

Thesis Title	Management of Iron Toxicity in Rice	
Author	Mr. Singty Voradeth	
Degree	Master of Science (Agriculture) Agronomy	
Thesis Advisory Committee	Prof. Dr. Benjavan Rerkasem	Chairperson
	Assoc. Prof. Dr. Sansanee Jamjod	Member

ABSTRACT

A wide range of soil types can be iron-toxic, including acid sulfate soils, acid clay soils, peat soils, and valley-bottom soils getting interflow water from nearby slopes. The ferrous iron (Fe^{2+}) concentrations in the soil solution reported to affect lowland-rice yields can range from 10 to $>2000 \text{ mg L}^{-1}$. This study evaluated means to overcome the problem of Fe toxicity in rice in three experiments. Experiment 1 aimed to evaluate the effect of Fe levels on the growth of TDK1, a Lao rice variety. Thirty day old seedlings were transplanted to plastic pots containing 6 kg soils, at two plants per pots. The soil was kept flooded to depth of 5 cm above the soil surface.

One week before transplanting, basal fertilizers $0.63 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{pot}$ and $0.81 \text{ g N}/\text{pot}$ were applied. The pots were arranged in a complete randomized block design (CRB) with 4

replicates. The treatments were 3 levels of added Fe: 0 (Fe_0), 1000 (Fe_{1000}) and 2000 (Fe_{2000}) $\text{mg Fe}_2\text{SO}_4$ per kg. Plants were harvested at one month after transplanting.

Growth parameters measured were plant height, tiller number, leaf number, root length, and total dry weight. It was found that all of growth indicators (plant height, tiller number, root length leaf number and dry weight) showed the similar response to increasing Fe level. Growth was highest in Fe_0 . The toxicity effect of Fe was slight

at Fe1000, but plant growth was depressed by Fe toxicity in Fe2000, as measured by all of the growth parameters.

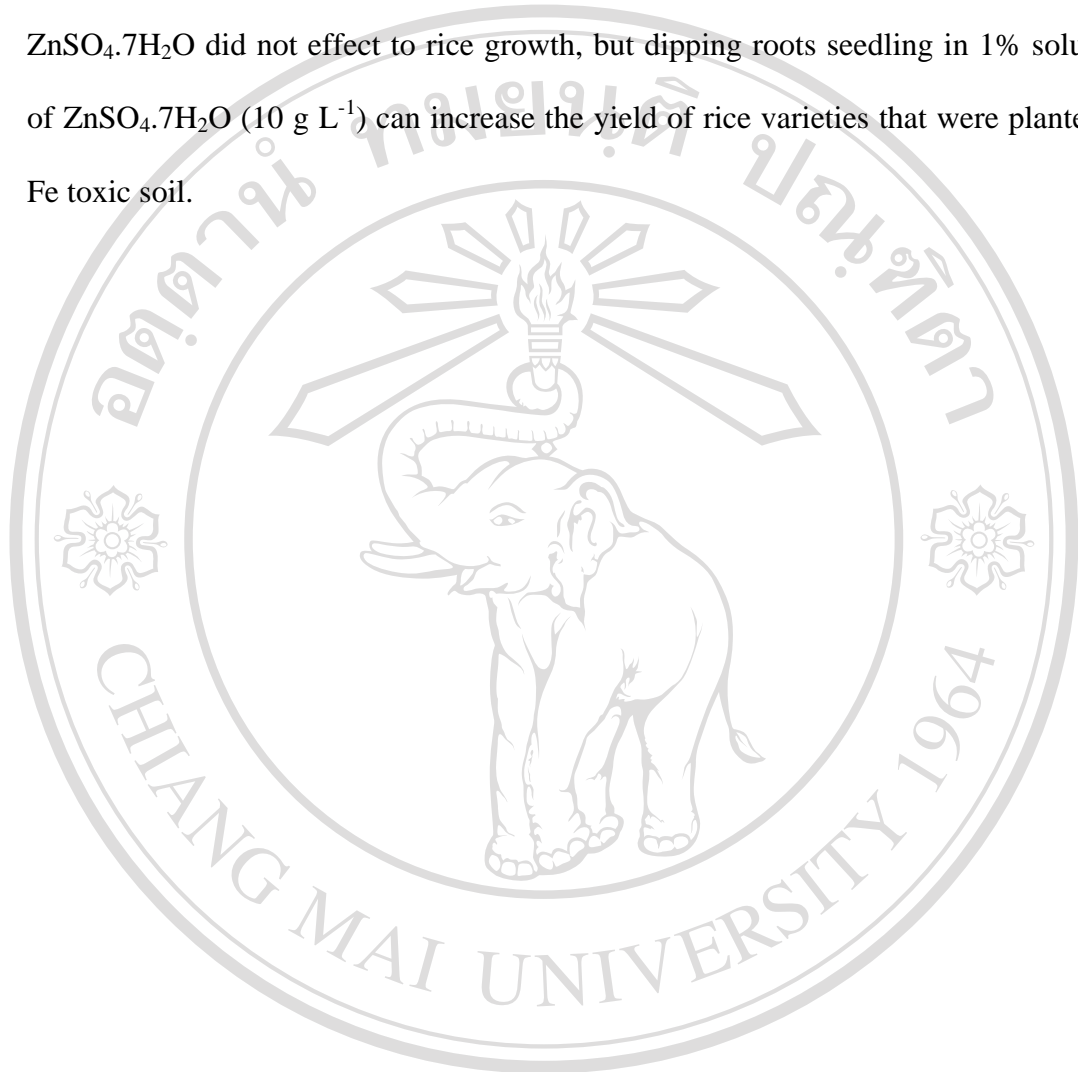
Experiment 2 evaluated Fe toxicity tolerance in 9 different rice varieties, mostly from Lao PDR. The objective of this study was to investigate the effect of too much Fe on different rice varieties and to identify Fe toxicity tolerant varieties. Seven Lao rice varieties TDK1, TDK5, TDK6, TDK7, TDK10, TDK11, Muangnga, and RD10 (from Thailand, recognized by farmers and researchers as performing well in soil with Fe toxicity problem) and IR70617-B4-B-19-2-3-1-1 (Fe toxicity tolerant line from the International Rice Research Institute, designated IRRI) were used in this study. Seeds of the varieties were germinated in full strength nutrient solution. Subsequently, 14-day-seedlings were transplanted in to stagnant nutrient solution with agar added at 0.1% w/v. Two rates of Fe (20 and 150 mg Fe L⁻¹, sufficient and toxic, designated Fe20 and Fe150, respectively) were imposed, in 4 replications. At 4 weeks after the Fe treatments were imposed, growth parameters including plant height, tillering, leaf number, root length, total dry weight and leaf brozing index (%LBI) were measured. Eight days after the Fe treatments were imposed, plants in Fe150 developed bronzing symptom and showed reddish brown rust color coating on their root surface, while no iron toxicity symptom was seen on plants in Fe20 through out the experiment. Varieties that were tolerant and sensitive to Fe toxicity were clearly distinguishable by plant dry weight in Fe150 relative to that in Fe20 and %LBI in Fe150. The Lao varieties TDK5 and TDK10 were identified as tolerant and TDK7 and TDK1 as very sensitive to Fe toxicity.

The third experiment investigated the performance of Fe tolerant (TDK5 and TDK10) and sensitive (TDK7) varieties identified in Experiment 2 in the field on a

soil prone to Fe toxicity at the Rice and Commercial Crop Research Center (RCCRC). The objective of this experiment was investigate the effect of Zn application on Lao rice varieties growing in Fe toxic. There were 3 rice varieties planted (30-day-old seedlings) in strips in a 45 x 45 m field. The varieties were planted alternately in 6 strips, 5 x 45m with 1m between strips and 20 x 20 cm between plants in a row. There were 2 alternated strips of the 3 varieties, representing 4 replications each treatment. Three zinc treatments were applied in 5 m wide area across the strips, and consisted of control (no Zn applied, Zn0), Zn root dipping (roots of rice seedlings were dipped in 1% solution of ZnSO₄.7H₂O before transplanting) and Zn foliar (spraying 0.5% ZnSO₄.7H₂O at tillering and flowering stage). Data was recorded at 45 days after transplanting and at grain maturity. Growth parameters measured were plant height, tiller number and %LBI. It was found that dipped treatment was better than control and sprayed treatment, because the grain yield of dipped treatment was the highest (279 g/m²), followed by spray treatment, the grain yield with (252 g/m²), for spray treatment was not significant difference with control treatment and control treatment (245 g/m²) was the lowest in this experiment. For rice varieties, it was found that the rice varieties gave significantly different ($P < 0.05$) grain yield. TDK5 had the highest grain yield with grain yield of 272 g/m² followed by TDK10 (254 g/m²) and TDK7 (249 g/m²) that were not significantly different ($P < 0.05$).

From this study, it can be concluded that, rice varieties from Laos were in 3 groups of tolerance to Fe toxicity. Those sensitive to Fe toxicity were TDK1, TDK7 and MNG; moderately tolerant at the same level as IRRI were TDK6, and TDK10; and tolerant were TDK5 and TDK11, along with a Thai variety, RD10. When grown in the field with soil prone to Fe toxicity, TDK7 and TDK10 showed much higher

degree of leaf bronzing than the Fe toxicity tolerant TDK5. Finally, the growth of each rice varieties also responds to Zn application. Foliar spraying 0.5% $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ did not effect to rice growth, but dipping roots seedling in 1% solution of $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (10 g L^{-1}) can increase the yield of rice varieties that were planted at Fe toxic soil.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การจัดการความเป็นพิษของธาตุเหล็กในข้าว	
ผู้เขียน	นายสิงห์ วรเดช	
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) พีชไร	
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ศ. ดร. เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม	ประธานกรรมการ
	รศ. ดร. ศันสนีย์ จำจด	กรรมการ

บทคัดย่อ

มีดินหลายชนิดสามารถเกิดปัญหาความเป็นพิษของธาตุเหล็กได้ อย่างเช่น ดินกรดซัลเฟต ดินเหนียวที่เป็นกรด ดินเลน และดินที่อยู่บริเวณลุ่มน้ำท่วมขังที่ได้รับการไหลซึมของน้ำจากความลาดชัน และความเข้มข้นของเหล็กซัลเฟตในสารละลายดินที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของข้าวนาน้ำค้างอยู่ ในช่วง 10-2000 มิลลิกรัมต่อลิตร การศึกษานี้ได้ทำขึ้นเพื่อหาวิธีทางในการแก้ไขปัญหของเหล็กเป็นพิษในข้าว ซึ่งประกอบด้วย 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับธาตุเหล็กต่อการเจริญเติบโตของข้าว

พันธุ์ ทำดอกคำ 1 ซึ่งเป็นข้าวที่นำมาจากลาว โดยได้ย้ายปลูกต้นกล้าที่มีอายุ 30 วัน ลงในกระถางที่บรรจุดิน 6 กิโลกรัม จำนวน 2 ต้นต่อกระถาง ชังน้ำให้ท่วมหน้าผิวดิน 5 เซนติเมตร ก่อนย้ายปลูกหนึ่งสัปดาห์ ได้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 0.63 กรัมต่อกระถาง และใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.81 กรัมต่อกระถาง ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ใส่เหล็กในรูปแบบของเหล็กซัลเฟต

($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) 3 ระดับ คือ 0 (Fe0), 1000 (Fe1000) และ 2000 (Fe2000) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เก็บ

เกี่ยวต้นข้าวเมื่ออายุครบ 1 เดือน หลังย้ายปลูก ทำการบันทึก ความสูง จำนวนหน่อ จำนวนใบ ความ

ขารวาก และน้ำหนักแห้งรวม ผลการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตของข้าวทั้งในด้านความสูง จำนวนหน่อ จำนวนใบ ความขารวาก และน้ำหนักแห้งรวม มีการตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของ ระดับเหล็ก โดยมีการเจริญเติบโตสูงสุดที่ Fe0 ผลของเหล็กเป็นพิษพบเพียงเล็กน้อยที่ Fe1000 แต่ การเจริญเติบโตลดลงอย่างมากที่ Fe2000 ในทุกลักษณะที่ทำการบันทึก

การทดลองที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเหล็กเป็นพิษในข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ และ จำแนกพันธุ์ที่ทนต่อธาตุเหล็กเป็นพิษ โดยได้ประเมินความทนต่อธาตุเหล็กเป็นพิษ ในข้าวจำนวน 9 สายพันธุ์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้าวที่นำมาจากประเทศลาว คือ พันธุ์ท่าดอกคำ1, ท่าดอกคำ5, ท่าดอก คำ6, ท่าดอกคำ7, ท่าดอกคำ10, ท่าดอกคำ11 และเมืองงา ประเมินร่วมกับพันธุ์ กข10 (ข้าวไทยที่ ค่อนข้างทนต่อธาตุเหล็กเป็นพิษ) และ IR70617-B4-B-19-2-3-1-1 (สายพันธุ์ทนจากสถาบันวิจัย ข้าวนานาชาติ, IRRI) ทำการเพาะเมล็ดข้าวในสารละลายธาตุอาหาร หลังจากนั้นเมื่อต้นกล้าอายุได้ 14 วัน ได้ย้ายปลูกลงในสารละลายธาตุอาหารที่มีส่วนผสมของวุ้น 0.1% น้ำหนักโดยปริมาตร ใส่ ธาตุเหล็ก 2 ระดับ คือ เพียงพอ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (Fe20) และเป็นพิษ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร (Fe150) ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ หลังจากย้ายปลูก 4 สัปดาห์ ได้ประเมินความสูง จำนวนหน่อ จำนวนใบ ความขารวาก น้ำหนักแห้งรวม และดัชนีการเกิดใบสนิม (%LBI) จากการสังเกตที่ 8 วัน หลังจากย้ายปลูก พบว่า ต้นข้าวที่ Fe150 มีอาการใบสนิมเกิดขึ้นและพบว่ารากข้าวถูกห่อหุ้มด้วย ตะกอนสีน้ำตาลแดง ในขณะที่ Fe20 ไม่พบอาการเป็นพิษจนจบการทดลอง สายพันธุ์ทนและ อ่อนแอต่อธาตุเหล็กเป็นพิษสามารถจำแนกความแตกต่างได้โดยใช้ค่าความสัมพัทธ์ของน้ำหนัก แห้งรวมเมื่อปลูกที่ Fe150 เปรียบเทียบกับที่ Fe20 และ %LBI ที่ Fe150 พบว่า ข้าวลาวพันธุ์ ท่าดอก คำ5 และท่าดอกคำ10 จัดว่าเป็นพันธุ์ทน สำหรับพันธุ์ท่าดอกคำ11 และท่าดอกคำ7 จัดว่าอ่อนแอต่อ ธาตุเหล็กเป็นพิษ

การทดลองที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยสังกะสีในพันธุ์ข้าวที่ปลูกในสภาพธาตุเหล็กเป็นพิษ โดยนำพันธุ์ทน (ทำดอกคำ5 และทำดอกคำ10) และพันธุ์อ่อนแอ (ทำดอกคำ7) จากการทดลองที่ 2 มาปลูกในแปลงซึ่งเกิดความเป็นพิษของธาตุเหล็ก ที่ศูนย์วิจัยข้าวและพืชเศรษฐกิจ (Rice and Commercial Crop Research Center: RCCRC) ประเทศลาว ย้ายปลูกต้นกล้าของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ (ต้นกล้าอายุ 30 วัน) ลงในแปลงขนาด 45 x 45 เมตร ข้าวแต่ละพันธุ์ได้ปลูกสลับกันใน 6 แถว ขนาดแถวละ 5 x 45 เมตร เว้นระยะ 1 เมตรระหว่างแถว ใช้ระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร ในแต่ละกรรมวิธี ปลูก 2 แถวสลับกันทั้งสามพันธุ์ ได้สุ่มเก็บข้อมูล จำนวน 4 ซ้ำ ในแต่ละกรรมวิธี คือ 1. ไม่ใส่สังกะสี 2. จุ่มราก (จุ่มรากในสารละลาย $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ เข้มข้น 1% ก่อนย้ายปลูก) และ 3. ฉีดพ่นทางใบ (พ่นสารละลาย $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ เข้มข้น 0.5% ที่ใบในระยะแตกกอและออกดอก) บันทึกข้อมูลที่ 45 วันหลังย้ายปลูก และที่ระยะเก็บเกี่ยว ทางด้านการเจริญเติบโตได้บันทึกความสูง จำนวนหน่อ %LBI น้ำหนักแห้งต้นและ ผลผลิต การทดลองพบว่า การจุ่มรากดีกว่าการไม่ใส่สังกะสีและการฉีดพ่น เพราะว่าการจุ่มรากให้ผลผลิตเมล็ดสูงที่สุด (279 กรัมต่อตารางเมตร) ตามมาด้วยการฉีดพ่นสังกะสีที่ใบ (252 กรัมต่อตารางเมตร) ส่วนที่ไม่ใส่สังกะสีในผลผลิตต่ำสุด (245 กรัมต่อตารางเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างจากการฉีดพ่นสังกะสี สำหรับพันธุ์ข้าว พบว่า มี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ พันธุ์ทำดอกคำ5 ให้ผลผลิตเมล็ดสูงที่สุด คือ 272 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนพันธุ์ทำดอกคำ10 (254 กรัมต่อตารางเมตร) และพันธุ์ทำดอกคำ7 (249 กรัมต่อตารางเมตร) ให้ผลผลิตเมล็ดไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาสรุปได้ว่าพันธุ์ข้าวที่นำมาจากประเทศลาวสามารถแบ่งกลุ่มความทนทาน

ต่อธาตุเหล็กเป็นพิษได้ 3 กลุ่ม คือ อ่อนแอต่อธาตุเหล็กเป็นพิษ ได้แก่ พันธุ์ทำดอกคำ 1 ทำดอกคำ7 และเมืองงา ทนปานกลางต่อธาตุเหล็กเป็นพิษ ได้แก่พันธุ์ทำดอกคำ6 และทำดอกคำ10 ซึ่งอยู่ใน

ระดับเดียวกับพันธุ์ข้าวที่มาจาก IRRI และกลุ่มสุดท้ายคือ ทนต่อความเป็นพิษของธาตุเหล็ก ได้แก่ พันธุ์ ทำดอกคำ5 และทำดอกคำ11 ทนเช่นเดียวกับพันธุ์กข10 ของไทย เมื่อปลูกข้าวในแปลงที่มีความเป็นพิษของธาตุเหล็ก พันธุ์ทำดอกคำ7 และทำดอกคำ10 แสดงอาการใบสนิมมากกว่าพันธุ์ทำดอกคำ5 ในการตอบสนองต่อการใส่สังกะสีในข้าวแต่ละพันธุ์ การใส่ธาตุสังกะสีโดยการฉีดพ่น $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ เข้มข้น 0.5% ที่ใบ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่การจุ่มรากในสารละลาย $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ เข้มข้น 1% (10 กรัมต่อลิตร) ก่อนย้ายปลูกข้าว สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดเมื่อปลูกในดินที่มีปัญหาธาตุเหล็กเป็นพิษ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved