

ผลของซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์และความเค็มต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์

Effects of Silicon from Cement Industry and Salinity on Growth, Yield and Its Physiological Changes of Hom Thammasat Rice Variety

สมชาย ชดตระการ และพฤกษ์ ชุติมานุกุล*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Somchai Chakhatrakan and Preuk Chutimanukul*

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,
Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Received: April 5, 2019; Accepted: April 24, 2019

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์และความเค็มต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปริมาณซิลิกอนที่ได้จากอุตสาหกรรมซีเมนต์ 5 อัตรา ได้แก่ 0, 200, 400, 600 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ และปัจจัยที่ 2 คือ ความเข้มข้นของ NaCl 4 ระดับ 0, 25, 50 และ 100 มิลลิโมลต่อลิตร จากผลการทดลองพบว่าระดับความเข้มข้นของ NaCl ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลด้านการเจริญเติบโต (ความสูง จำนวนต้นตอกอ น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งลำต้น) ด้านสรีรวิทยา (อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง อัตราการคายน้ำ และการเปิดปิดของปากใบ) และด้านผลผลิต (จำนวนเมล็ดดี จำนวนเมล็ดลีบ และปริมาณผลผลิตต่อต้น) มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณซิลิกอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อการเจริญเติบโต (ความสูง จำนวนต้นตอกอ น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งลำต้น) อย่างไรก็ตาม ปริมาณซิลิกอน 400 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้เพิ่มจำนวนเมล็ดดีมากที่สุด และลดจำนวนเมล็ดลีบมีน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ : การเจริญเติบโต; ข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์; การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา; ความเค็ม; ซิลิกอน; ผลผลิต

Abstract

The study on effect of silicon from cement industry and salinity applied into soil on growth and yield of Hom Thammasat rice variety was conducted in Factorial in CRD. The study factors were (1) level of silicon from cement industry consisting of 5 levels; 0, 200, 400, 600 and 800 kg/rai and (2) different levels of NaCl concentration consisting of 4 levels; 0, 25, 50 and 100 mmol/L. From the experiment, the results found that the increased level of Na concentration affected the plant growth (plant height, tiller number, root dry weight and shoot dry weight), the physiological response (photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance) and the productivity (filled seed, unfilled seed and seed yield per plant) to be decreased significantly. In addition, it was also found that the levels of silicon concentration showed no significant effect on the plant growth (plant height, tiller number, root dry weight and shoot dry weight). However, the level of silicon at 400 kg/rai increased the number of filled seed and decreased the number of unfilled seed significantly.

Keywords: growth; Hom Thammasat rice variety; physiological change; salinity; silicon; yield

1. คำนำ

ปัจจุบันพื้นที่นาในเขตร้อนและกึ่งร้อน 1,200 ไร่ ประสบปัญหาดินเค็ม (soil salinity) ซึ่งพื้นที่ในประเทศไทยที่ประสบปัญหาดินเค็มมากที่สุด คือ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีพื้นที่เป็นดินเค็ม 1 ใน 3 ของพื้นที่ทั้งหมด คิดเป็น 17.8 ล้านไร่ (อรุณี, 2546) โดยพื้นที่ที่ประสบปัญหาดินเค็มส่วนใหญ่เป็นนาข้าว ส่งผลให้ต้นข้าวเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ การแตกกอลดลง ระยะติดเมล็ดมีเมล็ดลีบมากทำให้ผลผลิตข้าวลดลง (พิชัย, 2540) ซึ่งดินเค็มมีสาเหตุมาจากการไหลบ่าของน้ำทะเลเข้ามายังพื้นที่ปลูกข้าวหรืออาจเกิดจากการระเหยของน้ำที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบที่ระดับผิวดิน ทำให้มีการสะสมเกลือในดินอยู่มากจนเกิดปัญหาดินเค็มขึ้น (อรอนงค์, 2547) จากการศึกษาของ Dongsansuk และคณะ (2013) พบว่าความเค็มทำให้พืชแคระแกร็น การขยายพื้นที่ใบลดลง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก ลำต้น และใบลดลง จากผลกระทบข้างต้นจึงมีการนำซิลิกอนที่เหลือจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ที่มีซิลิกอนเป็นองค์ประกอบมาใช้ เพื่อบรรเทาผลกระทบของความเค็มต่อพืช โดย

Epstein (1999) รายงานว่าซิลิกอนช่วยบรรเทาความเครียดเนื่องจากความเค็มได้หลายวิธี เช่น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมโพแทสเซียมและโซเดียมของต้นพืชให้อยู่ในสภาพปกติ

การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาปริมาณซิลิกอนและความเค็มที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ที่มีต่อการตอบสนองต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 5x4 factorial in CRD จำนวน 12 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กระถาง กระถางละ 1 ต้น ประกอบด้วย 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 คือ ปริมาณซิลิกอนที่แตกต่างกัน 5 อัตรา ได้แก่ 0, 200, 400, 600 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ (0, 3.20, 6.40, 9.60 และ 12.80 กรัมต่อกระถาง) และปัจจัยที่ 2 คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่แตกต่างกัน 4 อัตรา ได้แก่ 0, 25, 50 และ 100

มิลลิโมลต่อลิตร

2.2 การเตรียมการปลูกและการดูแลรักษา

การเพาะกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมชาติในถาดหลุมเพาะกล้า ขนาด 2.4x2.4x4.0 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x สูง) โดยใช้วัสดุเพาะกล้าคือ ดินที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้เม็ดดินขนาดเล็กพอเหมาะ จากนั้นเพาะเมล็ดหลุมละ 1 เมล็ด เมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน จึงย้ายปลูกลงในกระถางพลาสติก ก้นทึบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 เซนติเมตร (กระถางขนาด 10 นิ้ว) ที่บรรจุดินกระถางละ 5 กิโลกรัม กระถางละ 1 ต้น รดน้ำ 3 ระยะ ได้แก่ ระยะแรก หลังจากย้ายกล้าแล้วรดน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ระยะที่สอง หลังจากรดน้ำครบ 1 สัปดาห์ จึงเปลี่ยนมารดด้วยสารละลายเกลือ (NaCl) ที่ความเข้มข้น 0, 25, 50 และ 100 มิลลิโมลต่อลิตร ตามที่กำหนดในแต่ละสิ่งทดลอง โดยรดด้วยสารละลายเกลือ 2 วันต่อครั้ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และระยะที่สาม รดน้ำตามปกติจนกระทั่งเก็บผลผลิต (เก็บผลผลิตเมื่อต้นข้าวอายุประมาณ 95 วันหลังย้ายกล้า) ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ในระยะต้นกล้า (ต้นข้าวอายุ 10 วันหลังย้ายกล้า) โดยใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (0.4 กรัมต่อกระถาง) ครั้งที่ 2 คือระยะก่อนเกิดช่อดอก (ต้นข้าวอายุ 42 วันหลังย้ายกล้า) โดยใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ (0.16 กรัมต่อกระถาง) ฉีดพ่นสารสกัดธรรมชาติเพื่อกำจัดโรคและแมลงที่เข้าทำลายในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต

2.3 การบันทึกข้อมูล

2.2.1 บันทึกการเจริญเติบโตระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนต้นตอก น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งลำต้น โดยที่น้ำหนักแห้งจะอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งจะคงที่

2.2.2 บันทึกอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง อัตราการคายน้ำ และอัตราการเปิดปิดของปากใบ ด้วยเครื่อง portable photosynthesis system (LI-6400, Li-cor, USA) เมื่อข้าวอายุ 70 วันหลังปลูก (ระยะตั้งท้อง) วัดกลางใบของใบที่มีการพัฒนามากที่สุด (ใบที่ 2 ของข้าว) (Zhang *et al.*, 2017)

2.2.3 บันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และปริมาณผลผลิตต่อต้น

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนตามวิธี 5x4 factorial in CRD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม SPSS

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 การเจริญเติบโต

การศึกษาการปลูกข้าวพันธุ์หอมธรรมชาติในสภาพความเค็มร่วมกับการใส่ซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ในอัตราต่าง ๆ พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิลิกอนและระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ทั้งในด้านความสูงต้น ด้านจำนวนต้นตอก ด้านน้ำหนักแห้งราก และด้านน้ำหนักแห้งลำต้น (Table 1) โดยที่ปริมาณซิลิกอนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสูงต้นมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยการใส่ซิลิกอนที่ปริมาณ 200 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ข้าวมีความสูงต้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับซิลิกอนที่ปริมาณอื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่และที่ปริมาณ 800 กิโลกรัมต่อไร่

เมื่อพิจารณาที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) พบว่าระดับความเข้มข้นของ NaCl ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสูงต้นของข้าวพันธุ์หอมธรรมชาติลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น NaCl ที่ 100 มิลลิโมลต่อลิตร ส่งผลให้ต้นข้าวมีความสูงน้อยที่สุด (Table 1) ด้านจำนวนต้นต่อกอพบว่าซิลิกอนไม่มีผลต่อจำนวนต้นต่อกอของข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ ขณะที่เมื่อพิจารณาที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl พบว่าระดับความเข้มข้นของ NaCl ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้จำนวนต้นต่อกอของข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) ด้านน้ำหนักแห้งรากพบว่าซิลิกอนไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์

ขณะที่เมื่อพิจารณาที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl พบว่าระดับความเข้มข้นของ NaCl ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) และด้านน้ำหนักแห้งลำต้นพบว่าปริมาณซิลิกอนไม่มีผลต่อลักษณะดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่เมื่อพิจารณาที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl พบว่าระดับความเข้มข้นของ NaCl ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักแห้งลำต้นของข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

Table 1 Growth characteristics of Hom Thammasat rice variety under different silicon and salinity levels.

Factors	Height (cm)	Tiller number	Root DW (g)	Shoot DW (g)
Silicon level (kg/rai) (A)				
0	85.12±11.14 ^{a 1/}	6.43±2.61	5.24±4.59	15.42±9.16
200	85.40± 9.29 ^a	6.14±2.73	5.35±4.33	15.23±8.67
400	81.69±13.68 ^b	5.76±2.79	4.90±4.47	14.32±9.66
600	81.31±11.38 ^b	6.32±2.95	4.99±4.48	16.04±10.38
800	84.30±12.26 ^{ab}	5.68±2.01	4.84±3.58	15.81±8.28
NaCl concentration (mmol/l) (B)				
0	96.46±4.35 ^{a 2/}	9.62±1.36 ^a	11.09±1.16 ^a	15.81±8.28 ^a
25	87.38±3.79 ^b	6.30±1.09 ^b	5.71±1.15 ^b	18.39±1.83 ^b
50	81.41±4.09 ^c	4.81±0.71 ^c	2.54±0.74 ^c	12.06±2.50 ^c
100	65.93±3.54 ^d	3.07±0.58 ^d	0.28±0.14 ^d	2.61±1.02 ^d
A	*	ns	ns	ns
B	**	**	**	**
A*B	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.53	15.22	16.92	14.83

*There were statistically significant differences at 95%; ns = Not significant; ^{1/}Means within a column under silicon level, means followed by a same letter are not statistically significant differences at 95 % level by DMRT; ^{2/}Means within a column under NaCl concentration, means followed by a same letter are not statistically significant differences at 95 % level by DMRT.

Table 2 Photosynthetic rate, respiration rate and stomatal conductance of Hom Thammasat rice variety under different silicon and salinity levels.

Factors	Photosynthetic rate ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)	Respiration rate ($\text{mmol}/\text{m}^2\text{s}$)	Stomatal conductance ($\text{mmol}/\text{m}^2\text{s}$)
Silicon level (kg/rai) (A)			
0	12.82±6.48 ^{1/}	2.04±1.15 ^a	0.04±0.02
200	14.09±4.05	1.92±0.65 ^b	0.04±0.01
400	12.83±6.57	1.86±1.06 ^b	0.03±0.02
600	12.72±5.02	1.97±0.89 ^{ab}	0.04±0.02
800	13.19±5.09	2.23±0.95 ^a	0.04±0.02
NaCl concentration (mmol/l) (B)			
0	16.74±2.26 ^{a 2/}	2.64±0.41 ^a	0.05±0.01 ^a
25	16.39±2.42 ^a	2.49±0.36 ^a	0.05±0.01 ^a
50	13.81±1.93 ^b	2.25±0.26 ^b	0.04±0.01 ^b
100	4.83±2.58 ^c	0.47±0.35 ^c	0.01±0.01 ^c
A	ns	ns	ns
B	**	**	**
A*B	ns	ns	ns
C.V. (%)	17.10	15.29	17.20

*There were statistically significant differences at 95%; ns = Not significant; 1/Means within a column under silicon level, means followed by a same letter are not statistically significant differences at 95 % level by DMRT; 2/Means within a column under NaCl concentration, means followed by a same letter are not statistically significant differences at 95 % level by DMRT.

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Epstein (1999) ที่พบว่าซิลิกอนช่วยบรรเทาความเครียดจากความเค็ม เนื่องจากซิลิกอนทำให้กิจกรรมของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชสูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยปรับสภาพการดูดโซเดียมและโพแทสเซียม โดยช่วยให้พืชสามารถดูดโพแทสเซียมได้เพิ่มขึ้น จึงทำให้การเจริญเติบโตของพืชเพิ่มขึ้น ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ น้ำหนักแห้ง ราก และน้ำหนักแห้งลำต้นลดลง (Table 1)

เนื่องจากภายใต้สภาพความเค็ม พืชจะมีอาการขาดน้ำ เพราะในดินเค็มมีเกลือเป็นองค์ประกอบมาก ทำให้ดินมีแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) เพิ่มขึ้น ขณะที่ความต่างศักย์ของน้ำ (water potential) ลดลง โดยเมื่อความต่างศักย์ของน้ำในดินต่ำกว่าในรากจะทำให้พืชนำน้ำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของพืชต่ำลง และเกิดความไม่สมดุลของน้ำและไอออนภายในเซลล์จนเกิดการสะสมไอออนบางชนิดมากเกินไป ความต้องการ ทำให้ขัดขวางการดูดซึมธาตุ

แคลเซียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียม (Hanson *et al.*, 1994) ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง

อย่างไรก็ตาม การศึกษาของเวรนี และคณะ (2562) พบว่าการใช้ซิลิกอนที่ปริมาณ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น น้ำหนักแห้งรากและลำต้น และจำนวนต้นตอก เพิ่มขึ้นในข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ภายใต้ระดับการให้น้ำที่แตกต่างกัน

3.2 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง อัตราการคายน้ำ และอัตราการเปิดปิดของปากใบ

การทดลองพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซิลิกอนและระดับของ NaCl ซึ่งความเข้มข้นของ NaCl มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง อัตราการคายน้ำ และอัตราการเปิดปิดของปากใบอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ลักษณะดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง (Table 2)

การศึกษาของ Cha-umi และคณะ (2009) พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ในใบข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากได้รับความเครียดจากความเค็ม โดยมีรายงานว่าความเครียดจากความเค็มระดับรุนแรง ทำให้การทำงานของระบบแสง II และอัตราส่วน K^+/Na^+ ลดลง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาที่ปริมาณซิลิกอนพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการคายน้ำเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่เมื่อปริมาณซิลิกอนเพิ่มขึ้นเป็น 600 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ลักษณะดังกล่าวมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกับการไม่ใส่ซิลิกอน

การศึกษาของ Tuna และคณะ (2008) พบว่าการเติมซิลิกอนร่วมกับการปลูกข้าวสาเลในสภาพดินเค็มช่วยรักษาระดับคลอโรฟิลล์ในต้นพืชได้อย่างสมบูรณ์ และการเติมซิลิกอนในปริมาณที่เหมาะสมทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าในสภาวะ

ควบคุม นอกจากนี้ในข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เมื่อใช้ซิลิกอน 300 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้อัตราการการคายน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ซิลิกอน (เวรนี, 2562)

3.3 องค์ประกอบของผลผลิต

การทดลองพบว่าความเข้มข้นของ NaCl มีผลต่อองค์ประกอบของผลผลิต (จำนวนเมล็ดดีต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง และปริมาณผลผลิตต่อต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) โดยพบว่าระดับความเข้มข้นของ NaCl ที่ 100 มิลลิโมลต่อลิตร ส่งผลให้จำนวนเมล็ดดีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น ๆ ในขณะเดียวกันที่ความเข้มข้นของ NaCl 100 มิลลิโมลต่อลิตร พบว่าจำนวนเมล็ดลีบมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl ที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณผลผลิตต่อต้นลดลงตามลำดับ

สอดคล้องกับ Khatun และ Flowers (1995) ที่รายงานว่าองค์ประกอบผลผลิต เช่น ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีจำนวนลดลง เมื่อได้รับผลกระทบจากความเครียดจากความเค็มที่มากขึ้น สำหรับปริมาณซิลิกอนที่แตกต่างกัน พบว่าซิลิกอนปริมาณ 400 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้จำนวนเมล็ดดีมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด และจำนวนเมล็ดลีบลดลงต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ด้านปริมาณผลผลิตต่อต้นไม่มีความแตกต่างกัน

เช่นเดียวกันกับการศึกษาของเวรนี และคณะ (2562) ที่พบว่าจำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด และปริมาณผลผลิตต่อต้นเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ซิลิกอน นอกจากนี้จากการศึกษาของ Inanaga และคณะ (2002) ที่รายงานว่าการขาดซิลิกอนในระยะเจริญพันธุ์ของข้าว ทำให้การเจริญของดอกล่าช้าและเพิ่ม

Table 3 Percentage of filled seed, unfilled seed and seed yield per plant of Hom Thammasat rice variety under different silicon and salinity levels.

Factors	Filled seed (%)	Unfilled seed (%)	Seed yield per plant (%)
Silicon level (kg/rai) (A)			
0	65.51±23.64 ^{b 1/}	40.62±29.38 ^b	17.89±11.88
200	67.07±29.14 ^b	32.93±29.14 ^c	18.40±14.65
400	72.36±21.34 ^a	27.64±21.34 ^d	20.24±14.68
600	60.05±32.48 ^c	39.95±32.48 ^b	18.14±12.46
800	53.37±32.80 ^d	46.63±32.80 ^a	16.89±14.34
NaCl concentration (mmol/l) (B)			
0	77.80± 5.41 ^{a 2/}	22.04±5.36 ^b	35.96±5.12 ^a
25	75.86± 3.96 ^a	24.14±3.96 ^b	24.42±4.39 ^b
50	74.68± 9.03 ^a	25.32±9.03 ^b	13.38±3.89 ^c
100	5.60±6.25 ^b	94.40±5.94 ^a	0.23±0.38 ^d
A	**	**	ns
B	**	**	**
A*B	ns	ns	ns
C.V. (%)	8.34	13.70	19.53

*There were statistically significant differences at 95%; ns = Not significant; 1/Means within a column under silicon level, means followed by a same letter are not statistically significant differences at 95 % level by DMRT; 2/Means within a column under NaCl concentration, means followed by a same letter are not statistically significant differences at 95 % level by DMRT.

จำนวนเมล็ดลีบ เนื่องจากเมล็ดมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตน้อย และเกิดการแบ่งเซลล์น้อย จึงทำให้เมล็ดที่ได้มีลักษณะไม่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามควรได้รับปริมาณซิลิกอนอย่างเหมาะสมด้วยเช่นเดียวกัน

4. สรุปผลการทดลอง

ระดับความเข้มข้นของ NaCl ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลทางด้านการเจริญเติบโต (ความสูง จำนวนต้นตอกอ น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งลำต้น) ด้านสรีรวิทยา (อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง อัตราการ

คายน้ำ และการเปิดปิดของปากใบ) และด้านผลผลิต (จำนวนเมล็ดดี จำนวนเมล็ดลีบ และปริมาณผลผลิตต่อต้น) มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณซิลิกอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อการเจริญเติบโต (ความสูง จำนวนต้นตอกอ น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งลำต้น) อย่างไรก็ตาม ปริมาณซิลิกอน 400 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้มีจำนวนเมล็ดดีมากที่สุดเพิ่มขึ้น และมีจำนวนเมล็ดลีบน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ภายใต้ทุนวิจัยทั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2561 ตามสัญญาเลขที่ ทป 2/21/2561 ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่เอื้อเพื่อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย และขอขอบคุณบริษัท Taiheiyo Cement Corporation Co., Ltd., Japan ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลและวัสดุอุปกรณ์

6. รายการอ้างอิง

พิชัย วิชัยดิษฐ์, 2540, การอ่านและการใช้แผนที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม, กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ, 174-176 น.

เวรณี วัฒนเดชเสรี, สมชาย ชคตระการ, พักตร์เพ็ญภูมิพันธ์ และพฤกษ์ ชูติมานุกุล, 2562, ผลของซิลิกอนจากอุตสาหกรรมซีเมนต์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ภายใต้ระดับการให้น้ำที่แตกต่างกัน, Thai J. Sci. Technol. 8(1): 31-42.

อรุณี ยูวะนิยม, 2546, การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม, เอกสารวิชาการ, กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเค็ม สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ 101 น.

อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547, ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, พิมพ์ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 366 น.

Cha-umi, S., Supaibulwattana, K. and Kirdmanee, C., 2009, Comparative effects of salt stress and extreme pH stress combined on glycinebetaine accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of two rice genotypes, Rice Science. 16: 274-282.

Dongsansuk, A., Lontom, W., Wannapat, S. and Theerakulpisut, P., 2013, The performance of PSII efficiency and growth response to salt stress in three rice varieties differing in salt tolerance, Agric. Sci. J. 44: 639-647.

Epstein, E. , 1999, Silicon, Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 50: 641-664.

Hanson, A.D., Rathinnasabapathi, B., Rivoal, J., Burnet, M. , Dillon, M. O. and Gage, D. A., 1994, Osmoprotective compounds in the Plumbaginaceae: A natural experiment in metabolic engineering of stress tolerance, Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 91: 306-310.

Inanaga, S., Higuchi, Y. and Chishaki, N., 2002, Effect of silicon application on reproductive growth of rice plant, Soil Sci. Nutr. 48: 341-345.

Khatun, S. and Flowers, T. J., 1995, Effects of salinity on seed set in rice, Plant Cell Environ. 18, 61-67.

Tuna, A.L., Kaya, C., Higgs, D., Murillo-Amador, B., Aydemir, S. and Girgin, A. R., 2008, Silicon improves salinity tolerance in wheat plants, Environ. Exp. Bot. 62: 10-16.