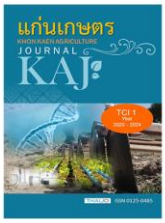
วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ผลของการจัดการปุ๋ยสังกะสีต่อการเจริญเติบโตในต้นกล้าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และก่ำดอยสะเก็ดที่เพาะในวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบ

Effect of zinc fertilizer management on seedling growth of Chai Nat 1 and Kum Doi Saket rice varieties grown in rice husk ash medium

กัญญ์กุลณัช คำปวง[1], สิทธิเศวตร์ ลอดแก้ว[2] และ ชนากานต์ เทโบลต์ พรมอุทัย[1,3]*

Kankunlanach Khampuang[1], Sithisavet Lordkaew[2] and Chanakan Thebault Prom-u-thai[1,3]*

[1] *ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200*
[1] *Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200*
[2] *ศูนย์วิจัยระบบทรัพยากรเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200*
[2] *Center for Agricultural Resource System Research, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand*
[3] *ศูนย์วิจัยข้าวล้านนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200*
[3] *Lanna Rice Research Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200*

บทคัดย่อ: การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการจัดการปุ๋ยสังกะสีต่อการเจริญเติบโตในต้นกล้าของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และก่ำดอยสะเก็ด ที่เพาะในวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบ วางแผนการทดลองแบบ 2 × 16 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือพันธุ์ข้าวจำนวน 2 พันธุ์ คือ ชัยนาท 1 (CNT 1) และ ก่ำดอยสะเก็ด (KDK) ปัจจัยที่ 2 คือการจัดการปุ๋ย 15 กรรมวิธี เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (control) ซึ่งมีวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบเพียงอย่างเดียวโดยไม่ใส่ปุ๋ย ปลูกข้าวในถาดเพาะกล้าที่มีจำนวน 104 หลุม จำนวน 1 ต้นต่อหลุม ประเมินการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวทั้งสองพันธุ์จากน้ำหนักแห้งส่วนต้นและราก ผลการทดลองพบว่า เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกล้าข้าวทั้งสองพันธุ์ที่เจริญเติบโตภายใต้การจัดการปุ๋ยในแต่ละกรรมวิธีกับชุดควบคุม แม้ต้นกล้าข้าวทั้งสองพันธุ์มีการเจริญเติบโตที่ตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยสังกะสีแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน แต่ไม่มีกรรมวิธีใดที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าในข้าวทั้งสองพันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีเพียงวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบ ในขณะที่บางกรรมวิธีกลับมีผลทำให้การเจริญเติบโตของกล้าข้าวในทั้งสองพันธุ์ ลดลง โดยพบว่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีการตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยเกือบทุกกรรมวิธีมากกว่าข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและน้ำหนักแห้งราก 2.3 - 4.8 กรัม และ 0.8 - 2.1 กรัมต่อถาดเพาะ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและส่วนราก 4.7 กรัม และ 2.1 กรัมต่อถาดเพาะ ตามลำดับ ส่วนในข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและน้ำหนักแห้งราก 0.8 - 4.9 กรัม และ 0.2 - 1.6 กรัมต่อถาดเพาะ ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและส่วนราก 4.4 กรัม และ 1.5 กรัมต่อถาดเพาะ ตามลำดับ การทดลองนี้บ่งชี้ว่ากรรมวิธีการจัดการปุ๋ยสังกะสีแบบต่าง ๆ ไม่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตในกล้าข้าวทั้งสองพันธุ์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมและบางกรรมวิธีมีผลเชิงลบต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบที่ใช้ในการเพาะกล้าข้าวที่ไม่ส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวได้ อย่างไรก็ตามความแตกต่างในการตอบสนองของข้าวแต่ละพันธุ์ในแต่ละกรรมวิธีการจัดการเป็นเรื่องที่น่าสนใจ การศึกษาต่อไปจำเป็นต้องทดสอบวัสดุเพาะกล้าข้าวที่หลากหลายชนิด เพื่อหาวัสดุเพาะกล้าที่เหมาะสมต่อกรรมวิธีในการจัดการปุ๋ยของกล้าข้าวแต่ละพันธุ์เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว

คำสำคัญ: ปุ๋ยสังกะสี; การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว; วัสดุปลูก; ระยะกล้า; ขี้เถ้าแกลบ

*Corresponding author: chanakan.p@cmu.ac.th; chanakan15@hotmail.com

Received: date; April 7, 2020 Accepted: date; October 12, 2020 Published: date; August 5, 2021

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of zinc (Zn) fertilizer managements on seedling growth of 2 rice varieties cv. Chai Nat 1 (CNT1) and Kam Doi Saket (KDK) grown in rice husk ash medium. Zinc fertilizer was used in combination with macronutrient (N, P and K) through soil and foliar applications. The experiment was arranged in 2 × 16 factorials in CRD with three replications. Fertilizer managements were varied into 15 treatments compared with the control treatment with no fertilizer application. Shoot and root dry weights of seedling were evaluated in comparison with the control treatment. The result showed different responses on seedling growth to fertilizer managements between rice varieties, but none of the fertilizer treatments had improved seedling growth in both rice varieties, while some of the treatments had inhibited seedling growth in both varieties. The variety CNT1 had responded to fertilizer managements higher than in KDK in all fertilizer treatments. Applying Zn fertilizer in all treatments were found to have shoot and root dry weights ranging from 2.3 - 4.8 g and 0.8 - 2.1 g per seedling batch compared with 4.7 g and 2.1 g per seedling batch, respectively in the control treatment. In KDK, the dry weights of shoot and root ranged from 0.8 - 4.9 g and 0.2 -1.6 g per seedling batch compared with 4.4 g and 1.5 g per seedling batch, respectively in the control treatment. This experiment indicated that the fertilizer management had no positive effect but some management had negative impact on seedling growth in both varieties. This could be because the rice husk ash used as growing medium in this study that limit nutrient availability for seedling growth and development. The different response of seedling growth between the two varieties to the Zn fertilizer managements was an interesting phenomenon. The future study will need to vary both growing medium and rice variety together with Zn fertilizer management for the appropriate seedling production in rice.
Keywords: zinc fertilizer; growth of rice seedlings; growing medium; seedling growth; rice husk ash

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญสำหรับประเทศในเขตร้อนรวมทั้งประเทศไทย วิธีการจัดการในการปลูกที่เหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพเมล็ดข้าวได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะกล้า เนื่องจากความแข็งแรงของต้นกล้าหมายถึงการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตที่มีประสิทธิภาพ (Singh et al., 2005) การเลือกใช้ปุ๋ยหรือวิธีการจัดการปุ๋ยเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของต้นกล้าซึ่งนอกจากธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ที่พืชต้องการในการเจริญเติบโตในระยะกล้าแล้ว ยังมีธาตุอาหารรองและจุลธาตุอื่น ๆ ที่มีบทบาทและความสำคัญมากเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุสังกะสีที่พบว่ามีบทบาทสำคัญในกระบวนเมตแทบอลิซึมของดีเอ็นเอ (DNA) อาร์เอ็นเอ (RNA) ซึ่งช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน และการแบ่งเซลล์ ซึ่งมีความจำเป็นในตลอดช่วงการเจริญเติบโตของข้าว (Marschner, 1995; Alloway, 2008) นอกจากนี้แล้วยังเป็นพืชที่มีความอ่อนไหวต่อการขาดธาตุสังกะสีในดินเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น ๆ (Alamdari and Mobasser, 2014) โดยพบว่าข้าวที่งอกจากเมล็ดที่มีสังกะสีต่ำหรือขาดธาตุสังกะสี ส่งผลให้ต้นกล้าอ่อนแอและมีผลทำให้การสร้างผลผลิตลดลง (Yilmaz et al. 1998; Cakmak, 2008) ในขณะที่การเพิ่มสังกะสีในเมล็ดในระหว่างการนำเมล็ดไปเพาะกล้ารวมทั้งการใส่ปุ๋ยสังกะสีทางดินและการพ่นทางใบพบว่าทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่ดีและมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าเมล็ดข้าวที่มีสังกะสีน้อยและไม่ได้ให้ปุ๋ยสังกะสีอย่างเห็นได้ชัด (Prom-u-thai et al., 2012; Phuphong et al., 2020) ในขณะที่ความเป็นประโยน์ธาตุสังกะสีในดินต่อพืชสามารถถูกยับยั้งด้วยหลายปัจจัยเช่นเดียวกัน เช่น ค่าความเป็นกรดด่างของดิน (Rehman et al., 2012) และการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตในสัดส่วนที่มากเกินไป มีผลทำให้พืชดูดใช้สังกะสีได้น้อยลง (ยงยุทธ, 2558; เจนจิรา และคณะ, 2560) ดังนั้นการจัดการปุ๋ยสังกะสีร่วมกับการจัดการธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม น่าจะสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตในระยะกล้าของข้าวได้ และส่งผลในระยะยาวไปยังการสร้างผลผลิตด้วย แต่พบว่ายังมีข้อมูลอยู่ค่อนข้างจำกัดมากในการศึกษาและวิจัยดังกล่าว โดยเฉพาะในระยะกล้าเนื่องจากเกษตรกรยังให้ความสำคัญในการจัดการธาตุอาหารและปัจจัยในการผลิตน้อยกว่าการเจริญเติบโตในระยะอื่น ๆ การเปรียบเทียบวิธีการจัดการปุ๋ยสังกะสีร่วมกับธาตุอาหารหลักในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ น่าจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะกล้าได้และนำไปสู่การส่งเสริมผลผลิตในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

วิธีการจัดการปุ๋ยสังกะสีเพื่อลดอาการขาดธาตุสังกะสีระยะกล้าในข้าวสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การให้ปุ๋ยทางดิน ทางใบ และการจุ่มรากในสารละลาย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านยังไม่มีรายงานการจัดการปุ๋ยสังกะสีทางใบและทางดิน ในระหว่างการเพาะกล้าถาดเพื่อนำไปปักดำโดยเครื่องจักร ซึ่งปกติพบว่าวัสดุปลูกที่เกษตรกรใช้ในการเพาะกล้าถาดทั่วไปคือขี้เถ้าแกลบที่ได้จากการเผา

แกลบด้วยความร้อนสูง เป็นวัสดุปลูกที่เกษตรกรนิยมใช้ในการเพาะกล้าถาดโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยหรือธาตุอาหารในระหว่างที่กล้าเจริญเติบโตจนถึงอายุ 21-25 วัน จึงทำให้ต้นกล้าอ่อนแอในขณะย้ายปลูก ตั้งตัวได้ช้าหลังการปักดำในแปลงและอาจส่งผลต่อผลผลิตของข้าวได้ ซึ่งยังไม่พบการรายงานการเพาะกล้าข้าวด้วยวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบร่วมกับการใช้ธาตุอาหาร แต่พบการรายงานในข้าวสาลี โดยเนตรชนก และชวนพิศ (2555) ศึกษาเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตต้นกล้าข้าวสาลีอินทรี 1 เพื่อทำน้ำคั้นใบข้าว โดยเพาะข้าวสาลีพันธุ์อินทรีย์ 1 ในวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบและทรายร่วมกับการให้สารละลายธาตุอาหารและการให้น้ำเพียงอย่างเดียว พบว่า การให้สารละลายธาตุอาหารและน้ำเพียงอย่างเดียวในวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบ ให้น้ำหนักกล้าสูงสุดที่ 35.6 และ 33.7 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่วัสดุปลูกทรายมีน้ำหนักต้นเฉลี่ยที่ 33.3 และ 24.5 กรัม ตามลำดับ จากผลการทดลองดังกล่าวเป็นไปได้ว่าการจัดการธาตุอาหารในระหว่างการเพาะกล้าข้าวมีความแปรปรวนต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของกรรมวิธีในการจัดการปุ๋ยสังกะสีแบบต่าง ๆ ในวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบต่อการเจริญของกล้าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และก่ำดอยสะเก็ด ผลจากการทดลองนี้จะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดการธาตุอาหารเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของต้นกล้าในข้าวพันธุ์แตกต่างกันได้ ซึ่งจะส่งผลให้ต้นกล้าทนทานต่อสภาพแวดล้อม โรค แมลง และสามารถให้ผลผลิตที่มีคุณภาพทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ

วิธีการศึกษา

แผนการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล ณ ศูนย์วิจัย สาธิตและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ ทดลองในสภาพโรงเรือน จัดชุดการทดลองแบบ 2 × 16 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ มี 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 คือพันธุ์ข้าวจำนวน 2 พันธุ์ คือ ชัยนาท 1 (CNT 1) ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ปรับปรุงสมัยใหม่ (modern improved variety) เป็นข้าวนาสวนปลูกในสภาพน้ำขัง และก่ำดอยสะเก็ด (KDK) เป็นข้าวพันธุ์ปรับปรุงมาจากข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง (traditional improved variety) และเป็นข้าวไร่ สามารถปลูกได้ทั้งสภาพสภาพไร่ไม่ขังน้ำ และสภาพน้ำขัง ปัจจัยที่ 2 คือการจัดการปุ๋ย 15 กรรมวิธี โดยประกอบไปด้วยการใช้ปุ๋ยสังกะสีซัลเฟต ($ZnSO_4$) ทางใบที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (N) สูตร CH_4N_2O (urea), ฟอสฟอรัส (P) สูตร $NaH_2PO_4.2H_2O$, โพแทสเซียม (K) สูตร KCl และสังกะสี (Zn) สูตร $ZnSO_4$ ทางดิน ที่อัตรา 60, 45, 30 และ 25 กก./เฮคตาร์ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (control) ที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีเพียงวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบอย่างเดียว สำหรับธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) และปุ๋ยสังกะสีที่ใส่ทางดิน จะถูกผสมคลุกเคล้ากับขี้เถ้าแกลบก่อนบรรจุลงถาดเพาะ โดยแบ่งการจัดการปุ๋ยทั้ง 15 กรรมวิธีออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ใส่ปุ๋ยสังกะสีร่วมกับธาตุอาหารหลักทางดิน (soil Zn) แบ่งเป็น ปุ๋ยสังกะสีเพียงอย่างเดียว (Zn), สังกะสีร่วมกับไนโตรเจน (Zn+N), สังกะสีร่วมกับฟอสฟอรัส (Zn+P), สังกะสีร่วมกับโพแทสเซียม (Zn+K) และ สังกะสีร่วมกับไนโตรเจนและโพแทสเซียม (Zn+N+P) กลุ่มที่ 2 ใส่ปุ๋ยในรูปแบบเดียวกันแต่เปลี่ยนจากการใส่ปุ๋ยสังกะสีทางดินเป็นการพ่นทางใบร่วมกับปุ๋ยหลักทางดิน (foliar Zn) โดยทุกกรรมวิธีในกลุ่มที่ 2 จะไม่ได้รับปุ๋ยสังกะสีทางดินแต่จะได้รับปุ๋ยสังกะสีทางใบเท่านั้น และกลุ่มที่ 3 ใส่ปุ๋ยสังกะสีร่วมกับธาตุอาหารหลักทางดินเหมือนกับกลุ่มที่ 1 และเพิ่มด้วยการพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบ (soil Zn+foliar Zn)

การปลูกข้าว

ปลูกข้าวช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม พ.ศ. 2561 แช่เมล็ดข้าวพันธุ์ละ 400 กรัม เป็นเวลา 2 ชั่วโมงจากนั้นนำมาบ่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อรากเริ่มงอกนำเมล็ดย้ายปลูกในถาดเพาะขนาด 35 × 55 ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีจำนวน 104 หลุมต่อถาด โดยปลูกหนึ่งเมล็ดต่อหลุม ใช้ขี้เถ้าแกลบดำเป็นวัสดุปลูกเพียงอย่างเดียว โดยเมื่อวัดค่าความเป็นกรด-ด่างพบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 8 องค์ประกอบทางเคมีของขี้เถ้าแกลบประกอบไปด้วยร้อยละ 86 SiO_2, 0.05 Na_2O, 5.12 Al_2O_3, 0.48 P_2O_5, 1.82 K_2O, 1.26 CaO, 1.12 Fe_2O_3, 0.48 MgO, 2.79 SO_3 และ 0.17 TiO_2 (Gomes et al., 2016) และใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ข้างต้น รดน้ำเช้าและเย็น สำหรับกรรมวิธีที่พ่นปุ๋ยทางใบพ่นสองระยะคือ 10 และ 20 วันหลังปลูก ตามลำดับ เก็บตัวอย่างต้นกล้าที่ระยะ 30 วัน

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างต้นกล้าข้าวแต่ละพันธุ์โดยแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนเหนือดิน (shoot) และราก (root) นำตัวอย่างทั้งสองส่วนไปล้างทำความสะอาด และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักแห้งพร้อมบันทึกข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและรากที่เก็บบันทึกทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติ โดย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและรากในแต่ละกรรมวิธีการให้ปุ๋ยของข้าว 2 พันธุ์ โดยใช้ค่า Least Significance Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SX for Window เวอร์ชั่น 9.0 และหาความสัมพันธ์ของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและรากโดยใช้สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (correlation coefficient)

ผลการศึกษา

พบอิทธิพลของพันธุ์ข้าว กรรมวิธีการจัดการปุ๋ย และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างทั้งสองปัจจัยต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (CNT1) และพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด (KDK) ในระยะกล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) (**Table 1**) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (control) (**Figure 1**) พบว่าในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 การใส่ปุ๋ยกลุ่มที่ 1 คือการใส่ปุ๋ยสังกะสีร่วมกับธาตุอาหารหลักทางดิน (Zn+K และ Zn+N+P) ทำให้น้ำหนักส่วนเหนือดินลดลงร้อยละ 34.2 และ 41.8 ตามลำดับ (Figure 1A) สำหรับการใส่ปุ๋ยกลุ่มที่ 3 คือ สังกะสีและธาตุอาหารหลักทางดินร่วมกับการพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบ (Zn+N, Zn+P, Zn+K และ Zn+N+P) ทำให้น้ำหนักส่วนเหนือดินลดลงร้อยละ 49.1, 40.7, 31.9 และ 42.8 ตามลำดับ (**Figure 1C**) โดยที่ไม่พบความแตกต่างในกรรมวิธีใส่ปุ๋ยสังกะสีอย่างเดียวทั้งทางดินและการพ่นทางใบ (soil Zn และ foliar Zn) รวมทั้งการพ่นปุ๋ยสังกะสีร่วมกับการใส่ปุ๋ยสังกะสีทางดิน (soil Zn+foliar Zn) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยกลุ่มที่ 2 ยกเว้นการพ่นสังกะสีทางใบร่วมกับโพแทสเซียมทางดิน (Zn+K) ทำให้น้ำหนักส่วนเหนือดินลดลงร้อยละ 38.6 (**Figure 1B**) ในส่วนของข้าวพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าการใส่ปุ๋ยกลุ่มที่ 2 ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม โดยมีน้ำหนักส่วนเหนือดินอยู่ในช่วง 3.1 ถึง 4.9 กรัมต่อถาด (**Figure 1B**) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยกลุ่มที่ 1 คือการใส่ปุ๋ยสังกะสีร่วมกับธาตุอาหารหลักทางดิน (soil Zn, Zn+N, Zn+P, Zn+K และ Zn+N+P) และการใส่ปุ๋ยกลุ่มที่ 3 (soil Zn+foliar Zn, Zn+N, Zn+P, Zn+K และ Zn+N+P) ส่งผลให้น้ำหนักส่วนเหนือดินลดลงในช่วงร้อยละ 28.7 ถึง 64.4 และ 51.1 ถึง 81.7 ตามลำดับ (**Figure 1A, 1C**)

Table 1 Analysis of variance (ANOVA) of shoot and root dry weight of seedlings in 2 rice varieties (CNT1 and KDK) grown under different fertilizer managements

Source	Shoot dry weight (g/batch)	Root dry weight (g/batch)
Fertilizer management (Trt)	***	***
Variety (Var)	***	***
Trt × Var	**	*
$LSD_{0.05}$ (Trt)	0.83	0.36
$LSD_{0.05}$ (Var)	0.29	0.13
$LSD_{0.05}$ (Trt × Var)	1.17	0.51
CV%	22.40	25.31

*, ** and *** = significant difference at $P<0.05$, $P<0.01$ and $P < 0.001$, respectively.

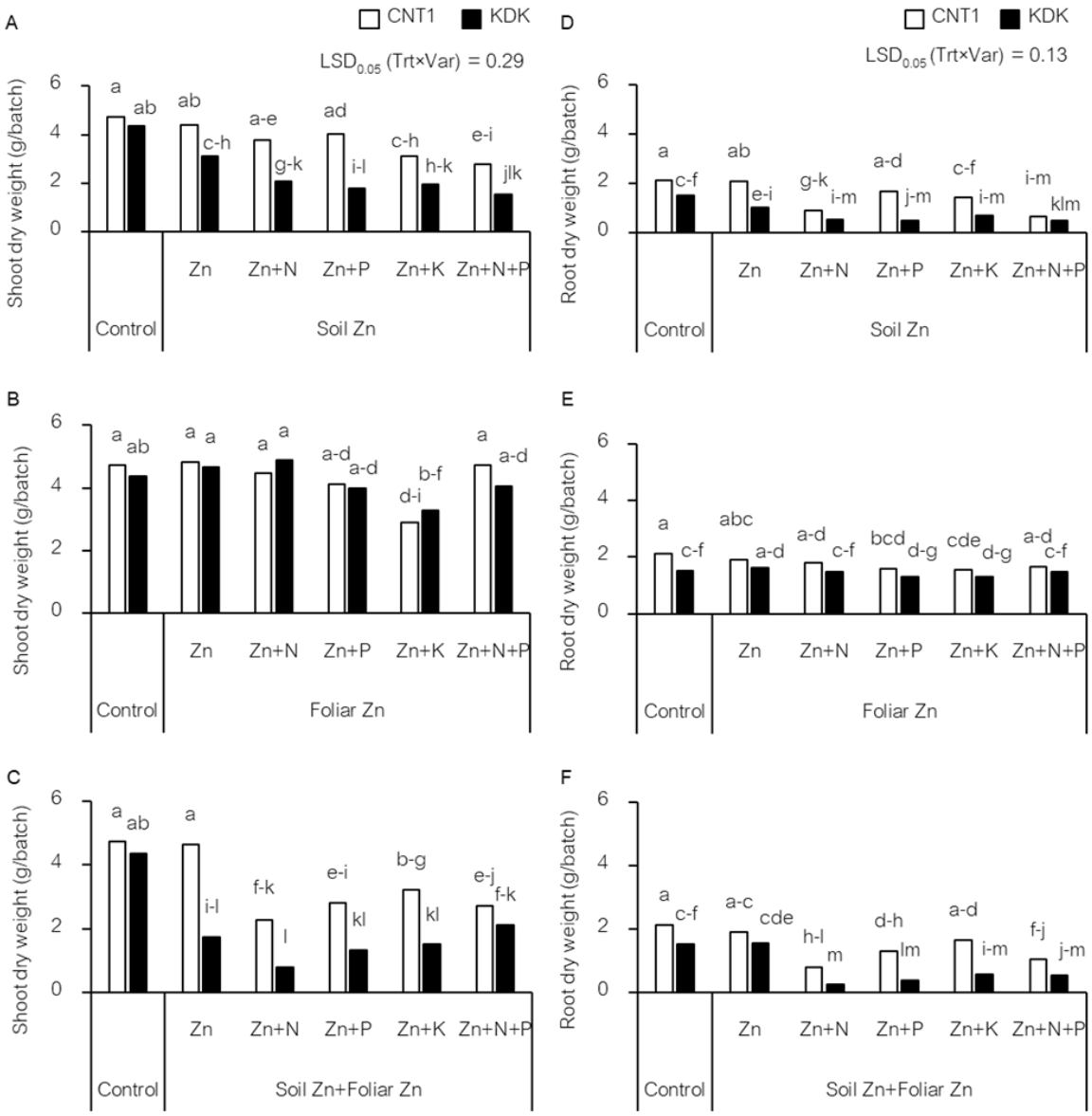


Figure 1 Shoot and root dry weight of seedlings in 2 rice varieties (CNT1 and KDK) grown under different fertilizer managements. Difference letters above each bar (means) indicate significant difference by the least significant different (LSD) at P<0.05

ในขณะเดียวกันพบปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างการจัดการปุ๋ยต่อน้ำหนักแห้งรากในส่วนของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (CNT1) และพันธุ์กำดอยสะเก็ด (KDK) ในระยะต้นกล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (**Table 1**) สำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (CNT1) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าการใส่ปุ๋ยกลุ่มที่ 1 ใส่ปุ๋ยสังกะสีร่วมกับธาตุอาหารหลักทางดิน (Zn+N, Zn+K และ Zn+N+P) ส่งผลทำให้น้ำหนักรากลดลงร้อยละ 57.3, 32.4 และ 69.0 ตามลำดับ (**Figure 1D**) แต่ไม่พบความแตกต่างในกรรมวิธีใส่ปุ๋ยสังกะสีทางดินและการพ่นทางใบเพียงอย่างเดียว (soil Zn และ foliar Zn) การใส่สังกะสีทางดินร่วมกับการพ่นทางใบ (soil Zn and foliar Zn) รวมถึงการใส่ปุ๋ยกลุ่มที่ 2 คือการพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบร่วมกับธาตุอาหารหลักทางดิน ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักราก ยกเว้นการพ่นสังกะสีทางใบร่วมกับฟอสฟอรัสทางดิน (Zn+P) การพ่นสังกะสีทางใบร่วมกับโพแทสเซียมทางดิน (Zn+K) ทำให้น้ำหนักรากลดลงร้อยละ 25.4 และ 27.7 ตามลำดับ (**Figure 1E**) ส่วนการใช้ปุ๋ยกลุ่มที่ 3 ใส่ปุ๋ยสังกะสีและธาตุอาหารหลักทางดินร่วมกับการพ่นปุ๋ยสังกะสีทางใบ (Zn+N, Zn+P และ Zn+N+P) ทำให้น้ำหนักรากลดลงร้อยละ 62.4, 39.0 และ 51.6 ตามลำดับ (**Figure 1F**) ส่วนในข้าวพันธุ์กำดอยสะเก็ด (KDK) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่า การใส่ปุ๋ยกลุ่มที่ 2 ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม โดยมีน้ำหนักรากอยู่ในช่วง 1.3 ถึง 1.6 กรัมต่อถาดเพาะ (**Figure 1E**) ในทางตรงกันข้าม การใส่ปุ๋ยกลุ่มที่ 1 และ 3 ทำให้น้ำหนักรากลดลงในช่วงร้อยละ 52.0 ถึง 67.1

และ 63.8 ถึง 84.2 ตามลำดับ (**Figure 1D, 1F**) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยสังกะสีทางดินเพียงอย่างเดียว (soil Zn) และการใส่สังกะสีทางดินร่วมกับการพ่นทางใบ (soil Zn and foliar Zn)

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation analysis) ระหว่างน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและน้ำหนักแห้งรากของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์กำดอยสะเก็ด (**Figure 2**) พบความสัมพันธ์เชิงบวกในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (r = 0.80***) และพันธุ์กำดอยสะเก็ด (r = 0.90***)

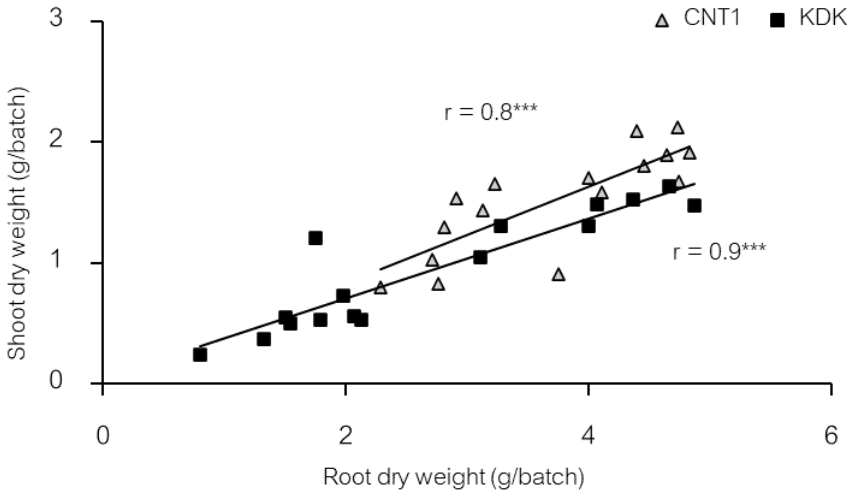


Figure 2 Correlation between shoot and root dry weight of seedling among two rice varieties (n = 16); *** indicates significant difference at P<0.001

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองนี้บ่งชี้ว่า การจัดการปุ๋ยสังกะสีแบบต่าง ๆ ในกล้าข้าวที่ปลูกในวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบไม่มีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าแต่อาจมีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าในข้าวทั้งสองพันธุ์ลดลง แม้ว่ากล้าข้าวทั้งสองพันธุ์จะมีความแตกต่างในการตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยสังกะสี สังกะสีเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าว แต่อย่างไรก็ตามความเป็นประโยชน์ของธาตุสังกะสีในวัสดุปลูกและความต้องการสังกะสีในข้าวยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอีกเป็นจำนวนมาก เช่น พันธุ์ข้าว ระยะการเจริญเติบโต และสภาพของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ซึ่งการทดลองนี้เลือกใช้วัสดุเพาะกล้าจากขี้เถ้าแกลบที่เกษตรกรใช้เป็นปกติในการเพาะกล้าถาดในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และกำดอยสะเก็ด เพื่อเตรียมปักดำในแปลงโดยเครื่องจักรเนื่องจากสะดวกต่อการนำกล้าออกมาใช้ แม้ว่าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการปุ๋ยสังกะสีร่วมกับวัสดุปลูกต่าง ๆ ในการเพาะกล้าข้าวยังมีอยู่อย่างจำกัด เนื่องจากการเพาะกล้าถาดยังเป็นเรื่องใหม่ ยังไม่มีการศึกษามากนัก เชื่อว่าการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของต้นกล้าข้าวเพื่อส่งเสริมการสร้างผลผลิตต่อไป ผลการทดสอบที่ได้ในเชิงลบจากการทดสอบการจัดการปุ๋ยสังกะสีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในการทดลองนี้เชื่อว่ามีผลมาจากการเลือกใช้วัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบ เนื่องจากค่าความเป็นด่างที่สูงเท่ากับ 8 ที่มีผลไปจำกัดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลธาตุอย่างเช่นสังกะสี เนื่องจากสังกะสีจะมีความเป็นประโยชน์สูงเมื่ออยู่ในสภาพดินหรือวัสดุปลูกที่เป็นกรด สอดคล้องกับ Sadeghzaeh (2013) รายงานว่า ในดินที่เป็นกรด ความเป็นประโยชน์ของธาตุสังกะสีขึ้นอยู่กับปริมาณสังกะสีในดิน ในทางตรงกันข้าม ดินที่เป็นด่างจัดส่งผลต่อระดับธาตุสังกะสีที่พืชนำไปใช้ ซึ่งความเข้มข้นของสังกะสีในสารละลายในดินส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยเฉพาะดินที่มีค่ากรด-ด่าง สูงกว่า 6.5 มีผลต่อการลดลงของความเป็นประโยชน์ธาตุสังกะสีในพืช (Rengel, 2015) ในดินที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เปลี่ยนแปลงจาก 5.2 เป็น 6.8 ส่งผลทำให้ความเข้มข้นธาตุสังกะสีในพืชลดลง 10 เท่าจากเดิม (Parker and Walker, 1986) ในขณะที่ ค่าความเป็นกรดด่างที่สูง อาจมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุซิลิกอน (Si) ซึ่งซิลิกอนช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหลักและจุลธาตุบางชนิด เช่น โพแทสเซียม สังกะสี และ เหล็ก (Lewin and Reimann, 1969; Marschner, 1995; Chen et al., 2017) สำหรับข้าวพบว่ามีความสามารถในการดูดซึมซิลิกอนสูงสุด ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 4.7-7.6 (Cheong, 1982) สอดคล้องกับ Tavakkoli et al. (2011) การประยุกต์ใช้ปุ๋ยซิลิกอน ในดิน Red Ferrosol ที่มีค่าความเป็นกรดด่างที่ 6.5 และ 9.5 ส่งผลต่อการลดลงของการสะสมน้ำหนักแห้งในข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเป็นกรดด่างในดินที่ 5.5 ซึ่งการทดลองนี้ใช้ขี้เถ้าแกลบเป็นวัสดุปลูก โดยมีองค์ประกอบทางเคมีของ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2)

เป็นองค์ประกอบหลักโดยสูงถึงร้อยละ 86 (Gomes et al., 2016) อาจเป็นไปได้ว่าค่าความเป็นกรดด่างที่สูงถึง 8 มีผลต่อทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุซิลิกอนลดลง ส่งผลต่อการขัดขวางการดูดใช้สังกะสีด้วย นอกจากนี้พบว่ามีปัจจัยอื่น ๆ อีกที่ส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุสังกะสีในดิน เช่น ปริมาณธาตุสังกะสี อินทรียวัตถุ ความชื้น และ อุณหภูมิภายในดิน เป็นต้น ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การปลูกข้าวบาร์เลย์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อการเคลื่อนย้ายธาตุสังกะสีไปยังส่วนเหนือดิน สูงกว่าการปลูกที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (Schwartz et al., 1987) และปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของสังกะสีในดินต่ำ ซึ่งนำมาสู่การขาดสังกะสีในพืช ในขณะที่ปริมาณอินทรียวัตถุที่เพียงพอ จะเพิ่มความสามารถในการละลายและการแพร่ของธาตุสังกะสีในดิน (Chukwuma et al., 2010, Sadeghzaeh, 2013) มีรายงานว่าสังกะสีมีความจำเป็นต่อการงอกของเมล็ด การสร้างผลผลิตและการสะสมธาตุอาหารในเมล็ด โดย Prom-u-thai et al. (2012) พบว่าการแช่เมล็ดด้วยสังกะสี ที่เข้มข้น 2.5 มิลลิโมลาร์ ส่งผลต่อการงอกของเมล็ดโดยเพิ่มน้ำหนักรากและยอด (coleoptile) ร้อยละ 81.9 และ 59.1 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม นอกจากนี้พบอิทธิพลร่วมระหว่างการใส่ปุ๋ยสังกะสีทางดินร่วมกับการพ่นทางใบ ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของการสะสมน้ำหนักแห้งยอดและราก (Phuphong et al., 2020) ธาตุสังกะสีเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช เนื่องจากเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในพืช (Marschner, 1995, Cakmak et al., 1998) การใส่ปุ๋ยสังกะสีจึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่ช่วยบรรเทาปัญหาการขาดธาตุสังกะสี จากผลการทดลอง Alamdari and Mobasser (2014) พบว่าการใช้ปุ๋ยสังกะสีทางดิน (Zn) ใส่ธาตุอาหารหลักทางดิน (NPK) และปุ๋ยสังกะสีร่วมกับธาตุอาหารหลัก (NPK+Zn) ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตร้อยละ 14.4, 34.4 และ 38.8 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกข้าวในวัสดุปลูกที่แตกแตกต่างกันมีผลต่อการสะสมน้ำหนัก โดยการเพาะกล้าจากเมล็ดโดยตรง (dry seed) สำหรับการปลูกในกรรมวิธีดินผสมขี้เถ้าแกลบ (soil + ash) มีการสะสมน้ำหนักแห้งต้นกล้า น้อยกว่าการปลูกด้วยกรรมวิธีดินผสมด้วยมูลวัว (soil + cow dung) และดินผสมด้วยแกลบ (soil + rice husk) (Mamun et al., 2013) แสดงให้เห็นว่าการจัดการวัสดุปลูกที่เหมาะสม สามารถส่งเสริมการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าได้ เชื่อว่าการเลือกใช้วัสดุเพาะกล้าข้าวที่เหมาะสมร่วมกับการจัดการปุ๋ยสังกะสีที่ดีในระยะกล้าจะสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้าข้าวในถาดเพาะได้อย่างดี ซึ่งจะสามารถใช้เป็นแนวทางการเพิ่มความแข็งแรงของต้นกล้าและการเพิ่มผลผลิตในข้าวได้ต่อไป

สรุป

การทดลองนี้พบว่าไม่พบกรรมวิธีการจัดการปุ๋ยสังกะสีกรรมวิธีใดที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตในต้นกล้าอย่างแท้จริงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในขณะที่บางกรรมวิธีกลับมีผลเชิงลบต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า แม้ว่าจะพบความแตกต่างระหว่างข้าวทั้งสองพันธุ์ในการตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยสังกะสี การตอบสนองต่อการเจริญเติบโตของกล้าข้าวทั้งสองพันธุ์ในเชิงลบนี้คาดว่ามีสาเหตุมาจากวัสดุปลูกขี้เถ้าแกลบที่ใช้ในการทดลองมีคุณสมบัติเป็นด่าง ซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยหลักในการยับยั้งความเป็นประโยชน์ของธาตุสังกะสีและธาตุอาหารตัวอื่น ๆ ในวัสดุปลูก ทำให้ไม่สามารถไปส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวทั้งสองพันธุ์ได้ ดังนั้นควรจะมีการศึกษาทดสอบการทดลองนี้กับวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ และรวมถึงเพิ่มสายพันธุ์ข้าวในการทดลองเพื่อศึกษาการตอบสนองในข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้น โดยการวัดผลการตอบสนองสามารถทำได้ทั้งในส่วนของเหนือดินและราก เนื่องจากมีการตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยไปในทิศทางเดียวกับสามารถเห็นได้จากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนเหนือดินและรากในข้าวทดสอบทั้งสองพันธุ์ การจัดการธาตุอาหารในการเพาะกล้าข้าวในวัสดุปลูกที่เหมาะสมกับข้าวแต่ละพันธุ์จะสามารถนำมาใช้เป็นทางเลือกใหม่ในการเพาะกล้าข้าวสำหรับการปักดำข้าวโดยใช้เครื่องจักรต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษาและวิจัยจากโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เจนจิรา หม่องอ้น, สุคนธมาส เปรมปรุงวิทย์, สยมพร นากลาง, วาสนา เสนาพล, และอารมย์ จันทะสอน. 2560. การเพิ่มความแข็งแรงของต้นกล้าข้าว ข้าวโพด และมันสำปะหลังโดยวิธีการแช่เมล็ดและท่อนพันธุ์ในสารละลายแคลเซียม โบรอน และสังกะสี. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 9: 49-62.

เนตรชนก เกียรตินนทพัทธ์ และชวนพิศ อรุณรังสิกุล. 2555. เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตต้นกล้าข้าวสาลีอินทรี 1 เพื่อทำน้ำคั้นใบข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43: 185-188.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Alamdari, M.Q., and H.R., Mobasser. 2014. The effect of macro and micro-nutrient fertilizers on yield and yield attributes of rice in a calcareous soil. Journal of Experimental Agriculture International. 4(12): 1604-1615.

Alloway, B.J. 2008. Zinc in Soil and Crop Nutrition.2nd edition. IZA, Brussesls, Belgium and IFA Paris, France.

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. Plant and Soil. 30: 1-17.

Cakmak, I., B. Torun, B. Erenoglu, L. Öztürk, H. Marschner, M. Kalayci, H. Ekiz, and A. Yilmaz. 1998. Morphological and physiological differences in the response of cereals to zinc deficiency. Euphytica. 100: 349-357.

Chen, Y., J. Cui, X. Tian, A. Zhao, M. Li, S. Wang, X. Li, Z. Jia, and K. Liu. 2017. Effect of straw amendment on soil Zn availability and ageing of exogenous water-soluble Zn applied to calcareous soil. PLoS One. 12: e0169776.

Chukwuma, M.C., E. T. Eshett, E.U. Onweremadu, and M.A. Okon. 2010. Zinc availability in relation to selected soil properties in a crude oil polluted eutric tropofluvent. International Journal of Environmental Science and Technology. 7: 261-270.

Gomes, G.M.F., C. Philipssenc, E.K. Barda. L. Dalla Zen, and G. de Souza. 2016. Rice husk bubbling fluidized bed combustion for amorphous silica synthesis. Journal of Environmental Chemical Engineering. 4: 2278-2290.

Lewin, J., and B.E. Reimann. 1969. Silicon and plant growth. Annual Review in Plant Physiology. 20: 289-304.

Mamun, M.A.A., M.M Rana, and A.J. Mridha. 2013. Tray soil management in raising seedlings for rice transplanter. CJPAS. 7: 2481-2489.

Marschner, H. 1995. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd edition, Academic Press, London.

Parker, M.B., and M.E., Walker. 1986. Soil pH and manganese effects on manganese nutrition of peanut 1. Agronomy Journal. 78: 614-620.

Phuphong, P., I. Cakmak, A. Yazici, B. Rerkasem, and C. Prom-u-thai. 2020. Shoot and root growth of rice seedlings as affected by soil and foliar zinc applications. Journal of Plant Nutrition. 43: 1259-1267.

Prom-u-thai, C., B. Rerkasem, A. Yazici, and I. Cakmak. 2012. Zinc priming promotes seed germination and seedling vigor of rice. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 175: 482-488.

Rehman, H.U., T. Aziz, M. Farooq, A. Wakeel, and Z. Rengel. 2012. Zinc nutrition in rice production systems: a review. Plant Soil. 361: 203-26.

Rengel, Z. 2015. Availability of Mn, Zn and Fe in the rhizosphere. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 15: 397-409.

Sadeghzadeh, B. 2013. A review of zinc nutrition and plant breeding. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 13: 905-927.

Schwartz, S.M., R.M, Welch, D.L. Grunes, E.E. Cary, W.A. Norvell, M.D. Gilbert, M.P. Meridith, and C.A. Sauchirico. 1987. Effect of zinc, phosphorus and root-zone temperature on nutrient uptake by barley. Soil Science Society of America Journal. 5: 371-375.

Singh, B., S.K.A. Natesan, B.K. Singh, and K. Usha. 2005. Improving zinc efficiency of cereals under zinc deficiency. Current in Science. 88: 36-44.

Tavakkoli, E., G. Lyons, P. English, and C.N. Guppy. 2011. Silicon nutrition of rice is affected by soil pH, weathering and silicon fertilisation. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 174: 437-446.

Yilmaz, A, H. Ekiz, I. Gültekin, B. Torun, H. Barut, S. Karanlik, and I. Cakmak. 1998. Effect of seed zinc content on grain yield and zinc concentration of wheat grown in zinc-deficient calcareous soils. Journal of Plant Nutrition. 21: 2257-2264.