

ผลของแคลเซียมซิลิเกตที่มีต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว

พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

The Effect of Calcium Silicate on Seed Germination and Seedling Growth

of Khao Dawk Mali 105 Rice

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย (Sippawit Punyatuy)* ดร.ธงชัย มาลา (Dr.Thongchai Mala)**

ดร.ศุภชัย อัมภา (Dr.Suphachai Amkha)***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลจากปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตที่เหมาะสมในการเตรียมเมล็ดพันธุ์ และต้นกล้าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ 1) อัตราปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตที่เหมาะสมในการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว พบว่า สารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตที่ความเข้มข้น 7 g/l ส่งเสริมให้ระยะเวลาในการเกิดรากของเมล็ดข้าวเร็วกว่าค่ารับการทดลองอื่น 2) อัตราปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตที่เหมาะสมในระยะต้นกล้า พบว่าปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตไม่ทำให้ความสูงและจำนวนใบเพิ่มขึ้น แต่การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกต ร่วมกับการให้ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตในอัตรา 15 kg/rai ส่งเสริมให้ต้นกล้ามีปริมาณน้ำหนักแห้งสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการเตรียมเมล็ดพันธุ์ด้วยสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกต และการให้ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตในอัตราที่สูงขึ้น มีแนวโน้มให้มีปริมาณซิลิกอนในต้นกล้าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the appropriate amount of calcium silicate used as priming agent and soil application of Khao Dawk Mali 105 rice. There were two experiments; 1) the rate of calcium silicate for the rice seed priming. The result showed that calcium silicate of 7 g/l promoted seedling emergence faster than those of other treatments. 2) The appropriated rate of calcium silicate for enhancing growth of seedlings. The result showed that calcium silicate did not promote the number of leaf and height of seedling. However, seed priming with calcium silicate and appropriation of calcium silicate at 15 kg/rai promoted higher of dry weight than others. The rice seedling primed with calcium silicate and applied with higher rate of calcium silicate tended to have higher amount of silicon content.

คำสำคัญ: ข้าว แคลเซียมซิลิเกต

Key Words: Rice, Calcium Silicate

* นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

*** อาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

บทนำ

การกระตุ้นการงอกเมล็ด (Seed priming) คือเทคนิคในการเตรียมความพร้อมให้กับเมล็ดพันธุ์ก่อนที่จะนำไปปลูก โดยการแช่เมล็ดในน้ำหรือสารเคมีบางชนิด ที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมและนำเมล็ดที่ผ่านการกระตุ้นการงอกไปเพาะจะทำให้เมล็ดงอกได้เร็วและสม่ำเสมอ (McDonal, 1999) ก่อนที่รากพืชจะแทงทะลุออกมาออกเปลือกเมล็ดจะต้องนำเมล็ดมาลดความชื้นจนมีค่าเท่ากับความชื้นเริ่มต้น (Huang et al., 2002) โดยการลดความชื้น (dehydration) ของเมล็ดจะช่วยในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นนี้ได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งและเมล็ดจะยังคงความมีชีวิตเมื่อนำไปปลูกเมล็ดพันธุ์ก็จะงอกได้ดีและสม่ำเสมอ (Taylor et al., 1998) นอกจากนี้ผลของการแช่เมล็ดข้าวมีมากขึ้นเมื่อการแช่เมล็ดนานจนถึง 6 ชั่วโมง แต่การแช่เมล็ดนาน 8 ชั่วโมง ทำให้การเจริญเติบโตของยอดและรากลดลง แม้เปอร์เซ็นต์ความงอกคงที่ก็ตาม (Basu and Pal, 1979)

แคลเซียมเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อเสถียรภาพของเยื่อและบูรณภาพของเซลล์ (cell integrity) เมื่อเนื้อเยื่อพืชขาดธาตุแคลเซียมรุนแรงจนโครงสร้างของเยื่อเสื่อมสลาย จะมีสารต่างๆ ที่มีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าไหลออกมาจากเซลล์ และเซลล์ก็ไม่สามารถจัดแบ่งสารต่างๆ ไว้เป็นสัดส่วนได้อย่างเหมาะสม (Hirschi, 2004) จึงอาจส่งผลให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ลดลง รวมทั้งแคลเซียมมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายแป้งจากแหล่งสะสมไปยังส่วนอื่นของพืช นอกจากนี้ยังช่วยย่อยแป้งในเอนโดสเปิร์มของเมล็ดให้มีโมเลกุลเล็กลงสำหรับใช้ในกระบวนการงอกของเมล็ด (Hanson, 1984)

ซิลิโคนจัดเป็นธาตุที่มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ (beneficial element) ต่อข้าวมาก (Takahashi et al., 1990) ข้าวเป็นพืชที่มีซิลิโคนเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูงโดยเฉลี่ยในส่วนของรากต้น กาบใบ ใบ และเปลือกเมล็ดข้าว (แกลบ) มีซิลิโคนประมาณ 0.9, 2.4, 4.7, 5.6 และ 7.1 % ตามลำดับ

(Yoshida, 1975) โดยซิลิโคนจะส่งเสริมให้ต้นข้าวแข็งแรง ไม่ล้มง่าย เพิ่มความต้านทานต่อโรคและแมลงทำให้ใบข้าวตั้งตรง และมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ซิลิโคนยังช่วยลดการคายน้ำของข้าวและส่งเสริมให้ข้าวมีความต้านทานต่อพิษจากอะลูมิเนียม แมงกานีส เหล็กและแคดเมียม (Takahashi, 1968) การเตรียมต้นกล้าข้าวให้ได้ต้นที่แข็งแรง เมื่อนำไปปักดำก็จะได้ข้าวที่เจริญเติบโตได้รวดเร็ว และมีโอกาสให้ผลผลิตสูง ต้นกล้าที่แข็งแรงดีต้องมีการเจริญเติบโตและความสูงสม่ำเสมอทั้งแปลง ไม่มีโรคและแมลงทำลาย (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) ซิลิโคนจึงมีความสำคัญทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์ และการเพิ่มศักยภาพในการผลิตของระบบการปลูกข้าว โดยในประเทศไทยยังมีข้อมูลที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยซิลิโคนไม่มากนัก ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีประโยชน์อย่างมากในแง่ของการเลือกใช้น้ำปุ๋ยซิลิโคนกับต้นกล้าในนาข้าวให้เกิดประสิทธิภาพสูงกับระบบการปลูกข้าวในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาอัตราปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตที่เหมาะสมในการเตรียมเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูก และต้นกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยการใช้น้ำปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตทางดิน

วิธีการวิจัย

การศึกษาผลของแคลเซียมซิลิเกตที่มีต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทำการทดลองในช่วงเดือนธันวาคม 2556 – 31 พฤษภาคม 2557 ณ โรงเรียนภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยมีลำดับการศึกษาดังนี้

- 1) อัตราปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตที่เหมาะสมในการเตรียมเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design, CRD จำนวน 11 ดำรับการทดลอง 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้แต่ละดำรับการทดลองมีความเข้มข้นของสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตสำหรับการแช่เมล็ดข้าวก่อนปลูก 11 ระดับคือ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 กรัมต่อลิตร

การเตรียมเมล็ดพันธุ์ แช่เมล็ดข้าวลงไปใ้ในภาชนะซึ่งบรรจุสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตที่มีความเข้มข้นในระดับต่างๆ แช่เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดที่ผ่าน priming มาลดความชื้นเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และนำเมล็ดมาทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดแบบ BP (Between paper) ด้วยวิธีการของ ISTA (2013) ในสภาพห้องปฏิบัติการ เก็บข้อมูลค่าดัชนีการงอก (Germination Index, GI; ISTA, 2013) ความงอกมาตรฐาน (Germination percentage, GP; ISTA, 2013) และระยะเวลาในการเกิดราก (Day to emergence, DTE; Dhillon, 1995) จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลตามวิธีการของ Duncan's new multiple range test

2) อัตราปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตที่เหมาะสมใน ระยะต้นกล้าโดยการให้ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตทางดิน

วางแผนการทดลองแบบ 2x6 Factorial in CRD จำนวน 12 ดำรับการทดลอง 4 ซ้ำ โดยใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพืชทดสอบ และใช้ชุดดินบางเลนเป็นดินทดสอบ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกคือ การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว (แช่ด้วยน้ำเปล่า 6 ชั่วโมง และเมล็ดพันธุ์ข้าวที่แช่ด้วยสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร และปัจจัยที่สองคือ ระดับของปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตที่ให้ทางดินมี 6 ระดับ ได้แก่ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 กิโลกรัมต่อไร่ (Dobermann and Fairhurst, 2000)

โดยชั่งดิน 150 กรัม ใส่ในกระถางขนาด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร และใส่ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตในระดับต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นจึงหยอดเมล็ดข้าวจำนวน 10 เมล็ดต่อกระถาง เมื่อต้นกล้าอายุ 28 วัน เก็บ

ข้อมูลความสูง จำนวนใบ น้ำหนักแห้ง และวิเคราะห์การสะสมซิติคอนในต้นกล้า (Nayer et al., 1975) จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลตามวิธีการของ Duncan's new multiple range test

ผลการวิจัย

1) อัตราปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตที่เหมาะสมในการเตรียมเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการงอก และความงอกมาตรฐานเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์ ในแต่ละดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการเกิดรากโดยเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์ ในแต่ละดำรับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ตารางที่ 1) โดยระยะเวลาในการเกิดรากโดยเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์ในแต่ละดำรับการทดลองอยู่ในช่วง 3.23 – 5.50 วัน โดยดำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต ใช้ระยะเวลาในการเกิดรากของเมล็ดพันธุ์นานที่สุด และดำรับการทดลองที่เตรียมเมล็ดพันธุ์โดยการแช่ในสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต 7 กรัมต่อลิตร ทำให้ระยะเวลาในการเกิดรากของเมล็ดพันธุ์น้อยที่สุด หมายถึงงอกได้เร็วที่สุด

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีการงอก (GI) ความงอกมาตรฐาน (GP) และระยะเวลาในการเกิดราก (DTE) ของเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการเตรียมเมล็ดโดยวิธีการแช่เมล็ด

ความเข้มข้นของ แคลเซียมซิติเกต (กรัมต่อลิตร)	ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105		
	GI	GP (%)	DTE (วัน)
0	6.14	86	5.50 a ¹
1	6.10	85	4.02 b
2	5.93	83	3.90 b
3	6.50	91	4.14 b
4	6.28	88	4.13 b
5	6.15	86	4.04 b
6	6.12	85	4.24 b

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีการงอก (GI) ความงอกมาตรฐาน (GP) และระยะเวลาในการเกิดราก (DTE) ของเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการเตรียมเมล็ดโดยวิธีการแช่เมล็ด (ต่อ)

ความเข้มข้นของแคลเซียมซิติเกต (กรัมต่อลิตร)	ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105		
	GI	GP (%)	DTE (วัน)
7	6.00	84	3.23 c
8	6.17	86	3.90 b
9	6.00	84	3.39 c
10	6.14	86	4.05 b
F-test	ns	ns	**
%CV	4.22	4.17	2.70

¹ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวนิ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

2) อัตราปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตที่เหมาะสมในระยะต้นกล้าโดยการให้ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตทางดิน

การเตรียมเมล็ดข้าว การให้ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตในระดับต่างๆ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองปัจจัยไม่มีผลทำให้ความสูง (ตารางที่ 2) และจำนวนใบ (ตารางที่ 3) ของต้นกล้าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 ความสูง (เซนติเมตร) ของต้นกล้าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน ที่ได้จากการเตรียมเมล็ดพันธุ์ และระดับปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตที่แตกต่างกัน

อัตราปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต (kg/rai) (B)	การเตรียมเมล็ดพันธุ์ (g/l ของ CaSiO ₃) (A)		เฉลี่ย (B)
	0	7	
0	24.53	25.79	25.16
5	25.28	25.80	25.54
10	24.86	25.39	25.12
15	25.34	25.46	25.40
20	25.71	25.23	25.47
25	25.11	26.40	25.76
เฉลี่ย (A)	25.14	25.68	
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
%CV		4.11	

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 จำนวนใบ (ใบต่อต้น) ของต้นกล้าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน ที่ได้จากการเตรียมเมล็ดพันธุ์ และระดับปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตที่แตกต่างกัน

อัตราปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต (kg/rai) (B)	การเตรียมเมล็ดพันธุ์ (g/l ของ CaSiO ₃) (A)		เฉลี่ย (B)
	0	7	
0	3.75	3.78	3.76
5	3.76	3.87	3.81
10	3.81	3.82	3.81
15	3.87	3.86	3.86
20	3.66	3.76	3.71
25	3.72	3.82	3.77
เฉลี่ย (A)	3.76	3.82	
A		ns	
B		ns	
A x B		ns	
%CV		10.66	

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การเตรียมเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ไม่มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอัตราปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยการให้ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตในอัตราต่างๆ มีผลทำให้ปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน อยู่ในช่วง 0.34 – 0.47 กรัม การให้ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตในอัตรา 15 และ 20 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าสูงสุดตามลำดับ (0.44 และ 0.47 กรัม) และสองปัจจัยมีปฏิสัมพันธ์ด้วยกันทำให้ปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน อยู่ในช่วง 0.29 – 0.53 กรัม ซึ่งการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยแช่ในสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต ร่วมกับการให้ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าสูงที่สุด (0.53 กรัม) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 น้ำหนักแห้ง (กรัม) ของต้นกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน ที่ได้จากการเตรียมเมล็ดพันธุ์ และระดับปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตที่แตกต่างกัน

อัตราปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต (kg/rai) (B)	การเตรียมเมล็ดพันธุ์ (g/l ของ CaSiO ₃) (A)		เฉลี่ย (B)
	0	7	
0	0.34 cd	0.37 cd	0.35 bc
5	0.39 bcd	0.29 d	0.34 c
10	0.38 bcd	0.40 bcd	0.39 abc
15	0.34 cd	0.53 a	0.44 a
20	0.45 abc	0.49 ab	0.47 a
25	0.41 abcd	0.45 abc	0.43 ab
เฉลี่ย (A)	0.38	0.42	
A		ns	
B		**	
A x B		*	
%CV	18.82		

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

การเตรียมเมล็ดพันธุ์มีผลให้ชิลิคอนในต้นกล้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการเตรียมเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต มีผลทำให้ชิลิคอนในต้นกล้าข้าวที่อายุ 28 วัน สูงกว่าการเตรียมเมล็ดข้าวพันธุ์ด้วยน้ำเปล่า ส่วนการให้ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตทางดินในอัตราต่างๆ ก็พบว่าผลทำให้ชิลิคอนในต้นกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยชิลิคอนในต้นกล้าที่อายุ 28 วัน การให้ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตทางดินในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าสูงสุด (0.07%) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ชิลิคอน (เปอร์เซ็นต์) ในต้นกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 28 วัน ที่ได้จากการเตรียมเมล็ดพันธุ์ และระดับปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตที่แตกต่างกัน

อัตราปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต (kg/rai) (B)	การเตรียมเมล็ดพันธุ์ (g/l ของ CaSiO ₃) (A)		เฉลี่ย (B)
	0	7	
0	0.01	0.02	0.01 d
5	0.03	0.03	0.03 c
10	0.04	0.04	0.04 c
15	0.04	0.05	0.05 bc
20	0.05	0.06	0.05 b
25	0.06	0.08	0.07 a
เฉลี่ย (A)	0.04 B	0.05 A	
A		*	
B		**	
A x B		ns	
%CV	28.824		

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองการเตรียมเมล็ดพันธุ์พบว่า การใส่ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตให้ความเร็วในการงอกเร็วกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตเพราะ เมล็ดจะมีการดูดสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิติเกต ทำให้เกิดกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเมล็ด โดยจะมีการย่อยสลายอาหารที่สะสมและลำเลียงไปยังต้นอ่อน เพื่อใช้ในการแบ่งและขยายขนาดของเซลล์ (Huang et al., 2002) โดยแคลเซียมช่วยย่อยแป้งในเอนโดสเปิร์มของเมล็ดให้มีโมเลกุลเล็กลงสำหรับใช้ในกระบวนการงอกของเมล็ด (Hanson, 1984)

ส่วนความสูงของต้นกล้าข้าวมีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณการใส่ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตในขั้นตอนการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว และการให้ปุ๋ยแคลเซียมซิติเกตในอัตราที่สูงขึ้น ทั้งนี้เพราะเมื่อพืชได้รับชิลิคอนเพียงพอชิลิคอนจะถูกเคลื่อนย้ายมาสะสมที่ผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวของใบแผ่นใบ จึงส่งผลให้แผ่นใบแข็งและตั้งชัน และรับแสงได้ดี

(Snyder et al., 2007) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ Gong et al., (2003) พบว่าซิลิคอนช่วยเพิ่มความสูง พื้นที่ใบและมวลแห้งของข้าวสาลี

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารที่ระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโตของข้าวพบว่าปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซัลเฟอร์ ในส่วนของใบและต้น มีค่าสูงใน ระยะแรกของการเจริญเติบโต และลดลงเมื่อข้าวมีอายุมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม ปริมาณของซิลิคอน และโบรอน มีค่าต่ำในช่วงแรกๆของระยะการเจริญเติบโต และค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่อข้าวมีอายุมากขึ้น (De Datta, 1981 and Yoshida, 1981) และงานวิจัยของ Fallah et al. (2011) พบว่าการใช้ปุ๋ยซิลิคอนในนาข้าวในอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของซิลิคอนในต้นและใบของข้าวเพิ่มขึ้นเช่นกัน

จากการศึกษาผลของแคลเซียมซิลิเกตที่มีต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่า สารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตที่ความเข้มข้น 7 กรัมต่อลิตร ส่งเสริมให้ระยะเวลาในการเกิดรากของเมล็ดข้าวเร็วขึ้น และการใช้ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตไม่ส่งเสริมทำให้ความสูงและจำนวนใบเพิ่มขึ้น แต่การเตรียมเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตร่วมกับการใส่ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกต ในอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งเสริมให้ต้นกล้ามีปริมาณน้ำหนักรากแห้งสูงขึ้น รวมทั้งการเตรียมเมล็ดพันธุ์ด้วยสารละลายปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกต และการใส่ปุ๋ยแคลเซียมซิลิเกตในอัตราที่สูงขึ้น มีแนวโน้มของปริมาณซิลิคอนในต้นกล้าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก บริษัท เจียใต้ จำกัด

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา. 2547. พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 460 หน้า.

Basu, R. N. and P. 1979. Physiological control of seed deterioration in rice. *India J. Agric. Sci.* 49(1): 1-6.

De Datta, S.K. 1981. Principles and Practices of Rice Production. John Wiley and Sons, Inc. New York. 618p.

Dhillon, N.P.S. 1995. Seed priming of male sterile muskmelon (*Cucumis melo L.*). *Seed Sci. & Technol.* 23: 881-884.

Dobermann, A and T. Fairhurst. 2000. Rice Nutrient Disorders and Nutrient management. International Rice Research Institute (IRRI). p 95-98.

Fallah, A., Osko, T., Khosravi, V., Mohammadian, M. and Rosttami, M. 2011. Reduction of chemical pesticides by using of silicate fertilizer in paddy fields. *In Proceedings of The 5th International Conference on Silicon in Agriculture.* September 13-18, 2011. p 46-56. Beijing, China.

Gong, H., K. Chen, G. Chen, S. Wang and C. Zhang. 2003. Effects of silicon on growth of wheat under drought. *J. of Plant Nutri.*, 26(5): 1055-1063.

Hanson, J.B. 1984. The function of calcium in plant nutrition. In *Advances in Plant Nutrition* (P.B. Tinker and A. Louchli eds.) Praeger Publishers. New York.

- Hirschi, K.D. 2004. The calcium conundrum. Both versatile nutrient and specific signal. *Plant Physiology* 136: 2438-2442.
- Huang, R., Sukprakarn S., Thongket T. and Juntakool S. 2002. Effect of hydropriming and redrying on the germination of triploid watermelon seeds: *Kasetsart J. . (Nat. Sci.)*. 36: 219-224.
- International Seed Testing Association (ISTA), 2013, International Rules for Seed Testing : Rule 2013, International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. *Seed Sci. and Technol.*26(5): 1055-1063.
- McDonald, M.B. 1999. Seed priming. Pp. 287-325. In B.Michael and J.D. Bewley, eds. *Seed Technology and its Biological Basis*. Sheffield Academic Press, England.
- Nayer, P.K., Misra, A.K. and Patnaik, S. 1975. Rapid microdetermination of silicon in rice plant. *Plant and Soil* 42: 491-494.
- Snyder, G.H., V.V. Matichenkov and L.E. Datnoff. 2007. Silicon. In *Handbook of Plant Nutrition*. (A.V. Barkre and D.J. Pilbleam eds.), CRC Press, Taylor and Francis Group, New York.
- Takahashi, E. 1968. Silica as a Nutrient to the Rice Plant. *JARQ*. 3(3) : 1-4.
- Takahashi, E., J.F. Ma and Y. Miyake. 1990. The possibility of silicon as an essential element for higher plants. *Comments Agric. Food Chem.* 2: 99-122.
- Taylor, A.G., D.E. Kiein and T.H. whitlow. 1998. SMP: solid matrix priming of seeds. *Scientia Hort.* 37: 1-11.
- Yoshida, S. 1975. The physiology of silicon in rice. *Technical Bulletin No. 25. Food Fert. Tech. Centr, Taipei, Taiwan*.
- Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.