

ผลของการใส่ปุ๋ยสังกะสีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

กข61 ที่ปลูกในฤดูแล้งและฤดูฝน

THE EFFECTS OF ZINC FERTILIZER TOWARDS GROWTH, PRODUCT QUANTITY AND QUALITY OF RICE SEED (RD61) CULTIVATING IN DRY SEASON AND RAINY SEASON IN SUKHOThai PROVINCE

ปานพงษ์ พวงมาลา^{*,1} และ จีราภรณ์ อินทสาร²

Panupong Puongmala^{*,1} and Jiraporn Inthasan²

¹ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย

²สาขาวิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

¹Sukhothai Rice Seed Center

²Division of Soil Science Faculty of Agricultural Production, Maejo University

Received: 16 November 2020

Accepted: 24 June 2021

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยสังกะสีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว กข61 ในจังหวัดสุโขทัย ได้ทำการปลูกข้าวเจ้าพันธุ์ กข61 ในฤดูนาปรังและนาปี ในปี 2561 วางแผนการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 6 ตำรับ ได้แก่ T1 คือ การไม่ใส่ปุ๋ยเคมี T2 คือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ (50 กิโลกรัม/ไร่) T3 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว T4 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (App LDD) T5 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และ T6 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ผลการทดลองพบว่าในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวของฤดูนาปรัง การใส่ T2 ส่งผลให้จำนวนหน่อ/กอ ที่ต้นข้าวอายุ 45 และ 90 วัน มีจำนวนมากที่สุด 23 หน่อ/กอ ขณะที่ T6 ส่งผลให้จำนวนเมล็ดดี/รวง และผลผลิต/ไร่ สูงที่สุด (67 เมล็ด และ 695 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ) รวมทั้งไม่พบการพักตัว/แข็งตัวของเมล็ด ส่วน T5 ทำให้มีจำนวนเมล็ดลีบ/รวง น้อยที่สุดอยู่ที่ 14 เมล็ด ขณะที่การเน่า/ตาย ของเมล็ด

* ผู้ประสาน: ปานพงษ์ พวงมาลา

อีเมล: panupong.p@rice.mail.go.th

พบน้อยที่สุดใน T1 ในส่วนของการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวในฤดูนาปีพบว่าที่อายุ 45 วัน การใส่ T5 ทำให้ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นข้าวสูงที่สุดอยู่ที่ 86 เซนติเมตร ขณะที่เมื่อข้าวอายุ 90 วัน T4 ทำให้ต้นข้าวมีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด (102 เซนติเมตร) ส่วนการใส่ T2 ทำให้มีจำนวนหน่อ/กอ มากที่สุด (20 หน่อ/กอ) ขณะที่การใส่ T6 ทำให้มีจำนวนเมล็ดลีบ/รวง และการเน่า/ตาย ของเมล็ดน้อยที่สุด (7 เมล็ด และ 2 เมล็ดตามลำดับ) และได้ผลผลิตสูงที่สุดอยู่ที่ 951 กิโลกรัม/ไร่ รวมทั้งมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดอยู่ที่ 96% และไม่พบการงอกผิดปกติของเมล็ดพันธุ์ข้าว

คำสำคัญ: กข61, สังกะสี, ผลผลิต, คุณภาพเมล็ดพันธุ์, นาปรัง, นาปี

Abstract

The research investigated the effects of zinc fertilizer towards growth, grain yield and quality of rice seed. The rice variety RD61 was used in this experiment. The research was conducted in the in-season and off-season on paddy fields in 2018. The RCBD plan of experiment consisted of a trial of 6 treatments. The treatments were; T1) application of non-chemical fertilizer, T2) application of chemical fertilizer according to the suggestion of the seed producers group (50 kg/Rai), T3) application of chemical fertilizer based on the suggestion of the Rice Department, T4) application of chemical fertilizer according to the soil analysis data on LDD Application of the Land Development Department, T5) application of chemical fertilizer based on the suggestion of the Rice Department, added with Zinc for 20 grams/20 Liters of water and T6) application of chemical fertilizer according to the soil analysis data on LDD Application, added with Zinc for 20 grams/ 20 Liters of water. The research revealed that the seed production in the dry season paddy field found that T2 brought the highest number of tillers per hill of the rice seeding at 45 and 90 days with 23 tillers/hill. T6 brought the highest number of filled grain per panicle and the grain yield at 67 seeds and 695 kg/rai respectively. In addition,

the seed dormancy was not found. Besides, the T5 brought the lowest number of unfilled grain/panicles at 14 seeds and the damaged or rotten grain was found the least in the T1. The seed production in the in-season paddy field found that T5 application on the rice seeding at 45 days, brought the highest average plant height at 86 centimeters. While the rice seeding at 90 days, T4 brought the highest average plant height at 102 centimeters. Furthermore, T2 brought the most number of tiller per hill at 20 tillers/hill. T6 brought the lowest unfilled grain/panicle and the damaged/rotten seed at 7 seeds and 2 seeds respectively and T6 was able to produced the highest grain yield at 951 kg/rai and the highest seed germination percentage at 96% as well as the abnormal seed germinate was not found at all.

Keywords: RD61, Zinc, Yield, Seed quality, In-season, Off-season

บทนำ

สังกะสีอยู่ในกลุ่มจุลธาตุเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย ในพืชส่วนใหญ่ สังกะสีมีบทบาทในการสร้างคลอโรฟิลล์ เป็นองค์ประกอบในเอนไซม์บางชนิด และมีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างฮอร์โมนที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืช กระตุ้นกระบวนการเจริญเติบโต ส่งเสริมการใช้ธาตุอาหารอื่น ๆ การสร้างแป้งและน้ำตาล การสร้างเมล็ด ทำให้ข้าวต้านทาน การเกิดโรค (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; ยงยุทธ โอสธสภ และคณะ, 2558)

สำหรับข้าวนั้นเป็นพืชที่ไวต่อการขาดสังกะสีมาก ซึ่งมักพบอาการขาดสังกะสีในการปลูกแบบนาขังน้ำ เนื่องจากค่าความเป็นกรดต่างที่เพิ่มมากขึ้น โดยความเป็นประโยชน์ของสังกะสีจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อดินแห้งหรือลดระดับน้ำในนาข้าวลง การขังน้ำจะทำให้ปริมาณสังกะสีลดลงเนื่องจากการสูญเสียหน้าดินบางส่วน มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ถูกเคลื่อนย้ายออกไปจากพื้นที่ (จิราภรณ์ อินทสาร, 2557) สภาพขังน้ำมีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้าและชีวเคมีของดิน (Rehman et al., 2012) สังกะสีในดินจะละลายน้ำและปลดปล่อยได้ง่ายเมื่อระดับความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วงประมาณ 5.0 หากสูงกว่า 6.5 การละลายน้ำของสังกะสีจะลดลง (อรอรอนงค์ โฉมศิริ และคณะ, 2555) และสังกะสีจะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่ำ

หากมีปริมาณฟอสฟอรัส และสารประกอบไบคาร์บอเนตในดินสูง ทำให้จับตัวกับสังกะสีและเปลี่ยนเป็นรูปที่ข้าวนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ ผลของการขาดสังกะสีในดินเกิดขึ้นในดินกรดที่สลายตัวอย่างมาก (highly weathered acid soils) และดินเนื้อปูน (calcareous soils) ในดินกรดสังกะสีจะตกตะกอนเป็น $Zn(OH)_2$ และ ZnS ในดินก้ำมะถันและดินด่าง (alkaline soils) (Hafeez et al., 2013) ขณะที่ในดินเนื้อปูนการขาดสังกะสีเกิดจากสาเหตุในดินเนื้อปูน (calcareous soils) มีค่าความเป็นกรดต่างมากกว่า 7.0 ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุระดับปานกลางถึงสูง มีผลทำให้ขาดสังกะสีเนื่องจากไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ในสารละลายดินสูง และดินที่มีสัดส่วนระหว่าง Mg : Ca ratio มากกว่า 1 ก็มีผลทำให้ขาดสังกะสีได้ โดยพบว่าค่าระดับวิกฤตของการขาดสังกะสีในข้าวอยู่ที่ 15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Yoshida, 1981) เช่นเดียวกับในพืชทั่วไปค่าระดับวิกฤตของสังกะสีอยู่ที่ 15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Benton, 2003) Sudha & Stalin (2015) รายงานว่าเมื่อมีการให้ปริมาณสังกะสีลดลง ส่งผลต่อผลผลิตข้าวที่ลดลง โดยความเข้มข้นของสังกะสีก็ต่ำลงเช่นกัน ในข้าวสาธิตการใส่ปุ๋ยสังกะสีช่วยให้การเจริญเติบโต และยังช่วยปรับปรุงผลผลิตรวมทั้งปริมาณความเข้มข้นของธาตุสังกะสีในเมล็ดได้ 3-4 เท่า (Yilmaz et al., 2010) ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของข้าวเจ้า กข61 ที่ปลูกในฤดูแล้งและฤดูฝน

วิธีดำเนินการวิจัย

สถานที่และแผนการทดลอง

การเปรียบเทียบกรรมวิธีการจัดการปุ๋ยในการผลิตเมล็ดข้าวเจ้าพันธุ์ กข61 ในพื้นที่ของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวสุโขทัย เลขที่ 169 หมู่ 5 ตำบลนาทุ่ง อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย พิกัด $17^{\circ}18'40.0''N$ $99^{\circ}42'59.7''E$ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม กลุ่มชุดดินที่ 15 ได้แก่ ชุดดินหล่มสัก (La) ชุดดินแม่สาย (Ms) และชุดดินแม่ทะ (Mta) ลักษณะคือเป็นกลุ่มดินทราย แปรสลับมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ ปฏิกริยาดินเป็นกลางหรือเป็นด่าง การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548) ระยะเวลาทำการทดลองปลูกข้าวเจ้าพันธุ์ กข61 ในฤดูนาปรัง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2560 – พฤษภาคม 2561 และในฤดูนาปี ในช่วงเดือนมิถุนายน – ตุลาคม 2561 ในแปลงย่อยขนาด 6x10 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

RCBD 6 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 1. การไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (T1) 2. การใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ (46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่) (T2) 3. การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว (18-3-0 อัตรา 49 กิโลกรัม/ไร่) (T3) 4. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (App LDD) (18-3-0 อัตรา 46 กิโลกรัม/ไร่) (T4) 5. การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (T5) และ 6. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (T6)

การปลูกและดูแลรักษา

ทำการเพาะเมล็ดข้าวในถาดเพาะจนต้นข้าวประมาณ 2 สัปดาห์ จากนั้นนำไปปักดำในแปลง ระยะการปลูก 20x20 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ย ดำรับที่ 2 แบ่งใส่ 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากปักดำ 1 สัปดาห์ ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะแตกกอ ดำรับที่ 3 แบ่งใส่ 3 ครั้ง คือครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากปักดำ 1 สัปดาห์ ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะแตกกอ และครั้งที่ 3 หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 15-20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ ดำรับที่ 4 แบ่งใส่ 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากปักดำ 1 สัปดาห์ และครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 7 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะข้าวแตกกอ ดำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยตามดำรับที่ 3 แต่ฉีดพ่น $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ปริมาณอัตรา Zn 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตั้งแต่ข้าวเริ่มท้องจนถึงระยะดอกบาน ทุก ๆ 2 สัปดาห์ และดำรับที่ 6 แบ่งใส่ 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และแต่ฉีดพ่น $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ปริมาณอัตรา Zn 20 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ตั้งแต่ข้าวเริ่มท้องจนถึงระยะดอกบาน ทุก ๆ 2 สัปดาห์

การเก็บตัวอย่างข้าว

การเก็บตัวอย่างข้าวเจ้าพันธุ์ข้าว กข61 ทั้งในฤดูนาปรังและนาปี โดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะการเจริญเติบโต คือ 1) ช่วงที่ข้าวอายุ 45 วันหลังการปักดำ ทำการเก็บข้อมูลความสูง จำนวนหน่อต่อกอ 2) ช่วงที่ข้าวอายุ 90 วัน หรือระยะสุกแก่ ทำการเก็บข้อมูลทำการเก็บข้อมูลความสูง จำนวนหน่อต่อกอ และเก็บข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ ความยาวรวง

ระแ่ง เมล็ดดี เมล็ดลีบ เมล็ดร่วง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตข้าวเฉลี่ย โดยใช้วิธีการเก็บเกี่ยวตัวอย่าง ขนาด 1X1 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย แล้วบันทึกผล

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ตามวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ RCBD เมื่อพบความแตกต่างกันในทางสถิติจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การเจริญเติบโตของข้าวเจ้าพันธุ์ กข61 ในฤดูการปลูกข้าวนาปรัง จากการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตทางด้านความสูงไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยความสูงของต้นข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของอายุข้าวที่เจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นในทุกการทดลอง ซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้ระดับความสูงของข้าวมากที่สุดทั้ง 2 ช่วงอายุข้าว ขณะที่พบความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) ในส่วนของจำนวนหน่อ/กอ ทั้ง 2 ช่วงอายุวัน โดยในช่วงอายุ 45 วัน พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ ทำให้มีจำนวนหน่อต่อกอสูงที่สุดอยู่ที่ 23 หน่อ/กอ แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (19 หน่อ/กอ) หรือการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (19 หน่อ/กอ) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว (17 หน่อ/กอ) ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีทำให้พบจำนวนหน่อต่อกอน้อยที่สุดอยู่ที่ 13 หน่อ/กอ แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (15 หน่อ/กอ) ขณะที่เมื่อข้าวอายุ 90 วัน พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ทำให้ข้าวมีจำนวนหน่อ/กอสูงที่สุดที่ 23 หน่อ/กอ แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (20 หน่อ/กอ) หรือการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (19 หน่อ/กอ) การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว (18 หน่อ/กอ) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (16 หน่อ/กอ) ตามลำดับ สำหรับการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวมีจำนวนหน่อ/กอน้อยที่สุดที่ 13 หน่อ/กอ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 Effect of fertilizer on plant growth of RD61 rice cultivar during off-season, 2018

Treatment	Plant height (cm.)		Tillers number per hill	
	45 DAP	90 DAP	45 DAP	90 DAP
T1	67	99	13 C	13 C
T2	70	99	23 A	23 A
T3	74	101	17 ABC	18 ABC
T4	72	100	19 ABC	19 AB
T5	72	96	15 BC	16 BC
T6	76	106	19 AB	20 AB
Grand Mean	72	100	18	18
F-test	ns	ns	**	**
C.V.	5.11	3.94	16.66	15.08

* significant at $P<0.05$, ** significant at $P<0.01$, ns = not significant

ในด้านขององค์ประกอบของผลผลิตข้าวเจ้าพันธุ์ กข61 ในฤดูนาปรัง ปี 2561 (ตารางที่ 2) ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ ของความยาวรวง ระวัง/รวง เมล็ดร่วง/รวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ดและ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้มีขนาดความยาวรวงมากที่สุดคือ 24.3 เซนติเมตร และน้อยที่สุดอยู่ที่ 22.7 เซนติเมตรในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ส่วนจำนวนระวัง/รวง ของทุกตำรับทดลองมีค่าเท่ากันคือ 8 ระวัง/รวง จำนวนเมล็ดร่วง/รวง พบอยู่ระหว่าง 2-3 เมล็ด/รวง สำหรับน้ำหนัก 1,000 เมล็ด มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 30.9 กรัมในตำรับการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ และน้อยที่สุดอยู่ที่ 29.8 กรัมในตำรับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ในส่วนของผลผลิตพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้ผลผลิตของข้าวสูงที่สุดอยู่ที่ 695 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีที่ทำให้มีผลผลิตข้าว น้อยที่สุดเป็น 517 กิโลกรัม/ไร่ ขณะที่พบความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ในจำนวนเมล็ดดี/รวง และจำนวนเมล็ดลีบ/รวง โดยจำนวนเมล็ดดี/รวง พบมากที่สุดในการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (67 เมล็ด/รวง) รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ

20 ลิตร (66 เมล็ด/รวง) แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าวและดำรับที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ทำให้มีจำนวนเมล็ดดี/รวง น้อยที่สุดอยู่ที่ 52 เมล็ด/รวง สำหรับจำนวนเมล็ดลีบ/รวง พบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีทำให้เกิดเมล็ดลีบ/รวงมากที่สุด (20 เมล็ด/รวง) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร พบเมล็ดลีบ/รวง น้อยที่สุดอยู่ที่ 14 เมล็ด/รวง แต่ไม่แตกต่างกันกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 Effects of fertilizer management on yield components and grain yield of RD61 at harvest in dry season, 2018

Treatment	Length of panicle (cm.)	Secondary branch/ panicle	Filled grain/ panicle	Unfilled grain/ panicle	Dropped grain/ panicle	1000 grain weight (g.)	Gain yield (kg/rai)
T1	22.7	8	56 AB	20 A	2	30.3	517
T2	22.7	8	52 B	17 AB	3	30.9	642
T3	23.8	8	57 AB	18 AB	2	30.6	677
T4	24.3	8	60 AB	19 A	2	29.8	585
T5	23.1	8	66 A	14 B	3	30.2	674
T6	22.7	8	67 A	17 B	3	30.3	695
Grand Mean	23.2	8	60	17	2	30.3	632
F-test	ns	ns	**	**	ns	ns	ns
C.V.	4.96	8.10	8.09	13.04	51.11	2.01	18.44

* significant at $P < 0.05$, ** significant at $P < 0.01$, ns = not significant

สำหรับเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวของข้าวเจ้าพันธุ์ กข61 ในฤดูนาปรัง ปี 2561 ค่าเปอร์เซ็นต์การงอกปกติและการงอกผิดปกติไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าวทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดเป็น 95.25% และน้อยที่สุดอยู่ที่ 92% เมื่อได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยในส่วนของ การงอกผิดปกติพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีพบการงอกผิดปกติ 1.25 เมล็ด ขณะที่ดำรับทดลอง

ที่เหลือไม่พบการงอกผิดปกติเลย สำหรับการเน่าหรือตายของเมล็ดพบความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์พบอัตราการเน่า/ตายสูงที่สุด (7 เมล็ด) แต่ไม่แตกต่างจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตรและการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (5.25 เมล็ด) รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าวและการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (3 เมล็ด) ขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยเคมีเลยพบอัตราการเน่า/ตาย น้อยที่สุดอยู่ที่ 2 เมล็ด สำหรับเรื่องการฟักตัว/เมล็ดแข็งพบความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีพบการฟักตัวหรือเมล็ดแข็งสูงที่สุดอยู่ที่ 4 เมล็ด แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าวและการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (1.5 เมล็ด) ขณะที่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตรมีการฟักตัว/แข็งตัวของเมล็ดน้อยที่สุดคือ 0.25 เมล็ด และไม่แตกต่างจากตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ (0.75 เมล็ด) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 Effects of fertilizer management on seed germination parameters of RD61 rice in dry season, 2018

Treatment	Seed germination percentage	Seeds failed to germinate	Damaged seed/ rotten seed	Seed dormancy
T1	93.75	1.25	2.00 C	4.00 A
T2	92.00	0.25	7.00 A	0.75 C
T3	95.25	0.25	3.00 BC	1.50 BC
T4	93.25	0.25	3.00 BC	3.50 AB
T5	93.25	0	5.25 AB	1.50 BC
T6	94.25	0.25	5.25 AB	0.25 C
Grand Mean	93	0	4	2
F-test	ns	ns	*	*
C.V.	2.78	38.39	45.73	36.26

* significant at $P<0.05$, ** significant at $P<0.01$, ns = not significant

การเจริญเติบโตของข้าวเจ้าพันธุ์ กข61 ในฤดูการปลูกข้าวนาปี จากการทดลองพบว่าจำนวนหน่อ/กอ ในช่วงอายุ 45 วัน ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ทำให้มีจำนวนหน่อ/กอสูงที่สุดคือ 17 หน่อ/กอ และน้อยที่สุดอยู่ที่ 14 หน่อ/กอ เมื่อได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี สำหรับค่าเฉลี่ยความสูงของข้าวที่อายุ 45 วัน พบความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ซึ่งพบว่าในตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุดอยู่ 76 เซนติเมตรแตกต่างจากทุกตำรับทดลอง โดยที่การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ส่งผลให้ข้าวมีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุดอยู่ที่ 86 เซนติเมตร รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าวหรือการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามลำดับ ขณะที่เมื่อข้าวอายุ 90 วันพบว่าค่าเฉลี่ยความสูงและจำนวนหน่อ/กอ มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้ข้าวมีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด (102 เซนติเมตร) แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว หรือการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ และการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวมีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุดอยู่ที่ 99 เซนติเมตร ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์พบจำนวนหน่อ/กอมากที่สุด (20 หน่อ/กอ) แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร หรือการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร แต่ไม่แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 Effect of fertilizer on plant growth of RD61 rice cultivar during rice-season, 2018

Treatment	Plant height (cm.)		Tillers number per hill	
	45 DAT	90 DAT	45 DAT	90 DAT
T1	76 B	99 C	14	13 B
T2	84 A	100 BC	17	20 A
T3	82 A	100 AB	15	18 A
T4	83 A	102 A	15	17 AB
T5	86 A	102 A	14	17 AB
T6	82 A	101 AB	16	19 A
Grand Mean	82	101	15	17
F-test	**	*	ns	*
C.V.	2.81	0.83	11.27	14.40

* significant at $P<0.05$, ** significant at $P<0.01$, ns = not significant

ในด้านขององค์ประกอบของผลผลิตข้าวเจ้าพันธุ์ กข61 ในฤดูนาปี ปี 2561 พบว่า ค่าเฉลี่ยความยาวรวง ระแง้/รวง เมล็ดดี/รวง เมล็ดร่วง/รวง และ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตรทำให้มีค่าเฉลี่ยความยาวรวงและเมล็ดดี/รวงและน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุด (24.1 เซนติเมตร, 72 เมล็ดและ 29.2 กรัม ตามลำดับ) ส่วนจำนวนระแง้/รวง อยู่ที่ 8-9 ระแง้/รวง ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าวทำให้มีเมล็ดร่วง/รวง สูงที่สุด (9 เมล็ด) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตรทำให้มีเมล็ดร่วง/รวง น้อยที่สุด (5 เมล็ด) สำหรับจำนวนเมล็ดลีบ/รวง และในส่วนของผลผลิตพบว่ามีค่าแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งโดยการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีทำให้พบเมล็ดลีบ/รวง มากที่สุดอยู่ที่ 13 เมล็ด แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ หรือการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้พบจำนวนเมล็ดลีบ/รวงน้อยที่สุดอยู่ที่ 7 เมล็ด ($P<0.05$) สำหรับผลผลิต/ไร่ของข้าวสูงที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

อยู่ที่ 971 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว และการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีที่ทำให้มีผลผลิต/ไร่น้อยที่สุดเท่ากับ 634 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (676 กิโลกรัม/ไร่) ($P < 0.01$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 Effects of fertilizer management on yield components and grain yield of RD61 rice at harvest in rainy season, 2018

Treatment	Length of panicle (cm.)	Secondary branch/panicle	Filled grain/panicle	Unfilled grain/panicle	Dropped grain/panicle	1000 grain weight (g.)	Grain yield (kg/rai)
T1	23.4	9	65	13.0 A	6	27.6	634 B
T2	22.8	9	65	10.7 AB	7	28.9	754 AB
T3	23.3	9	62	11.3 AB	9	28.8	781 AB
T4	23.6	8	71	9.9 B	7	28.8	676 B
T5	23.6	8	70	9.5 BC	5	29.0	799 AB
T6	24.1	9	72	7.1 C	8	29.2	951 A
Grand Mean	23.4	9	68	10	7	28.7	765
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	**
C.V.	5.53	12.73	6.3	16.52	41.04	2.73	13.34

* significant at $P < 0.05$, ** significant at $P < 0.01$, ns = not significant

สำหรับเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวของข้าวเจ้าพันธุ์ กข61 ในฤดูนาปี ปี 2561 พบความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของเปอร์เซ็นต์การงอกปกติ งอกผิดปกติ และการเน่า/ตาย ของเมล็ด โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้มีเปอร์เซ็นต์งอกปกติสูงที่สุดเป็น 96.25% แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าว รองลงมาเป็น การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินหรือการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์พบเปอร์เซ็นต์การงอกปกติน้อยที่สุดอยู่ที่ 91.75% ($P < 0.05$) ในส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีพบว่าการงอกผิดปกติของเมล็ด

ข้าวสูงที่สุดอยู่ที่ 1.75 เมล็ด ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ไม่พบการงอกผิดปกติของเมล็ดข้าวเลย และไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของกรมการข้าวและการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ที่พบการงอกผิดปกติของเมล็ดข้าวอยู่ที่ 1 เมล็ด ($P<0.05$) สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ทำให้พบการเนา/ตายของเมล็ดสูงที่สุดอยู่ที่ 6.75 เมล็ด และน้อยที่สุดอยู่ที่ 1.75 เมล็ด เมื่อได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ($p<0.01$) ในด้านการพักตัว/เมล็ดแข็ง ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้เกิดการพักตัว/เมล็ดแข็ง มากที่สุดอยู่ที่ 3 เมล็ด ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตรพบการพักตัว/เมล็ดแข็ง น้อยที่สุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 Effects of fertilizer management on seed germination parameters of RD61 rice in rainy season, 2018

Treatment	Seed germination percentage	Seeds failed to germinate	Damaged seed/ rotten seed	Seed dormancy
T1	93.50 BC	1.75 A	1.75 B	3.00
T2	91.75 C	0.50 B	6.75 A	1.00
T3	94.50 AB	0.75 B	3.00 B	1.75
T4	93.75 BC	0.25 B	3.25 B	2.75
T5	95.75 AB	0.75 B	2.25 B	1.25
T6	96.25 A	0.25 B	1.75 B	1.75
Grand Mean	94	1	3	2
F-test	*	*	**	ns
C.V.	1.69	91.43	43.43	62.95

* significant at $P<0.05$, ** significant at $P<0.01$, ns = not significant

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองผลของสังกะสีต่อคุณภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว กข61 ที่ผลิตในฤดูนาปรังและนาปี ปี 2561 พบว่า การเจริญเติบโตของข้าว กข61 ในด้านความสูงและจำนวนหน่อ/ต้น ในฤดูนาปรังมีค่าเฉลี่ยความสูงเพิ่มขึ้นตามอายุข้าว โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้มีค่าเฉลี่ยความสูงในทั้ง 2 ช่วงอายุ (76 และ 106 เซนติเมตรตามลำดับ) และจำนวนหน่อ/กอ ที่ 45 และ 90 วัน มีค่าสูงที่สุด เมื่อได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ (23 หน่อ/กอ) สำหรับในฤดูนาปีพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด (86 เซนติเมตร) เมื่ออายุ 45 วัน และในอายุ 90 วัน มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุดเมื่อได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (102 เซนติเมตร) สำหรับจำนวนหน่อ/กอ พบมากที่สุดจากการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ ทั้งสองช่วงอายุ (17 และ 20 หน่อ/กอ)

ในด้านองค์ประกอบของผลผลิตข้าว กข61 ในฤดูนาปรังพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่าเฉลี่ยความยาวรวงมากที่สุด (24.3 ซม.) และมีจำนวนระแง้/รวง อยู่ 8 ระแง้/รวง เท่ากันในทุกตำรับทดลอง การไม่ใส่ปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าแนะนำของกรมการข้าวรวมทั้งการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้พบจำนวนเมล็ดรวง/รวง น้อยที่สุด และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้มีจำนวนเมล็ดลีบ/รวง น้อยที่สุดอยู่ที่ 14 เมล็ด สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ทำให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 30.9 กรัม ขณะที่จำนวนเมล็ดดี/รวง สูงที่สุดอยู่ที่ 67 เมล็ดและการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้มีผลผลิต/ไร่ สูงที่สุดเท่ากับ 695 กิโลกรัม/ไร่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sudha & Stalin (2015) ที่ทำการศึกษาผลของสังกะสีต่อผลผลิต คุณภาพและปริมาณสังกะสีในเมล็ดข้าว พบว่าการใส่สังกะสี (100 กิโลกรัม/เฮกตาร์, การฉีดพ่น 0.5% $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ทางใบ ที่ระยะออกดอก ระยะน้ำนมและระยะแป้ง) ช่วยเพิ่มความสูง จำนวนกอ ความยาวรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เมื่อเปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ย NPK เพียงอย่างเดียว โดยยงยุทธ โอสภสกา และคณะ (2558) อธิบายไว้ว่าสังกะสีมีส่วนช่วยในการพัฒนาของดอก ผลและเมล็ด โดยส่งเสริมการเจริญของตาดอกและอับเรณู ได้ละอองเรณูที่สมบูรณ์ จึงทำให้มี

เปอร์เซ็นต์ของจำนวนเมล็ดดีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้การขาดสังกะสีเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบเมล็ดลีบเนื่องจากละอองเรณูเป็นหมัน ซึ่งตรงกันข้ามกับงานทดลองของ พัทรินทร์ ตัญวงศ์ และคณะ (2558) ที่ศึกษาผลของการฉีดพ่นสังกะสี (ความเข้มข้น 0.5% $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ที่ใบต่อผลผลิตและการสะสมธาตุสังกะสีในข้าวกล้องของข้าวพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ปรับปรุง พบว่าการพ่นสังกะสีทางใบไม่มีผลต่อผลผลิตเมล็ดและฟางข้าวของข้าวทั้ง 4 พันธุ์ โดยพันธุ์ข้าวและการพ่นสังกะสีมีผลต่อความเข้มข้นของธาตุสังกะสีในข้าวกล้อง โดยข้าวทั้ง 4 พันธุ์มีปริมาณธาตุสังกะสีมีข้าวกล้องเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการพ่นสังกะสี แต่มีระดับการเพิ่มขึ้นที่แตกต่างกันในข้าวแต่ละพันธุ์ ขณะที่การทดลองของอุไรวรรณ ไอยสุวรรณ (2557) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ไม่มีผลทำให้ผลผลิตข้าวแตกต่างกัน เช่นเดียวกับปรีชา พรหมณีย์ และคณะ (2544) ที่รายงานว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยการเพิ่มหรือลดอัตราปุ๋ยไม่มีผลทำให้ข้าวมีผลผลิตแตกต่างกัน แต่มีผลต่อดัชนีที่เพิ่มมากขึ้น

สำหรับในฤดูนาปีพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตรทำให้มีค่าเฉลี่ยความยาวรวงและจำนวนเมล็ดดี/รวงมากที่สุด (24.1 ซม. และ 72 เมล็ด ตามลำดับ) รวมทั้งทำให้มีจำนวนเมล็ดลีบ/รวงน้อยที่สุดเช่นกัน (7 เมล็ด) สอดคล้องกับการศึกษาของ Li et al. (2013) ที่ศึกษา Zn finger protein ตัวหนึ่งทำหน้าที่กระตุ้นการแสดงออกของยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์ฮอร์โมนไซโตไคนิน เพื่อเร่งการแบ่งเซลล์ของเยื่อเจริญที่ยอดที่นำไปสู่การพัฒนาเป็นดอกอ่อน สังกะสีจึงมีบทบาทสำคัญในการกำหนดจำนวนเมล็ดตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการเจริญเติบโตในระยะเจริญพันธุ์ ขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าวและการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตรทำให้ต้นข้าวมีจำนวนระแงง/รวงสูงที่สุด (9 ระแงง/รวง) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตรมีผลทำให้ข้าวมีจำนวนเมล็ดรวงน้อยที่สุด (5 เมล็ด) ในส่วนของการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตรส่งผลให้มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดและผลผลิตสูงที่สุด (29.2 กรัม, 951 กิโลกรัม/ไร่) สอดคล้องกับงานทดลองของ Naik & Das (2010) ที่รายงานว่าการใช้สังกะสี (Zn-EDTA กับ ZnSO_4) ทำให้ผลผลิตข้าวและฟางข้าวเพิ่มสูงขึ้นกว่าค่ารับควบคุมถึง 37.8% และ 20.9% ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Dore et al. (2018) ที่ศึกษาผลกระทบของการใช้สังกะสีต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชีวฟิสิกส์ของจีโนไทป์ข้าวในการทดลองในกระถาง พบว่าการใส่ ZnSO_4

20 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ช่วยเพิ่มความสูงของข้าว พื้นที่ใบ จำนวนหน่อ น้ำหนักแห้งรวม อัตราการสังเคราะห์แสง การชักนำการเปิด-ปิดปากใบ อัตราการคายน้ำ และปริมาณสังกะสีในเมล็ด เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (ไม่ใส่สังกะสี) แต่ตรงกันข้ามกับงานทดลองของอุซุร พรหมมานนท์ และคณะ (2556) ที่ศึกษาผลของสังกะสีซัลเฟต (Zinc sulfate) ต่อการเจริญเติบโตและการสะสมสังกะสีในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่าการให้ Zinc sulfate ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อความสูงข้าว จำนวนรวง/กอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักต้นข้าว เฉลี่ย/กอ แต่มีผลทำให้ระดับสังกะสีในดิน จำนวนต้น/กอ ระดับความเขียวของสีใบ และผลผลิตของข้าวแตกต่างกัน และการทดลองการใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดินของนันทนา ชื่นอ้อม และคณะ (2553) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมการข้าว ทำให้มีผลผลิตข้าวสูงที่สุดและไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ย

สำหรับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดข้าวของข้าวเจ้าพันธุ์ กข61 ในฤดูนาปรัง พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกดีที่สุดอยู่ที่ 95% และไม่พบอัตราการงอกผิดปกติเลยในตำรับที่ 2-6 การไม่ใส่ปุ๋ยเคมีเลยทำให้มีการเน่า/ตายของเมล็ดข้าวน้อยที่สุดอยู่ที่ 2 เมล็ด และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้ไม่พบการพักตัว/เมล็ดแข็งเลย ขณะที่ในฤดูนาปีพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การงอกดีที่สุดอยู่ที่ 96% เมื่อได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ไม่พบการงอกผิดปกติเกิดขึ้นเลย ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร รวมทั้งการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร พบการเน่า/ตาย ของเมล็ดน้อยที่สุดอยู่ที่ 2 เมล็ด ในส่วนของการพักตัว/เมล็ดแข็ง พบน้อยที่สุดอยู่ที่ 1 เมล็ด ในตำรับการใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของกลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์และใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน Soil Analysis +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าคำแนะนำของกรมการข้าว +Zn 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทำให้การเจริญเติบโตของต้นข้าวในด้านความสูงและจำนวนหน่อต่อกอ

สูงที่สุด และช่วยส่งเสริมให้ต้นข้าวมีความยาวรวงเพิ่มขึ้น เมล็ดข้าวลีบลดลง จึงทำให้ข้าวมีผลผลิตเพิ่มขึ้น รวมถึงเมื่อมีการใส่สังกะสีจะช่วยให้คุณภาพและอัตราการงอกของเมล็ดข้าวดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวสุโขทัยที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2548). *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิราภรณ์ อินทสาร. (2557). *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 325 หน้า.
- นันทนา ชื่นอิม, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, สมชาย กริฑาภิรมย์ และ นุชรา สีนบัวทอง. (2553). *การใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน*. ใน: การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48, ระบุวันที่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 325-332.
- ปรีชา พราหมณีย์, ประจักษ์ ประเสริฐศักดิ์ และ จักรินทร์ ศรีธนาพร. 2544. *การทดสอบ การใช้ปุ๋ยเคมีในอ้อยตามค่าวิเคราะห์ดิน*. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2544. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 1-28.
- พัชรินทร์ ดุ้ยวงศ์, เพ็ญภา จักรสมศักดิ์, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และ ขนากานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย. (2558). ผลของการพ่นสังกะสีที่ใบต่อผลผลิตการสะสมธาตุสังกะสีในข้าวกล้องของข้าวพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ปรับปรุง. *แก่นเกษตร*, 43 (4), 605-612.
- ยงยุทธ โอสดสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. (2558). *ดิน ธาตุอาหาร และปุ๋ยข้าว*. สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. 454 หน้า.
- อุซุร พรหมมานนท์, อัจฉรา จิตตลดากร และ สุกัญญา แยมประชา. (2556). *ผลของ สังกะสีซัลเฟตต่อการเจริญเติบโตและการสะสมสังกะสีในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1*. ใน: การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มสธ. ครั้งที่ 3. วันที่ 3-4 กันยายน 2556. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. 1-13.

- อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ. (2557). การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวที่ปลูกในดินชุดสรรพยา. *วารสารเกษตร*, 30(2), 133-140.
- อรอนงค์ โฉมศิริ, นกสสร โนตศิริ และ กมรินทร์ พรหมรัตน์รักษ์. (2555). ปริมาณจุลธาตุอาหาร ทองแดงและสังกะสีในดินเกษตรกรรมที่ระดับความอุดมสมบูรณ์ต่างกันในพื้นที่ ภาคกลาง. กรุงเทพฯ: ส่วนวิจัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Benton, J. J. (2003). *Agronomic handbook: management of crops, soils and their fertility*. USA; CRC press LLC.
- Hafeez, B., Khanif, Y. M., & Saleem, M. (2013). Role of Zinc in Plant Nutrition- A Review. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(2), 374-391.
- Dore, V., Koit, R. V., & Hanamaratti, N. G. (2018). Impact of Zinc Application on Morphological and Biophysical Parameters of Rice Genotypes in Pot Experiment. *Advances in Research*. 16(2), 1-7.
- Li, S., Zhao, B., Yuan, D., Duan, M., Qian, Q., Tang, L., Wang, B., Liu, X., Zhang, J., Wang, J., Sun, J., Liu, Z., Feng, Y. Q., Yuan, L., & Li., C. (2013). Rice zinc finger protein DST enhances grain production through controlling Gn1a/OsCKX2 expression. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PANS)*. 110 (8), 3168-3172.
- Naik, S. K., & Das, D. K. (2010). Evaluation of various zinc extractants in low land rice soil under the influence of zinc sulphate and chelated zinc. *Communi. Soil Science. and Plant. Analysis.*, 41, 122-134.
- Rehman, H. U., Aziz, T., & Farooq, M. (2012). Zinc nutrition in rice production systems: A review. *Plant Soil*, 361(1-2), 203–226. doi: 10.1007/s11104-012-1346-9.
- Sudha, S., & Stalin, P. (2015). Effect of zinc on yield, quality and grain zinc content of rice genotypes. *International Journal of Farm Sciences*, 5(3),17-27.

- Yilmaz, K., Saltali, K., Guzel, E. U. & Dikici, H. (2010). Zinc (II) sorption characteristics of soils in predominant smectite, illite and kaolinite clay minerals. *Asian Journal of Chemistry*. 22, 1487–1494.
- Yoshida, S. (1981). *Fundamental of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines, 269.