ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา	ปฐพีวิทยา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง ผลของปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสีบางชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูน

Effects of Some Sources of Iron and Zinc on Growth and Yield of Groundnut Grown on Calcareous Soils

นามผู้วิจัย นางสาวกมนิยา สินธุพาชี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ ทองแพ, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิบูลย์ กังแฮ, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสีบางชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูน

Effects of Some Sources of Iron and Zinc on Growth and Yield of Groundnut Grown on Calcareous Soils

โดย

นางสาวกมนิยา สินธุพาชี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กมนิยา สินธุพาชี 2553: ผลของปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสีบางชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, D.Agr. 83 หน้า

ศึกษาผลของปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสีบางชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูน ทำการทดลองในเรือนทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง ทุกการทดลองวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำ 3 ซ้ำ การทดลองที่หนึ่งเป็นการศึกษาผลการใส่ปุ๋ยเหล็กดีทีพีเอ (Fe-DTPA) และเหล็กอีดีดีเอชเอ (Fe-EDDHA) ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูน ชุดดินลพบุรีมี 5 ตำรับการทดลองดังนี้ คือ ตำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเหล็ก) ใส่ปุ๋ยเหล็กดีทีพีเอ อัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม และใส่ปุ๋ยเหล็กอีดีดีเอชเอ อัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม การทดลองที่สองเป็นการศึกษาผลการใส่ของซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อการเจริญเติบโตผลผลิตน้ำหนักแห้ง และปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล มี 7 ตำรับการทดลองดังนี้ ตำรับควบคุมไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสี ใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและใส่ปุ๋ย ซิงค์อีดีทีเอ อัตรา 0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม การทดลองที่สามเป็นการศึกษาผลการใส่ของซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้ง และปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล มี 7 ตำรับการทดลองโดยตำรับการทดลองเหมือนการทดลองที่ 2

ผลการทดลองที่หนึ่งพบว่าถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีขาดเหล็ก การใส่ปุ๋ย เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอ มีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสง ประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงของเหล็กอีดีดีเอชเอสูงกว่าเหล็กดีทีพีเอ ผลผลิตของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กอีดีดีเอชเอสูงสุดที่อัตราการใส่เหล็กอีดีดีเอชเอ 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมและใกล้เคียงกับที่ใส่เหล็กดีทีพีเอ อัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กอีดีดีเอชเอ มีปริมาณการดูดใช้เหล็กเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงหรือความเป็นประโยชน์ของเหล็กในดินต่อถั่วลิสงของเหล็กอีดีดีเอชเอสูงกว่าเหล็กดีทีพีเอ ผลการทดลองที่สองพบว่าถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาลขาดสังกะสี การใส่ปุ๋ยซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอมีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งและปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสง ประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งและปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงของซิงค์อีดีทีเอสูงกว่าซิงค์ซัลเฟต ผลการทดลองที่สามพบว่าคล้ายผลการทดลองที่ 2 ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาลขาดสังกะสี การใส่ปุ๋ยซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอมีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งและปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสง ประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งและปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงของซิงค์อีดีทีเอสูงกว่าซิงค์ซัลเฟต

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Komniya Sintupachee 2010: Effects of Some Sources of Iron and Zinc on Growth and Yield of Groundnut Grown on Calcareous Soils. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Associate Professor Jongruk Chanchareunsook, D.Agr. 83 pages.

This work was conducted to study the effect of some sources of iron (Fe) and zinc (Zn) on growth and yield of groundnut grown on calcareous soils. Three pot experiments were carried out under greenhouse conditions. The design of all experiments were Completely Randomized Design (CRD) with 3 replications. In the first experiment, effects of Fe-DTPA and Fe-EDDHA on growth yield and total Fe uptake of groundnut, Kalasin 1 cultivar, grown on Lop Buri series, calcareous soil, was studied. The treatments consisted of the control (without iron fertilizer) and the application of Fe at the rate of 1.0 and 3.0 mg Fe kg^{-1}soil as Fe-DTPA and Fe-EDDHA. In the second experiment , effect of zinc sulfate ($ZnSO_4$) and zinc EDTA (Zn-EDTA) on growth, dry matter yield and total Zn uptake of Kalasin 1 cultivar, grown on Chai Badan series, calcareous soil was elucidated, The treatments consisted of the control (without zinc fertilizer) and the application of Zn at the rate of 0.5, 1 and 3 mg Zn kg^{-1} soil as $ZnSO_4$ and Zn-EDTA. In the third experiment, effect of $ZnSO_4$ and Zn-EDTA on growth, dry matter yield and total Zn uptake of groundnut, Khon Kaen 4 cultivar, grown on Chai Badan series, calcareous soil was studied. The treatments were similar to the second experiment.

The results of the first experiment showed that groundnut (Kalasin 1 cutivar) grown on the calcareous Lop Buri soil series was deficient in Fe. Application of Fe-DTPA and Fe-EDDHA significantly increased growth and yield of the groundnut as compared to the control. The effectiveness of Fe-EDDHA in increasing growth and yield of the groundnut was higher than that of Fe-DTPA. Yield of the groundnut grown on the soil amended with Fe-DTPA at the rate of 3 mg Fe kg^{-1}soil were similar to those of the groundnut grown on the soil amended with Fe-EDDHA at the rate of 1 mg Fe kg^{-1}soil. Application of Fe-EDDHA significantly increased total Fe uptake of the groundnut as compared to that of the control. The effectiveness of Fe-EDDHA in increasing availability of Fe in the soil to the groundnut was higher than that of Fe-DTPA. The results of the second and the third experiment were rather similar. Groundnut, either Kalasin 1 curtivar or Khon Kaen 4 curtivar, grown on the calcareous Chai Badan soil series were deficient in Zn. Application of $ZnSO_4$ and Zn-EDTA increased growth, dry matter yield and total Zn uptake of the groundnuts as compared with the controls. The effectiveness of Zn-EDTA in increasing growth dry matter yield and total Zn uptake of the groundnuts was higher than that of $ZnSO_4$. Therefore, application of Fe-EDDHA to groundnut grown on the calcareous soil, Lop Buri series and application of Zn-EDTA to groundnut grown on the calcareous soil, Chai Badan series were recommended.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ ทองแพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในเรื่องการเรียน การทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนูชัย กองแก้ว และดร.พิชิต พงษ์สกุลที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน บุคลากรและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ สโมสรนิสิตบัณฑิตปฐพีวิทยาทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง และเป็นกำลังใจตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งญาติพี่น้องที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือในการศึกษาและเป็นกำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดมา จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วง ประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์ที่อบรมสั่งสอนให้ข้าพเจ้ามีความรู้มาจนถึงปัจจุบัน

กมนิยา สินธุพาชี

มีนาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	13
อุปกรณ์	13
วิธีการ	15
ผลและวิจารณ์	24
ผล	24
วิจารณ์	57
สรุป	62
ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	65
ภาคผนวก	72
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติบางประการของชุดดินลพบุรีที่นำมาศึกษา	25
2	สมบัติบางประการของชุดดินชัยบาดาลที่นำมาศึกษา	26
3	ผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกใน ดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี	28
4	ผลการใส่ปุ๋ยเหล็กต่อน้ำหนักแห้งฝัก เมล็ด ตอซังและรากของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี	32
5	ผลการใส่ปุ๋ยเหล็กต่อปริมาณการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี	36
6	ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	39
7	ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อน้ำหนักแห้งของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	43
8	ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	46
9	ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4ที่ ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	49
10	ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อน้ำหนักแห้งของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	52
11	ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีดีทีเอต่อปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ความเข้มข้นของเหล็กเหล็กถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี	73
2	ความเข้มข้นของสังกะสีในถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	73
3	ความเข้มข้นของสังกะสีทั้งหมดในถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	74
4	ปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ (สกัดโดยน้ำยาสกัด DTPA pH 7.3) ในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1	74
5	ปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ (สกัดโดยน้ำยาสกัด DTPA pH 7.3) ในเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาลหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1	75
6	ปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ (สกัดโดยน้ำยาสกัด DTPA pH 7.3) ในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาลหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4	75
7	ข้อจำกัดของสมบัติทางเคมีที่ใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	76
8	แสดงระดับความเป็นประโยชน์ของ Zn Cu Fe และ Mn ในดินซึ่งวิเคราะห์โดยวิธี DTPA	81
9	แสดงการเปลี่ยน non SI unit เป็น SI unit (Sparks et al., 1996)	82

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เปรียบเทียบผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอ ต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี	29
2	เปรียบเทียบผลการใส่เหล็กดีทีพีเอและเหล็กอีดีดีเอชเอ ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งฝักและเมล็ดของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี	33
3	เปรียบเทียบผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอ ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซัง และรากของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี	34
4	เปรียบเทียบผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอ ต่อการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี	36
5	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กทั้งหมดในถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 น้ำหนักแห้งฝักและน้ำหนักแห้งเมล็ด	37
6	เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	40
7	เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อน้ำหนักแห้งตอซัง น้ำหนักแห้งรากและน้ำหนักแห้งรวมของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	44
8	เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	47
9	เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	50
10	เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อน้ำหนักแห้งตอซัง น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวมของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล	53
11	เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้ปูนชุดดินชัยบาดาล	56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

K = Potassium

N = Nitrogen

P = Phosphorus

Zn = Zinc

Fe = iron

DMRT = Duncan's new multiple's range test

CV = Coefficient of variation

EDTA= Ethylenediamine tetraacetic acid

DTPA= Diethylenetriamine pentaacetic acid

EDDHA= Ethylenediaminedi (*o*–hydroxyphenylacetic) acid

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสีบางชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูน

Effects of Some Sources of Iron and Zinc on Growth and Yield of Groundnut Grown on Calcareous Soils

คำนำ

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ในปี 2551 ประเทศไทยส่งออกถั่วลิสงปริมาณ 1,362 ตัน มีมูลค่า 18.6 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) และเนื่องจากเกษตรกรมีการปลูกถั่วลิสงในพื้นที่ที่เป็นดินเนื้อปูน (calcareous soil) กันอย่างแพร่หลาย ดินเนื้อปูนเป็นดินที่มี pH สูง ปฏิกิริยาดินเป็นด่าง ความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุอาหารในดินต่ำ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Havlin *et al.* , 2005) ถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนมักขาดจุลธาตุอาหารโดยเฉพาะเหล็กและสังกะสีซึ่งมีผลทำให้ถั่วลิสงมีผลผลิตต่ำ (ประเสริฐ, 2528; สรสิทธิ์และคณะ, 2533; พชร, 2551) การแก้ปัญหาการขาดเหล็กและสังกะสีของถั่วลิสงในดินเนื้อปูนโดยทั่วไปมักทำโดยการใส่ปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสี ซึ่งปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสีมีหลายรูปแต่ละรูปมีประสิทธิภาพในการแก้การขาดเหล็กและสังกะสีในถั่วลิสงแตกต่างกัน เพื่อเลือกใช้ชนิดของปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสีที่เหมาะสมสำหรับถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนของประเทศไทย จึงได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสีบางชนิดต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนโดยการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการใส่ซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งและ การดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล การทดลองที่ 3 ศึกษาผลศึกษาผลการใส่ซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งและการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลการใส่เหล็กดีทีพีเอและเหล็กอีดีดีเอชเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูดใช้เหล็ก ของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

2. เพื่อศึกษาผลการใส่ซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้ง และ การดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์1 และถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

3. เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานและแนวทางการใช้ปุ๋ยเหล็ก และสังกะสีที่ถูกต้องเหมาะสมในการแก้ปัญหา การขาดเหล็กและสังกะสี และเพิ่มผลผลิตถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนของประเทศไทย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเหล็กและสังกะสี

1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเหล็ก

เปลือกโลกมีเหล็กเป็นองค์ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเหล็กในดินประมาณ 0.7 – 55 เปอร์เซ็นต์ เหล็กในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปเหล็กในสารประกอบที่สลับซับซ้อนและละลายยาก เช่นในรูป แร่ไพรอกซีน แอมฟิโบล ไพไรต์ ไลมอไทต์ และฮีมาไทต์ซึ่งต้องสลายตัวก่อนจึงจะปลดปล่อยเหล็กออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืช เหล็กในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ เฟอรัสหรือเฟอริกไอออน (Fe^{2+} และ Fe^{3+}) ในสารละลายดินหรือที่แลกเปลี่ยนได้ และรวมทั้งเหล็กคีเลตซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างเหล็กไอออนกับสารคีเลตธรรมชาติ (Havlin *et al*., 2005; ยงยุทธ, 2546) การละลายได้ของเหล็กขึ้นอยู่กับ pH ของดิน ในดินกรดเหล็กจะละลายออกมาได้มาก ในดินด่าง pH สูง เหล็กไอออนในสารละลายดินจะต่ำเนื่องจากเหล็กจะตกตะกอนในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์กับพืช

1.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสังกะสี

เปลือกโลกมีสังกะสีเป็นองค์ประกอบประมาณ 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในดินมีปริมาณสังกะสีเฉลี่ยประมาณ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หินแต่ละชนิดมีปริมาณสังกะสีมากน้อยแตกต่างกัน หินอัคนีมีสังกะสีประมาณ 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หินตะกอน (shale) มีสังกะสีมากกว่า 95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หินปูนมีสังกะสีประมาณ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หินทรายมีสังกะสีประมาณ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แร่ในดินที่มีสังกะสีเป็นองค์ประกอบได้แก่ แร่แฟรงคลิไนต์ ($ZnFe_2O_4$), สมิทโซไนต์ ($ZnCO_3$), และวิลเลไมต์ (Zn_2SiO_4) เป็นต้น (Havlin *et al*., 2005) พืชดูดใช้สังกะสีในรูปไดเวเลนซ์แคตไอออน (Zn^{2+}) รูปของสังกะสีในดินจำแนกได้ 5 กลุ่มดังนี้คือ 1) รูปที่ละลายน้ำได้ได้แก่ สังกะสีในสารละลายดิน เกลือที่ละลายน้ำได้ 2) รูปไอออนที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ ดูดยึดที่ผิวหรือ exchange site ของอนุภาคดิน 3) รูปที่เข้ารวมในลักษณะ complex หรือ chelate กับอินทรียวัตถุ 4) รูปที่ดูดยึดหรือเข้าแทนที่ธาตุอื่นในแร่ดินเหนียวและโลหะออกไซด์ที่ไม่ละลายน้ำ 5) รูปที่เป็นองค์ประกอบของแร่ปฐมภูมิ ในดินเนื้อปูน pH สูงมักจะมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัญหาเกี่ยวกับการขาดธาตุสังกะสีของพืชเนื่องจากสังกะสีในสารละลายดินจะตกตะกอนในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดินเนื้อปูนและการแจกกระจายของดินเนื้อปูนของประเทศไทย

ดินเนื้อปูน หรือดินแคลคาเรียส (calcareous soil) หมายถึงดินซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอนเนตอิสระและเกลือคาร์บอเนตอื่นๆ ในปริมาณมากพอที่จะสังเกตเห็นฟองฟู่เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดเกลือ 0.1 โมลาร์ ดินเหล่านี้โดยทั่วไปจะมีปริมาณสมมูลแคลเซียมคาร์บอนเนตอยู่ในช่วง 10 จนเกือบถึง 1000 กรัมต่อกิโลกรัมของดิน (คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา, 2551) ดินเนื้อปูนมี pH สูง เนื่องจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของ $CaCO_3$ และ $MgCO_3$ ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

$$CaCO_3 + H_2O \longrightarrow Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^-$$

ในสภาพที่ดินมีระดับ pH สูงจะทำให้ดินมีการขาดจุลธาตุได้ (Brady and Weil, 2008; Havlin *et al*., 2005) ความเป็นประโยชน์ของสังกะสีในดินเนื้อปูนต่ำโดยเฉพาะที่ pH มากกว่า 7.7 สังกะสีจะอยู่ในรูป $Zn(HO)^+$ และ $Zn(HO)^-_3$ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยกว่าในรูป Zn^{2+} ความเป็นประโยชน์ต่อพืชของเหล็กในดินเนื้อปูนต่ำเนื่องจากเหล็กในรูป Fe^{2+} ถูกเปลี่ยนมาอยู่ในรูป Fe_2O_3 (เพิ่มพูน, 2528) โดยปฏิกิริยาที่เกิดดังนี้

$$Fe^{2+} + CaCO_3 \rightleftharpoons FeCO_3 + Ca^{2+}$$

$$4FeCO_3 + O_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightleftharpoons 2Fe_2(CO_3)_3 + Ca(OH)_2$$

$$Fe_2(CO_3)_3 + 3H_2O \rightleftharpoons Fe_2O_3 + 3H_2CO_3$$

ดินเนื้อปูนมักพบในสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งฝนน้อย (Havlin *et al*., 2005) ดินเนื้อปูนในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นดินในอันดับ Vertisols และ Mollisols เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นด่าง เช่นหินปูน หินมาร์ล ประเทศไทยพบดินเนื้อปูนส่วนใหญ่อยู่บริเวณเทือกเขาสูงตอนกลางของประเทศ และที่ราบภาคกลาง ในเขตจังหวัด ลพบุรี สระบุรี นครสวรรค์ กาญจนบุรี เพชรบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นครราชสีมา ชุดดินที่สำคัญได้แก่ชุดดินลพบุรี ชุดดินตาคลี ชุดดินบ้านหมี่ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินชัยบาดาล ชุดดินลำนารายณ์ ชุดดินบุรีรัมย์ เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; เอิบ, 2533)

3. ลักษณะทั่วไปของดินเนื้อปูนที่นำมาศึกษา

3.1 ชุดดินชัยบาดาล (Chai Badan series: Cd)

ชุดดินชัยบาดาล จัดอยู่ใน fine, smectitic, isohyperthermic Leptic Haplusterts เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินบะซอลท์ หินแอนดิไซท์ บริเวณพื้นที่ภูเขารวมถึงที่เกิดจากวัสดุดินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ๆ โดยแรงโน้มถ่วงบริเวณเชิงเขา สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชัน 3-6 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดีปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำช้าถึงปานกลาง ตามปกติระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1.5 เมตรลงไปพบชั้นหินผุที่ระดับความลึก 5-100 ซม. ดินบนลึกไม่เกิน 23 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาเข้มมากหรือสีน้ำตาลปนเทาเข้มมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 6.5-8.0) ดินล่างเนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลปนเทาเข้ม สีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาล ปฏิกิริยาเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH7.0-8.0) โดยปกติเมื่อดินแห้ง หน้าดินจะแตกเป็นระแหงเป็นร่องลึกและพบรอยไถล (slickensides) บางบริเวณอาจพบเม็ดปูนสะสม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

3.2 ชุดดินลพบุรี (Lop Buri series: Lb)

จัดอยู่ใน very fine, smectitic, isohyperthermic Typic Haplusterts เกิดจากการสลายตัวของหินปูน ปูนมาร์ล ใกล้บริเวณเขาหินปูน สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัด 1-2 เปอร์เซ็นต์ ชุดดินนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีปานกลาง ความสามารถให้น้ำซึมผ่านช้า การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ดินบนลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้งสีพื้นเป็นสีดำ มีจุดประสีน้ำตาล ปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) ส่วนดินตอนล่างลึก 20-80 เซนติเมตร เป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวจัด สีจางลงตามความลึก ปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) ดินบนตอนล่างเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทา หรือสีขาวของดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหนียวปนดินมาร์ล หรือดินมาร์ลล้วนๆ พบว่าระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

4. บทบาทและความสำคัญของเหล็กและสังกะสีต่อพืช

4.1 บทบาทและความสำคัญของเหล็กต่อพืช

พืชดูดใช้เหล็กในรูปของเฟอรัสไอออน(Fe^{+2})และเฟอริกไอออน(Fe^{+3})(Havlin *et al*.,2005)ซึ่งในสารละลายดินจะมีเฟอริกไอออนน้อยกว่าเฟอรัสไอออน เหล็กเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ โดย 75 เปอร์เซ็นต์ของคลอโรพลาสต์มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ (Havlin *et al.*, 2005) เมื่อพืชขาดธาตุเหล็กจะมีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของคลอโรพลาสต์ เหล็กเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของไซโทโครม (cytochromes), ฮีม (hemes), ฮีมาติน (hematin), เฟอริโครม (ferrichrome) และเลกฮีโมโกลบิน (leghemeglobin) ซึ่งสารเหล่านี้จำเป็นต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน รีดักชันในกระบวนการหายใจและกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เหล็กเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ไฟโทเฟอร์ริทิน (phytoferitein) และโปรตีนเฟอโรดอกซินซึ่งเป็นโปรตีนที่มีเหล็กและกำมะถัน (Fe-S protein) นอกจากนี้เหล็กยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์หลายชนิดซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการตรึงไนโตรเจน การลดพิษของอนุมูลอิสระ และการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ในพืช

4.2 บทบาทและความสำคัญของสังกะสีต่อพืช

พืชใช้สังกะสีในรูปแคตไอออน (Zn^{+2}) สังกะสีเป็นองค์ประกอบอยู่ในโครงสร้างของเอนไซม์หลายชนิด (Havlin *et al*.,2005) สังกะสีเป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์คาร์บอนิกแอนไฮเดรส (carbonic anhydrase) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยช่วยรักษาสมดุลระหว่าง CO_2 และ HCO^-_2 เพื่อให้มี CO_2 ที่ละลายได้ในไซโทซอลของมีโซฟีลล์เพียงพอสำหรับการสังเคราะห์แสง และร่วมกับโพแทสเซียมในการควบคุมการเปิดปิดปากใบเพื่อให้ CO_2 เข้าไปในใบได้เต็มที่ สังกะสีช่วยในการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenases) แอลโดเลส (aldolases) ไอโซเมอเรส (isomerases) และ ทรานส์ฟอสฟอรีเลส (transphosphorylases) สังกะสีซึ่งมีบทบาทในเมแทบอลิซึมของดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ การแบ่งเซลล์และการสังเคราะห์โปรตีนโดยที่การสังเคราะห์โปรตีนของพืชจะต่ำลงมากเมื่อขาดสังกะสี สังกะสี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์ทริพโทเฟนซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กรดอินโดลแอซีติก (IAA) ซึ่งจะส่งเสริมการสร้างออกซินเพื่อให้พืชเจริญเติบโตเป็นปกติไม่ให้เกิดอาการแคระแกร็นในพืช นอกจากนี้สังกะสียังมีบทบาทในแมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและบูรณภาพของเยื่อโดยจับกับฟอสโฟลิพิดและหมู่ซัลฟีดริล (sulfhydryl group) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเยื่อทำให้เยื่อส่วนที่เป็นลิพิดและโปรตีนไม่เสียหายจากการออกซิเดชัน (ยงยุทธ, 2546)

5. การขาดธาตุเหล็กและสังกะสีของพืช

5.1 การขาดธาตุเหล็กของพืช

ปริมาณเหล็กในพืชโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 50 – 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง ถ้าปริมาณเหล็กในพืชต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้งพืชจะแสดงอาการขาดเหล็ก (Havlin *et al*., 2005) อาการขาดธาตุเหล็กของพืชส่วนใหญ่แสดงออกที่ใบโดยเมื่อขาดเหล็กใบพืชจะขาดคลอโรฟิลล์จะมีอาการเหลืองซีดซึ่งเรียกว่า คลอโรซีส (chlorosis) ซึ่งจะเกิดที่ใบอ่อนโดยจะมีสีขาว เหลืองซีดๆ หรือใบพืชมีเส้นใบสีเขียวเนื้อใบสีเหลือง ต่อมาก็จะตายจากยอดลงมา (die back) ส่วนใบล่างยังมีสีเขียวอยู่ทั้งนี้เพราะเหล็กเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ (immobile) พืชชะงักการเจริญเติบโต (คณาอาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; ยงยุทธ, 2546; Barker and Pilbeam, 2005) อาการคลอโรซีสมีผลให้พืชมีผลผลิตลดลง Hensen *et al.* (2003) ทำการศึกษาผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกในดินเนื้อปูนในบริเวณตอนกลางและตะวันออกของประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าการขาดธาตุเหล็ก ทำให้ถั่วเหลืองเกิดอาการคลอโรซิส ส่งผลให้ผลผลิตลดลง

5.2 การขาดธาตุสังกะสีของพืช

การขาดสังกะสีของพืชมักจะเกิดในดินเนื้อปูน ดินทรายที่มีปริมาณสังกะสีต่ำและดินที่มีฟอสฟอรัสสูง สังกะสีในพืชโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 25-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง พืชจะแสดงอาการขาดสังกะสีเมื่อปริมาณสังกะสีในพืชน้อยกว่า 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช (Havlin *et al.* ,2005) อาการขาดสังกะสีแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ในพืชใบเลี้ยงคู่ต้นจะแกร็นเนื่องจากช่วงระหว่างข้อสั้นลง โดยเฉพาะส่วนยอดซึ่งยืดตัวช้ากว่าปกติทำให้ใบตอนบนเรียงซ้อนกันค่อนข้างชิดหรือเป็นกระจุก ขนาดของใบลดลง ใบอ่อนอาจเหลืองซีดกระจายทั้งแผ่นใบ ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเช่นข้าวโพดใบอ่อนจะเหลือง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลามไปตามขอบใบแผ่นใบบางส่วนเปลี่ยนเป็นจุดสีแดงต้นเตี้ย ข้อสั้น (คณาอาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; ยงยุทธ, 2546; Foth and Ellis, 1996) การขาดสังกะสีในพืชจะทำให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตพืชลดลง (สุวพันธ์และคณะ 2532; Cakmak, 2005)

6.แนวทางการแก้ไขการขาดธาตุเหล็กและสังกะสีในดินปูน

แนวทางการแก้ไขการขาดธาตุเหล็กและสังกะสีทำได้หลายวิธี อาทิการปรับปรุงสมบัติของดินให้เหมาะสมโดยทำการลด pH ของดินซึ่ง pH ของดินเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมความเป็นประโยชน์หรือการละลายได้ของเหล็กและสังกะสีในดิน การเลือกใช้พันธุ์พืชให้เหมาะสมและการใช้ปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสี โดยปุ๋ยดังกล่าวมีทั้งในรูปสารประกอบอนินทรีย์และในรูปคีเลต ปุ๋ยเหล็กในรูปสารประกอบอนินทรีย์ได้แก่ เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$) และเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($FeSO_4(NH_4)_2.6H_2O$) เป็นต้น ส่วนปุ๋ยเหล็กในรูปคีเลตได้แก่เหล็กดีทีพีเอ (Fe-DTPA), เหล็กอีดีทีเอ (Fe-EDTA) และเหล็กอีดีดีเอชเอ(Fe-EDDHA) เป็นต้น (Havlin *et al.,*2005) สำหรับปุ๋ยสังกะสีในรูปอนินทรีย์ที่นิยมใช้กันได้แก่ สังกะสีซัลเฟตเนื่องจากละลายน้ำได้ง่าย ทำให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทันที ปุ๋ยสังกะสีในรูปคีเลตได้แก่ Zn-EDTA, Zn lignosulfonate และ Zn polyflavonoid โดยทั่วไปในดินเนื้อปูนปุ๋ยสังกะสีในรูปคีเลตจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าปุ๋ยสังกะสีในรูปอนินทรีย์ เนื่องจากมีความคงตัวดีกว่า การใส่ปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสีให้กับพืชอาจใส่ทางดิน การพ่นทางใบ หรือใส่โดยละลายไปกับน้ำชลประทาน และการเคลือบเมล็ด (Prasad and Power, 1997; Havlin *et al.,* 2005) งานวิจัยต่างๆเกี่ยวกับการแก้ไขการขาดเหล็กและสังกะสีของพืชที่ปลูกในดินเนื้อปูนมีดังนี้

ประเสริฐ (2528) ศึกษาปัญหาจุลธาตุอาหารที่เป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในชุดดินตาคลีและแนวทางแก้ไข พบว่าถั่วลิสงที่ได้รับธาตุเหล็กในรูป Fe-DTPAไม่แสดงอาการคลอโรซีส และให้ผลผลิตของเมล็ดสูงสุด และมีการดูดธาตุเหล็กมาสะสมในตอซังและในเมล็ดสูงสุด

ขวัญตา (2550) ศึกษาการใส่เหล็ก สังกะสี และเปลือกสับปะรดต่อความเป็นประโยชน์ของเหล็กและสังกะสี และผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินเนื้อปูน โดยทำการทดลองในกระถาง พบว่า ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กในรูป $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ และปุ๋ยเหล็กคีเลตในรูป Fe-DTPA ร่วมกับปุ๋ยสังกะสี และ NPK มีปริมาณเหล็กและสังกะสีที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เด่นชัด นอกจากนี้ยังพบว่า การเจริญเติบโตและปริมาณการดูดใช้เหล็กและสังกะสีของข้าวโพดหวานสูงกว่าที่ได้รับการใส่ปุ๋ย NPK เพียงอย่างเดียว

พชร (2550) ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยเหล็กคีเลตในการแก้ปัญหาการขาดธาตุเหล็กของถั่วลิสงที่ปลูกในชุดดินตาคลี ในเรือนทดลองโดยมีการใส่ปุ๋ย Fe-EDTA, Fe-DTPA, Fe-EDDHA และ$FeSO_4.7H_2O$ ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 2 ในตำรับที่ใส่เหล็กและตำรับที่ไม่ใส่เหล็กมีผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งการใส่ปุ๋ยเหล็กในรูป Fe-DTPAให้ผลผลิตของน้ำหนักแห้งของฝักและเมล็ด ปริมาณเหล็กทั้งหมดที่พืชดูดใช้และประสิทธิภาพการดึงดูดปุ๋ยของพืชสูงสุด รองลงมาคือ Fe-EDDHA และ $FeSO_4.7H_2O$ ตามลำดับ

มนัสนันท์ (2551) ศึกษาผลของการใส่สังกะสีต่อการตอบสนองของข้าวโพดและปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาลและชุดดินบุรีรัมย์ทำการทำลองในเรือนทดลอง โดยใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์ซัลเฟตในอัตราต่างๆ จากการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยสังกะสีในดินเนื้อปูนทั้ง 2 ชุดดิน ข้าวโพดตอบสนองโดยผลผลิตฝัก น้ำหนักแห้งของตอซังของข้าวโพดจะเพิ่มขึ้น ปริมาณการดูดใช้สังกะสีของข้าวโพดจะสูงขึ้นกว่าที่ไม่ใส่สังกะสีอย่างเด่นชัด ซึ่งอัตราการใส่ซิงค์ซัลเฟตที่เหมาะสมต่อชุดดินชัยบาดาล และชุดดินบุรีรัมย์ ได้แก่ 2 และ 4 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1กิโลกรัมตามลำดับ

Sahu and Singh (1987) ทำการศึกษาในดินเนื้อปูนของประเทศอินเดีย โดยทำการใส่กำมะถันและยิปซัมในดินในอัตรา 250 kg S/ha พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ในเซลล์พืชเป็นเช่นเดียวกับการใส่ Fe-EDDHA ให้กับพืชทางใบ

Goos *et al.* (2000) ศึกษาเปรียบเทียบความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยสังกะสี $ZnSO_4$, Zn humate lignosulfonate (ZnHL) และ Zn-EDTA ต่อข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อปูน ในเรือนทดลอง พบว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยสังกะสีดังกล่าวโดยวิธีผสมคลุกเคล้ากับดิน ข้าวโพดมีการตอบสนองต่อปุ๋ยทั้ง 3 รูป โดยผลผลิตน้ำหนักแห้งของข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด และพบว่าปริมาณการดูดใช้สังกะสีของข้าวโพดที่ได้รับการใส่ Zn-EDTA มากกว่าที่ได้รับการใส่ $ZnSO_4$ และ ZnHL

Al-Mustafa *et al.* (2001) ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเหล็กคีเลตในรูป Fe-EDDHA อัตรา 0 , 10 และ 20 mg Fe kg^{-1} ที่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างที่ปลูกบนดินเนื้อปูน 42 ชนิด ซึ่งมีค่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิเคราะห์เหล็กที่เป็นประโยชน์อยู่ระหว่าง 1.9- 12.3 mg Fe kg^{-1} พบว่าการใส่ปุ๋ยเหล็กคีเลตในรูป Fe-EDDHA อัตรา 10 และ 20 mg Fe kg^{-1} มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวฟ่างเพิ่มขึ้น 34 และ 60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

Alvarez and Rico (2003) ศึกษาผลการใส่ปุ๋ยสังกะสีต่อปริมาณการดูดใช้สังกะสีของข้าวโพดในดินเนื้อปูน โดยทำการใส่ปุ๋ย Zn-EDTA, Zn-EDDHA, Zn-heptagluconate, Zn-phenolate, Zn-polyflavonoidและZn-lignosulfonateให้กับข้าวโพด โดยทำการทดลองในเรือนทดลอง พบว่าข้าวโพดตำรับที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสี มีผลผลิต น้ำหนักแห้งและปริมาณการดูดธาตุสังกะสีข้าวโพดมากกว่าข้าวโพดในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสีอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าเมื่ออัตราการใส่ปุ๋ยสังกะสีเพิ่มขึ้นจะทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดเพิ่มขึ้น ปริมาณการดูดใช้สังกะสีของข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยสังกะสีต่างๆ มากน้อยต่างกันดังนี้ Zn-EDTA>>Zn-EDDHA>Zn-heptagluconate≥Zn-phenolate, Zn-polyflavonoid และ Zn-lignosulfonate

Godsey *et al.* (2003) ศึกษาการแก้ไขการขาดเหล็กในข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อปูนที่ขาดเหล็ก พบว่าเมื่อมีการใส่ $FeSO_4.7H_2O$ ผลผลิตเมล็ดของข้าวโพดจะเพิ่มขึ้น

Karak *et al.* (2005) ศึกษาการเปรียบเทียบความเป็นประโยชน์ของ Zn-EDTA และ $ZnSO_4$ ต่อข้าวที่ปลูกในดินเนื้อปูนของประเทศอินเดีย พบว่าการใส่ Zn-EDTA มีผลในการเพิ่มผลผลิต และปริมาณการดูดใช้สังกะสีของข้าวมากกว่า $ZnSO_4$

Xian and Qing-Sheng (2006) ศึกษาการใช้กากโลหะจากโรงงานอุตสาหกรรมถลุงเหล็กเป็นปุ๋ยเหล็ก สำหรับข้าวโพดในดินเนื้อปูนที่มีปัญหาการขาดธาตุเหล็ก โดยทำการทดลองในกระถาง จากพบว่าการใส่กากโลหะจากโรงงานอุตสาหกรรมถลุงเหล็กมีผลในการแก้อาการคลอโรซีสของข้าวโพดทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวโพดและการดูดใช้เหล็กของข้าวโพดเพิ่มขึ้น

7. ความรู้เกี่ยวกับถั่วลิสงและถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 และพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ใช้ในการศึกษา

ถั่วลิสง Peanut หรือ Groundnut มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Arachis hypogaea* L. ถั่วลิสงเป็นพืชไร่ตระกูลถั่วที่มีคุณค่ามากพืชหนึ่ง เมล็ดเป็นอาหารมนุษย์ได้โดยมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งโปรตีนและไขมัน เมล็ดถั่วลิสงมีโปรตีน 25-26% มีน้ำมัน 45-55% (คณาจารย์ภาควิชาพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไร่, 2547) จากการรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกถั่วลิสง 208,917ไร่ ผลผลิต 53,083 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 254 กิโลกรัมต่อไร่(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

7.1 ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4

ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 คัดได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่าง Taiwan 2 ซึ่งเป็นพันธุ์ในกลุ่ม Spanish ที่มีขนาดเมล็ดเล็กกว่าพันธุ์ไทนาน 9 กับพันธุ์ UF1513-1 ซึ่งเป็นพันธุ์ในกลุ่ม Valencia ที่มีขนาดเมล็ดปานกลาง ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ และเป็นพันธุ์ที่สถาบันวิจัยพืชนานาชาติเขตร้อนกึ่งแห้งแล้ง (ICRISAT) รับรองว่ามีความต้านทานต่อเชื้อรา ที่สร้างสารพิษแอฟลาทอกซิน ดำเนินการผสมข้ามพันธุ์ที่สถานีทดลองพืชไร่กาฬสินธุ์ ในฤดูฝน พ.ศ. 2524 คัดเลือกในชั่วที่ 2-5 โดยวิธีการสืบประวัติจนได้สายพันธุ์ที่สม่ำเสมอ

ลักษณะดีเด่นของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 คือให้ผลผลิตฝักสดเฉลี่ย 586 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแห้งเฉลี่ย 270 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย 171 กิโลกรัมต่อไร่ และทนทานต่อโรคโคนเน่าปานกลาง อ่อนแอต่อโรคราสนิมและใบจุด ซึ่งมีลักษณะประจำสายพันธุ์คือ ลักษณะทรงพุ่มตั้งตรง ติดฝักเป็นกระจุกบริเวณโคนต้น ลำต้นสีเขียวอมม่วง ใบสีเขียว ดอกสีเหลือง อายุถึงวันออกดอก 21-25 วัน อายุเก็บเกี่ยว 95-100 วันฝักยาว 3.9 เซนติเมตร กว้าง 1.5 เซนติเมตร ฝักมีเส้นลายฝักเห็นได้ชัดเจน เยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพูเข้ม จำนวนเมล็ดต่อฝัก 3 เมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด 47 กรัม เปอร์เซ็นต์กะเทาะ 63.4 เปอร์เซ็นต์ ในเมล็ดแห้งมีโปรตีน 28.7 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมัน 46.4 เปอร์เซ็นต์ กรมวิชาการเกษตรพิจารณาให้เป็นพันธุ์รับรองเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2537 (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

7.2 ถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1

ถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 เป็นพันธุ์ที่สถานีทดลองพืชไร่กาฬสินธุ์ได้รวบรวมไว้ตั้งแต่ปี 2516 ในชื่อว่า Kalasin Accession # (KAC 1) มีชื่อเดิมว่า Asiatica ในปัจจุบันมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป คือ ถั่วเกษตร ถั่วแดง โล้นแดง ช่องสาลิกา พื้นเมืองเมล็ดแดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะดีเด่นของพันธุ์กาฬสินธุ์ เปลือกฝักค่อนข้างเรียบทำให้ล้างฝักสดให้สะอาดได้ง่าย อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 80-85 วัน มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง ซึ่งเป็นที่นิยมของตลาดถั่วลิสงฝักต้มในประเทศไทย มีรสชาติดี ฝักตรง มีจำนวนเมล็ด 2-3 เมล็ดต่อฝัก ลักษณะประจำพันธุ์ ลำต้นสีเขียวอมแดง ทรงพุ่มแคบ ใบสีเขียว ดอกสีเหลือง อายุออกดอก 27-30 วัน ติดฝักเป็นกระจุก ที่โคนต้น ลายบนเปลือกฝักค่อนข้างเรียบ เยื้อหุ้มเมล็ดสีแดง มีเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 2.6 เมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด 40 กรัม เหมาะสำหรับการปลูกในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง เช่นดินร่วนหรือดินร่วนเหนียว และมีการกระจายตัวของฝนดี เหมาะสำหรับการปลูกในเขตภาคกลาง ผลผลิตฝักแห้ง 225 กิโลกรัมต่อไร่กรมวิชาการเกษตรพิจารณาให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2544 (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์พืชทดลอง

1.1 เมล็ดถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1

1.2 เมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4

2. ดินที่นำมาศึกษา

2.1 ชุดดินลพบุรี (very fine, smectitic, isohyperthermic Typic Haplusterts) เก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร จากแปลงของเกษตรกร อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี

2.2 ชุดดินชัยบาดาล (fine, smectitic, isohyperthermic Leptic Haplusterts) เก็บตัวอย่างดินที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร จากแปลงของเกษตรกร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

3. ปุ๋ยเคมี

3.1 ยูเรีย (urea: NH_2CONH_2; 46%N)

3.2 โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)

3.3 เหล็กดีทีพีเอ (Fe-diethylenetriaminepentaacetic acid, Fe-DTPA)

3.4 เหล็กอีดีดีเอชเอ (Fe- ethylenediaminedi (o–hydroxyphenylacetic) acid, Fe-EDDHA)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.5 ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_20$)

3.6 ซิงค์อีดีทีเอ (Zn-ethylenediamintetraacetate acid, Zn-EDTA)

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกถั่วลิสง

4.1 กระถางพลาสติก

4.2 พลั่วมือ

4.3 สายยางและบัวรดน้ำ

5. อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลและการเก็บเกี่ยว

5.1 ไม้บรรทัด

5.2 เชือก

5.3 มีดและกรรไกร

5.4 ถุงกระดาษ

6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

6.1 Atomic absorption spectrophotometer

6.2 Spectrophotometer

6.3 Micro – Kjeldahl distillation apparatus

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.4 pH meter

6.6 Digestion apparatus

6.7 ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ

6.8 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง

6.9 ตะแกรงร่อนดิน

6.10 เครื่องบดตัวอย่างพืช

6.11 สารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

6.12 อุปกรณ์ที่จำเป็นในการวิเคราะห์ดิน พืชและในการปลูกพืชทดสอบในเรือนทดลอง

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินชุดดินลพบุรีและชัยบาดาล ที่เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกที่ 0 - 15 เซนติเมตร มาทำการตากให้แห้งไว้ในที่ร่ม เก็บเศษซากพืชออก ทำการย่อยดินให้ละเอียดคลุกเคล้าดินให้เข้ากัน แล้วแบ่งดินออกเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งย่อยดินให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร นำมาทำวิเคราะห์สมบัติขั้นพื้นฐานในห้องปฏิบัติการและส่วนที่สองไปใช้ในการปลูกพืชทดสอบในโรงเรือนทดลอง

2. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

2.1 การศึกษาสมบัติของดินที่ใช้ในการทดลองก่อนการปลูกถั่วลิสง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.1 วัดค่าทางเคมีไฟฟ้าของดิน

1) วัดค่า pH โดยใช้เครื่องวัด pH meter อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

2.1.2 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

1) ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตโดยการนำดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิกรัมมาวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตโดยวิธี Titration (Loeppert and Suarez, 1996)

2) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkey and Black, 1934; ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) สกัดโดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี colorimetric (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

4) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K, Ca, Mg) สกัดด้วย 1 N NH_4OAc pH 7.0 และวิเคราะห์ปริมาณด้วย atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

5) ปริมาณจุลธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ (available Zn, Mn, Fe, Cu) โดยสกัดด้วย 0.005 M DTPA pH 7.3 และวิเคราะห์ด้วย atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

2.1.3 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน

1) เนื้อดินวิเคราะห์ด้วยวิธี Pipette method

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การปลูกพืชในเรือนทดลอง

แบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลองดังนี้

3.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

3.1.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, (CRD)) มี 5 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำดังนี้

ตำรับที่ 1 ไม่ใส่เหล็ก (Fe_0)

ตำรับที่ 2 ใส่เหล็กในรูป Fe-DTPA อัตรา 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Fe-DTPA1)

ตำรับที่ 3 ใส่เหล็กในรูป Fe-DTPA อัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Fe-DTPA3)

ตำรับที่ 4 ใส่เหล็กในรูป Fe-EDDHAอัตรา 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Fe-EDDHA1)

ตำรับที่ 5 ใส่เหล็กในรูป Fe-EDDHAอัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Fe-EDDHA3)

3.1.2 การปลูกถั่วลิสง

นำตัวอย่างดินชุดดินลพบุรี ที่เก็บซากพืชออกหมดมาใส่กระถางที่เตรียมไว้ กระถางละ 6 กิโลกรัม ใส่ปุ๋ยเหล็กในรูป Fe-DTPA และในรูป Fe-EDDHA ตามตำรับการทดลอง และคลุกเคล้ากับดินให้ทั่ว ทุกตำรับการทดลองใส่ไนโตรเจนในรูปยูเรีย อัตรา 140 มิลลิกรัม N ต่อดิน 1 กิโลกรัม ใส่ฟอสฟอรัสในรูปโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต อัตรา 140 มิลลิกรัม P_2O_5 ต่อดิน 1 กิโลกรัม ใส่โพแทสเซียมในรูปโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต อัตรา 92 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม ทำการปลูกถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์1 จำนวน 6 เมล็ดต่อกระถาง แล้วถอนแยก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้เหลือ 2 ต้นต่อกระถาง ทำการรดน้ำด้วยน้ำกรองตลอดการทดลองและทำการกำจัดวัชพืชด้วยมือตลอดการเจริญเติบโตของถั่วลิสง

3.1.3 การเก็บข้อมูล การเก็บตัวอย่างพืช การวิเคราะห์ดินและพืชหลังการเก็บเกี่ยว

1) การเจริญเติบโต วัดความสูงต้นที่อายุได้ 30 และ 60 วันหลังวันหยอดเมล็ด

2) เก็บเกี่ยวถั่วลิสงที่อายุ 70 วันหลังหยอดเมล็ด นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ ทำการชั่งน้ำหนักแห้งตอซัง ราก ฝักและเมล็ดของถั่วลิสง

3) การวิเคราะห์พืช บดตัวอย่างถั่วลิสงที่อบแห้งให้ละเอียดแล้ว นำมาวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก โดยย่อยสลายด้วย HNO_3-H_2SO_4-$HClO_4$ acid mixture แล้ววิเคราะห์ปริมาณเหล็กโดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (จงรักษ์, 2550; ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

4) เก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสง โดยทำการคลุกเคล้าดินในกระถางให้เข้ากัน แล้วทำการสุ่มเก็บดินแต่ละกระถางประมาณ 0.5 กิโลกรัม นำดินที่ได้ไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ย่อยดินและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์โดยสกัดดินด้วย 0.05 M DTPA ที่ pH 7.3 และวิเคราะห์ปริมาณเหล็กโดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-value และค่าทางสถิติอื่นๆเพื่อใช้สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธีโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการใส่ซิงซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนังแห้งและการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนในชุดดินชัยบาดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, (CRD)) มี 7 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ

ตำรับที่ 1 ไม่ใส่สังกะสี (Zn_0)

ตำรับที่ 2 ใส่สังกะสีในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม ($ZnSO_4$ 0.5)

ตำรับที่ 3 ใส่สังกะสีในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 1.0 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม ($ZnSO_4$ 1)

ตำรับที่ 4 ใส่สังกะสีในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.0 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม ($ZnSO_4$ 3)

ตำรับที่ 5 ใส่สังกะสีในรูป Zn-EDTA อัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Zn-EDTA 0.5)

ตำรับที่ 6 ใส่สังกะสีในรูป Zn-EDTA อัตรา 1.0 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Zn-EDTA 1)

ตำรับที่ 7 ใส่สังกะสีในรูป Zn-EDTA อัตรา 3.0 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Zn-EDTA 3)

3.2.2 การปลูกถั่วลิสง

นำตัวอย่างดินชุดดินชัยบาดาล ที่เก็บซากพืชออกหมดมาใส่กระถางที่เตรียมไว้ กระถางละ 6 กิโลกรัม ใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูป $ZnSO_4$.$7H_2O$และในรูป Zn-EDTA ตามตำรับการทดลองและคลุกเคล้ากับดินให้ทั่ว ทุกตำรับการทดลองใส่ไนโตรเจนในรูปยูเรีย อัตรา 140 มิลลิกรัม N ต่อดิน 1 กิโลกรัม ใส่ฟอสฟอรัสในรูปโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต อัตรา 140 มิลลิกรัม P_2O_5 ต่อดิน 1 กิโลกรัม ใส่โพแทสเซียมในรูปโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต อัตรา 92 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม ทำการปลูกถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์1 จำนวน 6 เมล็ดต่อกระถาง แล้วถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง ทำการรดน้ำด้วยน้ำกรองตลอดการทดลองและทำการกำจัดวัชพืชด้วยมือตลอดการเจริญเติบโตของถั่วลิสง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.3 การเก็บข้อมูล การเก็บตัวอย่างพืช การวิเคราะห์ดินและพืชหลังการเก็บเกี่ยว

1) การเจริญเติบโต วัดความสูงต้นที่อายุได้ 15 และ 30 วันหลังวันหยอดเมล็ด

2) เก็บเกี่ยวถั่วลิสงที่อายุ 45 วันหลังหยอดเมล็ด นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ แห้งตอซังและรากของถั่วลิสง

3) การวิเคราะห์พืช บดตัวอย่างถั่วลิสงที่อบแห้งให้ละเอียดแล้ว นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสี โดยย่อยสลายด้วย HNO_3-H_2SO_4-$HClO_4$ acid mixture แล้ววิเคราะห์ปริมาณสังกะสี โดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (จงรักษ์, 2550; ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

4) เก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสง โดยทำการคลุกเคล้าดินในกระถางให้เข้ากัน แล้วทำการสุ่มเก็บดินแต่ละกระถางประมาณ 0.5 กิโลกรัม นำดินที่ได้ไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ย่อยดินและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ โดยสกัดดินด้วย 0.05 M DTPA ที่ pH 7.3 และวิเคราะห์ปริมาณเหล็กโดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-value และค่าทางสถิติอื่นๆเพื่อใช้สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธีโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาผลการใส่ซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งและการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนในชุดดินชัยบาดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, (CRD)) มี 7 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ

ตำรับที่ 1 ไม่ใส่สังกะสี (Zn_0)

ตำรับที่ 2 ใส่สังกะสีในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม ($ZnSO_4$ 0.5)

ตำรับที่ 3 ใส่สังกะสีในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 1.0 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม ($ZnSO_4$ 1)

ตำรับที่ 4 ใส่สังกะสีในรูป $ZnSO_4.7H_2O$ อัตรา 3.0 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม ($ZnSO_4$ 3)

ตำรับที่ 5 ใส่สังกะสีในรูป Zn-EDTA อัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Zn-EDTA 0.5)

ตำรับที่ 6 ใส่สังกะสีในรูป Zn-EDTA อัตรา 1.0 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Zn-EDTA 1)

ตำรับที่ 7 ใส่สังกะสีในรูป Zn-EDTA อัตรา 3.0 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Zn-EDTA 3)

3.3.2 การปลูกถั่วลิสง

นำตัวอย่างดินชุดดินชัยบาดาล ที่เก็บซากพืชออกหมดมาใช่ใส่กระถางที่เตรียมไว้ กระถางละ 6 กิโลกรัมใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูป $ZnSO_4.7H_2O$และในรูป Zn-EDTA ตามตำรับการทดลองและคลุกเคล้ากับดินให้ทั่ว ทุกตำรับการทดลองใส่ไนโตรเจนในรูปยูเรีย อัตรา 140 มิลลิกรัม N ต่อดิน 1 กิโลกรัม ใส่ฟอสฟอรัสในรูปโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต อัตรา 140 มิลลิกรัม P_2O_5 ต่อดิน 1 กิโลกรัม ใส่โพแทสเซียมในรูปโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต อัตรา 92 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม ทำการปลูกถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่ จำนวน 6 เมล็ดต่อกระถาง แล้วถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง ทำการรดน้ำด้วยน้ำกรองตลอดการทดลองและทำการกำจัดวัชพืชด้วยมือตลอดการเจริญเติบโตของถั่วลิสง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.3 การเก็บข้อมูล การเก็บตัวอย่างพืช การวิเคราะห์ดินและพืชหลังการเก็บเกี่ยว

1) การเจริญเติบโต วัดความสูงต้นที่อายุได้ 15 และ 30 วันหลังวันหยอดเมล็ด

2) เก็บเกี่ยวถั่วลิสงที่อายุ 45 วันหลังหยอดเมล็ด นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ แห้งตอซังและรากของถั่วลิสง

3) การวิเคราะห์พืช บดตัวอย่างถั่วลิสงที่อบแห้งให้ละเอียดแล้ว นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสี โดยย่อยสลายด้วย HNO_3-H_2SO_4-$HClO_4$ acid mixture แล้ววิเคราะห์ปริมาณเหล็กโดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (จงรักษ์, 2550; ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

4) เก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสง โดยทำการคลุกเคล้าดินในกระถางให้เข้ากัน แล้วทำการสุ่มเก็บดินแต่ละกระถางประมาณ 0.5 กิโลกรัม นำดินที่ได้ไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ย่อยดินและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์โดยสกัดดินด้วย 0.05 M DTPA ที่ pH 7.3 และวิเคราะห์ปริมาณเหล็กโดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2551)

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-value และค่าทางสถิติอื่นๆเพื่อใช้สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธีโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. สถานที่ในการทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลองภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพ

5. ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนธันวาคม 2551 ถึง เดือนมกราคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

1. การศึกษาสมบัติของชุดดินลพบุรีและชุดดินชัยบาดาล

1.1 สมบัติของชุดดินลพบุรี

สมบัติของชุดดินลพบุรีที่นำมาศึกษา แสดงอยู่ในตารางที่ 1 พบว่าชุดดินลพบุรีมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) ปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง pH 8.1 มีปริมาณแคลเซียมคาร์บอนเนตในดิน 277 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 40 กรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 31 และ 340 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 11,075 และ 328 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ มีปริมาณสังกะสี แมงกานีสและทองแดงเป็นประโยชน์เท่ากับ 1.49, 6.35 และ 0.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ มีปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 2.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.2 สมบัติของชุดดินชัยบาดาล

สมบัติของชุดดินชัยบาดาลที่นำมาศึกษา แสดงอยู่ในตารางที่ 2 พบว่าชุดดินชัยบาดาลมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) ปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง pH 8.1 มีปริมาณแคลเซียมคาร์บอนเนตในดิน 142 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 2.76 กรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 6 และ 111 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 12,917 และ 1,031 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ มีปริมาณสังกะสีเป็นประโยชน์เท่ากับ 0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณแมงกานีส เหล็กและทองแดงที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 12.21, 7.66 และ 1.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 สมบัติบางประการของชุดดินลพบุรีที่นำมาศึกษา

Properties of soil	Analysis
Soil texture[1/]	Clay
pH[2/]	8.1
Calcium carbonate(g kg^{-1})[3/]	277
Organic matter (g kg^{-1})[4/]	40
Available phosphorus (mg kg^{-1})[5/]	31
Available potassium (mg kg^{-1})[6/]	340
Available calcium (mg kg^{-1})[6/]	11,075
Available magnesium (mg kg^{-1})[5/]	328
Available zinc (mg kg^{-1})[7/]	1.49
Available manganese (mg kg^{-1})[7/]	6.35
Available iron (mg kg^{-1})[7/]	2.74
Available copper (mg kg^{-1})[7/]	0.76

หมายเหตุ [1/] Pipette method

[2/] pH meter (Soil : H_2O; 1:1)

[3/] Titration method (Loeppert and Suarez, 1996)

[4/] Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934)

[5/] Bray 2 method (Bray and Kurtz, 1945)

[6/] Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Brown and Warnke, 1988)

[7/] Extracted with 0.005 M DTPA pH 7.3 (Lindsay and Norvell, 1978)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 สมบัติบางประการของชุดดินชัยบาดาลที่นำมาศึกษา

Properties of soil	Analysis
Soil texture[1/]	Clay
pH[2/]	8.1
Calcium carbonate(g kg^{-1})[3/]	142
Organic matter (g kg^{-1})[4/]	28
Available phosphorus (mg kg^{-1})[5/]	6
Available potassium (mg kg^{-1})[6/]	111
Available calcium (mg kg^{-1})[6/]	12,917
Available magnesium (mg kg^{-1})[5/]	1,031
Available zinc (mg kg^{-1})[7/]	0.39
Available manganese (mg kg^{-1})[7/]	12.21
Available iron (mg kg^{-1})[7/]	7.66
Available copper (mg kg^{-1})[7/]	1.82

หมายเหตุ [1/] Pipette method

[2/] pH meter (Soil : H_2O; 1:1)

[3/] Titration method (Loeppert and Suarez, 1996)

[4/] Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934)

[5/] Bray 2 method (Bray and Kurtz, 1945)

[6/] Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Brown and Warnke, 1988)

[7/] Extracted with 0.005 M DTPA pH 7.3 (Lindsay and Norvell, 1978)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การศึกษาผลการใส่ปุ๋ยเหล็กดีทีพีเอและเหล็กอีดีดีเอชเอต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตและการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

2.1 ผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1

2.1.1 ความสูง

ควมสูงของถั่วลิสงที่อายุ 30 และ 60 วัน แสดงอยู่ในตารางที่ 3 และภาพที่ 1 พบว่าเมื่อถั่วลิสงอายุ 30 วัน ถั่วลิสงตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเหล็กในรูปอีดีดีเอชเอทั้งอัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีความสูงมากกว่าตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยเหล็กในรูปเหล็กดีทีพีเอที่อัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีแนวโน้มทำให้ถั่วลิสงมีความสูงมากกว่าตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเหล็ก แต่ที่อัตราการใช้เหล็กดีทีพีเอ 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมถั่วลิสงมีความสูงไม่แตกต่างกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเหล็ก

เมื่อถั่วลิสงอายุ 60 วัน ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดเจริญเติบโต ถั่วลิสงที่ได้รับปุ๋ยเหล็กในรูปเหล็กอีดีดีเอชเอ เหล็กดีทีพีเอ และตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเหล็กมีความสูงไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กโดยเฉพาะในรูปเหล็กอีดีดีเอชเออัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม และเหล็กดีทีพีเออัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีแนวโน้มมีความสูงมากกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็ก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

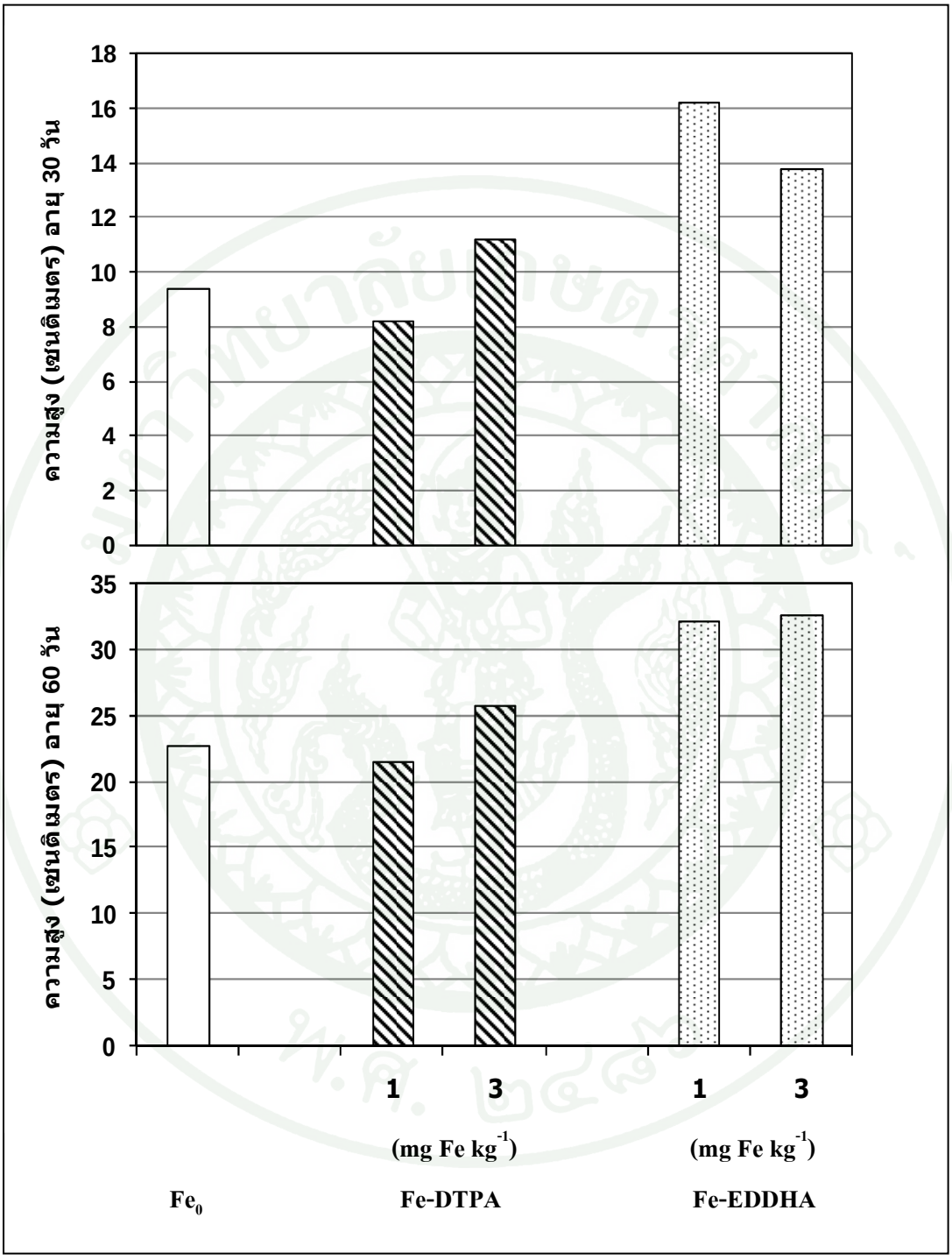
ตำรับการทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)	
	30 วัน [1/]	60 วัน [1/]
Fe_0	9.417c	22.67
Fe-DTPA 1.0	8.25c	21.58
Fe-DTPA 3.0	11.25bc	25.83
Fe-EDDHA 1.0	16.25a	32.25
Fe-EDDHA 3.0	13.83ab	32.67
F-test	**	ns
CV (%)	14.94	21.69

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

[1/] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.2 น้ำหนักแห้งฝัก

น้ำหนักแห้งฝักของถั่วลิสงแสดงอยู่ในตารางที่ 4 และภาพที่ 2 ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กอีดีดีเอชเออัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม และที่ได้รับการใส่เหล็กดีทีพีเออัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน1 กิโลกรัม มีผลผลิตน้ำหนักแห้งฝักสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลผลิตน้ำหนักแห้งฝักของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กอีดีดีเอชเออัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกับน้ำหนักแห้งฝักของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กดีทีพีเออัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม น้ำหนักแห้งฝักของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กดีทีพีเออัตรา 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม และที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กเลยไม่แตกต่างกัน

2.1.3 น้ำหนักแห้งเมล็ด

น้ำหนักแห้งเมล็ดของถั่วลิสงแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 2 ซึ่งพบว่าสอดคล้องกับน้ำหนักแห้งฝักถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กอีดีดีเอชเออัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม และที่ได้รับการใส่ เหล็กดีทีพีเออัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีผลผลิตน้ำหนักแห้งเมล็ดไม่แตกต่างกันและสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลผลิตน้ำหนักแห้งเมล็ดของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กดีทีพีเออัตรา 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม และที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กเลยไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาร้อยละผลผลิตเมล็ดเพิ่มของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กดีทีพีเอและเหล็กอีดีดีเอชเอเทียบกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเหล็ก (ตารางที่ 4) พบว่าร้อยละผลผลิตเมล็ดเพิ่มของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กดีทีพีเออัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม เท่ากับ 22 และ 146 ตามลำดับ ขณะที่ร้อยละผลผลิตเมล็ดเพิ่มของถั่วลิสงที่รับการใส่เหล็กอีดีดีเอชเออัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมเท่ากับ 169 และ 166 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

2.1.4 น้ำหนักแห้งตอซัง

น้ำหนักแห้งตอซังของถั่วลิสงแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 3 ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กอีดีดีเอชเอในทุกอัตรามีน้ำหนักแห้งตอซังมากกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเหล็กดีทีพีเอและตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติน้ำหนักแห้งตอซังของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็ก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดีทีพีเอไม่แตกต่างกับที่ไม่ได้รับการใส่เหล็ก อย่างไรก็ตามการใส่เหล็กดีทีพีเอที่อัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม น้ำหนักแห้งตอซังของถั่วลิสงมีแนวโน้มสูงกว่าที่ไม่ใส่เหล็ก

2.1.4 น้ำหนักแห้งราก

น้ำหนักแห้งรากของถั่วลิสงแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 3 ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กอีดีดีเอชเอในทุกอัตรามีน้ำหนักแห้งรากมากกว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยเหล็กดีทีพีเอและตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักแห้งรากของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กดีทีพีเอในทุกอัตราไม่แตกต่างกับที่ไม่ได้รับการใส่เหล็ก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ผลการใส่ปุ๋ยเหล็กต่อน้ำหนักแห้งฝัก เมล็ด ตอซัง และรากของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีและร้อยละผลผลิตเมล็ดเพิ่ม

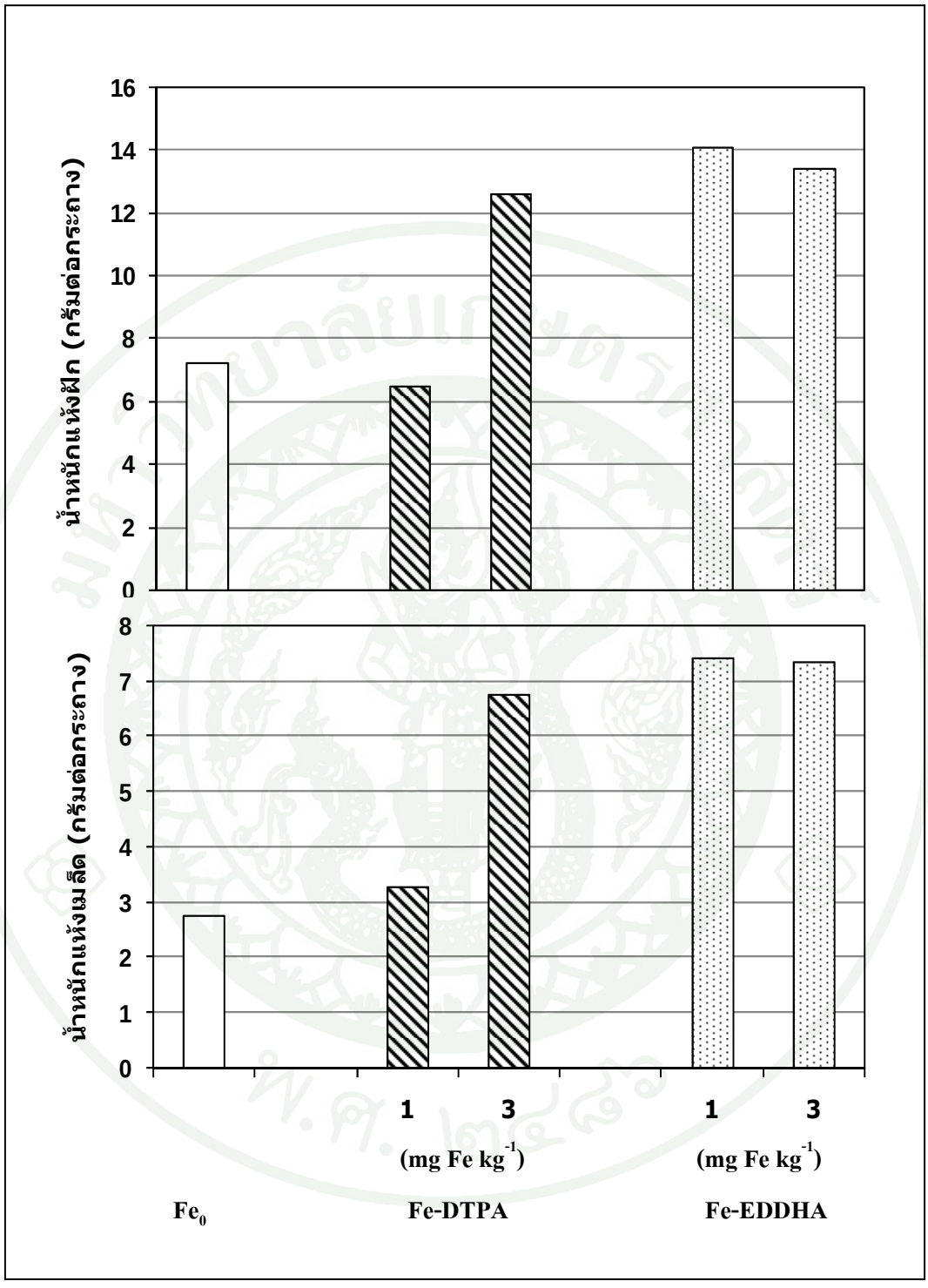
ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้ง(กรัมต่อกระถาง)				ผลผลิตเพิ่ม
	ฝัก	เมล็ด	ต้น	ราก	%
Fe_0	7.24b	2.76b	24.687b	1.863b	-
Fe-DTPA 1.0	6.52b	3.36b	18.143b	1.313b	20
Fe-DTPA 3.0	12.623a	6.79a	27.563b	1.92b	146
Fe-EDDHA 1.0	14.11a	7.43a	40.247a	3.23a	169
Fe-EDDHA 3.0	13.44a	7.36a	44.16a	4.31a	166
F-test	**	**	**	**	
CV (%)	19.26	27.63	18.74	27.63	

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99%

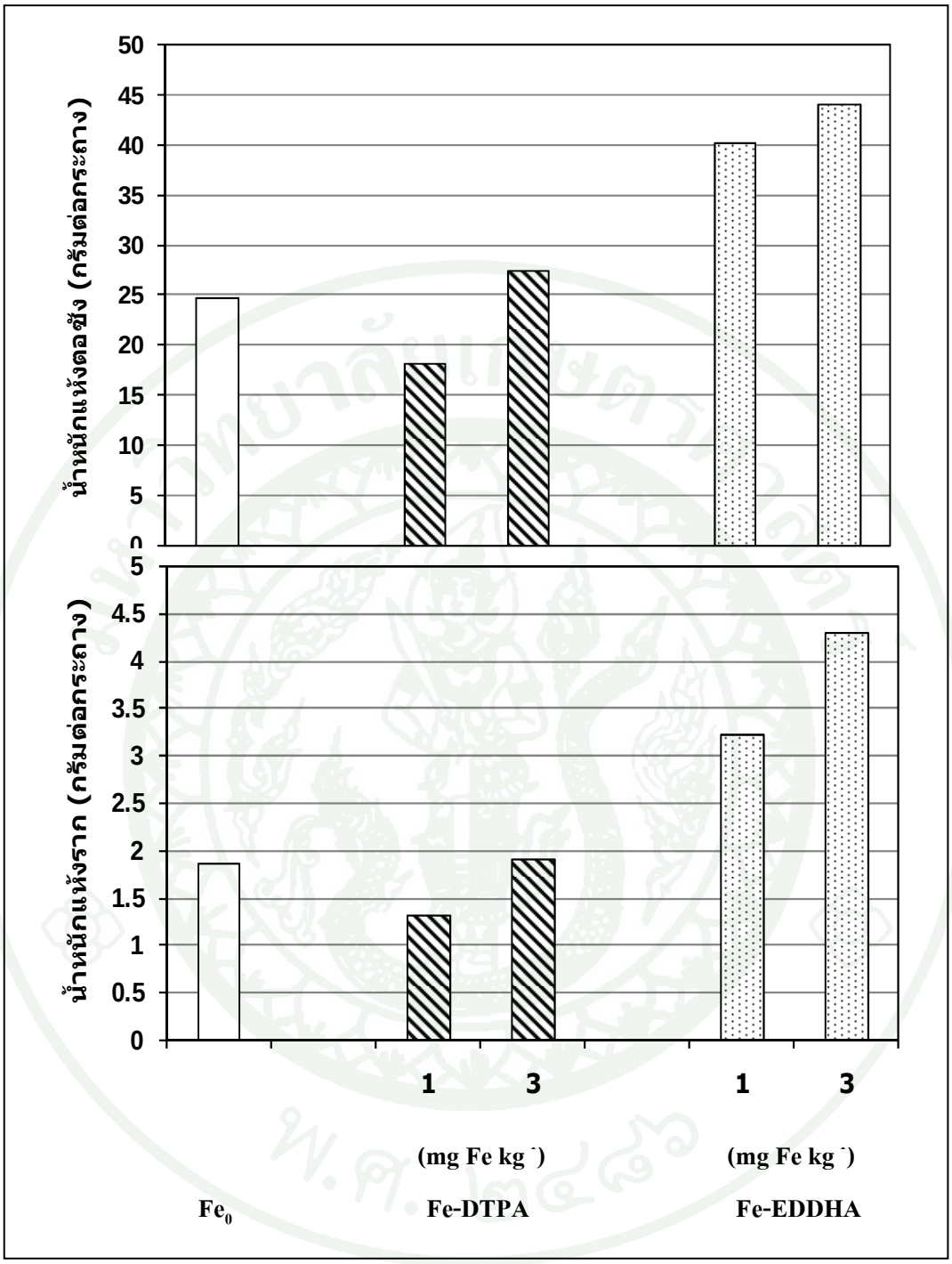
1/ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งฝักและเมล็ดของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซังและรากของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ผลการใส่เหล็กอีดีทีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กอีดีดีเอชเออัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีปริมาณการดูดใช้เหล็กใกล้เคียงกันและสูงกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กและที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กดีทีพีเออัตรา 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมอย่างเด่นชัด (ตารางที่ 5 และภาพที่ 4) ปริมาณการดูดใช้เหล็กทั้งหมดของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กดีทีพีเอ อัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีแนวโน้มสูงกว่าที่ได้รับการใส่เหล็กดีทีพีเออัตรา 1 มิลลิกรัม Feต่อดิน 1 กิโลกรัม และที่ไม่ใส่ปุ๋ยเหล็ก และไม่แตกต่างกับที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กอีดีดีเอชเอ พบว่าปริมาณการดูดใช้เหล็กทั้งหมดของถั่วลิสงมีความสัมพันธ์กับผลผลิตน้ำหนักแห้งฝักและเมล็ดของถั่วลิสง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.964 ** และ 0.954* ตามลำดับและสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) เท่ากับ 0.929 และ 0.910 ตามลำดับ (ภาพที่ 5 (ก)และ5(ข))

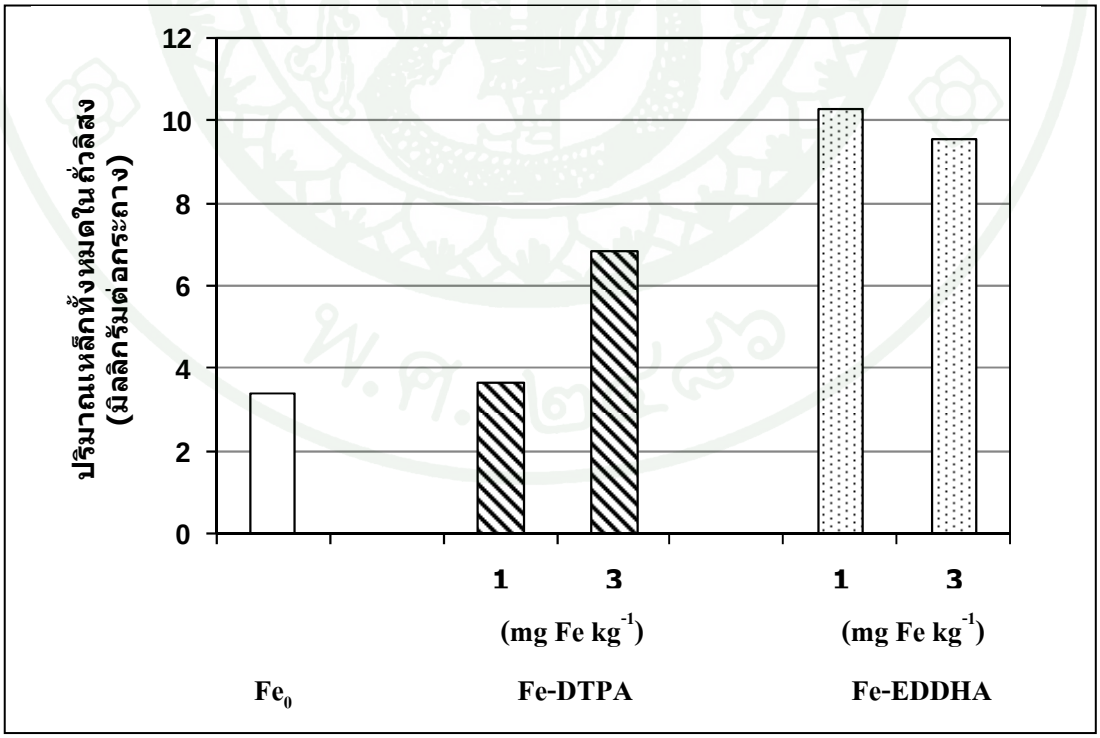
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ผลการใส่ปุ๋ยเหล็กต่อปริมาณการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเหล็กทั้งหมดในถั่วลิสง (มิลลิกรัม ต่อกระถาง) [1/]
Fe_0	3.414b
Fe-DTPA 1.0	3.691b
Fe-DTPA 3.0	6.902ab
Fe-EDDHA 1.0	10.325a
Fe-EDDHA 3.0	9.601a
F-test	*
CV (%)	37.7

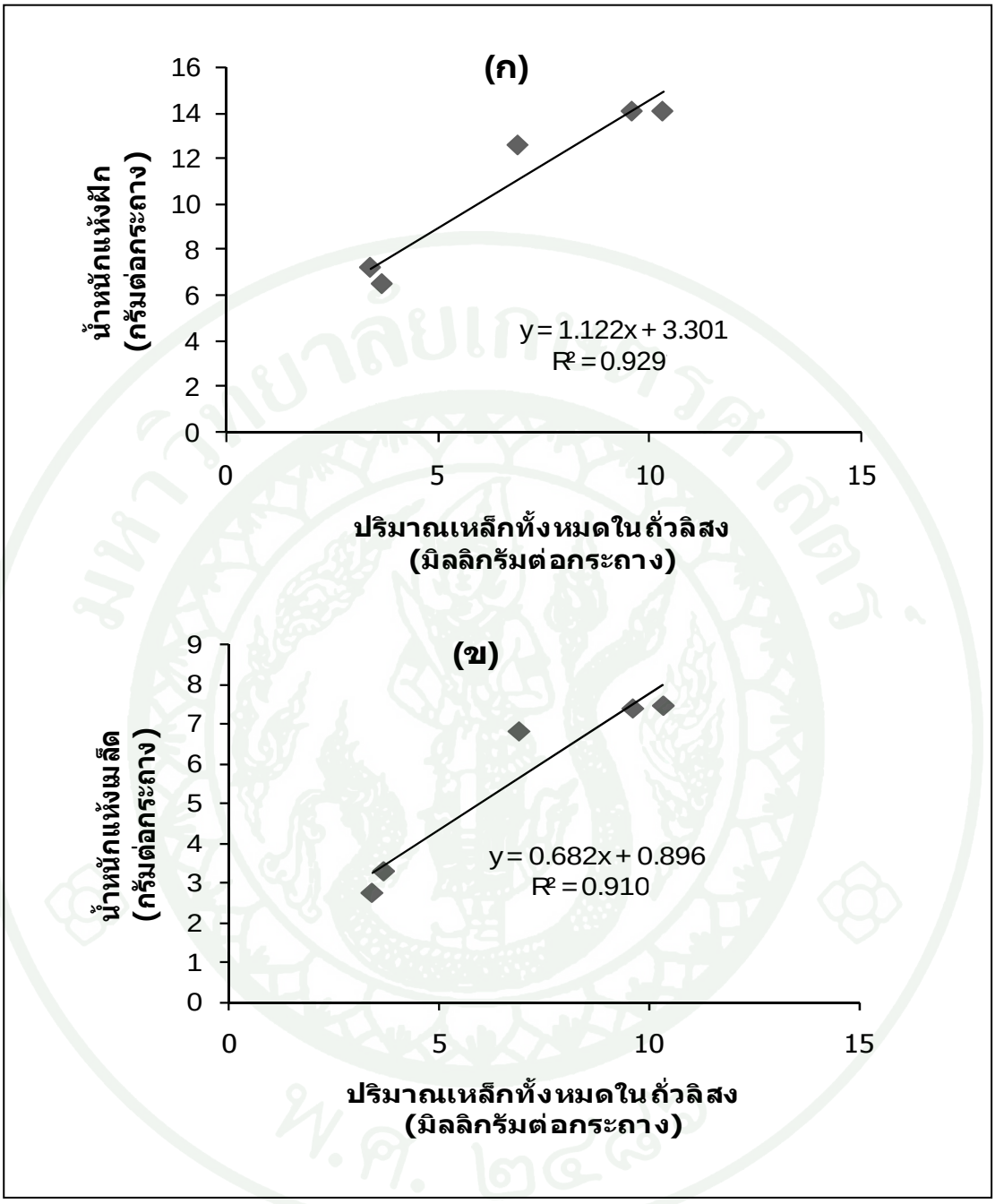
หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

[1/] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กทั้งหมดในถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 กับ (ก) น้ำหนักแห้งฝัก และ (ข) น้ำหนักแห้งเมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การศึกษาผลการใส่ของซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งและการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

3.1 ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอ ต่อการเจริญเติบโตของถั่วสิงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

3.1.1 ความสูง

ความสูงของถั่วลิสงที่อายุ 15 และ 30 วันแสดงอยู่ในตารางที่ 6 ภาพที่ 6 พบว่าเมื่อถั่วลิสงอายุ 15 วันถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์ซัลเฟต ซิงค์อีดีทีเอ และตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยสังกะสีมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อถั่วลิสงอายุ 30 วันพบว่าถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอและตำรับที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์อีดีทีเอ 0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีแนวโน้มมีความสูงมากกว่าถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์ซัลเฟตและที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสี

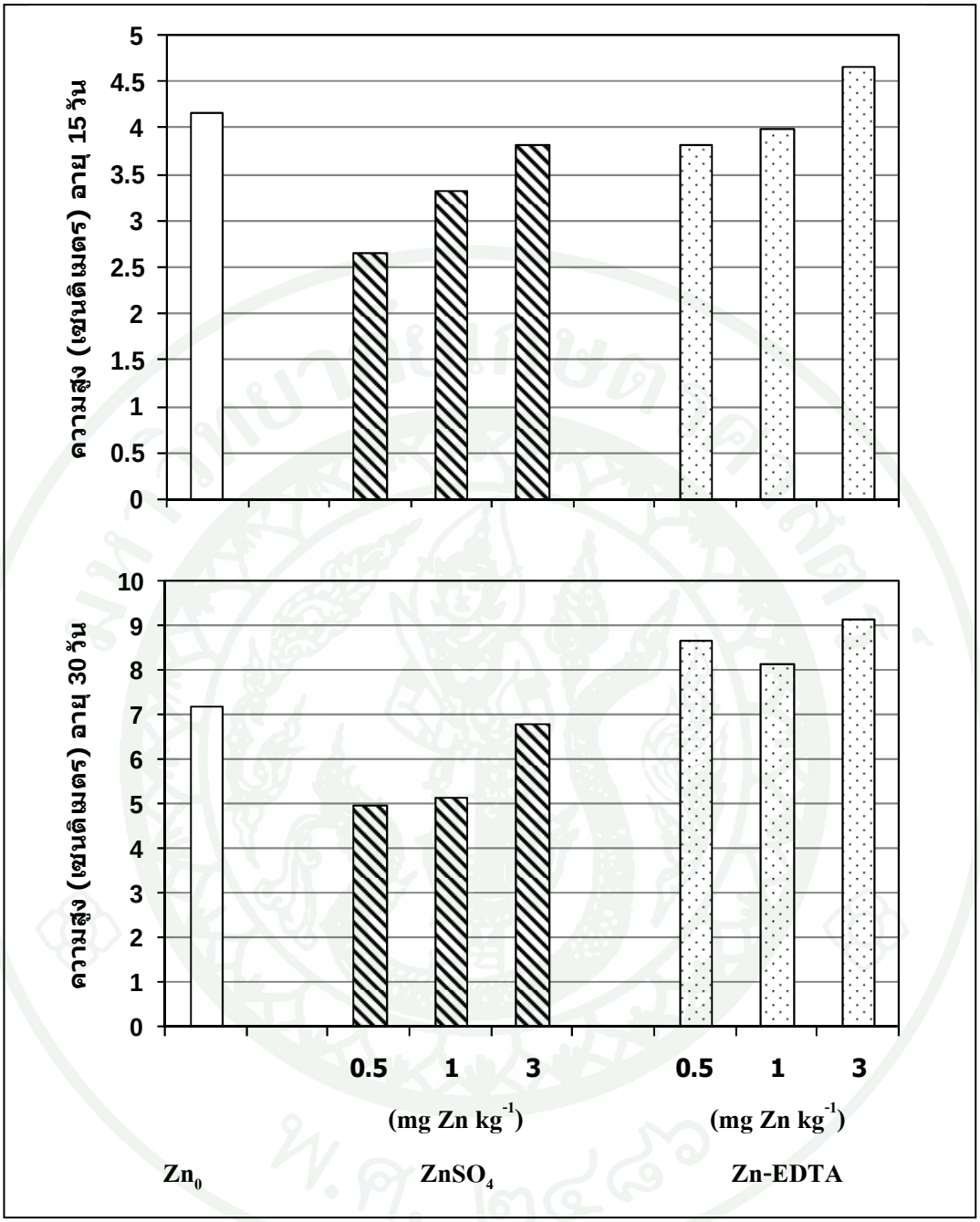
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ตำรับการทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)	
	15 วัน	30 วัน
Zn_0	4.17	7.167
$ZnSO_4$ 0.5	2.67	5
$ZnSO_4$ 1.0	3.33	5.167
$ZnSO_4$ 3.0	3.83	6.833
Zn-EDTA 0.5	3.83	8.667
Zn-EDTA 1.0	4	8.167
Zn-EDTA 3.0	4.67	9.167
F-test	ns	ns
CV (%)	18.68	29.59

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.2 น้ำหนักแห้งตอซัง

ผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซัง(ต้น) ของถั่วลิสงแสดงอยู่ในตารางที่ 7 ภาพที่ 7 ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักแห้งตอซังใกล้เคียงกันและสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสี ตำรับที่ใส่ซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5 และ 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถั่วลิสงที่ใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม และซิงค์ซัลเฟตอัตรา 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีน้ำหนักแห้งตอซังใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มมากกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีและที่ได้รับซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5 และ 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม น้ำหนักแห้งตอซังของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5 และ 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและที่ไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3.1.3 น้ำหนักแห้งราก

ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีน้ำหนักแห้งรากมากกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสี ที่ใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม และที่ใส่ซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ไม่แตกต่างกับที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 7 ภาพที่ 7) น้ำหนักแห้งรากถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีแนวโน้มสูงกว่าที่ใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม และที่ใส่ซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและที่ไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสี น้ำหนักแห้งรากของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม ที่ได้รับการใส่ซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและที่ไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.4 น้ำหนักแห้งรวมทั้งหมด

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งรวมทั้งหมด (ต้นและราก) ของถั่วลิสงพบว่าถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกับน้ำหนักแห้งรวมของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 7 ภาพที่ 7) ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเอ อัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักแห้งรวมไม่แตกต่างกับที่ได้รับการใส่ซิงค์ซัลเฟตอัตรา 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม และมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับที่ได้รับการใช้ซิงค์ซัลเฟต อัตรา 0.5 และ 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและตำรับที่ไม่ได้รับการใส่สังกะสี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

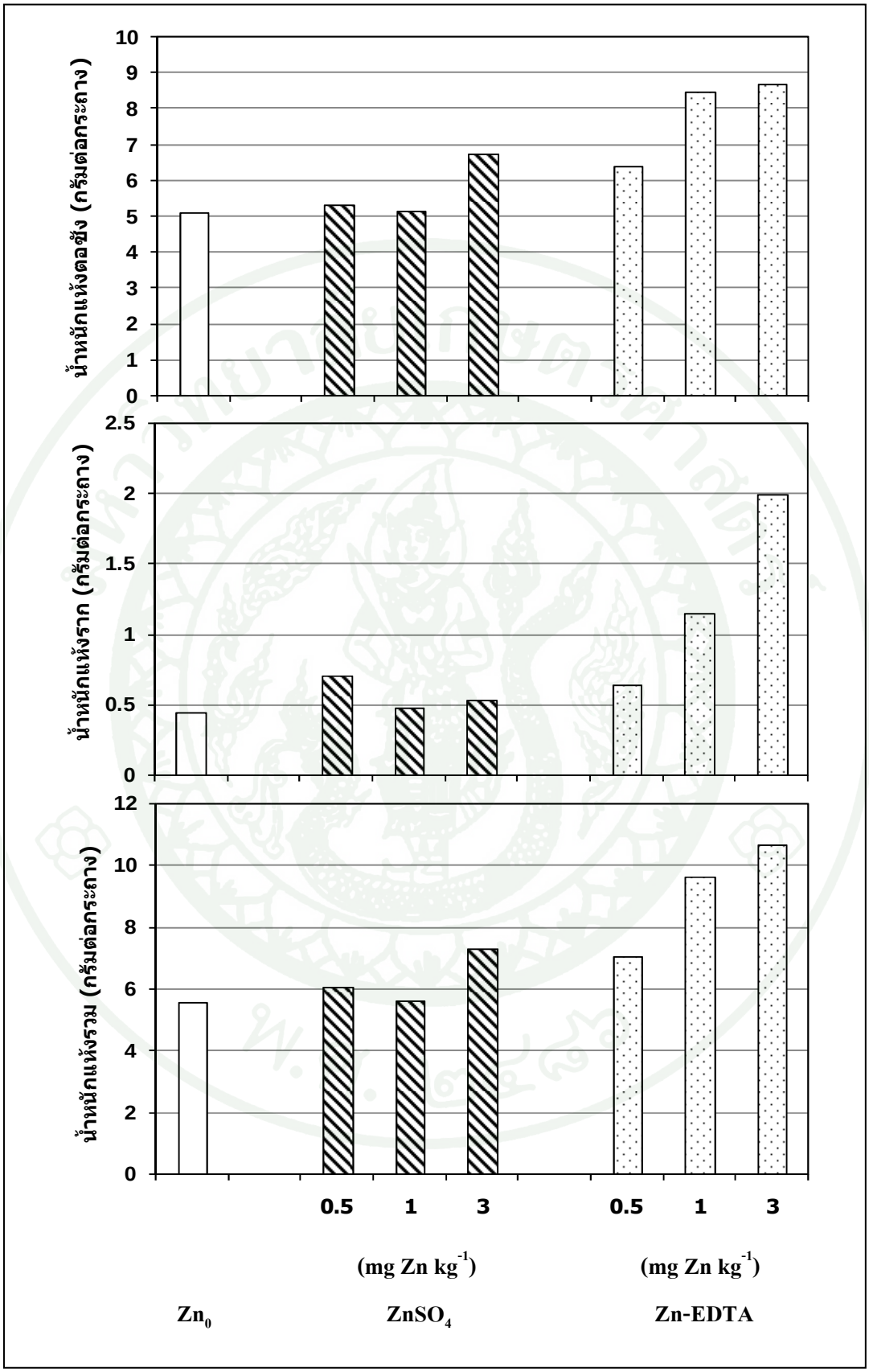
ตารางที่ 7 ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อน้ำหนักแห้งของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้ง(กรัมต่อกระถาง)		
	ตอซัง [1/]	ราก [1/]	รวม [1/]
Zn_0	5.08b	0.44b	5.52c
$ZnSO_4$ 0.5	5.337b	0.707b	6.043c
$ZnSO_4$ 1.0	5.147b	0.477b	5.623c
$ZnSO_4$ 3.0	6.76ab	0.533b	7.293bc
Zn-EDTA 0.5	6.403ab	0.643b	7.047bc
Zn-EDTA 1.0	8.497a	1.143ab	9.64ab
Zn-EDTA 3.0	8.68a	1.99a	10.67a
F-test	*	*	*
CV (%)	23.58	59.02	24.76

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

[1/] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อน้ำหนักแห้งตอซัง น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวมของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีปริมาณการดูดใช้สังกะสีทั้งหมดสูงที่สุดโดยสูงกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสี ที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 0.5 และ1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและที่ได้รับการใส่ซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ตารางที่ 8 ภาพที่ 8) ปริมาณการดูดใช้สังกะสีทั้งหมดของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและซิงค์ซัลเฟตอัตรา 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมใกล้เคียงกันและสูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและที่ได้รับการใส่ซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5 และ 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีปริมาณการดูดใช้สังกะสีไม่แตกต่างกันและมีแนวโน้มมากกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยสังกะสี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

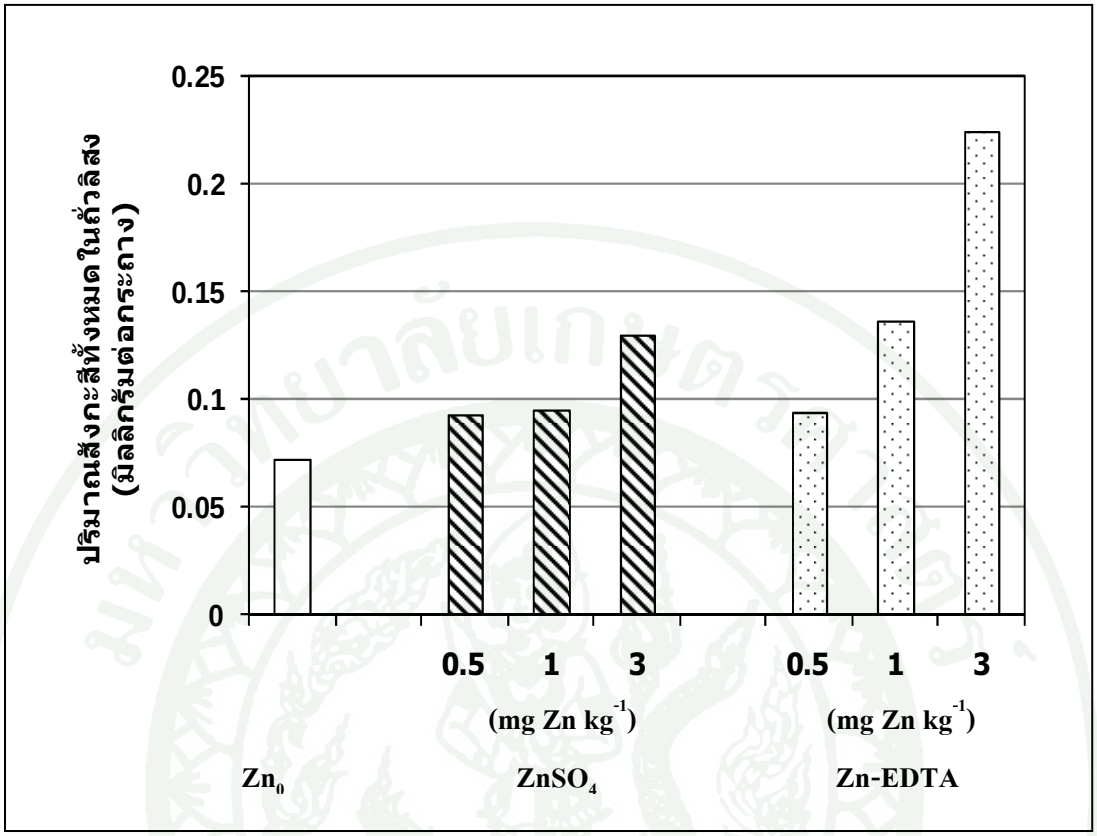
ตารางที่ 8 ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ตำรับการทดลอง	ปริมาณสังกะสีทั้งหมดให้ถั่วลิสง (มิลลิกรัมต่อกระถาง)
Zn_0	0.072c
$ZnSO_4$ 0.5	0.093bc
$ZnSO_4$ 1.0	0.095bc
$ZnSO_4$ 3.0	0.130b
Zn-EDTA 0.5	0.094bc
Zn-EDTA 1.0	0.137b
Zn-EDTA 3.0	0.225a
F-test	**
CV (%)	24.54

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99%

[1] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การศึกษาผลการใส่ซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอต่อการเจริญเติบโตผลผลิตน้ำหนักแห้ง และการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

4.1 ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอ ต่อการเจริญเติบโตของถั่วสิงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

4.1.1 ความสูง

ความสูงของถั่วลิสงที่อายุ 15 และ 30 วันแสดงอยู่ในตารางที่ 9 ภาพที่ 9 ที่ระยะถั่วลิสงอายุ 15 วันถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยซิงค์อีดีทีเอ มีความสูงมากกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีโดยเด่นชัด ที่อัตราการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 0.5 และ 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีแนวโน้มมีความสูงมากกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการใส่สังกะสี

เมื่อถั่วลิสงอายุ 30 วันพบว่าถั่วลิสงที่ได้รับปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์ซัลเฟต ซิงค์อีดีทีเอ และตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยสังกะสีมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเอ มีแนวโน้มมีความสูงมากกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

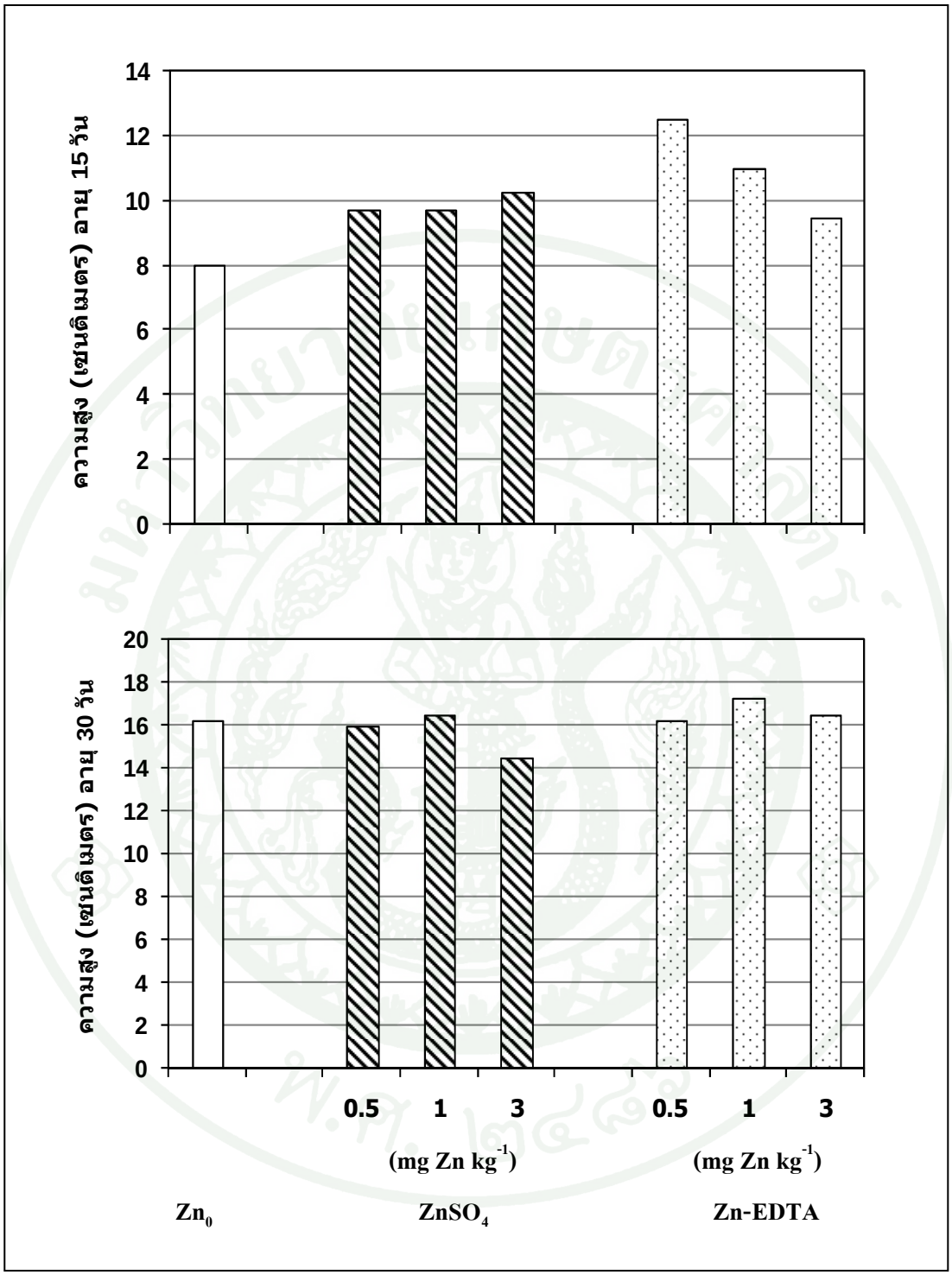
ตำรับการทดลอง	ความสูง(เซนติเมตร)	
	15 วัน	30 วัน
Zn_0	8c	16.17
$ZnSO_4$ 0.5	9.7bc	16
$ZnSO_4$ 1.0	9.7bc	16.5
$ZnSO_4$ 3.0	10.25abc	14.5
Zn-EDTA 0.5	12.5a	16.25
Zn-EDTA 1.0	11ab	17.33
Zn-EDTA 3.0	9.5bc	16.5
F-test	*	ns
CV (%)	12.89	12.25

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ᵘ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อความสูงของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.2 น้ำหนักแห้งตอซัง

ผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซังของถั่วลิสงแสดงในตารางที่ 10 และ ภาพที่ 10 ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและซิงค์ซัลเฟตอัตรา0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักแห้งตอซังสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่อัตราการใส่สังกะสีที่เท่ากันผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซังของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเอ มีแนวโน้มสูงกว่าตำรับที่ใส่รับการใส่ซิงค์ซัลเฟต

4.1.3 น้ำหนักแห้งราก

ถั่วลิสงที่ได้รับปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์ซัลเฟต ซิงค์อีดีทีเอ และตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยสังกะสีมีน้ำหนักแห้งรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10 ภาพที่ 10)

4.1.4 น้ำหนักแห้งรวมทั้งหมด

ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยซิงค์อีดีทีเอ และที่ได้รับการใส่ซิงค์ซัลเฟตทุกอัตรา มีน้ำหนักแห้งรวม(ต้นและราก) ของถั่วลิสงมากกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยสังกะสีอย่างมีนัยสำคัญทางสติถิ(ตารางที่ 10 ภาพที่ 10) โดยทั่วไปที่อัตราการใส่ปุ๋ยสังกะสีที่เท่ากัน ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยซิงค์อีดีทีเอมีแนวโน้มมีน้ำหนักแห้งรวมมีแนวโน้มสูงกว่าถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์ซัลเฟต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอน้ำหนักแห้งตอซัง ราก และน้ำหนักแห้งรวมของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

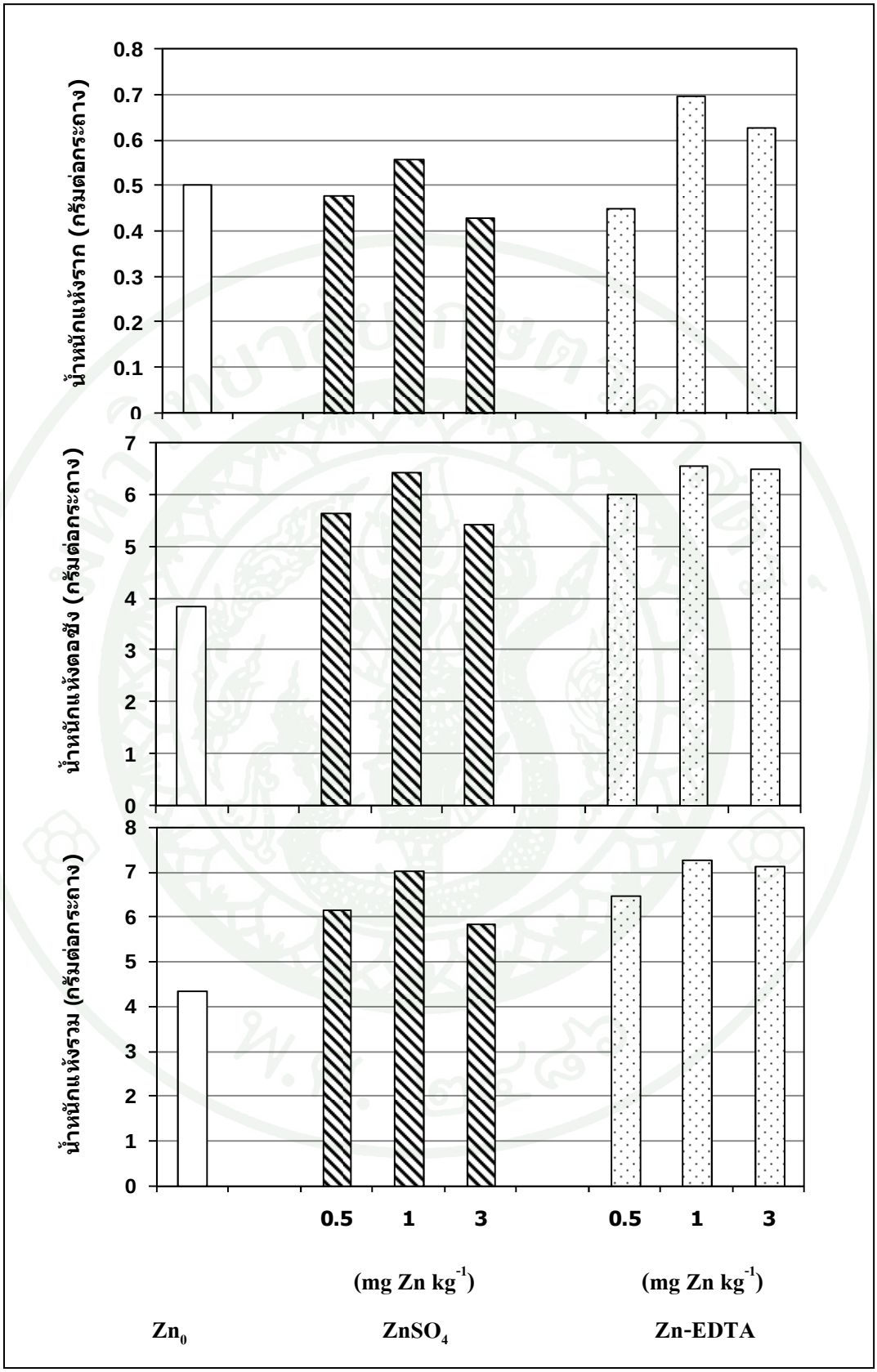
ตำรับการทดลอง	น้ำหนัก(กรัมต่อกระถาง)		
	ตอซัง [1/]	ราก [1/]	รวม [1/]
Zn_0	3.847c	0.503	4.35d
$ZnSO_4$ 0.5	5.667ab	0.48	6.147cb
$ZnSO_4$ 1.0	6.457ab	0.56	7.017ab
$ZnSO_4$ 3.0	5.45b	0.43	5.857c
Zn-EDTA 0.5	6.027ab	0.45	6.477abc
Zn-EDTA 1.0	6.557a	0.7	7.26a
Zn-EDTA 3.0	6.507ab	0.63	7.137ab
F-test	**	ns	**
CV (%)	9.56	22.19	8.51

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

[1/] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ต่อน้ำหนักแห้งตอซัง น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวมของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงแสดงในตารางที่ 11 ภาพที่ 11 ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมมีปริมาณการดูดใช้สังกะสีใกล้เคียงกับถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม และสูงกว่าถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม และที่ได้รับการใส่ซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเออัตรา 0.5 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีปริมาณการดูดใช้สังกะสีไม่แตกต่างกับที่ได้รับซิงค์ซัลเฟตอัตรา 0.5, 1 และ 3 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัมและมีแนวโน้มสูงกว่า ตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสี โดยทั่วไปถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์ซัลเฟตมีแนวโน้มปริมาณการดูดใช้สังกะสีสูงกว่าตำรับที่ไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

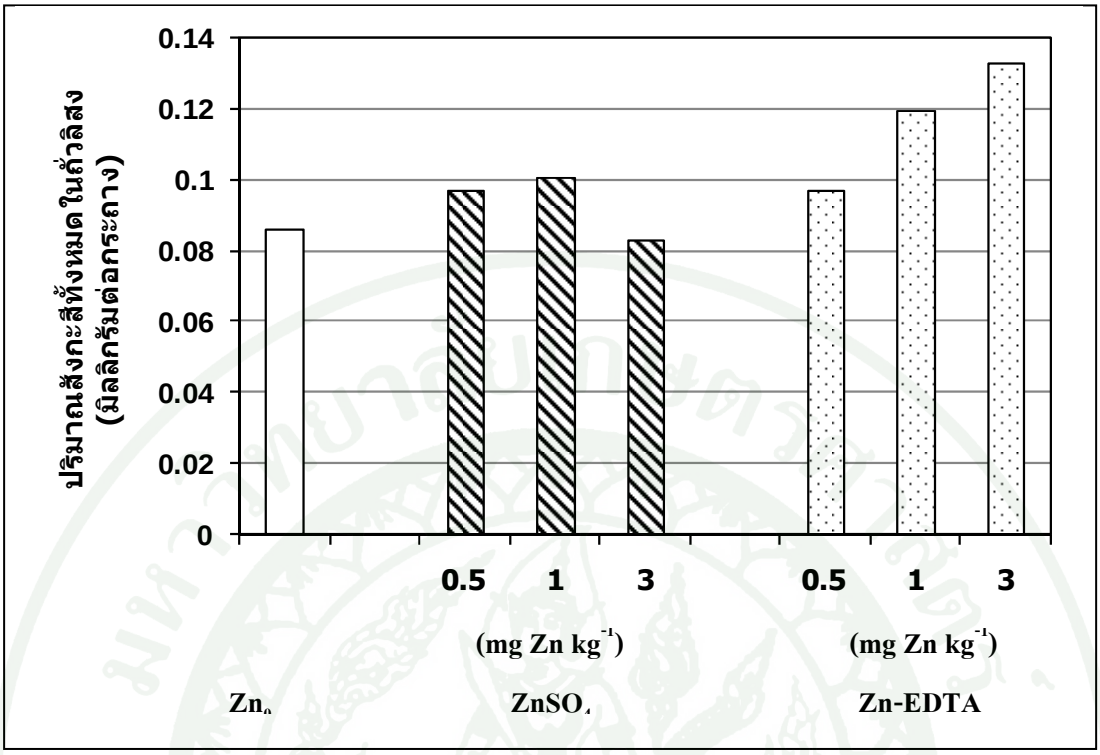
ตารางที่ 11 ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ตำรับการทดลอง	ปริมาณสังกะสีทั้งหมดในถั่วลิสง (มิลลิกรัมต่อกระถาง) [1/]
Zn_0	0.086c
$ZnSO_4$ 0.5	0.097bc
$ZnSO_4$ 1.0	0.101bc
$ZnSO_4$ 3.0	0.083c
Zn-EDTA 0.5	0.097bc
Zn-EDTA 1.0	0.120ab
Zn-EDTA 3.0	0.133a
F-test	**
CV (%)	11.99

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99%

[1/] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอต่อปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

1. สมบัติของดินเนื้อปูน ชุดดินลพบุรีและชุดดินชัยบาดาลที่นำมาศึกษา

ดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีที่นำมาศึกษา มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) (ตารางที่ 1) ดินเป็นด่างปานกลาง pH 8.1 มีปริมาณแคลเซียมคาร์บอนเนตในดินสูง ปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง ปริมาณโพแทสเซียม แมกนีเซียมและแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงมาก (Land Classification Divison and FAO Project Staff, 1973) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของชนิดา (2546) และขวัญตา (2550) เมื่อพิจารณาปริมาณจุลธาตุอาหารในชุดดินลพบุรีพบว่ามีปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 2.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณสังกะสี แมงกานีส และทองแดง เท่ากับ 1.49, 6.35 และ 0.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช (Martens and Lindsay, 1990) สำหรับชุดดินชัยบาดาล ที่นำมาศึกษาพบว่ามีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay)(ตารางที่ 2) ดินเป็นด่างปานกลาง pH 8.1 มีปริมาณแคลเซียมคาร์บอนเนตในดินสูงปริมาณอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์สูงมาก (Land Classification Divison and FAO Project Staff, 1973) สอดคล้องกับผลการศึกษาของแสงดาว (2545) และ ปราณี (2551) เมื่อพิจารณาปริมาณจุลธาตุอาหารในชุดดินชัยบาดาลพบว่ามีปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ต่ำ เท่ากับ 0.39 มีปริมาณเหล็ก แมงกานีส และทองแดงเท่ากับ 7.66, 12.21 และ 1.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช (Martens and Lindsay, 1990)

2. ผลการใส่เหล็กดีทีพีเอ (Fe-DTPA) และเหล็กอีดีดีเอชเอ (Fe-EDDHA) ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณการดูดใช้เหล็กทั้งหมดในถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูน ชุดดินลพบุรี

จากการศึกษาพบว่าถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กดีทีพีเอและเหล็กอีดีดีเอชเอ มีการเจริญเติบโต ผลผลิตฝักและเมล็ด และปริมาณการดูดใช้เหล็กทั้งหมดเพิ่มขึ้นสูงกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็ก (ตารางที่3-5, ภาพที่1-4) ผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีมีปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ต่ำไม่เพียงพอต่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเจริญเติบโตของถั่วลิสง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ ซึ่งพบว่าชุดดินลพบุรีที่นำมาศึกษามีปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ต่ำ เท่ากับ 2.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1) การศึกษาของชนิดา (2546) และ ขวัญตา (2550) ที่พบว่าดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีขาดเหล็ก การใส่ปุ๋ยเหล็กน่าจะมีผลทำให้ปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น ถั่วลิสงดูดดึงเหล็กขึ้นไปใช้ได้มากขึ้น ส่งผลให้ถั่วลิสงมีการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตฝักและเมล็ดเพิ่มขึ้น ซึ่งการศึกษาของ Papastylianou (1990) และพชร (2550) ก็พบว่าการใส่ปุ๋ยเหล็กดีทีพีเอและเหล็กอีดีดีเอชเอให้กับถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนซึ่งมีปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ต่ำจะทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณการดูดใช้เหล็กทั้งหมดของถั่วลิสงเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน และ Heitholt *et al*. (2003) ได้รายงานว่าผลผลิตของถั่วเหลืองในดินเนื้อปูนที่ขาดเหล็ก จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเหล็ก

3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเหล็กดีทีพีเอ (Fe-DTPA) และเหล็กอีดีดีเอชเอ (Fe-EDDHA) ในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งฝักและเมล็ด และปริมาณการดูดใช้เหล็ก ของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

จากผลการศึกษาพบว่า ถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเหล็กอย่างเด่นชัด และที่อัตราการใส่ปุ๋ยเหล็กที่เท่ากันถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กในรูป เหล็กอีดีดีเอชเอ จะมีการเจริญเติบโต ผลผลิตฝักและเมล็ด และปริมาณการดูดใช้เหล็กทั้งหมดสูงกว่าที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กในรูปเหล็กดีทีพีเอ ร้อยละของผลผลิตเมล็ดถั่วลิสงที่เพิ่มขึ้นของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กในรูปเหล็กอีดีดีเอชเอสูงกว่าเหล็กดีทีพีเอในทุกอัตรา การใส่ปุ๋ยดังกล่าว ผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นชี้ให้เห็นว่าเหล็กอีดีดีเอชเอมีประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตผลผลิต และปริมาณการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีได้สูงกว่าเหล็กดีทีพีเอ

จากการศึกษาพบว่าผลผลิตฝักและเมล็ดของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กอีดีดีเอชเอที่อัตรา 1 และ 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมและที่ได้รับการใส่เหล็กดีทีพีเออัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมไม่แตกต่างกันและสูงกว่าที่ได้รับการใส่เหล็กดีทีพีเออัตรา 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมและที่ไม่ได้รับการใส่เหล็กเลยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการใส่เหล็กอีดีดีเอชเอที่อัตรา 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมน่าจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี และการใส่ปุ๋ยเหล็กอีดีดีเอชเอที่อัตรา 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิโลกรัม จะมีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีได้ไม่แตกต่างกับการใส่เหล็กดีทีพีเออัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองของ Papastylianou (1990) ที่รายงานว่า ถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กในรูปเหล็กอีดีดีเอชเอ มีผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเหล็กในรูปเหล็กดีทีพีเอ

4. ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_2O$) และซิงค์อีดีทีเอ (Zn-EDTA) ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซัง และปริมาณการดูดใช้เหล็กทั้งหมดของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

จากการศึกษาพบว่าถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในชุดดินชัยบาดาลที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีมีการเจริญเติบโต ผลผลิต น้ำหนักแห้งตอซัง และปริมาณการดูดใช้สังกะสีทั้งหมดสูงกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสี (ตารางที่ 6-8, ภาพที่ 6-8)

ผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ชุดดินชัยบาดาล มีปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ต่ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ ซึ่งพบว่าชุดดินชัยบาดาลที่นำมาศึกษามีปริมาณสังกะสีเป็นประโยชน์ต่ำ เท่ากับ 0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 2) และรายงานของแสงดาว (2545) และ ปราณี (2551) ที่รายงานว่าดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาลขาดสังกะสี การใส่ปุ๋ยสังกะสีน่าจะมีผลทำให้ปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มมากขึ้น ถั่วลิสงจึงดูดดึงสังกะสีขึ้นไปใช้ได้ในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลให้ถั่วลิสงมีการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซังเพิ่มขึ้น ซึ่งการศึกษาของ Alvarez and Rico (2003) และปราณี (2551) ก็พบว่าข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อปูนที่ขาดสังกะสีเมื่อได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสี จะมีผลผลิตน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_2O$) และซิงค์อีดีทีเอ (Zn-EDTA) ในการเพิ่มการเจริญเติบโตผลผลิตน้ำหนักแห้ง และปริมาณการดูดใช้สังกะสีทั้งหมดของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูน ชุดดินชัยบาดาล

จากผลการศึกษาพบว่า ถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในชุดดินชัยบาดาลตอบสนองต่อปุ๋ยสังกะสีอย่างเด่นชัด พบว่าที่อัตราการใส่ปุ๋ยสังกะสีที่เท่ากัน การเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซังและปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์อีดีทีเอ สูงกว่าที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์ซัลเฟต แสดงว่าประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซังและปริมาณการดูดใช้สังกะสีหรือความเป็นประโยชน์ของสังกะสีในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี ต่อถั่วลิสงของซิงค์อีดีอีเอซึ่งเป็นสังกะสีในรูปสังกะสีคีเลตสูงกว่าซิงค์ซัลเฟต ซึ่งเป็นปุ๋ยสังกะสีในรูปสารประกอบอนินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับ Goos *et al.* (2000) และปราณี (2551) ที่พบว่าผลผลิตน้ำหนักแห้งของข้าวโพด และปริมาณการดูดใช้สังกะสีของข้าวโพดที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเอมากกว่าที่ได้รับการใส่ ซิงค์ซัลเฟต และ Karak *et al.* (2005) ที่พบว่าการใส่ซิงค์อีดีทีเอมีผลในการเพิ่มผลผลิต และปริมาณการดูดใช้สังกะสีของข้าวมากกว่าซิงค์ซัลเฟต

6. ผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_2O$) และซิงค์อีดีทีเอ (Zn-EDTA) ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซัง และปริมาณเหล็กทั้งหมดในถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

จากการศึกษาพบว่าถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในชุดดินชัยบาดาลที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีทั้งในรูปซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอมีการเจริญเติบโต ผลผลิต น้ำหนักแห้งตอซังสูงกว่าถั่วลิสงที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีเลยปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีสูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีโดยเด่นชัดในถั่วลิสงที่ได้รับสังกะสีในรูปซิงค์อีดีทีเอ (ตารางที่ 9-11, ภาพที่ 9-11)

ผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ชุดดินชัยบาดาล มีปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ต่ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ดังกล่าวข้างต้น (ข้อ 3) การใส่ปุ๋ยสังกะสีน่าจะมีผลทำให้ปริมาณสังกะสีที่เป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ในดินเพิ่มมากขึ้น ถั่วลิสงจึงดูดดึงสังกะสีขึ้นไปใช้ได้ในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลให้ถั่วลิสงมีการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซังเพิ่มขึ้น

7. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_2O$) และซิงค์อีดีทีเอ (Zn-EDTA) ในการเพิ่มการเจริญเติบโตผลผลิตน้ำหนักแห้ง และปริมาณการดูดใช้สังกะสีทั้งหมดของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูน ชุดดินชัยบาดาล

ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในชุดดินชัยบาดาลตอบสนองต่อปุ๋ยสังกะสีอย่างเด่นชัด พบว่า การเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซัง และปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์อีดีทีเอสูงกว่าที่ได้รับการใส่ปุ๋ยสังกะสีในรูปซิงค์ซัลเฟต แสดงว่าประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซัง และความเป็นประโยชน์ของสังกะสีในดินเนื้อปูน ชุดดินชัยบาดาล ต่อถั่วลิสงของซิงค์อีดีทีเอสูงกว่าซิงค์ซัลเฟตสอดคล้องกับรายงานของ Goos *et al.* (2000) และ ปราณี. (2551) ซึ่งศึกษาในข้าวโพด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาผลผลการใส่เหล็กอีดีทีเอ และเหล็กอีดีดีเอชเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์การพสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี และผลการใส่ซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีทีเอต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้ง และการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 และพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ชุดดินลพบุรีที่นำมาศึกษา มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) ดินเป็นด่างปานกลาง pH 8.1 มีปริมาณแคลเซียมคาร์บอนเนตในดินสูง ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงมาก ปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ต่ำเท่ากับ 2.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณสังกะสี แมงกานีสและทองแดงเท่ากับ 1.49, 6.35 และ 0.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับซึ่งอยู่ในระดับเพียงพอต่อความต้องการของพืช

2. ชุดดินชัยบาดาลที่นำมาศึกษามีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) ดินเป็นด่างปานกลาง pH 8.1 มีปริมาณแคลเซียมคาร์บอนเนตในดินสูง ปริมาณอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์สูงมาก มีสังกะสีที่เป็นประโยชน์ต่ำเท่ากับ 0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณเหล็ก แมงกานีส และทองแดงเท่ากับ 7.66, 12.21 และ 1.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับซึ่งอยู่ในระดับเพียงพอต่อความต้องการของพืช

3. ถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีขาดเหล็ก เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเหล็กทั้งในรูปเหล็กดีทีพีเอและเหล็กอีดีดีเอชเอ ถั่วลิสงตอบสนองต่อปุ๋ยเหล็กทั้งสองรูปโดยถั่วลิสงมีการเจริญเติบโตให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งฝัก น้ำหนักแห้งเมล็ด และปริมาณการดูดใช้เหล็กเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยเหล็ก ผลผลิตของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่เหล็กอีดีดีเอชเอสูงสุดที่อัตราการใส่เหล็กอีดีดีเอชเอ 1 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัมและใกล้เคียงกับที่ใส่เหล็กดีทีพีเอ อัตรา 3 มิลลิกรัม Fe ต่อดิน 1 กิโลกรัม

4. ประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งฝัก น้ำหนักแห้งเมล็ด และปริมาณการดูดใช้เหล็กของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีของเหล็กอีดีดีเอชเอสูงกว่าเหล็กดีทีพีเอ

5. ถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาลขาดสังกะสี เมื่อมีการใส่ปุ๋ยสังกะสีถั่วลิสงจะมีปริมาณการดูดใช้สังกะสีเพิ่มขึ้นสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยสังกะสี ถั่วลิสงมีการเจริญเติบโตให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซัง และรากเพิ่มขึ้นโดยเด่นชัดในถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเอ ซึ่งผลผลิตน้ำหนักแห้งของถั่วลิสงที่ได้รับการใส่ซิงค์อีดีทีเอจะสูงสุดที่อัตรา 1 มิลลิกรัม Zn ต่อดิน 1 กิโลกรัม

6. ประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซัง น้ำหนักแห้งราก และปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูน ชุดดินชัยบาดาลของซิงค์อีดีทีเอสูงกว่าซิงค์ซัลเฟต

7. ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาลขาดสังกะสี เมื่อมีการใส่ปุ๋ยสังกะสีทั้งในรูปซิงค์ซัลเฟตและซิงค์อีดีทีเอ ถั่วลิสงตอบสนองต่อปุ๋ยสังกะสีทั้งสองรูปโดยถั่วลิสงมีการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำแห้งตอซัง น้ำหนักแห้งราก ปริมาณการดูดใช้สังกะสีเพิ่มขึ้นสูงกว่าที่ไม่ใส่สังกะสี

8. ประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตผลผลิตน้ำหนักแห้งตอซังและราก และปริมาณการดูดใช้สังกะสีของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในชุดดินชัยบาดาลของซิงค์อีดีทีเอโดยทั่วไปสูงกว่าซิงค์ซัลเฟต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ในการแก้ไขการขาดเหล็กของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนโดยการใส่ปุ๋ยเหล็กให้กับถั่วลิสง การใส่ปุ๋ยเหล็กอีดีดีเอชเอจะมีประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงได้ดีกว่าเหล็กดีทีพีเอ ส่วนการแก้ปัญหาการขาดสังกะสีของถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูนโดยการใส่ปุ๋ยสังกะสีให้กับถั่วลิสงการใส่ซิงค์อีดีทีเอจะมีประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงได้ดีกว่าใส่ซิงค์ซัลเฟต

2. ควรมีการศึกษาต่อในสภาพไร่นาถึงอัตราและวิธีการใส่ปุ๋ยเหล็กและปุ๋ยสังกะสีดังกล่าวข้างต้นที่เหมาะสมต่อถั่วลิสงที่ปลูกในดินเนื้อปูน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. **รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่ม 2 ดินบนพื้นที่ดอน.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2550. บูรณาการงานวิจัยพืชไร่มุ่งสู่นวัตกรรมอย่างยั่งยืน, น.105-112 *ใน* **การประชุมวิชาการพืชไร่ประจำปี 2550.** กรุงเทพฯ

ขวัญตา ขาวมี. 2550. **ผลการใส่ปุ๋ยเหล็ก สังกะสี และเปลือกสับปะรด ต่อความเป็นประโยชน์ของเหล็ก สังกะสี และผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินเนื้อปูน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา. 2551. **ปทานุกรมปฐพีวิทยา**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่. 2547. **พืชเศรษฐกิจ.** ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2550. **การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2551. **คู่มือการปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเสริฐ อะมริต. 2528. **การศึกษาปัญหาจุลธาตุ (เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง) ที่เป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตของถั่วลิสงที่ปลูกในดินชุดตาคลีและแนวทางแก้ไข**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปราณี จอมอุ่น. 2551. **ประสิทธิภาพของซิงค์ซัลเฟต และซิงค์อีดีทีเอ ในการใช้เป็นปุ๋ยสังกะสีสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในดินเนื้อปูน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาวัยเกษตรศาสตร์.

ปรีดา พากเพียร. 2534. **บทบาทของธาตุอาหารรองในการเพิ่มผลิตและคุณภาพของพืชสวน**. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

พชร อริยะสกุล. 2551. **ประสิทธิภาพของปุ๋ยเหล็กคีเลตในการแก้ไขปัญหาการขาดเหล็กของถั่วลิสงที่ปลูกในชุดดินตาคลี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2528. **เคมีของดิน**. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

มนัสนันท์ เกื้อหนุน. 2551. **ผลการใส่สังกะสีต่อการตอบสนองของข้าวโพดและปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2536. **ปุ๋ยเคมี:การผลิตและการประเมินคุณภาพ.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____. 2546. **ธาตุอาหารพืช.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2549. **การให้ปุ๋ยทางใบ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรสิทธ์ วัชโรทยาน,ทัศนีย์ อัตตะนันทน์,ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2533. การแก้ปัญหาการขาดธาตุจุลธาตุของพืชเศษฐกิจที่ปลูกในดินด่าง. *ในรายงานการวิจัย, โครงการวิจัยการให้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อการเกษตร.* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถาบันพืชไร่. 2548. **พันธุ์พืชไร่.** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สุวพันธ์ รัตนะรัต, ชลวุฒิ ละเอียด, เฉลียว ดิษฐสันเทียะ, จรัส กิจบำรุง และ สมจินตนา ทุมแสน. 2529. ความสัมพันธุ์ระหว่างการเกิดอาการขาดธาตุเหล็กและผลผลิตของถั่วลิสงบางพันธุ์ที่ปลูกในดินเหนียวสีดำ, น.389-392. *ใน* **รายงานการสัมมนา งานวิจัยถั่วลิสง ครั้งที่ 5**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

แสงดาว เขาแก้ว. 2545. **การศึกษาน้ำยาสกัดธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ (N, P, K) ในชุดดินลพบุรีชัยบาดาล ตาคลี สตึก และปากช่อง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. **นำเข้า ส่งออกสินค้าที่สำคัญ.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/main.php?filename=index, 29 สิงหาคม 2552

_____ . 2551. ข้อมูลพื้นฐาน. กระทรวมเกษตรและสหกรณ์ แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/main.php?filename=index, 30 สิงหาคม 2552

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2533. **ดินของประเทศไทย: ลักษณะ การแจกกระจายและการใช้**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Al-Mustafa, W.A., A.E. Abdallah and A.M. Falatah. 2001. Assessment of five extractants for their ability to predict iron uptake and response of sorghum grown in calcareous soils. **Commun. Soil Sci. Plant Anal**. 32: 907-919.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Alvarez.J.M. 2007. Influence of Soil Type on the Mobility and Bioavailability of Chelated Zinc**. J.Agri.Food Chem.** 55:3568-3576.

Alvarez.J.M and M.I.Rico. 2003.Effects of Zinc Complexes on the Distribution of Zinc in Calcareous Soil and Zinc Uptake by Maize**. J.Agri.Food Chem.** 51:5760-5767.

Barker,A.V. and D.J.Pilbeam. 2007. **Handbook of Plant Nutrition.** Taylor and Francis group, London.

Brady, N.C. and R.R.Well. 2008. **The Nature and Properties of Soils**. 14 th ed.Pearson Education Inc., New Jersey.

Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in Soil. **Soil Sci**. 59: 39-45

Brown, D.H., R.A. Cappellini and C.A. Price. 1996. Actinomycin D inhibition of zinc-induced formation of cytochrome C in Ustilago. **Plant Physiol** 41: 1543-1546.

Cakmak, I. 2005. Identification and correction of widespread zinc deficiency problem in Central Anatolia, Turkey. *In* **The 73rd IFA Annual Conference**. Kaula Lumpur, Malasia.

Foth, H.D. and B.G. Ellis. 1996. **Soil Fertility**. 2 ed. Crop and Soil Sciences, Michigan State University, East Lansing, Michigan.

Godsey, C.B., J.P. Schmidt, A.J. Schlegel, R.K. Taylor, C.R. Thompson and R.J. Gehl. 2003. Correcting iron deficiency in corn with seed row – applied iron sulfate**. Agron.J.** 95: 160-166.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Goos, R.J., B.E. Johnson and M. Thiollet. 2000. A comparison of the availability of three zinc sources to maize (Zea mays L.) under greenhouse conditions. **Biol. Fertil. Soils** 31: 343-347.

Hansen, N. C., M. A. Schmitt, J. E. Anderson and J. S. Strock. 2003. Iron deficiency of soybean in the upper midwest and associated soil properties. **Agron. J**. 95:1595-1601.

Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2005. **Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management**. 7th ed. Pearson Prentice Hall Inc., New Jersey.

Heitholt, J. J., J. J. Sloan. C. T. MacKown and R. I. Cabrera. 2003. Soybean growth on calcareous soil as affected by three iron sources**. Plant Nutr**. 26: 935-948.

Kang, B.T. and E.G. Okoro. 1976. Response of flooded rice grown on a vertisol from northern Nigeria to zinc sources and methods of application. **Plant and Soil**. 44: 15-25.

Karak, T ., U.K. Singh, S. Das, D.K. Das and Y. Kuzyakov. 2005. Comparative efficacy of $ZnSO_4$ and Zn-EDTA application for fertilization of rice (Oryza sativa L.) **Arch. Agron. Soil Sci.** 51 (3):253-256

Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 42: 421-428.

Loeppert, R.H. and D. L. Suarez. 1996. Carbonate nad Gypsum. Chap. 15: 448-451. *In* **Method of Soil Analysis**. Part 3. Chemical Methods. USA and SSSA. Madison, WI, USA.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Martens, D.C. and W.L. Lindsay. 1990. Testing soils for copper, iron, manganese and zinc, pp. 229. *In* R.L. Westerman, ed. **Soil Testing and Plant Analysis**, 3rd ed. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, WI, USA.

Mengel,K. and E.A. Krikby. 1987**. Principles of Plant Nutrition**. 4th ed. International Potash Institute,Switzerland.

Mortvedt, J. J., Giordano, P. M. and Lindsay, W. L. (Eds.). 1972. Micronutrients in Agriculture. **Soil Sci. Soc. Am. J**. : p 357.

Ortiz,P.R.,B.I.Castro Meza,F.R.G. Reguena,G.M.Flores and J.D.E.Barra. 2007. Evaluation of different iron compounds in chlorotic Italian lemon trees(*Citrus lemon*). **Plant Physiology and Biochemistry.** 45:330-334.

Papastylianou, I. 1990. Effectiveness of iron chelates and FeSO4 for correcting iron chlorosos of peanut on calcareous soils. **Plant Nutr.** 13(5): 555-566.

Prasad, R. and J.F. Power. 1997. **Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture**. CRC Lewis Publishers, Boca Raton, New York.

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

Sahu,M.P. and H.G. Singh. 1987. Effect of Sulphur on Prevention of Iron Chlorosis and plant composition of groundnut on alkaline calcareous soils**. J.Agri.Sci.** 109:73-77.

Singh, R. and M. K. Sinha. 1977. Reactions of iron chelates in calcareous soil and their relative efficiency in iron nutrition of corn. **Plant and Soil.** 46: 17-29.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Slaton, N.A., R.J.Norman and C.E. Wilson. 2005. Effect of zinc source and application time on zinc uptake and grain yield of flood-irrigated rice. **Agron. J.** 97: 272-278

Troeh, F.R. and L.M.Thompson. 2005. **Soil and Soil Fertility**. 6th ed. Blackwell Publishing Ltd, UK.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. **Soil Sci**. 37: 29-38.

Xian, W. and C. Qing-Sheng. 2006. Steel slag as an iron fertilizer for corn growth and soil improvement in a pot experiment. **Pedosphere.** 16: 519-524.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ความเข้มข้นของเหล็กเหล็กถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรี

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้นของเหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			
	เปลือก	เมล็ด	ตอซัง	ราก
Fe_0	111.72	9.79	136.77	367.04
Fe-DTPA 1.0	103.16	19.31	133.94	652.31
Fe-DTPA 3.0	119.69	25.06	170.91	708.03
Fe-EDDHA 1.0	141.67	39.60	175.50	548.71
Fe-EDDHA 3.0	102.60	38.21	132.13	709.50

ตารางผนวกที่ 2 ความเข้มข้นของสังกะสีในถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้นของสังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
	ตอซัง	ราก
Zn_0	12.75	16.32
$ZnSO_4$ 0.5	15.83	16.97
$ZnSO_4$ 1.0	16.36	18.09
$ZnSO_4$ 3.0	17.42	22.90
Zn-EDTA 0.5	13.29	14.02
Zn-EDTA 1.0	14.24	14.87
Zn-EDTA 3.0	20.93	21.98

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ความเข้มข้นของสังกะสีทั้งหมดในถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4 ที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาล

ตำรับการทดลอง	ความเข้มข้นของสังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
	ต้น	ราก
Zn_0	19.70	19.98
$ZnSO_4$ 0.5	15.54	17.67
$ZnSO_4$ 1.0	13.74	17.66
$ZnSO_4$ 3.0	13.82	16.05
Zn-EDTA 0.5	16.42	14.11
Zn-EDTA 1.0	15.62	15.49
Zn-EDTA 1.0	18.13	22.00

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ (สกัดโดยน้ำยาสกัด DTPA pH 7.3) ในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเหล็กที่เป็นประโยชน์ในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
Fe_0	4.363
Fe-DTPA 1.0	4.279
Fe-DTPA 3.0	4.741
Fe-EDDHA 1.0	4.318
Fe-EDDHA 3.0	4.865

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ (สกัดโดยน้ำยาสกัด DTPA pH 7.3) ในเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาลหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1

ตำรับการทดลอง	ปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
Zn_0	0.277
$ZnSO_4$ 0.5	0.991
$ZnSO_4$ 1.0	2.274
$ZnSO_4$ 3.0	5.921
Zn-EDTA 0.5	0.994
Zn-EDTA 1.0	1.491
Zn-EDTA 3.0	4.074

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ (สกัดโดยน้ำยาสกัด DTPA pH 7.3) ในดินเนื้อปูนชุดดินชัยบาดาลหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 4

ตำรับการทดลอง	ปริมาณสังกะสีที่เป็นประโยชน์ในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
Zn_0	0.662
$ZnSO_4$ 0.5	1.388
$ZnSO_4$ 1.0	1.628
$ZnSO_4$ 3.0	3.690
Zn-EDTA 0.5	1.343
Zn-EDTA 1.0	1.586
Zn-EDTA 3.0	3.676

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ข้อจำกัดของสมบัติทางเคมีที่ใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

(Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)

1. ปฏิกิริยาดิน (soil reaction), pH (ดิน:น้ำ = 1:1)

ระดับ(rating)		พิสัย (range)
กรดจัดมาก	Extremely acid	< 4.5
กรดจัด	Very strong acid	4.5-5.0
กรดแก่	Strongly acid	5.1-5.5
กรดปานกลาง	Moderately acid	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย	Slightly acid	6.1-6.5
กลาง	Neutral	6.6-7.3
ด่างอ่อน	Mildly alkaline	7.4-7.8
ด่างปานกลาง	Moderately alkaline	7.9-8.4
ด่างแก่	Strongly alkaline	8.5-9.0
ด่างจัด	Extremely alkaline	> 9.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

2. อินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724)

ระดับ(rating)		พิสัย (range)(g kg^{-1})
ต่ำมาก	(VL)	< 5
ต่ำ	(L)	5-10
ค่อนข้างต่ำ	(ML)	10-15
ปานกลาง	(M)	15-25
ค่อนข้างสูง	(MH)	25-35
สูง	(H)	35-45
สูงมาก	(VH)	> 45

3. ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)

ระดับ(rating)		พิสัย (range) (g kg^{-1})
ต่ำมาก	(VL)	<0.25
ต่ำ	(L)	0.50-0.75
ปานกลาง	(M)	0.75-1.25
สูง	(H)	1.25-1.75
สูงมาก	(VH)	>2.25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

ระดับ(rating)		พิสัย (range) (mg kg^{-1})
ต่ำมาก	(VL)	<3
ต่ำ	(L)	3-6
ค่อนข้างต่ำ	(ML)	6-10
ปานกลาง	(M)	10-15
ค่อนข้างสูง	(MH)	15-25
สูง	(H)	25-45
สูงมาก	(VH)	>45

5. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) (NH_4OAc)

ระดับ(rating)		พิสัย (range)(mg kg^{-1})
ต่ำมาก	(VL)	< 30
ต่ำ	(L)	30-60
ปานกลาง	(M)	60-90
สูง	(H)	90-120
สูงมาก	(VH)	> 120

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable base) (NH_4OAc)

ระดับ(rating)	พิสัย (range)(cmol (+)kg^{-1})			
	Exch.Ca	Exch.Mg	Exch.K	Exch.Na
ต่ำมาก(VL)	< 2	< 0.3	< 0.2	< 0.1
ต่ำ(L)	2-5	0.3-1.0	0.2-0.3	0.1-0.3
ปานกลาง(M)	5-10	1.0-3.0	1.0-3.0	0.3-0.7
สูง(H)	10-20	3.0-8.0	6.0-1.2	0.7-2.0
สูงมาก(VH)	> 20	> 8.0	>1.2	> 2.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity)

ระดับ(rating)		พิสัย (range)(cmol(+)kg^{-1})
ต่ำมาก	(VL)	< 3
ต่ำ	(L)	3-5
ค่อนข้างต่ำ	(ML)	5-10
ปานกลาง	(M)	10-15
ค่อนข้างสูง	(MH)	15-20
สูง	(H)	20-30
สูงมาก	(VH)	>30

หมายเหตุ VL = ต่ำมาก (Very low)
V = ต่ำ (Low)
ML = ค่อนข้างต่ำ (Moderately low)
M = ปานกลาง (Moderately high)
MH = ค่อนข้างสูง (Moderately high)
H = สูง (High)
VH = สูงมาก (Very high)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 แสดงระดับความเป็นประโยชน์ของ Zn Cu Fe และ Mn ในดินซึ่งวิเคราะห์โดยวิธี DTPA

Measurement	Soil Test	Low	Marginal	Adequate
		mg kg^{-1}		
Zinc	DTPA[1/]	< 0.5	0.5-1.0	>1.0
Copper	DTPA[1/]	< 0.2	0.2-0.5	> 0.2
Iron	DTPA [1/]	< 4.5		> 4.5
Manganese	DTPA[1/]	< 1.0	1.0-2.0	> 2.0

ที่มา: [1/] Martens and Lindsay (1990)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 แสดงการเปลี่ยน non SI unit เป็น SI unit (Sparks et al., 1996)

Quanity	SI unit	Conversion equation
Electrical conductivity	dS m^{-1}	1 mS/cm = dS m^{-1}
		1 µ/cm = 0.001 dS m^{-1}
Cation exchange capacity	cmol (+) kg^{-1}	1 meq/100g = cmol (+) kg^{-1}
Anion exchange capacity	cmol (-) kg^{-1}	1 meq/100g = cmol (-) kg^{-1}
Exchange cation	cmol (+) kg^{-1}	1 meq/100g = cmol (+) kg^{-1}
Mass ratio	g kg^{-1}	1% = 10 mg kg^{-1}
	mg kg^{-1}	1 ppm = 1 mg kg^{-1}
		1 mg/100g = mg kg^{-1}
	µg kg^{-1}	1 ppb = 1 µg kg^{-1}
	ng kg^{-1}	1 ppt = 1 ng kg^{-1}
Mass concentration	g L^{-1}	1% = 10 g L^{-1}
	mg L^{-1}	1 ppb = 1 mg L^{-1}
	µg L^{-1}	1 ppb = 1 µg L^{-1}
Density	Mg m^{-3}	1 g/cm^3 = 1 Mg m^{-3}
Specific surface	m2 kg^{-1}	1 m^2 /g = 1000 m^2kg^{-1}
Pressure	kPa, Mpa	1 bar = 0.1 Mpa
Radioactivity	Bq	1 Ci = 3.7 x 1010 Bq
Rate, Yield	kg ha^{-1}	1 Kg/10a = 10 kg ha^{-1}
	Mg ha^{-1}	1 t/10a = 10 Mg ha^{-1}

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นางสาวกมนิยา สินธุพาชี
เกิดวันที่	24 สิงหาคม 2528
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เคมีการเกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์