและเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น จะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช สุวพันธ์ และคณะ (2528) รายงานว่าเมื่อใช้$FeSO_4.7H_2O$ 0.5 % กับถั่วลิสงและถั่วเหลืองที่ปลูกในดินแคลคาเรียส พบว่าสามารถแก้ไขอาการเหลืองซีดได้แต่ต้องฉีดซ้ำบ่อยครั้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองปลูกถั่วเขียวในดินเหนียวสีดำ โดยทำการทดลองในกระถาง แล้ว วางแผนการทดลองแบบ RCB (Randomized complete block design) โดยทำการทดลอง 7 ตำรับการทดลอง (Treatment) 4 ซ้ำ (Replication) ตำรับการทดลองประกอบด้วย:

ตำรับการทดลองที่ 1	Control
ตำรับการทดลองที่ 2	ใส่ปุ๋ย N-P-K
ตำรับการทดลองที่ 3	ใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 3 ครั้ง
ตำรับการทดลองที่ 4	ใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 5 ครั้ง
ตำรับการทดลองที่ 5	ใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 7 ครั้ง
ตำรับการทดลองที่ 6	ใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 9 ครั้ง
ตำรับการทดลองที่ 7	ใส่ปุ๋ย N-P-K และใส่ $FeSO_4$ ทางดิน

การเตรียมดิน

นำตัวอย่างดินจากชุดดินตาคลี ซึ่งเก็บตัวอย่างมาจาก ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ จัดเทกองรวมกันแล้วใช้ผ้าพลาสติกคลุมให้เข้ากันแล้ว จากนั้นชั่งดินตัวอย่างใส่กระถางจำนวนกระถางละ 3.5 กิโลกรัม โดยใส่ในกระถางดินเผา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวัดจากปากขอบกระถาง 6 นิ้ว

การปลูก

หลังจากเตรียมดินใส่กระถางแล้ว นำกระถางไปจัดตั้งวางตำแหน่งตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ ที่แปลงทดลองการปลูกไม้ผล สาขาวิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากนั้นจึงทำการปลูกถั่วเขียว โดยใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ปลูกกระถางละ 5 เมล็ด โดยหลุมที่ปลูกลึกประมาณ 1.0-1.5 นิ้ว โดยทำการปลูกในวันที่ 20 สิงหาคม 2536 หลังจากหยอดเมล็ดแล้วประมาณ 3 วัน ในวันที่ 23 สิงหาคม 2536 ถั่วเขียวเริ่มงอก เมื่อถึงวันที่ 30 สิงหาคม 2536 ทำการถอนให้เหลือกระถางละ 2 ต้น

การใส่ปุ๋ย

ทำการใส่ปุ๋ย N-P-K โดยใส่ปุ๋ย แอมโมเนียมซัลเฟต 2 กรัมต่อกระถาง ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต 2 กรัมต่อกระถาง และโพแทสเซียมคลอไรด์ 1.5 กรัมต่อกระถาง แบ่งการใส่เป็นสองครั้งใส่ครั้งแรกในวันที่ 30 สิงหาคม 2536 และใส่ครั้งที่สองวันที่ 22 กันยายน 2536

การฉีดพ่นเหล็กทางใบจะใช้ $FeSO_4.7H_2O$ 0.3 % ทำการฉีดพ่นตามตำรับการทดลองโดยฉีดพ่นในช่วงเช้าและต้องฉีดพ่นใบทุกใบ ในตำรับการทดลองที่ 3 ทำการฉีดพ่น 20 วันต่อครั้ง เริ่มฉีดครั้งแรกในวันที่ 12 กันยายน 2536 ,ตำรับการทดลองที่ 4 ฉีดพ่น 14 วันต่อครั้ง เริ่มฉีดครั้งแรกในวันที่ 6 กันยายน 2536 ,ตำรับการทดลองที่ 5 ฉีดพ่น 10 วันต่อครั้ง เริ่มฉีดครั้งแรกในวันที่ 2 กันยายน 2536 และตำรับการทดลองที่ 6 ฉีดพ่น 7 วันต่อครั้ง เริ่มฉีดครั้งแรกในวันที่ 30 สิงหาคม 2536

การใส่ปุ๋ยเหล็กทางดิน ใช้ $FeSO_4.7H_2O$ ในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่ในวันที่ 1 กันยายน 2536

การป้องกันกำจัดโรคและแมลง

ใส่ฟูราดานเพื่อป้องกันกำจัดมดในวันที่ 20 สิงหาคม 2536 และใส่ซ้ำทุก 30 วันจากนั้นในวันที่ 25 กันยายน 2536 ทำการฉีดพ่นสารป้องกันเชื้อรา "ออโซไซด์ 50" และสารกำจัดแมลง "เบอร์เกอร์" และฉีดซ้ำในวันที่ 2 ตุลาคม 2536

การเก็บข้อมูลตัวเลข

เมื่อถั่วเขียวอายุ 1 เดือน ในวันที่ 22 กันยายน 2536 ทำการวัดความสูงครั้งที่ 1 และวันที่ 25 ตุลาคม 2536 วัดความสูงก่อนการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวเมื่อถั่วเขียวอายุครบ 70 วันในวันที่ 1 พฤศจิกายน 2536 โดยเก็บเฉพาะส่วนเหนือดินตัดตรงโคนต้นให้ชิดกับดินมากที่สุดจากนั้นนำใส่ถุงพลาสติก ไปชั่งหาน้ำหนักสด แล้วจึงนำไปอบด้วยตู้อบไฟฟ้าที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้ง จากนั้นจึงนำไปบดด้วยเครื่องบด THOMAS-Wiley

LABORATORY MILL Model 4. เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในต้นถั่วต่อไป

การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

นำดินก่อนการปลูกมาบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2.0 มิลลิเมตร นำตัวอย่างดินที่ได้ไปวิเคราะห์

หาค่า pH โดยใช้ pH meter โดยใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำ 1:1

หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

หาค่า Cation exchange capacity (C.E.C.)

หาค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้ Eletroconductivity meter

หาค่าความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส โดยการสกัดดินด้วยสารละลาย Bray II เติม Molybdate-ascobic acid แล้วปรับปริมาตรนำไปวัดค่าเปอร์เซ็นต์ Transmittance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer แล้วอ่านค่าความเข้มข้นของสารละลายจาก Standard curve

หา Total Nitrogen โดยใช้วิธี Kjeldahl โดยการย่อยสลาย (Digest)ดินด้วย Catalyst mixture และ H_2SO_4 เข้มข้น จากนั้นนำไปกลั่นและไทเทรตกับกรด HCl หรือ H_2SO_4 นำค่าที่ได้ไปคำนวนหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนต่อไป

การวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

ก่อนการวิเคราะห์นำตัวอย่างพืชที่ผ่านการอบแห้งแล้วมา บดแล้วจึงนำตัวอย่างที่บดแล้วไปย่อยสลายโดยวิธี Wet oxidation โดยวิธี Sulphuric-peroxide สารละลายที่ได้จากการย่อยสลายโดยวิธีนี้สามารถนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช ได้ทั้งไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

การหาไนโตรเจนในพืช

เมื่อปรับปริมาตรของสารละลายที่ย่อยสลายแล้ว นำมากลั่นหาไนโตรเจน โดยใช้สารเคมี NaOH และ H_3BO_3 ในการกลั่นแล้วไทเทรตด้วย H_2SO_4 0.01N นำปริมาณกรดที่ใช้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในพืช

การหาฟอสฟอรัสในพืช

เมื่อปรับปริมาตรของสารละลายที่ย่อยสลายแล้ว นำสารละลายมา Develop สีโดยเติม HNO_3 และ Molybdate-vanadate solution แล้วปรับปริมาตรนำไปวัดค่าเปอร์เซ็นต์ Transmittance

การวิเคราะทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Analysis of variance technique ในการเปรียบเทียบ การเจริญเติบโตของถั่วเขียว ตลอดจนปริมาณธาตุอาหารในต้นถั่วเมื่อใช้จำนวนครั้งที่ฉีดพ่นต่างกัน และคำนวนค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ IRRI STAT

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทดลองในเดือน สิงหาคม 2536 สิ้นสุดการทดลองในเดือน พฤศจิกายน 2536 รวมเป็นระยะเวลา 70 วัน

สถานที่ทดลอง

ทำการทดลอง ที่บริเวณแปลงทดลองการปลูกไม้ผล สาขาวิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความสูงของถั่วเขียวเมื่ออายุ 1 เดือน

จากผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติตามความสูงของถั่วเขียวเมื่ออายุ 1 เดือน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีค่าสูงสุดเท่ากับ 28.50 เซนติเมตร และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 21.38 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Control, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง

Control ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง

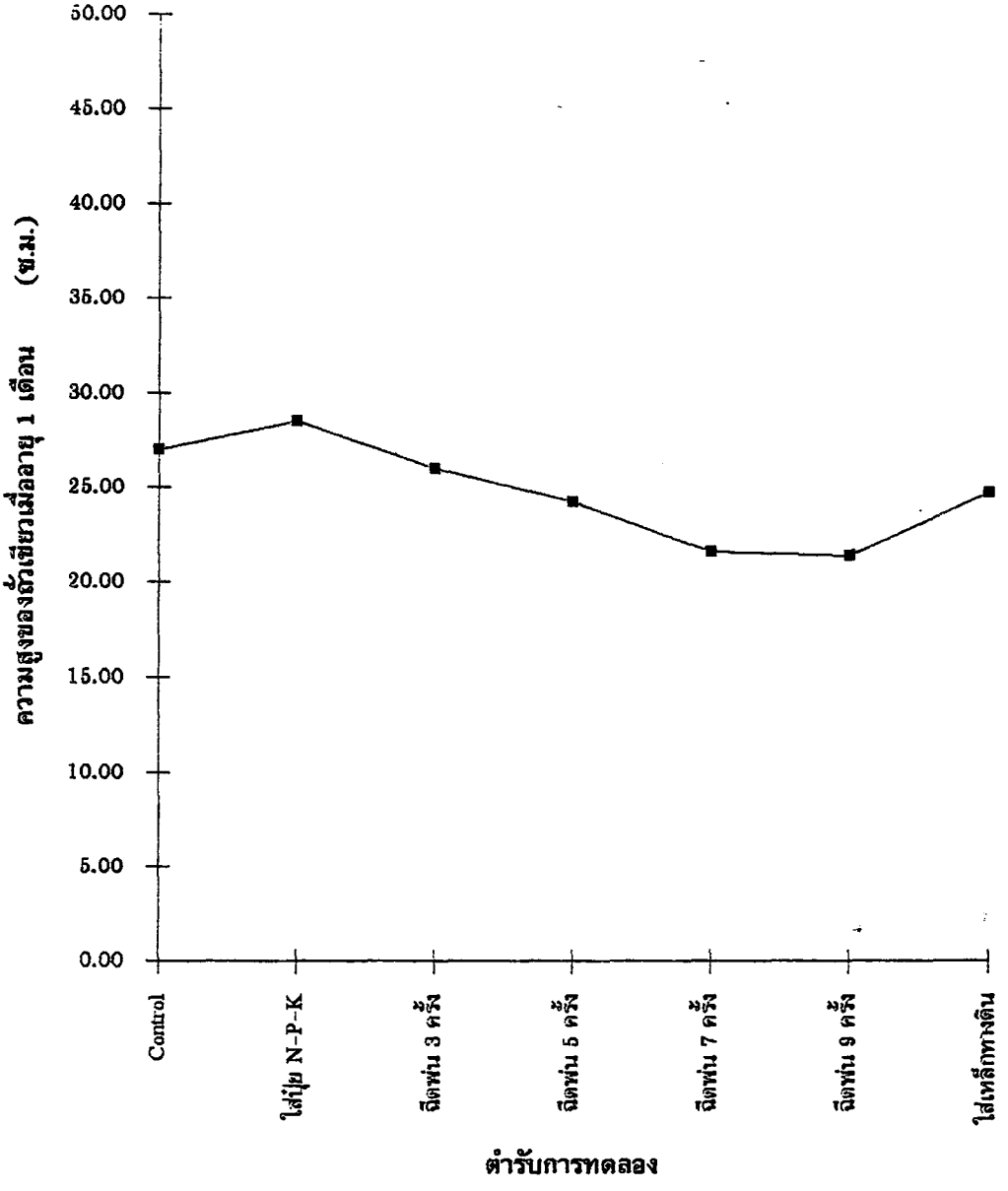
ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง (จากตารางที่ 1 และดูรูปที่ 1)

จากผลการทดลองระยะเวลาเพียง 1 เดือน ยังไม่สามารถบอกวัดผลได้ ทั้งนี้เพราะบางตำรับการทดลองทำการฉีดพ่นเหล็กได้เพียง 1 ครั้งเท่านั้น

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของถั่วเขียวเมื่ออายุ 1 เดือน (เซนติเมตร)

ตำรับการทดลอง	ความสูง (ซ.ม)	
Control	27.00	a
ใส่ปุ๋ย N-P-K	28.50	a
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	26.00	ab
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	24.25	ab
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	21.63	b
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	21.38	b
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	24.75	ab

LSD.05 = 4.80 เซนติเมตร

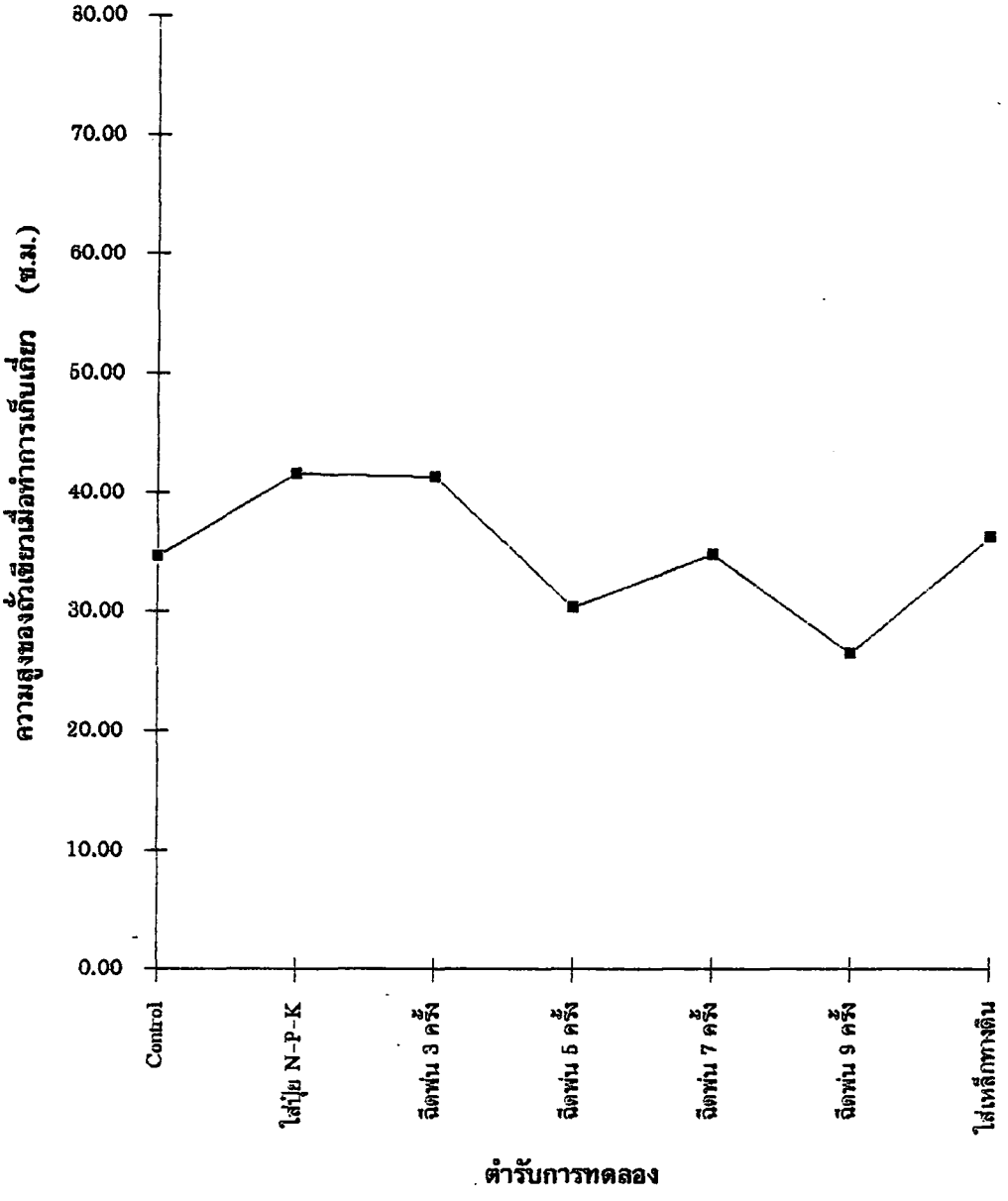


รูปที่ 1 การเปรียบเทียบความสูงของต้นถั่วเขียว เมื่ออายุ 1 เดือนในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของถั่วเขียวก่อนการเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)

ตำรับการทดลอง	ความสูง (ซ.ม)	
Control	34.63	ab
ใส่ปุ๋ย N-P-K	41.63	a
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	41.38	a
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	30.38	b
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	34.88	ab
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	26.50	b
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	36.25	ab

LSD.05 = 10.13 LSD.01 = 13.87 เซนติเมตร



รูปที่ 2 การเปรียบความสูงก่อนการเก็บเกี่ยวในระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

99841

น้ำหนักแห้งของถั่วเขียว

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของน้ำหนักแห้งของถั่วเขียวพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีค่าสูงสุดเท่ากับ 16.262 กรัม และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 7.012 กรัม โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ Control และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดินและตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง

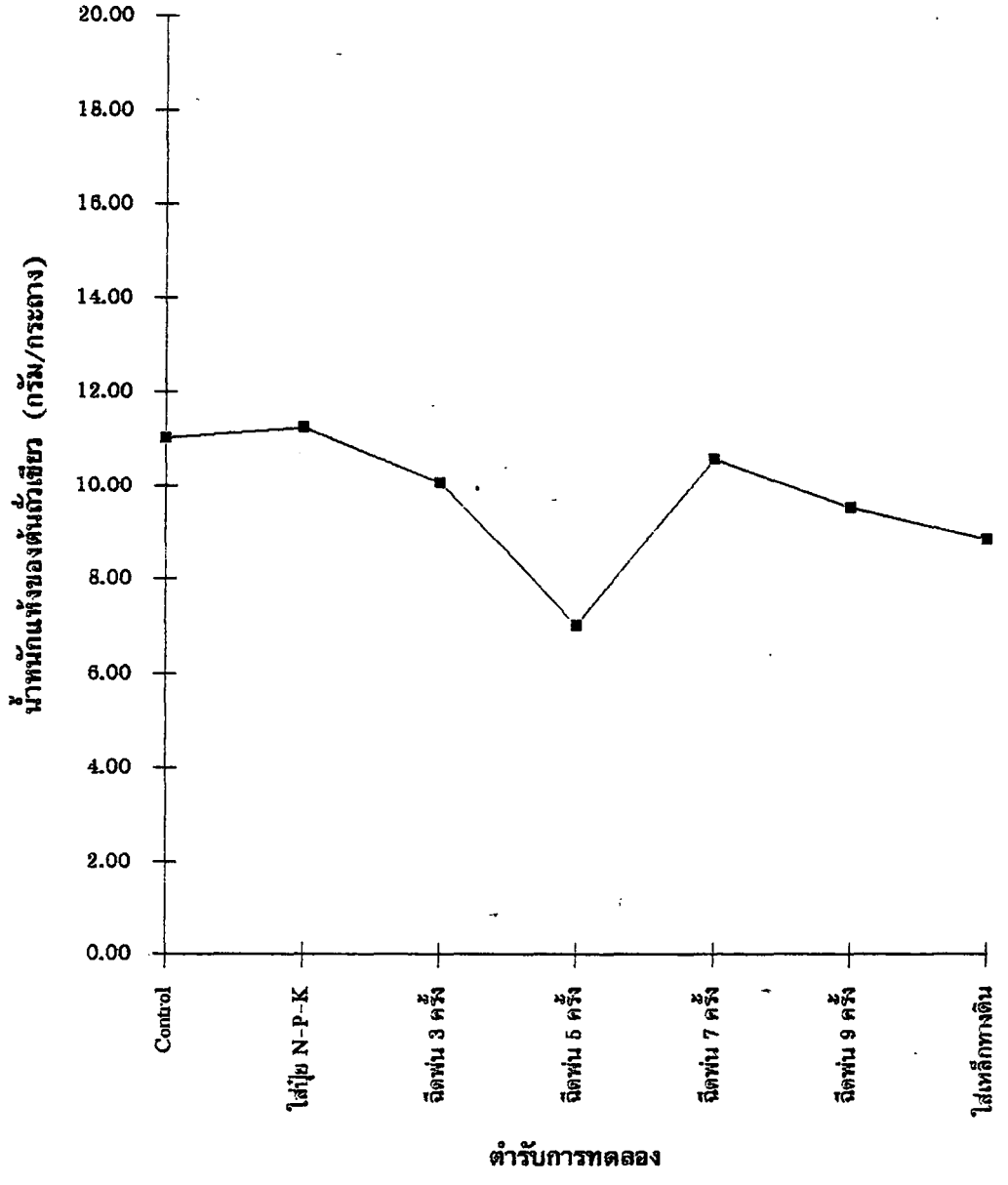
Control ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง (จากตารางที่ 3 และดูรูปที่ 3)

จากผลของน้ำหนักแห้งที่ได้นี้จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนครั้งของการฉีดพ่นมากขึ้นจะมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งลดลง ซึ่งอาจจะเป็นผลอันเนื่องมาจากความสูงของต้นถั่วเขียวเมื่อทำการเก็บเกี่ยว เพราะต้นถั่วเขียวในแต่ละกระถางของแต่ละตำรับการทดลองมีความสูงไม่เท่ากัน

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วเขียว (กรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	
Control	11.037	ab
ใส่ปุ๋ย N-P-K	16.262	a
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	10.080	b
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	7.012	b
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	10.587	ab
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	9.540	b
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	8.847	b

LSD.05 = 5.682 กรัม



รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเขียวระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

เปอร์เซ็นต์น้ำในต้นถั่วเขียว

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของเปอร์เซ็นต์น้ำในต้นถั่วเขียว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติโดยตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 69.92 เปอร์เซ็นต์และตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 49.53 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง และ Control แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K

ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง และ Control แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K

ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง และ Control แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K

ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง และControl แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K

ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับControl แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K

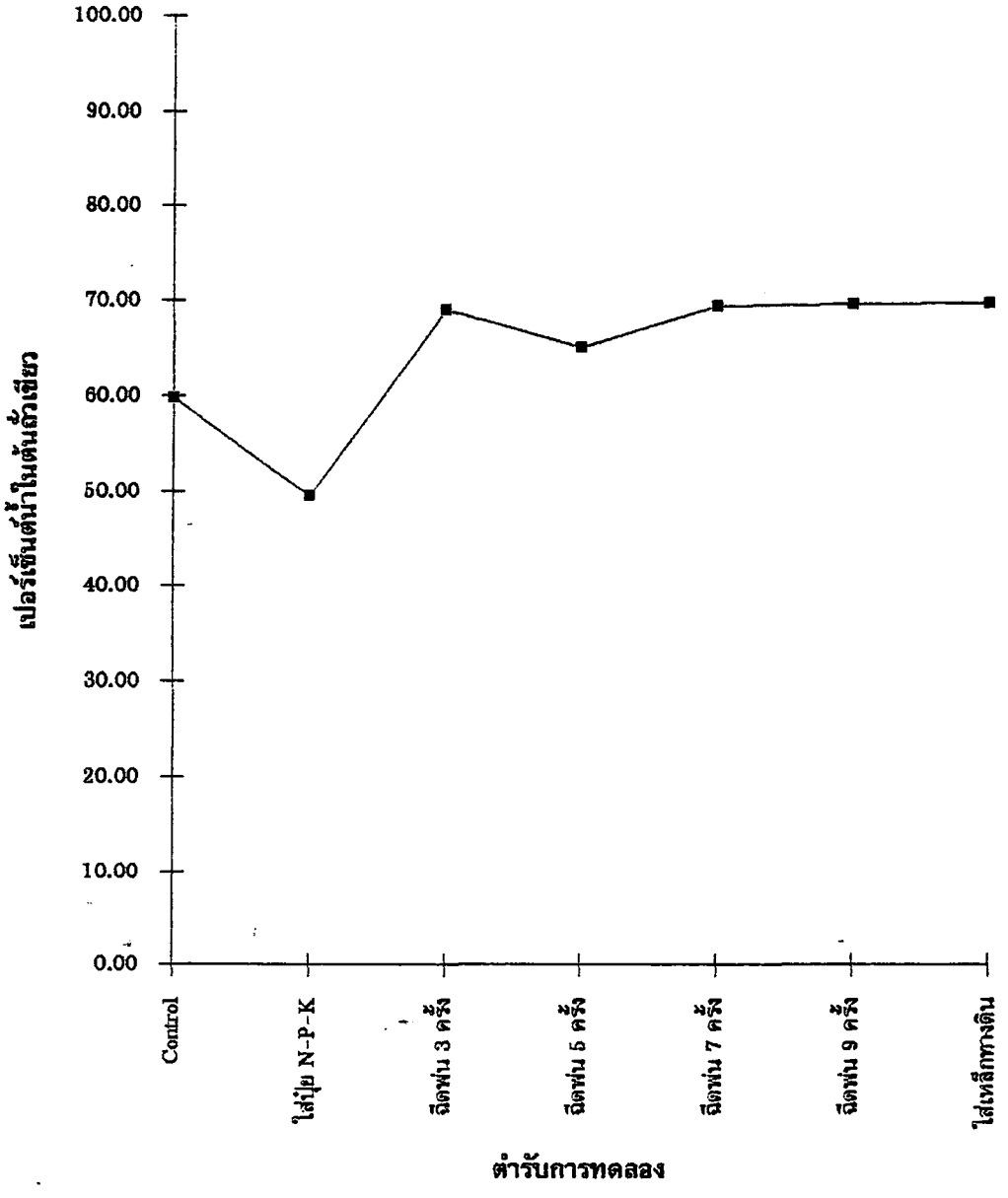
Control มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K (จากตารางที่ 4 และดูรูปที่ 4)

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์น้ำในต้นถั่วเขียวมีแนวโน้มสูงขึ้นตามจำนวนครั้งของการฉีดพ่น $FeSO_4$ ทางใบ

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์	
Control	59.85	a
ใส่ปุ๋ย N-P-K	49.53	b
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	69.05	a
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	65.11	a
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	69.51	a
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	69.76	a
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	69.82	a

LSD.05 = 10.25 LSD.01 = 14.04 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำในต้นถั่วเขียวระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว

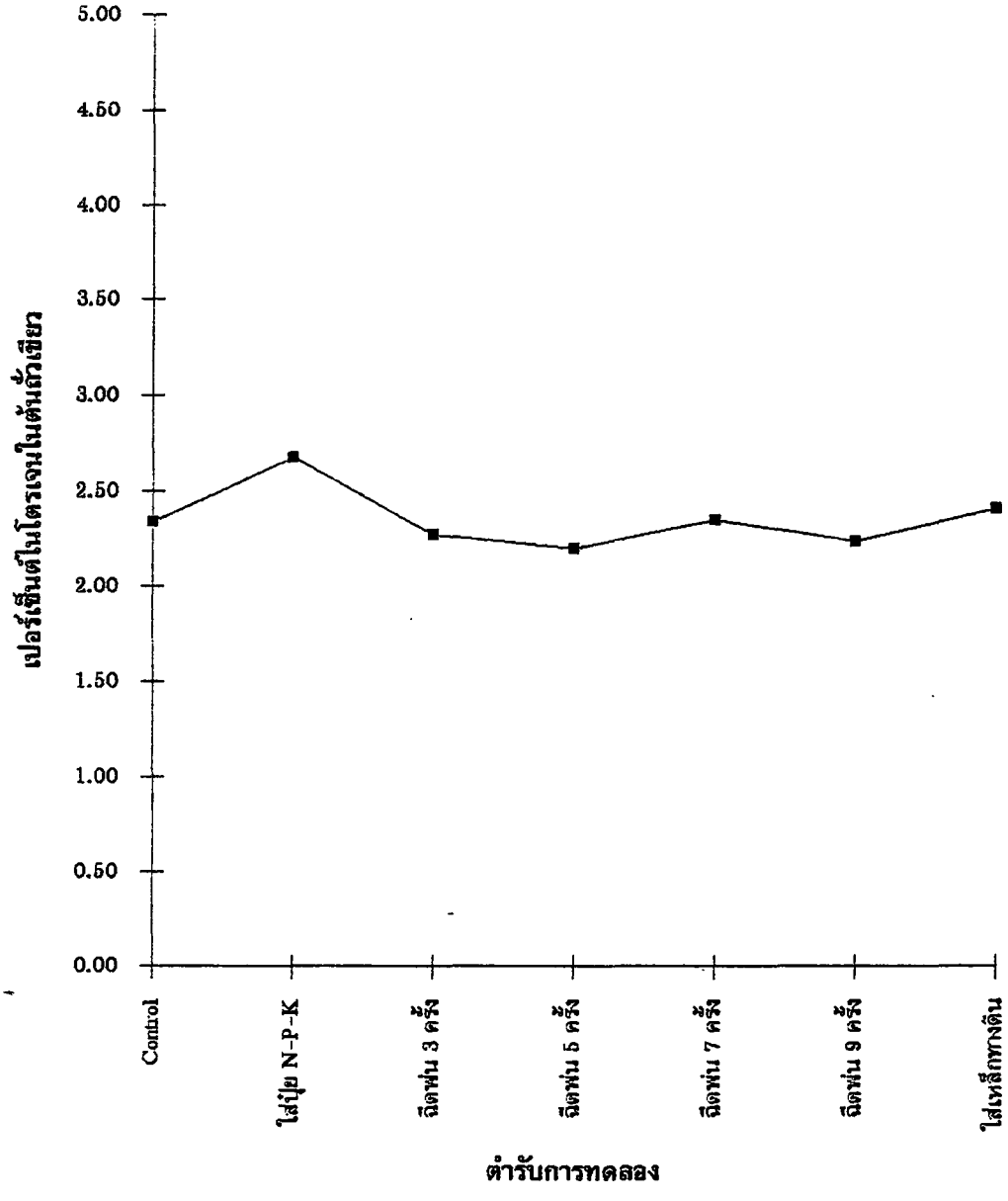
เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.68 เปอร์เซ็นต์ และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.2025 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง, Control และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง

ตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง, Control, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง (จากตารางที่ 5 และดูรูปที่ 5)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์	
Control	2.3425	b
ใส่ปุ๋ย N-P-K	2.6800	a
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	2.2700	b
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	2.2025	b
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	2.3500	b
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	2.2425	b
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	2.4125	b

LSD.05 = 0.3263 LSD.01 = 0.4469 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว

จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.4293 กรัม และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.1535 กรัม โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับ Control, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง

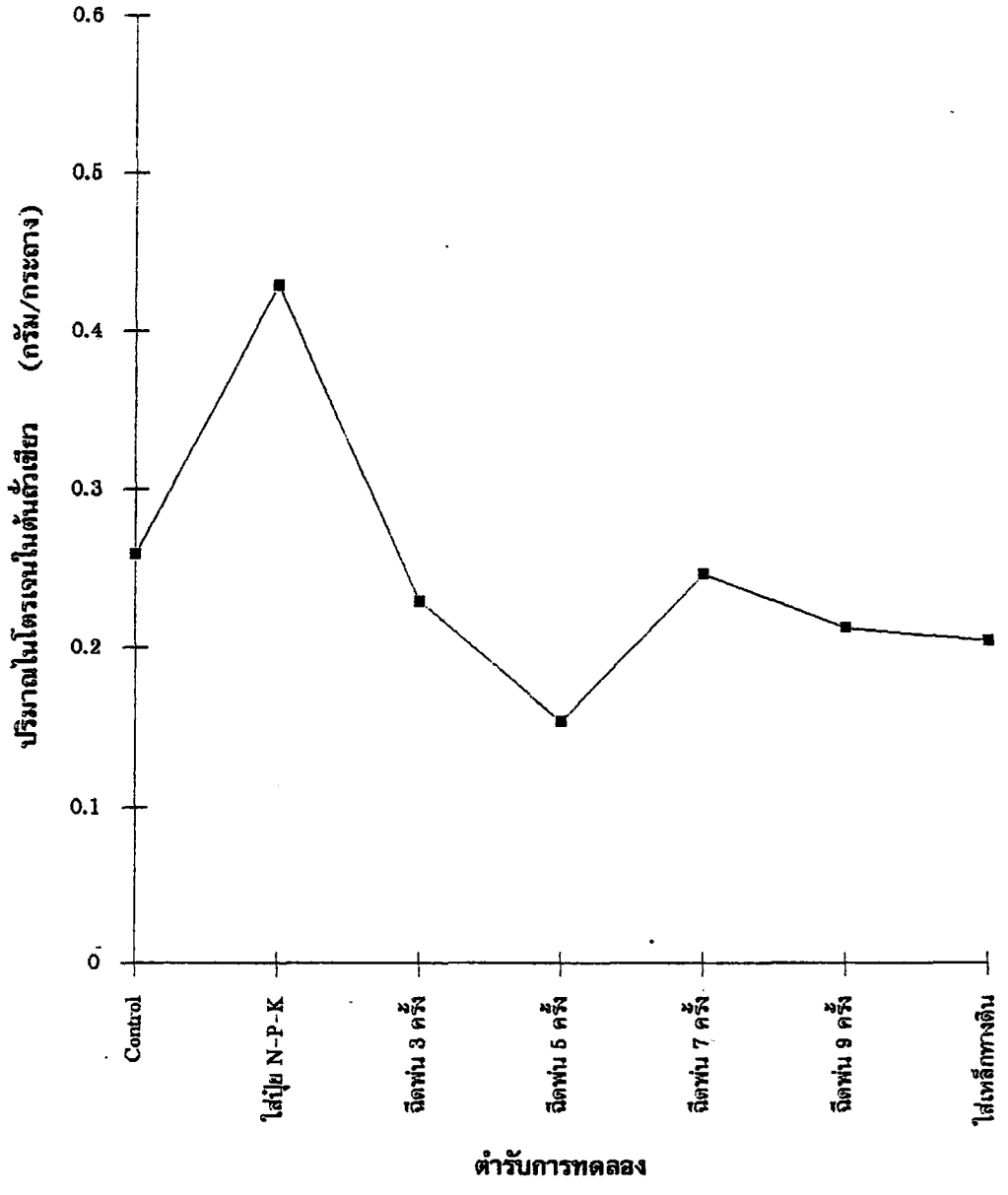
Control ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง (จากตารางที่ 6 และดูรูปที่ 6)

จากผลการทดลองที่ได้อาจเป็นต่อเนื่องมาจากน้ำหนักแห้ง(จากตารางที่ 3) เพราะปริมาณไนโตรเจนคำนวณมาจากน้ำหนักแห้งเมื่อทำการเก็บเกี่ยว

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว (กรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจน (กรัม)	
Control	0.2589	b
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.4293	a
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	0.2291	b
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	0.1535	b
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	0.2467	b
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	0.2129	b
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.2045	b

LSD.05 = 0.1234 LSD.01 = 0.1691 กรัม



รูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว

จากผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.2325 เปอร์เซ็นต์ และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.06 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K, ตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับ Control และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง

ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K, ตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติกับ Control และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง

ตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K และใส่ $FeSO_4$ ทางดิน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Control และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง

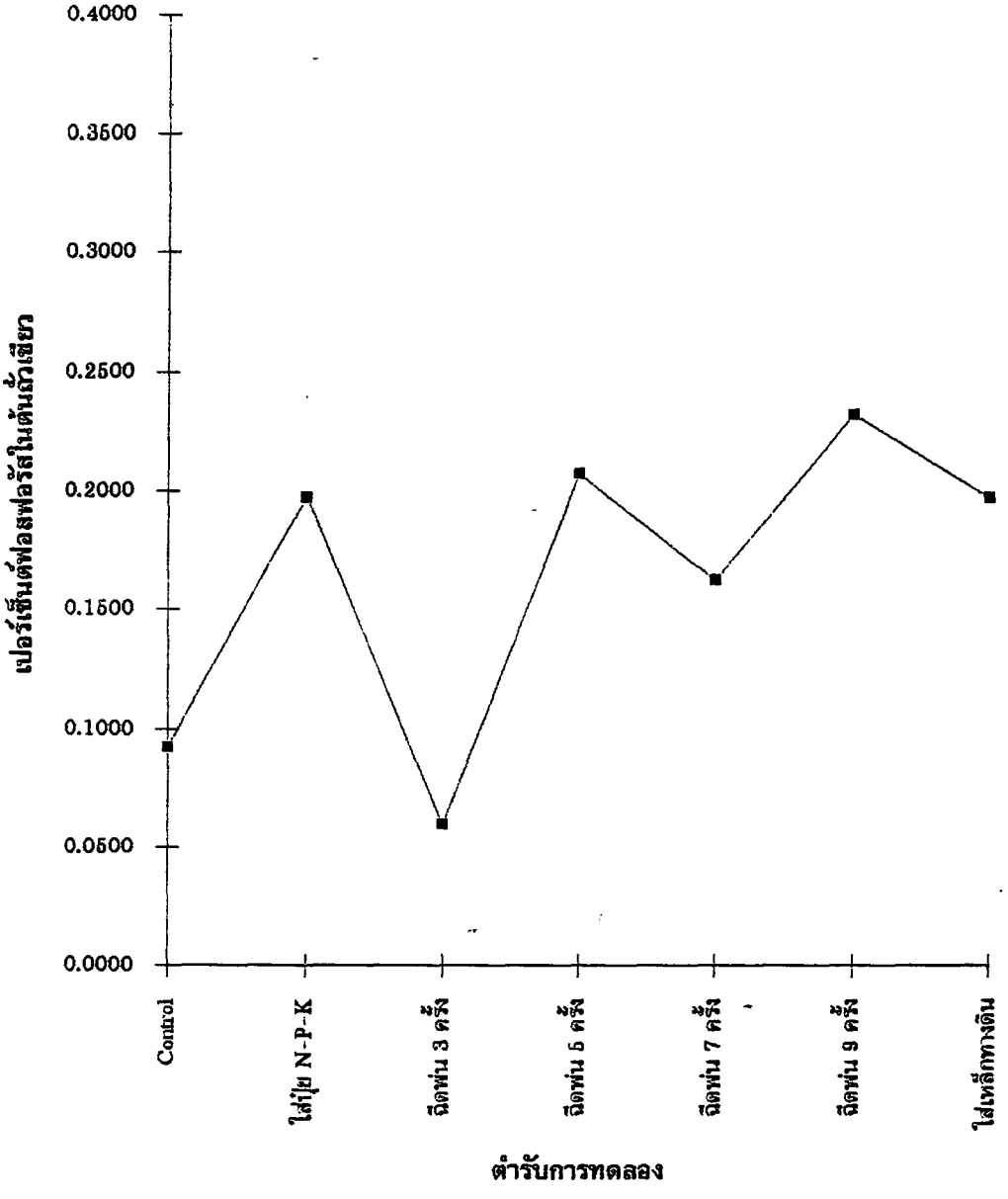
ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Control แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง

Control ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง (จากตารางที่ 7 และดูรูปที่ 7)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์	
Control	0.0925	bc
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.1975	a
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	0.0600	c
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	0.2075	a
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	0.1625	ab
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	0.2325	a
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.1975	a

LSD.05 = 0.0829 LSD.01 = 0.1135 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียวระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว

จากผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.0292 กรัม และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.0061 กรัม โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน, ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง, Control และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง

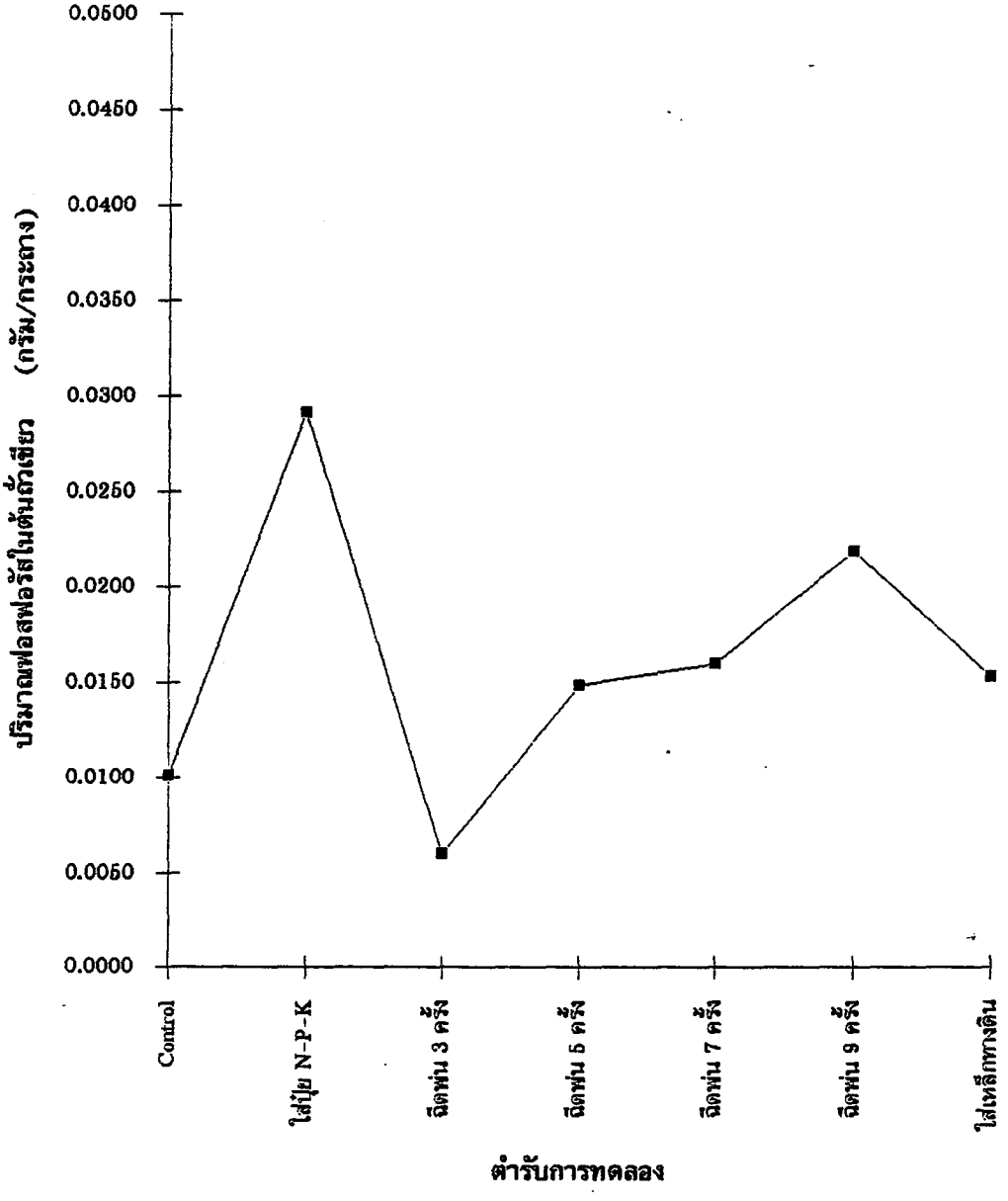
ตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 9 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 7 ครั้ง, ตำรับการทดลองที่ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน และตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 5 ครั้ง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Control และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ฉีดพ่น 3 ครั้ง (จากตารางที่ 8 และดูรูปที่ 8)

จากผลการทดลองและค่าวิเคราะห์ต่างๆ เหล่านี้ยังไม่สามารถบอกจำนวนครั้งที่เหมาะสมสำหรับการฉีดพ่นเหล็กทางใบได้ เพราะค่าวิเคราะห์ต่างๆ เหล่านี้มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงซึ่งอาจเป็นผลมาจากปัจจัยการเจริญเติบโตของถั่วเขียว ถั่วเขียวอาจมีการเจริญเติบโตที่จำกัดเนื่องมาจากขาดธาตุอาหารอื่นๆ อีก เพราะถึงแม้ว่าจะให้เหล็กในปริมาณมากเท่าใดก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และอาจเป็นผลมาจากความแปรปรวนของดินที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในต้นถั่วเขียว (กรัม/กระถาง)

ตำรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัส (กรัม)	
Control	0.0101	c
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.0292	a
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	0.0061	c
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	0.0149	bc
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	0.0160	bc
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	0.0219	ab
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.0154	bc

LSD.05 = 0.0100 LSD.01 = 0.0138 กรัม



รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียวระหว่างตำรับการทดลองต่างๆ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองฉีดพ่นสารละลายธาตุเหล็กทางใบ ในจำนวนครั้งมากน้อยแตกต่างกัน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดึงดูดธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ที่ปลูกในดินแคลคาเรียส จากผลการเก็บข้อมูลตัวเลขพบว่าการเจริญเติบโตทางความสูงของถั่วเขียวโดยเฉลี่ย ตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีความสูงสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองอื่นๆ ยกเว้นตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 5 ครั้งและตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 7 ครั้ง โดยจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อฉีดพ่นสารละลายธาตุเหล็กบ่อยครั้งขึ้น และจากผลการหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเขียว พบว่าในตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีน้ำหนักแห้งสูงสุดซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับ Control และตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 7 ครั้ง และสำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำโดยเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวนั้นมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อฉีดพ่นสารละลายธาตุเหล็กบ่อยครั้งขึ้น

เมื่อทำการวิเคราะห์พืชจะได้ว่า เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวโดยเฉลี่ยในตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีค่าสูงสุดโดยแตกต่างทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง ขณะที่จำนวนครั้งของการฉีดพ่นสารละลายธาตุเหล็กทางใบมีค่าของเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และยังพบว่าตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวเฉลี่ยสูงสุด โดยแตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองอื่นซึ่งตำรับการทดลองที่ฉีดพ่นสารละลายธาตุเหล็กทางใบให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียวมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อฉีดพ่นสารละลายธาตุเหล็กทางใบบ่อยครั้งขึ้น โดยตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 9 ครั้ง มีเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสสูงสุด โดยมีความแตกต่างทางสถิติกับ Control และตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 3 ครั้ง และพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยในต้นถั่วเขียวตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุดโดยไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ย N-P-K และฉีดพ่น 9 ครั้ง แต่แตกต่างจากตำรับการทดลองอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2525. เรื่องถั่วเขียว. เอกสารชุดวิชาพืชศาสตร์ที่ 2. กรุงเทพฯ. 62 หน้า.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2530. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 279 หน้า.

บุญน้อม อุนเกษม และจรัสพร ถาวรสุข. 2533. การขาดธาตุอาหารของถั่วเขียวในดินชุดตาคลี. รายงานผลการสัมมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเหลือง ครั้งที่ 3. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

ปรีดา พากเพียร , สุวพันธ์ รัตนะรัต , สำเนา เพชรฉวี , วิศิษฐ์ โชลิตกุล และโชติ สุทธิบุศย์. 2529. การวินิจฉัยอาการเหลืองชีดที่พบในถั่วเหลืองและถั่วลิสงโดยใช้สารละลายเคมีออโตฟีนานโทรลีน. วารสารดินและปุ๋ย. 2 : 86-87.

เพิ่มพูน ศักดิ์เกษม. 2531. ถั่วเขียว. ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพทางการเกษตร. สำนักพิมพ์พรสาสน์. กรุงเทพฯ. 72 หน้า.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และคณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา. 2527. พืชเศรษฐกิจเล่มที่ 2. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 209-234.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. เคมีของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 502 หน้า.

ระพี สาคริก. 2516. หลักการใช้ปุ๋ยสำหรับต้นไม้และใบไม้ทั่ว ๆ ไป. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์. กรุงเทพฯ. 100 หน้า.

สุวพันธ์ รัตนะรัต , สำเนา เพชรฉวี , ปรีดา พากเพียร , ชลวุฒิ ละเอียด , สมพงษ์ ดิษฐ์สันเทียะ และสุภาพร รัตนะรัต. แนวทางแก้ไขอาการขาดธาตุเหล็กของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเหนียวสีดำ. วารสารดินและปุ๋ย. 4 : 56-78.

สำเนา เพชรฉวี. 2535. บทบาทของธาตุอาหารเสริมต่อไม้ผล. วารสารดินและปุ๋ย. 14 : 277-297.

Briones ,A.M. 1973. Soil acidity and alkalinity. Lecture note in Soil Chemistry. Department of Soil Science. Kasetsart University. pp.29

Brown ,J.C. 1961. Iron chrolosis in plants. Adv.Agron. 13:329-369.

DeKock ,P.P. 1955. Iron nutrient of plants at hight pH. Soil sci. 79:167-175.

Follett ,R.H. ,L.H. Murphy, and R.L. donahue. 1981. Fertilizers and soil amendment. Prentice-Holl ,Inc ,Englewood Cliffs ,NJ.

Hodgson ,J.F. 1963. Chemistry of the micronutrient elements in soil. Adv.Agron. 15:119-159.

Hodgson ,J.F. , W.L. Lindsay and, J.F. Trierweiler. 1966. Micronutrient cations complexing in soil solution. Soil sci.Soc. Am. Proc. 36:723-726.

Holmes ,R.S. and J.C. Brown. 1955. Chelates as corrections for chrolosis. Soil sci. 80:167-179. .

Kissel ,D.E. ,D.H. Sander and R. Ellis ,Jr. 1985. Fertilizer-Plant interactions in alkaline soil. *In.* O.P. Engelstad ed. Fertilizer Technology and Use. 3rd ed. Soil sci. Soc. Am.

Murphy ,L.S. and L.M. Walsh. 1972. Correction of micronutrient deficiencies with fertilizer. *In.* J.J. Mortvedt et al. ed. Micronutrients in agriculture . Soil sci. Soc. Am.

Seatz ,L.F. and H.B. Peterson. 1964. Acid Alkaline ,saline and sodic soil. *In.* F.E. Bear ed. Chemistry of soil. 2nd ed. Reinhold Publishing Corporation ,New York.

Wallace ,A. and O.R. Lunt. 1960. Iron chrolosis in horticultural plants : A review. Proc. Am. soc. Hort. sci.75:819-841 .

ภาคผนวก

ตารางที่ 9 ค่าวิเคราะห์ดินก่อนปลูก

pH	7.95
Organic matter	1.92 %
Cation exchange capacity	44.17 me/100g
Available Phosphorus (Bray II)	9.90 ppm
Total Nitrogen	0.13 %
Electroconductivity	0.10 mS/m

ตารางที่ 10 แสดงความสูงของต้นถั่วเขียวเมื่ออายุ 1 เดือน (เซนติเมตร)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
Control	26.50	26.00	25.50	30.00
ใส่ปุ๋ย N-P-K	29.00	29.00	31.00	25.00
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	24.00	26.00	26.50	27.50
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	25.00	21.00	24.00	27.00
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	22.00	16.00	25.50	23.00
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	24.50	20.00	21.00	20.00
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	23.00	32.00	21.50	22.50

ตารางที่ 11 แสดงความสูงของต้นถั่วเขียวก่อนเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
Control	33.00	33.50	34.00	38.00
ใส่ปุ๋ย N-P-K	38.00	43.00	44.50	41.00
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	42.00	46.00	47.50	30.00
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	31.00	30.00	31.00	29.50
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	34.00	22.00	51.00	32.50
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	25.50	27.00	29.00	24.50
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	34.00	50.00	28.00	33.00

ตารางที่ 12 แสดงน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเขียว (กรัมต่อกระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
Control	11.10	10.68	10.72	11.65
ใส่ปุ๋ย N-P-K	10.41	17.81	25.30	11.53
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	11.15	8.72	10.69	9.76
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	9.74	4.97	5.62	7.72
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	12.17	5.59	12.03	12.56
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	7.97	10.80	9.27	10.12
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	4.97	16.56	7.61	6.25

ตารางที่ 13 แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำในต้นถั่วเขียว

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
Control	64.08	63.26	66.34	45.73
ใส่ปุ๋ย N-P-K	55.14	39.03	51.63	52.31
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	62.98	67.15	76.46	69.59
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	51.17	68.78	79.94	60.02
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	69.69	73.65	64.47	70.24
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	72.09	69.56	72.87	64.52
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	71.42	68.13	70.57	69.17

ตารางที่ 14 แสดงเปอร์เซ็นไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
Control	2.36	2.23	2.27	2.51
ใส่ปุ๋ย N-P-K	2.81	2.46	2.60	2.85
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	2.21	2.11	2.33	2.43
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	2.22	2.39	2.12	2.08
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	2.21	2.47	2.44	2.28
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	2.41	2.19	2.22	2.15
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	2.56	2.01	2.99	2.09

ตารางที่ 15 แสดงปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียว (กรัมต่อกระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
Control	0.2619	0.2381	0.2433	0.2924
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.2925	0.4381	0.6578	0.3286
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	0.2464	0.1839	0.2490	0.2371
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	0.2162	0.1181	0.1191	0.1605
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	0.2689	0.1380	0.2935	0.2863
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	0.1920	0.2365	0.2057	0.2175
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.1272	0.3328	0.2275	0.1306

ตารางที่ 16 แสดงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
Control	0.19	0.07	0.07	0.04
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.29	0.27	0.09	0.14
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	0.05	0.04	0.08	0.07
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	0.27	0.23	0.15	0.18
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	0.18	0.23	0.14	0.10
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	0.32	0.26	0.14	0.21
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.39	0.15	0.14	0.11

ตารางที่ 17 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วเขียว (กรัมต่อกระถาง)

ตำรับการทดลอง	ซ้ำที่			
	1	2	3	4
Control	0.0210	0.0074	0.0075	0.0046
ใส่ปุ๋ย N-P-K	0.0301	0.0480	0.0227	0.0161
ฉีดพ่น 3 ครั้ง + N-P-K	0.0055	0.0034	0.0085	0.0068
ฉีดพ่น 5 ครั้ง + N-P-K	0.0262	0.0114	0.0084	0.0138
ฉีดพ่น 7 ครั้ง + N-P-K	0.0219	0.0128	0.0168	0.0125
ฉีดพ่น 9 ครั้ง + N-P-K	0.0255	0.0280	0.0129	0.0212
ใส่ $FeSO_4$ ทางดิน + N-P-K	0.0193	0.0248	0.0106	0.0068