

ผลของการฉีดพ่นกรดซัลฟิวริกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

สำราญ พิมราช^{1*}, สุนันท์ บุตรศาสตร์² และ พรพิชญ์ ธรรมปัทม์³

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ. เมือง จ. มหาสารคาม 44000

²สาขาวิชาธุรกิจการอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ. เมือง จ. มหาสารคาม 44000

³สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อ. เมือง จ. มหาสารคาม 44000

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉีดพ่นธาตุซัลฟิวรีคอนในรูปของกรดซัลฟิวริกทางใบต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ปลูกในบ่อซีเมนต์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-สิงหาคม 2561 วางแผนการทดลองแบบ 4x4 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดให้ปัจจัย A คือ การฉีดพ่นกรดซัลฟิวริกในอัตรา 0, 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 20 ล. และปัจจัย B คือ จำนวนครั้งและช่วงระยะที่ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก ได้แก่ 1) ฉีดพ่น จำนวน 1 ครั้ง ที่ระยะ 30 วันหลังงอก 2) ฉีดพ่น จำนวน 2 ครั้ง ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังงอก 3) ฉีดพ่น จำนวน 3 ครั้ง ที่ระยะ 30, 60 และ 75 วันหลังงอก และ 4) ฉีดพ่น จำนวน 4 ครั้ง ที่ระยะ 30, 60, 75 และ 90 วันหลังงอก เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความสูง จำนวนหน่อต่อกอ ค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟางแห้ง น้ำหนักแห้งทั้งหมด และดัชนีเก็บเกี่ยว จากการศึกษาพบว่า การฉีดพ่นกรดซัลฟิวริกในอัตรา 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 20 ล. มีผลทำให้ค่า SCMR ที่ระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังงอกสูงกว่าไม่ฉีดพ่น นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดของข้าวที่ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริกในอัตราดังกล่าวมีค่าสูงกว่าการไม่ฉีดพ่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ อย่างไรก็ตามจำนวนครั้งและช่วงระยะที่ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริกไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวแตกต่างกัน และจากการศึกษาในครั้งนี้ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราในการฉีดพ่นกับจำนวนครั้งและช่วงระยะเวลาของการฉีดพ่นกรดซัลฟิวริกทั้งในลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต

คำสำคัญ : กรดซัลฟิวริก ซัลฟิวรีคอน การฉีดพ่นทางใบ

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: sumranp@gmail.com

Effects of Silicic Acid Foliar Spray on Growth, Yield and Yield Components of Chai Nat 1 Rice

Sumran Pimratch^{1*}, Sunan Butsat² and Pornpisanu Thammapat³

¹Program in Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham 44000, Thailand

²Program in Food Business and Nutrition, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham 44000, Thailand

³Program in Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham 44000, Thailand

Abstract

The objective of this study was to investigate the effects of silicic acid foliar spray on growth traits, grain yield and yield components of Chi Nat 1 rice grown in cement containers at the Faculty of Agricultural Technology, Rajaphat Maha Sarakham University during February to August 2018. A 4x4 factorial experiment with completely randomized arrangement of the treatments and three replications was carried out. Four silicic acid rates (0, 50, 100 and 150 ml/20 L) were assigned as factor A, and four spray timings (1 time at 30 days after emergence (DAE), 2 times at 30 and 60 DAE, 3 times at 30, 60 and 75 DAE and 4 times at 30, 60, 75 and 90 DAE) were assigned as factor B. Data were recorded for growth traits, grain yield and yield components such as plant height, number of tillers, SPAD chlorophyll meter reading (SCMR), number of panicles, number of filled grains, number of unfilled grains, 1,000-grain weight, grain weight, weight of dry straw, total dry weight and harvest index. Applications of silicic acid at the rates of 50, 100 and 150 ml/20 L had higher SCMR at 30, 60 and 90 DAE than did untreated control. Applications of silicic acid at all rates were significantly higher than untreated control for number of panicles, 1,000-grain weight (grain size) and grain weight. Spray timing did not have significant effect on growth traits, grain yield and yield components. The interactions between rate and timing were not significant for all parameters.

Keywords : Silicic acid, Silicon, Foliar spray

* Corresponding author : E-mail : sumranp@gmail.com

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศไทย ที่นิยมปลูกและบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วประเทศ ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของการปลูกข้าว คือ ผลผลิตข้าวต่ำ การเพิ่มผลผลิตของข้าวโดยการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถทำได้ แต่การใส่ปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณสูงจะทำให้ข้าวอ่อนแอ หักล้มง่าย ง่ายต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลง ดังนั้นการใช้ธาตุอาหารที่ช่วยเสริมประโยชน์ (beneficial elements) เพื่อช่วยเพิ่มความต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว เพิ่มความแข็งแรงให้แก่ต้นข้าว และสามารถใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงในการเพิ่มผลผลิตข้าวได้โดยต้นข้าวไม่ล้มเสียหาย จึงอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรผู้ผลิตข้าว ซิลิคอน (silicon; Si) เป็นอีกหนึ่งธาตุที่จัดอยู่ในกลุ่มธาตุเสริมประโยชน์ ทำให้ต้นข้าวมีระบบรากแข็งแรง สมบูรณ์ มีรากจำนวนมาก ต้นข้าวเจริญเติบโตดี แตกกอมาก ต้นไม่หักล้มง่าย ใบข้าวตั้งขึ้นสามารถรับแสงแดดได้อย่างทั่วถึง อากาศถ่ายเทดี ช่วยลดการเกิดโรคและลดการสะสมของแมลง ซิลิคอนช่วยให้ใบข้าวมีความเหนียวและแข็งแรง ต้นข้าวทนต่อการเข้าทำลายของแมลง การขาดซิลิคอนในข้าวทำให้การเจริญเติบโตลดลง พืชที่ขาดซิลิคอนต้องการน้ำมากขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างลดลง ธาตุซิลิคอนจะเป็นประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่ออยู่ในรูปของสารละลาย คือ กรดโมโนซิลิซิก (monosilicic acid; H_4SiO_4 หรือ $Si(OH)_4$) และ กรดพอลิซิลิซิก (polysilicic acid) (Osotspa, 2015)

จากการใส่ปุ๋ยซิลิคอนที่ผ่านมา พบว่าซิลิคอนช่วยให้ข้าวแข็งแรง ลำต้นตั้งตรง และป้องกันการหักล้ม ช่วยทำให้ใบตั้งตรงจึงรับแสงได้ดี เพิ่มการสังเคราะห์แสง ทำให้ผิวใบหยาบช่วยป้องกันโรคที่เกิดจากเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย ป้องกันการกัดกินของแมลง และช่วยทำให้ข้าวทนต่อความแห้งแล้ง อุณหภูมิต่ำ ความเค็ม และพิษจากโลหะหนัก (Epstein and Bloom, 2005) ซิลิคอนช่วยป้องกันการลวงลำของเชื้อโรคเข้าไปในรากและใบ ความแข็งแรงของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวที่มีซิลิคอนสูง ช่วยป้องกันไม่ให้เชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิดลวงลำเข้าไปในเซลล์ และแมลงกัดกินใบน้อยลง (Marschner, 1995) ลดการทำลายของโรคพืชในข้าว เช่น โรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา (Cai *et al.*, 2008) ลดการทำลายของหนอนเจาะลำต้นในข้าว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Snyder *et al.*, 2007) การขาดธาตุปีที่ 15 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2561

ซิลิคอนของข้าวในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบจะทำให้การเจริญเติบโตช้า ถ้าหากข้าวขาดธาตุซิลิคอนในช่วงออกดอกจะทำให้ช่อดอกไม่สมบูรณ์ (Ma *et al.*, 1989) ทำให้การเจริญของดอกล่าช้า และมีเมล็ดลีบจำนวนมาก การใส่ปุ๋ยซิลิคอนช่วยทำให้การพัฒนาของข้าวในระยะเจริญพันธุ์ดีขึ้น (Inanaga *et al.*, 2002) ทำให้โครงสร้างทรงพุ่มของต้นข้าวดีขึ้น (Ando *et al.*, 2002) ข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ได้รับซิลิคอนจะมีการเจริญเติบโตสูง (Gill *et al.*, 2007) จากรายงานการทดลองที่ผ่านมาส่วนมากเป็นการใส่ปุ๋ยซิลิคอนทางรากพืช ยังขาดข้อมูลการศึกษาประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยซิลิคอนหรือกรดซิลิซิกโดยการฉีดพ่นทางใบ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉีดพ่นกรดซิลิซิกทางใบต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์นิยมปลูกกันมากโดยเฉพาะการปลูกข้าวนาปรัง ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบ 4x4 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัย A คือ การฉีดพ่นกรดซิลิซิก 4 อัตรา (0, 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 20 ล.) ปัจจัย B คือ จำนวนครั้งและระยะที่ฉีดพ่นกรดซิลิซิก (1, 2, 3 และ 4 ครั้ง) ประกอบด้วย 16 กรรมวิธี (treatments combination) ได้แก่

- 1) ฉีดพ่นกรดซิลิซิก อัตรา 0 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 1 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก
- 2) ฉีดพ่นกรดซิลิซิก อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 1 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก
- 3) ฉีดพ่นกรดซิลิซิก อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 1 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก
- 4) ฉีดพ่นกรดซิลิซิก อัตรา 150 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 1 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก
- 5) ฉีดพ่นกรดซิลิซิก อัตรา 0 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 2 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก และระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก
- 6) ฉีดพ่นกรดซิลิซิก อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 2 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก และระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก

7) ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 2 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก และระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก

8) ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก อัตรา 150 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 2 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก และระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก

9) ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก อัตรา 0 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 3 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก ระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก และระยะข้าวออกดอก 75 วันหลังงอก

10) ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 3 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก ระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก และระยะข้าวออกดอก 75 วันหลังงอก

11) ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 3 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก ระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก และระยะข้าวออกดอก 75 วันหลังงอก

12) ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก อัตรา 150 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 3 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก ระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก และระยะข้าวออกดอก 75 วันหลังงอก

13) ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก อัตรา 0 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 4 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก ระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก ระยะข้าวออกดอก 75 วันหลังงอก และระยะพัฒนาการของเมล็ด 90 วันหลังงอก

14) ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 4 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก ระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก ระยะข้าวออกดอก 75 วันหลังงอก และระยะพัฒนาการของเมล็ด 90 วันหลังงอก

15) ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 4 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก ระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก ระยะข้าวออกดอก 75 วันหลังงอก และระยะพัฒนาการของเมล็ด 90 วันหลังงอก

16) ฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก อัตรา 150 มล./น้ำ 20 ล. จำนวน 4 ครั้ง ในช่วงระยะข้าวแตกกอ 30 วันหลังงอก ระยะข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน 60 วันหลังงอก ระยะข้าวออก

ดอก 75 วันหลังงอก และระยะพัฒนาการของเมล็ด 90 วันหลังงอก

2. การปลูกและการดูแลรักษา

ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในปลอกซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 ซม. ที่บรรจุดินปลูกที่ผ่านการตากแดดให้แห้งและบดให้ละเอียด ใช้ระยะปลูก 20 x 20 ซม. ปลูกหลุมละ 3-5 เมล็ด หลังจากปลูกรดน้ำให้ชุ่มที่ระดับความจุสนาม (field capacity) หลังจากข้าวงอกอายุ 7 วัน ถอนให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 30 กก./ไร่ เมื่อข้าวอายุได้ 15 วันหลังงอก และใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ เมื่อข้าวอายุได้ 60 วันหลังงอก กำจัดวัชพืชโดยใช้มือถอนอย่างสม่ำเสมอ ในแต่ละกรรมวิธีมีการให้น้ำอย่างเพียงพอ และเมื่อข้าวเริ่มแตกกอรักษาระดับของน้ำให้สูงประมาณ 10 ซม. จนถึงใกล้ระยะเก็บเกี่ยวค่อยลดการให้น้ำ

การฉีดพ่นกรดซัลฟิวริก ฉีดพ่นครั้งแรกเมื่อข้าวอายุได้ 30 หลังจากเมล็ดงอก (ฉีดพ่น 1 ครั้ง) และฉีดพ่นซ้ำอีกครั้งตามอัตราความเข้มข้น และช่วงระยะเวลาในการฉีดพ่นเมื่อข้าวอายุได้ 60, 75 และ 90 วันหลังงอก (ฉีดพ่น 2, 3 และ 4 ครั้ง ตามลำดับ) ตามทริตเมนต์ที่กำหนด ในการฉีดพ่นแต่ละครั้งจะใช้โครงไม้สี่เหลี่ยมที่มีพลาสติกกันสำหรับฉีดพ่นแต่ละทริตเมนต์ เพื่อควบคุมให้ละอองของกรดซัลฟิวริกที่ฉีดพ่นอยู่ในเฉพาะพื้นที่ของทริตเมนต์ที่กำหนด และป้องกันไม่ละอองของกรดซัลฟิวริกไปปะปนกับทริตเมนต์อื่นๆ

3. การเก็บข้อมูล

1) วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) อนุภาคดินร่วน (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) โดยวิธี Pipette method (Drilon, 1980) และสมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) โดยวิธี Kjeldahl method (Black, 1965) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) โดยวิธี Bray II (Drilon, 1980) ปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมที่สกัดได้ (extractable K, Ca) โดยวิธี NH_4OAc and Atomic absorption spectrophotometer (Cottenie, 1980) สภาพความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH (1:2.5 H_2O) โดยวิธี Std. Glass electrode (Black, 1965) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cat ion exchange; CEC) โดยวิธี Peech method และอินทรีย์วัตถุ (organic matter; OM) โดยวิธี Walkley and Black (Black, 1965)

2) ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ประกอบด้วย

- การแตกกอ โดยสุ่มนับจำนวนหน่อต่อกระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังจากเมล็ดงอก จำนวน 10 ต้นต่อหน่วยทดลอง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อกอในแต่ละระยะ

- ความสูง โดยสุ่มวัดความสูงที่ระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังจากเมล็ดงอก ซึ่งในการวัดความสูงจะวัดความสูงจากระดับผิวดินจนถึงปลายสุดของใบ จำนวน 10 ต้นต่อหน่วยทดลอง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยความสูงในแต่ละระยะ

- SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) ซึ่งเป็นการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ทางอ้อม โดยวัดด้วยเครื่อง SPAD chlorophyll meter ช่วงเวลา 09.00-11.00 น. เมื่อข้าวอายุได้ 30, 60 และ 90 วันหลังจากเมล็ดงอก จำนวน 10 ต้นต่อหน่วยทดลอง แล้วคำนวณหาค่า SCMR เฉลี่ยในแต่ละระยะ

3) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ประกอบด้วย

- น้ำหนักเมล็ดต่อต้น โดยชั่งน้ำหนักเมล็ดแห้งทั้งหมดด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วนำมาคำนวณหาน้ำหนักเมล็ดต่อต้น

- น้ำหนัก 1,000 เมล็ด โดยการสุ่มนับเมล็ดข้าวจำนวน 1,000 เมล็ด แล้วนำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง

- จำนวนรวงต่อกอ โดยนับจำนวนรวงข้าวในแต่ละกอทั้งหมดแล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

- จำนวนเมล็ดดีและเมล็ดลีบ โดยสุ่มนับจำนวนเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์และเมล็ดลีบ จำนวน 10 รวงต่อหน่วยทดลองแล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

- น้ำหนักฟางแห้งและน้ำหนักแห้งรวมทั้งหมด เก็บตัวอย่างพืชทั้งต้น ยกเว้นราก เพื่อหาน้ำหนักแห้งของข้าว แล้วนำมาแยกส่วนของฟางข้าว (ลำต้นและใบ) และเมล็ด นำมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง คำนวณหาน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินจากผลรวมของน้ำหนักต้นและใบแห้ง และน้ำหนักเมล็ด

4) ดัชนีเก็บเกี่ยว โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{ดัชนีเก็บเกี่ยว} = \frac{\text{ผลผลิต (น้ำหนักเมล็ด)}}{\text{น้ำหนักแห้ง (เมล็ด + ฟางข้าว)}}$$

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองที่กำหนด และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธี โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) (Gomez and Gomez, 1984) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป MSTAT-C (Bricker, 1989)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินก่อนทำการทดลอง พบว่า ดินที่ใช้ในการทดลองมีอนุภาคดินทราย (sand) อนุภาคดินร่วน (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) เท่ากับ 67.90, 20.50 และ 11.60 % ตามลำดับ เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) มี pH เท่ากับ 6.2 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเท่ากับ 23.21 cmol/kg ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.02 dS/m ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ คือ มีอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 0.14% ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.007% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 15.12, 42.34 และ 130.71 มก./กก. ตามลำดับ

การฉีดพ่นในอัตรา 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 20 ล. มีแนวโน้มทำให้จำนวนหน่อต่อกอที่ระยะ 90 วันหลังงอกมากกว่าไม่ฉีดพ่น (Table 1) รวมทั้งทำให้ค่า SCMR ระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังงอกสูงกว่าการไม่ฉีดพ่นกรดซิลิก เมื่อข้าวอายุได้ 30 วันหลังงอกพบว่าการฉีดพ่นสารทางใบ 3 ครั้งที่ระยะ 30, 60 และ 75 วันหลังงอก และการฉีดพ่น 4 ครั้งที่ระยะ 30, 60, 75 และ 90 วันหลังงอก มีค่า SCMR สูงกว่าการฉีดพ่นทางใบ 2 ครั้ง (30 และ 60 วันหลังงอก) ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 1) และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราในการฉีดพ่นกับจำนวนครั้งและช่วงระยะเวลาของการฉีดพ่นกรดซิลิกทั้งจำนวนหน่อต่อกอ และค่า SCMR ทุกระยะเวลาที่ประเมิน

นอกจากนี้ยังพบว่า การฉีดพ่นในอัตรา 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 20 ล. มีผลทำให้ผลผลิตของข้าวมากกว่าเมื่อเทียบกับการไม่ฉีดพ่นกรดซิลิก (Table 2) คือ 28.84, 26.48 และ 27.36 ก./ต้น ตามลำดับ ขณะที่ผลผลิตข้าวในหริตเมนต์ที่ไม่ฉีดพ่นกรดซิลิกมีค่า เท่ากับ 23.00 ก./ต้น

การฉีดกรดซิลิซิกทั้ง 3 อัตรา ยังมีผลทำให้จำนวนรวงต่อกอ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดมากกว่าไม่ฉีดพ่นกรดซิลิซิก แต่ไม่มีผลทำให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนักฟางแห้ง น้ำหนักแห้งทั้งหมด และดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน การฉีดพ่นกรดซิลิซิกที่ความเข้มข้น 50 และ 100 มล./น้ำ 20 ล. ทำให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงน้อยกว่าการไม่ฉีดพ่น (Table 2) ส่วนการฉีดพ่นกรดซิลิซิกจำนวน 1, 2, 3 และ 4 ครั้งไม่มีผลทำให้จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 1,000

เมล็ด น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟางแห้ง น้ำหนักแห้งทั้งหมด และดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน แต่พบว่าการฉีดพ่นกรดซิลิซิกจำนวน 3 ครั้งมีแนวโน้มให้จำนวนเมล็ดดีต่อรวงต่ำกว่าการฉีดพ่นจำนวน 1 ครั้ง (Table 2) และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราในการฉีดพ่นกับจำนวนครั้งแต่ละช่วงระยะเวลาของการฉีดพ่นกรดซิลิซิกทั้งในลักษณะของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต (Table 2)

Table 1 Effects of silicic acid rates and foliar spray timings on number of tillers per plant and SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) of rice cv. Chai Nat 1 grown in pot experiment during February-August in the 2018.

Treatments	Number of tillers/plant			SPAD chlorophyll meter reading (SCMR)		
	30 DAE	60 DAE	90 DAE	30 DAE	60 DAE	90 DAE
Silicic acid rates (A)						
0 ml (a1)	6.72	9.47	12.25b ^{1/}	27.92b	28.58b	28.49b
50 ml (a2)	6.75	9.90	15.91a	30.38a	30.90a	30.61a
100 ml (a3)	6.95	9.95	16.85a	29.61a	30.49a	30.70a
150 ml (a4)	6.28	9.53	15.00ab	30.04a	30.49a	30.32a
F-test (A)	ns	ns	*	**	**	**
Foliar spray timings (B)						
30 DAE (b1)	6.81	9.81	13.60	29.61ab	29.98	29.84
30, 60 DAE (b2)	6.30	9.38	13.60	28.40b	29.95	29.93
30, 60, 75 DAE (b3)	6.25	9.41	15.76	29.77a	30.12	30.00
30, 60, 75, 90 DAE (b4)	7.33	10.25	15.40	30.16a	30.40	30.35
F-test (B)	ns	ns	ns	**	ns	ns
F-test (A x B)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	21.68	15.96	25.62	4.96	2.87	1.74

^{1/}Means in the same column with the same letter(s) are not significantly different at $P < 0.05$ by DMRT

DAE = days after emergence

ns = non significant

*, ** = significantly different at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively

Table 2 Effects of silicic acid rates and foliar spray timings on number of panicle, filled seed, unfilled seeds, 1,000-seed weight, seed weight, straw dry weight, total dry weight and harvest index of rice cv. Chai Nat 1 grown in pot experiment during February-August in the 2018.

Treatments	Number of panicle/plant	Filled seed (seeds/panicle)	Unfilled seeds (seeds/panicle)	1,000-seed weight (g)	Seed weight (g/plant)	Straw dry weight (g/plant)	Total dry weight (g/plant)	Harvest index
Silicic acid rates (A)								
0 ml (a1)	10.65b ^{1/}	111.06	14.77a	25.23b	23.00b	39.08	62.08	0.37
50 ml (a2)	12.64a	114.56	10.20b	27.94a	28.84a	39.43	68.28	0.42
100 ml (a3)	12.48a	120.43	10.20b	28.02a	26.48a	38.86	65.35	0.40
150 ml (a4)	11.93a	120.43	12.92ab	27.92a	27.36a	39.08	66.44	0.41
F-test (A)	**	ns	*	**	**	ns	ns	ns
Foliar spray timings (B)								
30 DAE (b1)	11.77	122.34	14.60a ^{1/}	27.05	26.18	36.53	62.71	0.41
30, 60 DAE (b2)	11.89	109.86	11.99ab	27.40	25.79	38.06	63.85	0.40
30, 60, 75 DAE (b3)	12.30	118.61	9.97b	27.46	25.79	40.14	66.82	0.40
30, 60, 75, 90 DAE (b4)	11.74	116.09	11.99ab	27.20	27.04	41.73	68.77	0.39
F-test (B)	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
F-test (A x B)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	12.03	17.03	28.98	1.15	15.40	16.97	12.64	12.94

^{1/}Means in the same column with the same letter(s) are not significantly different at $P < 0.05$ by DMRT

DAE = days after emergence

ns = non significant

*, ** = significantly different at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$, respectively

จากการศึกษาในครั้งนี้เห็นได้ว่าการฉีดพ่นกรดซิลิกิกทางใบสามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวได้ โดยเฉพาะในด้านการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสง ซึ่งเห็นได้จากการฉีดพ่นกรดซิลิกิกมีผลทำให้ค่า SCMR เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ฉีดพ่น ในขณะที่การเจริญเติบโตในลักษณะการแตกกอเห็นผลที่ชัดเจนที่ระยะ 90 วันหลังงอก ประกอบกันกับองค์ประกอบผลผลิตในลักษณะจำนวนรวงต่อกอและน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการฉีดพ่นกรดซิลิกิกในอัตรา 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 20 ล. ค่า SCMR เป็นการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ทางอ้อม และมีความสัมพันธ์กันปีที่ 15 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2561

กับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุในใบพืชที่ทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ใบพืชที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงจะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูง ส่วนใบพืชที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบต่ำก็จะมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงต่ำ (Ndjondjop *et al.*, 2012) ซึ่งการฉีดพ่นกรดซิลิกิกมีผลทำให้ค่า SCMR ในใบเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ฉีดพ่น พืชสามารถสังเคราะห์อาหารเพื่อใช้ในการพัฒนาการเจริญเติบโตและผลผลิตได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกรดซิลิกิกเป็นแร่ธาตุอาหารเสริมที่มีซิลิคอน (Si) เป็นองค์ประกอบ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มธาตุเสริมประโยชน์สำหรับพืช กรดซิลิกิกสามารถละลายน้ำได้ ทำให้วารสารเกษตรพระวรุณ 369

พืชสามารถดูดซึมน้ำและกรดซิลิซิกผ่านทางรากเข้าสู่ลำต้น และทางใบได้อย่างรวดเร็ว (Peleg *et al.*, 2010) ซิลิโคน ช่วยทำให้ข้าวแข็งแรง ลำต้นตั้งตรง ป้องกันการหักล้ม ช่วยทำให้ใบตั้งตรงจึงรับแสงได้ดี และเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Epstein and Bloom, 2005)

สำหรับช่วงระยะและจำนวนครั้งที่ฉีดพ่นกรดซิลิซิกในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวอย่างชัดเจน ซึ่งให้เห็นว่าการฉีดพ่นกรดซิลิซิกไม่จำเป็นต้องฉีดหลายครั้ง การฉีดพ่นธาตุซิลิโคนในปริมาณที่ข้าวต้องการอย่างเพียงพอเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรพิจารณาเป็นหลักที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

สรุปผลการวิจัย

การฉีดพ่นกรดซิลิซิกในอัตรา 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 20 ล. มีแนวโน้มทำให้จำนวนหน่อตอกออที่ระยะ 90 วันหลังงอกค่อนข้างสูงกว่าการไม่ฉีดพ่นกรดซิลิซิก และการฉีดพ่นกรดซิลิซิกในอัตรา 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 20 ล. มีผลทำให้ค่า SCMR ที่ระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังงอกสูงกว่าไม่ฉีดพ่น นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนรวงตอกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดที่ฉีดพ่นกรดซิลิซิกในอัตรา

ดังกล่าวมีค่าสูงกว่าการไม่ฉีดพ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ช่วงระยะและจำนวนครั้งในการฉีดพ่นไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวอย่างชัดเจน และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอัตราในการฉีดพ่นกับจำนวนครั้งและช่วงระยะเวลาของการฉีดพ่นกรดซิลิซิกทั้งในลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตข้าว ซึ่งให้เห็นว่าการฉีดพ่นกรดซิลิซิกไม่จำเป็นต้องฉีดหลายครั้ง ดังนั้นการฉีดพ่นธาตุซิลิโคนในปริมาณที่ข้าวต้องการอย่างเพียงพอเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรพิจารณาเป็นหลักที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท อะโกรไบโอเมท จำกัด เป็นอย่างยิ่งที่สนับสนุนงบประมาณการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และอุปกรณ์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในงานทดลอง และขอบคุณนักศึกษาที่ช่วยเหลือในการเตรียมงานทดลองและเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

References

- Ando, H., Kakuda, K., Fujii, H., Suzuki, K., and Ajika, T. 2002. Growth and canopy structure of rice plant grown under field conditions as affected by Si application. *Soil Science and Plant Nutrition*. 48 : 341-345.
- Black, C. A. 1965. Method of soil analysis Part 2. Agronomy 9. Wisconsin : American Society of Agronomy.
- Bricker, A. A. 1989. MSTAT-C user's guide. Michigan : Michigan State University.
- Cai, K., Gao, D., Luo, S., Zeng, R., Yang, J., and Zhu, X. 2008. Physiological and cytological mechanisms of silicon-induced resistance in rice against blast disease. *Physiologia Plantarum*. 134 : 324-333.
- Cottenie, A. 1980. Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendation. Rome : FAO.
- Drilon, J. R. 1980. Standard methods of Analysis for Soil, Plant, Water and Fertilizer. Los Baños, Laguna, Philippines.
- Epstein, E., and Bloom, A. J. 2005. Mineral nutrition of plant: Principle and perspectives. Massachusetts : Sinauer Association, Inc. Publishers.
- Gill, M.A., R.M. Irfan and M.A. Maqsood. 2007. Silicon requirement of coarse and fine varieties of rice. *J. Plant Nutr.* 30: 163-170.
- Gomez, K. A., and Gomez, A. A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. New York : John Wiley & Sons.
- Inanaga, S., Higuchi, Y., and Chisaki, N. 2002. Effect of silicon application on reproductive growth of rice plant. *Soil Science and Plant Nutrition*. 48 : 341-345.
- Ma, J. F., Nishimura, K., and Takahashi, E. 1989. Effect of silicon on growth of rice plant at different growth stage. *Soil Science and Plant Nutrition*. 35 : 347-365.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd edition. London : Academic Press.
- Ndjiondjop, M. N., Futukulchi, K., Cisse, F., Baimey, H., and Bocco, R. 2012. Field evaluation of rice genotypes from the two cultivated species (*Oryza sativa* L. and *Oryza glaberrima* Steud.) and their interspecific for tolerance to drought. *Crop Science*. 52 : 524-538.
- Osotspa, Y. 2015. Plant nutrients. Bangkok : Kasetsart University Publication.
- Peleg, Z., Saranga, Y., Fahima, T., Aharoni, A., and Elbaum, R. 2010. Genetic control over silica deposition in wheat awns. *Physiologia Plantarum*. 140 : 10-20.
- Snyder, G. H., Matichenkov, V. V. and Datnoff, L. E. 2007. Handbook of plant nutrition. New York. : CRC Press.