

รายงานการวิจัยเรื่อง

การศึกษาลักษณะการทนเกลือของข้าวที่ได้รับซิลิกอน
และผลต่อลักษณะทางกายวิภาคและสรีรวิทยา

(Study on salt tolerance of rice by silicon additions and
the effect on their physiological and anatomical characters)

คณะผู้วิจัย

บุญเทียม เลิศสุภวิทย์นภา

แก้ว อุดมศิริชาคร

นพมาศ นามแดง

ทุนอุดหนุนประเภท ทั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2538

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ตุลาคม 2546

การศึกษาลักษณะการทนเกลือของข้าวที่ได้รับซิลิกอนและ ผลต่อลักษณะทางกายวิภาคและสรีรวิทยา

บุญเทียม เลิศคุณวิทย์นภา¹ แก้ว อุดมศิริชาคร² และ นพมาศ นามแดง¹

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะการทนเกลือของต้นกล้าข้าว โดยทำการทดลองในสารละลาย เพื่อศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยา และการดูดธาตุอาหารของข้าว หลังได้รับซิลิกอนและเกลือโซเดียมคลอไรด์ ใช้พันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ คือพันธุ์ทนเค็ม ได้แก่ พันธุ์ พอคคาตี และพันธุ์ไม่ทนเค็ม ได้แก่ ข้าวขาวมะลิ 105 และ ข้าวหอม การศึกษามี 2 การทดลอง คือ การศึกษาซิลิกอนที่มีผล ต่อสรีรวิทยาและการดูดธาตุอาหารของข้าว เป็นการทดลองแบบ Split plot design โดยพันธุ์เป็น main plot และ ระดับซิลิกอน 5 ระดับเป็น sub-plot และการทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาการทนเค็มของข้าวเมื่อได้รับซิลิกอน โดย main plot เป็น พันธุ์ข้าว sub-plot เป็น ระดับซิลิกอน 3 ระดับ คือ 0 0.5 และ 1 มิลลิโมล และ sub-subplot เป็น ระดับของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 3 ระดับคือ 0 60 และ 120 มิลลิโมล ผลการศึกษาพบว่า ซิลิกอนมีผลทำให้ต้นกล้ามีการเพิ่มจำนวนใบ พื้นที่ใบเพิ่มราก มีค่า SLA สูงขึ้น และมีอัตราการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตเมื่อมีปริมาณซิลิกอนสูงขึ้น สำหรับการเพิ่มขึ้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีผลทำให้ในทางตรงข้ามนั้นคือทำให้รากของต้นกล้าข้าวถูกทำลาย มีผลให้จำนวนใบลดลง และพื้นที่ใบลดลง แล้วส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงและการดูดธาตุอาหารลดลง และเมื่อเป็นเวลานานออกไปอาจมีผลทำให้ต้นข้าวตายได้ ซึ่งพอจะบอกได้ว่าพื้นที่ที่มีปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์มาก คงมีผลทำให้การปลูกข้าวได้ผลไม่ดีหรือไม่ได้ผล แต่สามารถปรับปรุงการจัดการปลูกข้าวพอได้ โดยการเพิ่มปริมาณซิลิกอนลงไปในดินในบริเวณดังกล่าว

¹ . ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

² . ภาควิชาชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Study on salt tolerance of rice by silicon additions and the effect on their
physiological and anatomical characters)

Lersusupavithnapa B¹., Udomchakon, K². and Namdeang, N¹.

Abstract

The experiment was conducted in solutions in greenhouse. To study the physiological and absorbed element in rice seedling after addition silicon. Salt tolerance, Pokkali and non-salt tolerance, KDML 105 and Khoa Dor. There had 2 experiments, which (1) study the effect of silicon on rice seedling. Five levels of silicon were used in experiment, which were 0, 0.25, 0.5, 0.75 and 1 mM of SiO₂. The second experiment was study the salt tolerance of rice by silicon. Which the main plot were rice varieties, subplot were three silicon levels, 0, 0.05 and 1 mM of SiO₂ and sub-subplot were three levels of NaCl, 0, 60 and 120 mM NaCl.

In the first experiment, we found that silicon affected to rice seedling when silicon increase, rice seedling increase leaf area, root, SLA and photosynthesis rate. The result that silicon improved root and leaf of rice which rice was beneficial effect on the the growth and development. In the second, NaCl was negative effected to rice seedling. It meanted that when NaCl increase, rice seedling root, leaf and SLA were decrease. The result was effect to low photosynthesis and finally rice was death. But when added silicon, we found that silicon at 1 mM SiO₂ was maintained the growht of rice in saline solution.

To have more improve rice production in saline soil, silicon should be selected, protect and alleviated rice plant from NaCl and maintain root and leaf for long live of rice.

Key word : silicon, salt tolerance, NaCl, seedling, physiological characters.

¹ . Agronomy Department , Faculty of Agriculture.

² . Biology Department, Faculty of Science.

คำนำ

ข้าว เป็นพืชค่อนข้างตอบสนองต่อเกลือ (Hayward and Bernstein, 1958; Mass and Hoffman, 1977) ถึงอย่างไรก็ตามพันธุ์ข้าวมีการตอบสนองแตกต่างกัน เมื่อมีการได้รับเกลือ (Brarakat, et al, 1971; Akbar, et al, 1972; De Datta, 1972) มีปัจจัยหลายตัวที่ชักนำให้เกิดการทนต่อเกลือของข้าว เมื่อได้รับเกลือ ในช่วงแรกจะตอบสนองแตกต่างกัน นอกจากนั้นการดูดเกลือเพิ่มในเนื้อเยื่อของข้าวแล้วมีการสร้างไอออนในใบข้าว นำไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าว (Greenway and Munns, 1980) เกลือในดินทำให้อัตราการงอกของเมล็ดและเป็นตัวการทำให้ความแข็งแรงของต้นกล้าลดลง ทลจะทำให้ขงักการเจริญเติบโต (Sheoran and Grag, 1978; Dubey, 1982) ในช่วงต้นกล้าเป็นระยะสำคัญต่อการถูกเกลือที่จะมีผลทำให้เกิดการพัฒนาไปเป็นดอกและเมล็ด

มีการศึกษาถึงกลไกของการทนเกลือของข้าว ซึ่งยังไม่เพียงพอ มีการศึกษา ถึงการทนเกลือของข้าวที่นำไปช่วยแนะนำให้นักปรับปรุงพันธุ์ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ให้มีผลผลิตสูงและมีความทนเค็ม ในการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวภายใต้สภาพมีเกลือเพื่อให้เข้าใจถึงกลไกของข้าวทนเกลือ ในการเพิ่มความสามารถทนเกลือของข้าวโดยการเพิ่มซิลิกอน จะเป็นแนวทางอย่างหนึ่งที่จะช่วยข้าวลดการซึมของโซเดียมเข้าสู่ข้าว และยังเป็นการช่วยลดความรุนแรงของความเป็นพิษของธาตุเหล็ก และแมงกานีส (Horst and Marchner, 1978) ระยะต้นกล้าจะเป็นระยะวิกฤติของข้าวที่มีผลต่อเกลือ ที่ทำให้ข้าวอาจไม่ได้ผลผลิตหรือตายได้ การศึกษาซิลิกอนที่มีผลต่อต้นกล้า เป็นการหาโอกาสปรับปรุงต้นกล้าและผลผลิต โดยศึกษาถึงการสะสมไอออน ลักษณะทางกายภาค ปละสรีรวิทยาของข้าว ระหว่างพันธุ์ทนเค็มและไม่ทนเค็ม

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1. ผลของซิลิกอนที่มีต่อลักษณะทางสรีรวิทยาและการดูดธาตุอาหารในข้าว

การวิจัยนี้ทำในเรือนทดลอง โดยปลูกในสารละลายอาหาร เพื่อศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาและการดูดธาตุอาหารของข้าวหลังได้รับซิลิกอน การทดลองทำการศึกษาแบบ Split plot design จำนวน 3 ซ้ำ โดย Main plot ใช้พันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ ขาวมะลิ 105 ข้าวดอก และ พันธุ์พอคคาลี Sub-plot ใช้ระดับของความเข้มข้นของซิลิกอน 5 ระดับคือ 0 0.25 0.50 0.75 และ 1.0 มิลลิโมลของซิลิกอน (mM SiO₂) การทดลองใช้ต้นกล้าข้าวอายุ 14 วันปลูกลงในสารละลาย (Limpinuntana, 1970) จำนวน 4 ต้นต่อกระถาง หลังย้ายปลูก 7 วัน ให้ซิลิกอนตามค่ารับทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างข้าว 2 ครั้ง คือ เมื่อต้นกล้า 7 และ 14 วันหลังได้รับซิลิกอน ในแต่ละตัวอย่าง ได้ทำการศึกษ้อัตราการสังเคราะห์แสง และอัตราการหายใจ โดยใช้เครื่อง Photosynthesis LG4 พื้นที่ใบ โดยเครื่องวัดพื้นที่ใบ ยี่ห้อ LI-COR Model 3000A หลังวัดพื้นที่ใบ สุ่มใบพืชเพื่อย่อยใบ เพื่อหาปริมาณคลอโรฟิลล์ (Yoshida et al, 1976) โดยเครื่อง Specto meter ในแต่ละตัวอย่างทำ

การแยกส่วนประกอบของต้นข้าว(กาบใบ ราก ต้นใบ) ถูกนำไปอบแห้ง ที่ 70 ° ซ. เป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้น นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียด เพื่อนำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียมและ ซิลิกอน

ในการเปรียบเทียบผลของซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของข้าว นำไปคำนวณหา specific leaf area และอัตราส่วนของรากและลำต้น

การทดลองที่ 2. การศึกษาลักษณะการทนเกลือของข้าวที่ได้รับซิลิกอน

การวิจัยนี้ทำในเรือนทดลอง โดยปลูกในสารละลายอาหาร เพื่อศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาและการดูดธาตุอาหารของข้าว หลังได้รับซิลิกอน การทดลองทำการศึกษแบบ Split plot design จำนวน 3 ซ้ำ โดย Main plot ใช้พันธุ์ข้าว 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ ขาวมะลิ 105 ข้าวดอก และ พันธุ์พอคคาสี Sub-plot ใช้ระดับของความเข้มข้นของซิลิกอน 5 ระดับคือ 0 0.25 0.50 0.75 และ 1.0 มิลลิโมลของซิลิกอน(nM SiO₂)และ Sub-subplot เป็นระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 3 ระดับคือ 0 60 และ 120 มิลลิโมลของโซเดียมคลอไรด์ (nM NaCl) การทดลองใช้ต้นกล้าข้าวอายุ 14 วันปลูกลงในสารละลาย (Limpinuntana, 1970) จำนวน 4 ต้นต่อกระถาง หลังย้ายปลูก 7 วัน ให้ซิลิกอนตามตำรับทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างข้าว 2 ครั้ง คือ เมื่อต้นกล้า 7 และ 14 วันหลังได้รับซิลิกอน ในแต่ละตัวอย่าง ได้ทำการศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสง และอัตราการหายใจ โดยใช้เครื่อง Photosynthesis LG4 พื้นที่ใบ โดยเครื่องวัดพื้นที่ใบ ยี่ห้อ LI -COR Model 3000A หลังวัดพื้นที่ใบ สุ่มใบพืชเพื่อย่อยใบ เพื่อหาปริมาณคลอโรฟิลล์(Yoshida et al, 1976) โดยเครื่อง Specto meter ในแต่ละตัวอย่างทำการแยกส่วนประกอบของต้นข้าว(กาบใบ ราก ต้นใบ) ถูกนำไปอบแห้ง ที่ 70 ° ซ. เป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้น นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียด เพื่อนำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียมและ ซิลิกอน

ในการเปรียบเทียบผลของซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตของข้าว นำไปคำนวณหาค่า specific leaf area และอัตราส่วนของรากและลำต้น

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1

ผลของซิลิกอนต่อลักษณะกายวิภาคของข้าว

ผลของซิลิกอนต่อต้นกล้าข้าว หลังได้รับ 7 วัน พบว่า ต้นกล้า มีการตอบสนองโดยการดูดซับซิลิกอน แล้วทำให้พื้นที่ใบขยายมากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05) พันธุ์ข้าวขาวมะลิ มีพื้นที่ใบอย่างมาก เมื่อได้รับซิลิกอนมากกว่า 0.05 มิลลิโมลของซิลิกอน โดยเพิ่มจาก 106.3 ตร.ซม. เป็น 186.9 ตร.ซม. และเป็น 212.0 ตร.ซม. เมื่อได้รับ ซิลิกอน 1.0 มิลลิโมล เช่นเดียวกับ พันธุ์พอคคาสี เมื่อได้รับซิลิกอนที่ระดับ 1.0 มิลลิโมล จะมีพื้นที่ใบถึง 313.4 ตร.ซม.

ส่วนพันธุ์ข้าวตอก พบว่า มีการเพิ่มระดับต่ำกว่าทั้งสองพันธุ์ และเมื่อต้นกล้าได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน ยังสามารถเพิ่มพื้นที่ใบ โดยพันธุ์ ข้าวขาวมะลิยังมีแนวโน้มให้พื้นที่ใบสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ (ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 พื้นที่ใบของต้นกล้าข้าวหลังได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ดร.ชม./ต้น						
ข้าวขาวมะลิ105	106.3	181.7	161.3	186.9	212.3	169.7
ข้าวตอก	127.4	173.2	111.9	148.2	136.7	139.5
ข้าวพอคคาลี	202.0	222.5	241.6	203.7	313.4	236.6
	145.2	192.4	171.6	179.6	226.8	

LSDP<0.05 = 43.7

ตารางที่ 2 พื้นที่ใบของข้าวหลังได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ดร.ชม./ต้น						
ข้าวขาวมะลิ105	143.2	256.2	159.2	156.1	225.9	188.1
ข้าวตอก	111.4	93.3	137.6	115.2	114.1	114.4
ข้าวพอคคาลี	123.1	147.0	133.4	110.3	129.5	128.6
	125.9	165.5	143.4	127.2	156.5	

LSDP<0.05 = 48.7

ลักษณะของ Specific leaf area ของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ เมื่อได้รับซิลิกอนเพิ่มขึ้น พบว่า มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้พันธุ์พอคคาลี มีลักษณะของใบที่บางกว่าพันธุ์ข้าวมะลิ 105 และข้าวตอก นั่นคือ มีค่า specific leaf area น้อยกว่าทั้ง 2 พันธุ์ แต่เมื่อได้รับซิลิกอนเป็นเวลา 14 วัน ทำให้ใบของพันธุ์พอคคาลีมีความหนาขึ้น มีการเพิ่มน้ำหนักใบมาก มีค่าของ Specific leaf area มากกว่า พันธุ์อื่นๆ ซึ่งเป็นลักษณะของพันธุ์พอคคาลีที่สามารถดูดซับซิลิกอนได้มาก โดยสามารถดูดซับได้ เฉลี่ย 4.19 มก./ตร.ชม ในขณะที่พันธุ์ข้าวมะลิ ได้ 3.89 มก./ตร.ชม และ พันธุ์ข้าวตอก 3.54มก./ตร.ชม (ดัง ตาราง ที่ 4)

ตารางที่ 3 Specific leaf area เมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
มก./ตร.ซม.						
ข้าวขาวมะลิ105	2.11	4.6	4.0	4.0	4.09	3.76
ข้าวหอม	2.76	3.4	5.2	2.67	2.89	3.39
ข้าวพอคคาลี	3.17	2.99	2.67	3.35	2.45	2.29
	2.68	2.67	4.0	3.4	3.04	

LSDP<0.05 = 1.30

ตารางที่ 4 Specific leaf area ได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
มก./ตร.ซม.						
ข้าวขาวมะลิ105	5.97	2.16	5.42	3.94	1.99	3.89
ข้าวหอม	3.33	3.99	3.77	3.82	3.76	3.54
ข้าวพอคคาลี	4.68	4.61	3.8	4.0	3.85	4.19
	4.66	4.25	4.33	3.92	3.20	

LSDP<0.05 = 1.45

อัตราส่วนรากต่อต้น มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P<0.05$) เมื่อได้รับซิลิกอนเพิ่มขึ้น ซิลิกอนทำให้รากมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ช่วยเสริมเซลล์รากของข้าวทำให้รากแข็งแรงและทนทาน โดยพันธุ์ขาวมะลิ มีความสามารถในการเพิ่มอัตราส่วนของรากต่อต้นได้มากที่สุด เมื่อเทียบกับพันธุ์อื่นๆ โดยเพิ่มจาก 0.35 เท่าเป็น 0.52 เท่า เมื่อได้รับซิลิกอนที่ระดับ 1 มิลลิโมล พันธุ์พอคคาลี 0.46 เท่าที่ระดับซิลิกอน 1 มิลลิโมล ส่วนพันธุ์ข้าวหอม ได้เพียง 0.35 เท่า (ดังตาราง 5) หลังต้นกล้าได้รับซิลิกอน 14 วัน ข้าวพันธุ์ขาวมะลิและข้าวหอม จะมีอัตราส่วนรากต่อลำต้นสูงขึ้น ซึ่งข้าวหอมมีการเพิ่มน้ำหนักรากหลังจากได้รับซิลิกอน (ดังตารางที่ 6)

ตารางที่ 5. อัตราส่วนรากต่อต้นเมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ข้าวขาวมะลิ105	0.47	0.35	0.36	0.47	0.52	0.43
ข้าวดอก	0.41	0.38	0.35	0.44	0.40	0.39
ข้าวพอคคาลี	0.50	0.56	0.45	0.41	0.46	0.48
	0.46	0.43	0.38	0.44	0.46	

LSD_{P<0.05} = 0.01

ตารางที่ 6 อัตราส่วนรากต่อต้นเมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ข้าวขาวมะลิ105	0.45	0.54	0.46	0.37	0.49	0.45
ข้าวดอก	0.48	0.41	0.42	0.43	0.44	0.47
ข้าวพอคคาลี	0.51	0.52	0.51	0.46	0.40	0.46
	0.48	0.49	0.47	0.42	0.45	

LSD_{P<0.05} = 0.73

ผลของซิลิกอนต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าว

การสังเคราะห์แสงของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อได้รับซิลิกอนเพิ่มขึ้น หลังได้รับ 7 วัน และ 14 วัน โดยพบว่าพันธุ์พอคคาลีมีอัตราการสังเคราะห์แสงได้สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงมีแนวโน้มลดลง เมื่อได้รับซิลิกอนมากขึ้น ทั้งนี้เมื่อได้รับซิลิกอนเป็นเวลา 7 วัน มีอัตราการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 7.1 $\mu\text{mole CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ S}^{-1}$ และลดลงเหลือ 6.42 $\mu\text{mole CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ S}^{-1}$ เมื่อได้รับซิลิกอนเป็นเวลา 14 วัน ส่วนพันธุ์ขาวมะลิ และ ข้าวดอกมีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงเช่นเดียวกัน (ดังตาราง 7 และ ตาราง 8)

ตารางที่ 7 อัตราการสังเคราะห์เมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
	umole CO ₂ cm ⁻² S ⁻¹					
ข้าวขาวมะลิ105	6.53	6.89	7.18	7.29	5.06	6.75
ข้าวดอก	6.23	5.88	6.28	7.61	5.79	6.36
ข้าวพอคคาลี	7.28	6.55	7.4	6.74	7.55	7.10
	6.68	6.44	6.92	7.21	6.43	

LSDP<0.05 = 1.22

ตารางที่ 8 อัตราการสังเคราะห์แสงเมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
	umole CO ₂ cm ⁻² S ⁻¹					
ข้าวขาวมะลิ105	5.96	5.29	6.83	6.86	7.22	6.43
ข้าวดอก	6.52	6.25	6.39	6.23	5.62	6.20
ข้าวพอคคาลี	6.96	5.65	6.34	7.72	5.46	6.42
	6.48	5.73	6.52	6.93	6.10	

LSDP<0.05 = 1.20

การคายน้ำของข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การเพิ่มซิลิกอนไม่ทำให้ข้าวมีการหายใจต่างกัน ข้าวพอคคาลีมีการหายใจเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอน จาก 2.85 เมื่อไม่ได้รับซิลิกอน และ 3.36 เมื่อได้รับซิลิกอนที่ 1.0 มิลลิโมล (ตารางที่ 9) แต่เมื่อข้าวได้รับซิลิกอนเป็นเวลา 14 วัน ทำให้ข้าวมีการหายใจลดลงทั้ง 3 พันธุ์ โดยที่พันธุ์พอคคาลีมีอัตราการหายใจลดลงมากกว่า 2 พันธุ์และเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอนจะทำให้การหายใจลดลงตามปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่วนพันธุ์ข้าวมีแนวโน้มเพิ่มการหายใจเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอน (ดังตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 อัตราการการคายน้ำ เมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ข้าวขาวมะลิ105	2.35	2.64	3.02	2.74	2.67	2.68
ข้าวดอก	2.50	1.91	2.25	2.45	2.59	2.27
ข้าวพอคคาลี	2.85	3.31	2.98	3.03	3.36	3.10
	2.45	2.62	2.75	2.74	2.87	

LSDP<0.05 = 0.46

ตารางที่ 10 อัตราการคายน้ำ เมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ข้าวขาวมะลิ105	1.49	1.94	1.85	2.11	1.83	1.84
ข้าวดอก	1.76	1.98	2.01	1.96	2.26	1.99
ข้าวพอคคาลี	1.58	1.42	1.87	1.46	1.46	1.56
	1.61	1.78	1.91	1.84	1.85	

LSDP<0.05 = 0.26

ผลของซิลิกอนที่มีต่อการดูดซับธาตุอาหาร

ไนโตรเจนมีการดูดซับของต้นกล้าเมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา ๑ วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ข้าว ทั้ง 3 พันธุ์ โดยพันธุ์ข้าวขาวมะลิการดูดซับไนโตรเจนมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ นอกจากนั้นการเพิ่มขึ้นของซิลิกอนไม่มีความแตกต่างกันเมื่อได้รับ เป็นเวลา 14 วัน พันธุ์ข้าวดอกมีการดูดซับได้มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ พันธุ์ข้าวขาวมะลิ มีแนวโน้มดูดซับไนโตรเจนลดลง ส่วนพันธุ์พอคคาลีมีการดูดซับ ไนโตรเจนคงที่ไม่แตกต่างกัน (ดังตาราง ที่ 11 และ ตารางที่ 12)

ตารางที่ 11 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ต้นกล้าดูดเมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ข้าวขาวมะลิ105	0.45	0.54	0.46	0.37	0.49	0.45
ข้าวดอก	0.48	0.41	0.42	0.43	0.44	0.47
ข้าวพอคคาลี	0.51	0.52	0.51	0.46	0.40	0.46
	0.48	0.490	0.47	0.42	0.45	

LSDP<0.05 = 0.73

ตารางที่ 12 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ต้นกล้าดูดเมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ข้าวขาวมะลิ 105	0.45	0.54	0.46	0.37	0.49	0.45
ข้าวดอก	0.48	0.41	0.42	0.43	0.44	0.47
ข้าวพอคคาลี	0.51	0.52	0.51	0.46	0.40	0.46
	0.48	0.490	0.47	0.42	0.45	

LSDP<0.05 = 0.73

ปริมาณฟอสฟอรัสที่ต้นข้าวดูดซับไว้ ทั้ง 3 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอนไม่ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ที่ 7 วันหลังได้รับซิลิกอน แต่เมื่อได้รับ 14 วันพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในเซลล์มีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งทำให้ใบข้าวมีสีเขียวลดลง ปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยลง (ดังตารางที่ 13 และ ตารางที่ 14)

ตารางที่ 13 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส ที่ต้นกล้าดูดเมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ข้าวขาวมะลิ105	0.30	0.24	0.24	0.27	0.40	0.29
ข้าวดอก	0.28	0.29	0.30	0.32	0.29	0.29
ข้าวพอคคาลี	0.25	0.22	0.22	0.23	0.22	0.23
	0.27	0.24	0.25	0.27	0.30	

LSDP<0.05 = 0.1

ตารางที่ 14 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัส ที่ต้นกล้าดูดเมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ข้าวขาวมะลิ105	0.11	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11
ข้าวดอ	0.13	0.10	0.12	0.13	0.12	0.12
ข้าวพอคคาลี	0.09	0.10	0.09	0.09	0.08	0.09
	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	

LSDP<0.05 = 0.10

ต้นข้าวมีการดูดซับธาตุไซโตียมจากสารละลาย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้าวดอมีการดูดซับไซโตียมไว้ได้น้อยที่สุด และมีแนวโน้มมีการดูดซับลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอน จากตารางที่ 16 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอนทำให้การดูดซับไซโตียมในข้าวมีปริมาณลดลง เมื่อข้าวดูดซับไซโตียมเป็นเวลา 14 วัน พบว่า ปริมาณไซโตียมมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณการดูดธาตุไซโตียมของข้างทั้ง 3 พันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอน จะทำให้การดูดธาตุไซโตียมเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 15 ปริมาณไซโตียม ที่ต้นกล้าดูดเมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ข้าวขาวมะลิ105	19.44	41.08	41.53	38.47	26.87	33.45
ข้าวดอ	23.37	14.95	21.30	16.41	18.19	18.88
ข้าวพอคคาลี	21.21	50.35	19.37	29.63	31.74	30.46
	21.34	35.46	27.40	28.20	25.60	

LSDP<0.05 = 13.7

ตารางที่ 16 ปริมาณไซโตียม ที่ต้นกล้าดูดเมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
ข้าวขาวมะลิ105	40.9	40.8	51.4	40.2	27.1	40.1
ข้าวดอ	42.7	31.3	50.6	31.3	56.2	42.4
ข้าวพอคคาลี	27.3	44.8	38.2	58.5	42.8	42.3
	37.0	39.0	46.7	43.3	42.0	

LSD_{p<0.05} = 18.5

ผลของซิลิกอนต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าว

คลอโรฟิลล์เอ ในข้าวพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ทั้ง 3 พันธุ์ ซึ่งข้าวยังมีขนาดเล็กมีการสร้างปริมาณคลอโรฟิลล์เป็นปริมาณน้อยมาก แต่เมื่อต้นข้าวมีอายุเพิ่มขึ้น จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงขึ้น ดังตารางที่ 18 พบว่าข้าวพันธุ์ขาวมะลิและข้าวดอก มีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับซิลิกอนเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 17 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ที่ใบของต้นข้าว เมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
มก.คลอโรฟิลล์/กรัม นน.พืช						
ข้าวขาวมะลิ105	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ข้าวดอก	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
ข้าวพอคคาลี	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	

LSD_{p<0.05} = 0.01

ตารางที่ 18 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ที่ใบของต้นข้าว เมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
มก.คลอโรฟิลล์/กรัม นน.พืช						
ข้าวขาวมะลิ105	0.28	0.44	0.34	0.30	0.46	0.36
ข้าวดอก	0.16	0.11	0.20	0.22	0.20	0.19
ข้าวพอคคาลี	0.31	0.26	0.21	0.15	0.21	0.23
	0.25	0.27	0.25	0.22	0.29	

LSD_{p<0.05} = 0.83

เช่นเดียวกับคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี มีลักษณะเพิ่มขึ้นเมื่อข้าวมีอายุเพิ่มขึ้น ข้าวพันธุ์ขาวมะลิและข้าวดอก มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอน (ดังตารางที่ 19 และตารางที่ 20)

ตารางที่ 19 ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ที่ใบของต้นข้าว เมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
มก.คลอโรฟิลล์/กรัม นน.พืช						
ข้าวขาวมะลิ105	0.07	0.012	0.012	0.01	0.009	0.01
ข้าวตอ	0.01	0.030	0.01	0.01	0.09	0.014
ข้าวพอคคาลี	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.012
	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

LSD_{p<0.05} = 0.01

ตารางที่ 20 ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ที่ใบของต้นข้าว เมื่อได้รับซิลิกอน เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณ ซิลิกอน (มิลลิโมล)					เฉลี่ย
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	
มก.คลอโรฟิลล์/กรัม นน.พืช						
ข้าวขาวมะลิ	0.12	0.18	0.14	0.13	0.21	0.15
ข้าวตอ	0.07	0.07	0.1	0.09	0.09	0.09
ข้าวพอคคาลี	0.14	0.11	0.09	0.06	0.09	0.10
	0.11	0.12	0.11	0.10	0.13	

LSD_{p<0.05} = 0.04

สรุปผลและคำแนะนำ

ผลของซิลิกอนต่อลักษณะทางกายภาพและการเจริญเติบโต มีการศึกษาถึงการเพิ่มของซิลิกอนหลังจาก 7 และ 214 วัน มีการศึกษาถึงลักษณะทางการเจริญเติบโตของต้นกล้า

มีผลการศึกษาดังกล่าวที่เป็นตัวการหลักสำหรับการสังเคราะห์แสง Takahashi et al (1966) ได้พบว่าซิลิกอนช่วยสนับสนุนการดูด CO₂ ในใบข้าว และการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต เช่นเดียวกับ Kaufman, (1979) เสนอว่า เซลล์ของซิลิกอนช่วยเป็นตัวเปิดของระบบ epidermis ของอ้อย และยอมให้แสงผ่านเข้าไปในขบวนการสังเคราะห์แสงในชั้น mesophyll ได้

ซิลิกอนมีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบและพื้นที่ใบ ซึ่งคล้ายกับ Lee et al (1985) ที่บอกว่าซิลิกอนช่วยเพิ่มจำนวนใบและน้ำหนักใบ พันธุ์พอคคาสีมีการเพิ่มพื้นที่ใบมาก และน้ำหนักใบมากขึ้นเมื่อได้รับซิลิกอนเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า SLA ของพันธุ์พอคคาสีสูงกว่า 2 พันธุ์ แต่พอระยะยาว พันธุ์ขาวมะลิ 105 มีการปรับตัวและเพิ่มได้สูงกว่า และมีผลทำให้ ค่า SLA สูงตามด้วย เป็นการช่วยทำให้การเจริญเติบโตมาก เนื่องจากการสังเคราะห์แสงสูง โดยพันธุ์ขาวมะลิ 105 มีค่า SLA เพิ่มขึ้นจาก 2.1 มก/ตร.ซม. ไปเป็น 4.09 มก/ตร.ซม. เมื่อได้รับซิลิกอนที่ระดับ 1 มิลลิโมล ในขณะที่พันธุ์พอคคาสีมีค่า SLA ลดลงซึ่งทำให้ใบข้าวมีขนาดหนาขึ้น การเพิ่มขึ้นของราก ทำให้อัตราส่วนของรากต่อลำต้นของข้าวขาวมะลิ 105 สูงขึ้นเมื่อมีปริมาณของซิลิกอนสูงขึ้น เช่นเดียวกับข้าวตอก หลังได้รับซิลิกอนเป็นเวลา 14 วัน มีค่าของอัตราส่วนของรากต่อลำต้นเพิ่มขึ้นเป็น 0.47 เป็นข้อได้เปรียบของข้าวตอก ที่ทำให้สามารถเจริญเติบโตได้เร็ว มีการดูดธาตุอาหารจากดินได้มาก ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของข้าวพันธุ์พื้นเมือง ที่สามารถปรับตัวได้ในสภาพแวดล้อมดังกล่าว

ลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าว เมื่อได้รับซิลิกอน จะทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงได้สูงขึ้น เพราะซิลิกอนช่วยทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สามารถเข้าทางปากใบได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบและพื้นที่ใบข้าว พันธุ์พอคคาสีมีอัตราการสังเคราะห์แสงได้สูงสุดถึง 7.55 $\mu\text{mole CO}_2/\text{cm}^2 \text{ S}$ เมื่อได้รับซิลิกอน 1 มิลลิโมล ส่วนการคายน้ำมีอัตราสูงขึ้นด้วย เนื่องจากการเพิ่มพื้นที่ใบ และอัตราการสังเคราะห์แสงสูง ทำให้มีการเปิดปากใบสูงด้วย

สำหรับการดูดธาตุอาหาร ไม่มีผลต่อการดูดธาตุไนโตรเจน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ธาตุไนโตรเจนในระยะแรกค่อนข้างน้อย เพื่อการเจริญเติบโต จึงพบว่าหลังจากเพิ่มซิลิกอนในช่วง 7 และ 14 วัน จึงไม่แตกต่างกัน ส่วนฟอสฟอรัส มีการดูดซับในเซลล์ค่อนข้างมากในช่วง 7 วันแรกสำหรับข้าวขาวมะลิ 105 แต่หลังจาก 7 วัน ข้าวมีพื้นที่ใบมากขึ้นและมีการใช้ในการสังเคราะห์แสง ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสลดลงอย่างมาก โดยเฉลี่ยมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ที่ลดลง ส่วนเปอร์เซ็นต์ของโซเดียม มีการดูดซับไว้ในเซลล์ โดยพันธุ์ขาวมะลิ 105 มีการดูดซับสูงกว่า 2 พันธุ์ แต่เมื่อเวลาผ่านไป 14 วัน แล้ว จะมีปริมาณเท่าๆกัน โดยเฉลี่ย 40 – 42 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ ในใบข้าว ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และ บี มีความสัมพันธ์ในทางบวก กับพื้นที่ใบและปริมาณซิลิกอนที่เพิ่มขึ้น โดยข้าวขาวมะลิมีการเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์เอ จาก 0.01 มก/กรัม ไปเป็นที่ระดับ 0.36 มก/กรัม เมื่อได้รับซิลิกอนเป็น 14 วัน ส่วนข้าวตอก มีคลอโรฟิลล์ในระดับต่ำสุดเพียง 0.13 มก/กรัม

จากการทดลองจึงสรุปได้ว่า ซิลิกอนมีผลต่อต้นข้าว โดยการเพิ่มซิลิกอนมีผลทำให้เพิ่มขึ้นของราก เพิ่มค่า SLA อัตราส่วนรากต่อลำต้นสูงขึ้น แล้วมีผลให้เพิ่มจำนวนใบและพื้นที่ใบ มีการสังเคราะห์แสงสูงขึ้น และสุดท้ายช่วยทำให้การเจริญเติบโตมีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย

การทดลองที่ 2 การศึกษาการทนเกลือของข้าวที่ได้รับซิลิกอน

ผลการทดลอง

ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อลักษณะสรีรวิทยาของข้าว

ลักษณะทางกายวิภาค การให้พื้นที่ใบของข้าวหลังได้รับเกลือโซเดียม พบว่าข้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีพื้นที่ใบแตกต่างกัน ($P < 0.05$) หลังจากได้รับเกลือโซเดียม เมื่อเพิ่มปริมาณเกลือโซเดียมทำให้พื้นที่ใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเพิ่มปริมาณซิลิกอนจะช่วยลดการสูญเสียพื้นที่ใบได้ โดยพันธุ์ขาวมะลิ 105 มีการตอบสนองต่อปริมาณซิลิกอนได้ดี ปริมาณซิลิกอนที่ระดับ 1 มิลลิโมล จะช่วยทำให้ข้าวรักษาใบได้มาก ส่วนพันธุ์ข้าวดอกและพอคคาสีการตอบสนองได้พอสมควร และเช่นเดียวกันที่ 14 วันหลังได้รับเกลือโซเดียม ทำให้พื้นที่ใบลดลงอย่างมาก พันธุ์พอคคาสีการปรับตัวในการทนต่อเกลือโซเดียมได้ดี พันธุ์ขาวมะลิ พื้นที่ใบถูกทำลายมากเมื่อเพิ่มปริมาณเกลือโซเดียม (ดังตาราง ที่ 21 และ ตารางที่ 22)

ตารางที่ 21 พื้นที่ใบข้าว หลังได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
ตร.ชม./ต้น					
ขาวมะลิ	0	205.7	198.5	161.5	188.6
	0.5	181.2	111.2	102.0	131.5
	1.0	212.0	179.3	169.9	187.1
ข้าวดอก	0	164.8	133.3	99.5	132.6
	0.5	175.2	180.2	167.4	174.3
	1.0	205.6	156.6	145.5	169.2
พอคคาสี	0	128.6	106.0	97.8	110.8
	0.5	178.3	151.8	103.2	144.4
	1.0	306.5	107.5	132.0	182.0
		195.4	147.2	131.0	

LSD_{P<0.05} = 31.1

ตารางที่ 22 พันธุ์ข้าว หลังได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
		ตร.ชม./ต้น			
ขาวมะลิ	0	208.6	131.5	175.8	171.3
	0.5	196.7	188.0	66.2	150.3
	1.0	209.9	115.4	69.6	131.6
ข้าวตอก	0	162.2	136.0	97.2	131.8
	0.5	121.9	145.4	97.9	121.7
	1.0	146.0	157.0	154.2	152.4
พอคคาลี	0	163.7	108.3	91.2	121.1
	0.5	196.1	169.5	68.7	144.8
	1.0	182.2	164.9	88.7	145.3
		176.4	146.2	101.0	

LSD_{P<0.05} =26.0

Specific leaf area ของข้าวทั้ง 3 พันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพันธุ์ขาวมะลิมีค่า SLA สูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ และ พันธุ์ข้าวมีค่า SLA ต่ำสุด 2.39 ข้าวเมื่อได้รับซิลิกอนมีแนวโน้มทำให้เพิ่มค่า SLA และเช่นเดียวกันเมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 14 วัน พันธุ์พอคคาลีมีการตอบสนองต่อการได้รับซิลิกอน โดยทำให้มีค่า SLA เพิ่มขึ้น จาก 3.47 เมื่อไม่ได้รับซิลิกอน เป็น 3.83 เมื่อมีซิลิกอน 1 มิลลิโมล ส่วนพันธุ์ขาวมะลิและข้าวตอกมีการเพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังจะเห็นได้ว่าการเพิ่มซิลิกอนทำให้ ใบข้าวมีน้ำหนักมากขึ้นหรือมีขนาดหนาขึ้น(ดังตาราง ที่ 23 และ ตารางที่ 24)

ตารางที่ 23 specific leaf area ข้าวหลังได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
มก./ ตร.ซม.					
ขาวมะลิ	0	3.60	4.06	3.41	3.49
	0.5	3.59	3.24	3.27	3.36
	1.0	3.90	3.30	4.75	3.98
ข้าวตอก	0	2.16	2.70	2.32	2.39
	0.5	2.52	2.80	2.52	2.61
	1.0	2.55	2.46	2.40	2.47
พอคคาลี	0	3.15	4.12	3.23	3.52
	0.5	3.09	3.56	3.37	3.33
	1.0	2.60	3.18	3.89	3.22
		3.02	3.27	3.24	

LSD_{P<0.05} = 0.41

ตารางที่ 24 specific leaf area ข้าวหลังได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
มก./ ตร.ซม.					
ขาวมะลิ	0	3.29	3.68	4.50	3.82
	0.5	3.70	2.54	3.63	2.95
	1.0	3.69	3.70	4.50	3.96
ข้าวตอก	0	2.37	2.77	2.86	2.67
	0.5	2.76	2.84	3.65	3.08
	1.0	2.75	3.43	2.97	3.05
พอคคาลี	0	3.68	3.46	3.29	3.47
	0.5	3.31	3.31	4.59	3.73
	1.0	4.37	3.56	3.56	3.83
		3.32	3.25	3.73	

LSD_{P<0.05} = 0.52

ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโต

การสังเคราะห์แสงของข้าว 3 พันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเพิ่มปริมาณของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ทำให้การสังเคราะห์แสงของข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พันธุ์พอคคาลี่มีผลทำให้การสังเคราะห์แสงลดลงจาก $9.10 \text{ umole CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ S}^{-1}$ เป็น $6.38 \text{ umole CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ S}^{-1}$ เมื่อได้รับเกลือโซเดียม 120 nM NaCl ข้าวตอ ปริมาณซิลิกอนที่ระดับ 0.5 มิลลิโมลทำให้มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (ดังตารางที่ 25) และเมื่อข้าวได้รับเกลือโซเดียม เป็นเวลา 14 วัน พบว่า มีการสังเคราะห์แสงลดลงทุกพันธุ์ แม้ว่าเพิ่มปริมาณของซิลิกอน โดยพันธุ์ขาวมะลิ มีการลดการสังเคราะห์ จาก $6.92 \text{ umole CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ S}^{-1}$ เป็น $3.56 \text{ umole CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ S}^{-1}$ เมื่อได้รับเกลือโซเดียม ที่ ระดับ 120 มิลลิโมล ซึ่งจะเห็นได้ว่า ข้าวขาวมะลิ การตอบสนองต่อปริมาณเกลือโซเดียมค่อนข้างมาก ส่วนพันธุ์พอคคาลี่มีการตอบสนองน้อยกว่าข้าวขาวมะลิ (ดังตารางที่ 26)

ตารางที่ 25 การสังเคราะห์แสงของ ข้าวหลังได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
$\text{umole CO}_2 \text{ cm}^{-2} \text{ S}^{-1}$					
ขาวมะลิ	0	6.01	7.38	7.62	7.00
105	0.5	6.73	6.82	7.22	6.92
	1.0	6.16	6.38	6.22	6.25
ข้าวตอ	0	2.63	5.27	7.66	5.18
	0.5	5.16	6.53	7.27	5.98
	1.0	5.92	6.67	4.62	5.73
พอคคาลี่	0	9.10	8.22	6.38	7.90
	0.5	6.78	6.02	5.39	6.06
	1.0	4.95	5.56	6.28	3.50
		6.72	5.75	6.52	

$\text{LSD}_{P < 0.05} = 1.08$

ตารางที่ 26 การสังเคราะห์แสงของ ข้าวหลังได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
umole CO ₂ cm ⁻² S ⁻¹					
ขาวมะลิ	0	4.48	6.63	6.92	6.01
105	0.5	7.31	4.97	4.06	5.45
	1.0	6.42	3.68	3.56	4.55
ข้าวดอก	0	3.87	4.02	4.29	4.06
	0.5	8.10	5.30	6.29	6.56
	1.0	5.14	5.61	5.09	5.28
พอคคาลี	0	5.05	6.55	4.92	5.50
	0.5	5.12	6.23	4.74	5.36
	1.0	6.44	4.90	4.02	5.12
		5.33	5.30	5.33	

LSD_{P<0.05} = 1.65

การคายน้ำ เมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์

ข้าวทั้ง 3 พันธุ์เมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 7 วัน มีการคายน้ำลดลง เมื่อได้รับปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น(ตารางที่ 27) และเช่นเดียวกัน ที่ 14 วันหลังได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ แต่พบว่าข้าวพันธุ์ขาวมะลิ105 และข้าวดอก มีการคายน้ำสูงขึ้น เกือบเท่าตัว ของการได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เมื่อ 7 วัน (ดังตารางที่ 28)

ตารางที่ 27 การคายน้ำของ ข้าวหลังได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
umole CO ₂ cm ⁻² S ⁻¹					
ขาวมะลิ	0	1.37	1.45	1.13	1.31
105	0.5	1.60	1.12	1.35	1.35
	1.0	1.31	1.20	1.19	1.23
ข้าวตอก	0	0.78	1.08	1.37	1.07
	0.5	1.12	1.11	1.11	1.11
	1.0	1.07	1.06	1.03	1.05
พอคคาลี	0	2.37	2.10	2.03	2.16
	0.5	1.67	1.48	1.62	1.59
	1.0	1.30	1.40	1.72	1.47
		1.30	1.08	1.74	

LSD_{P<0.05} = 0.2

ตารางที่ 28 การคายน้ำของ ข้าวหลังได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
umole CO ₂ cm ⁻² S ⁻¹					
ขาวมะลิ	0	1.21	2.76	2.39	2.12
105	0.5	2.91	2.31	2.05	2.42
	1.0	2.50	1.42	1.46	1.79
ข้าวตอก	0	1.12	1.89	1.55	1.52
	0.5	1.74	1.31	1.84	1.63
	1.0	1.60	1.19	1.35	1.38
พอคคาลี	0	1.07	2.54	2.52	2.04
	0.5	2.21	1.76	1.26	1.74
	1.0	1.89	1.32	1.02	1.41
		2.11	1.51	1.73	

LSD_{P<0.05} = 0.80

ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าว

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ พบว่ามีความแตกต่างกันทั้ง 3 พันธุ์ และมีความแตกต่างกันเมื่อเพิ่มปริมาณเกลือในโตรเจน จะพบว่า การเพิ่มปริมาณซิลิกอน ทำให้ข้าวตอ เพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ส่วนพันธุ์อื่น ๆ เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน (ดังตาราง ที่ 29) แต่หลังจากได้รับเกลือโซเดียม 14 วัน พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงทั้ง 3 พันธุ์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การเพิ่มปริมาณซิลิกอนช่วยทำให้เพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (ตารางที่30)

ตารางที่ 29 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ของข้าวเมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
มก.คลอโรฟิลล์/ กรัม.น้ำหนักสด					
ขาวมะลิ	0	0.24	0.46	0.36	0.35
105	0.5	0.22	0.20	0.15	0.19
	1.0	0.24	0.31	0.14	0.23
	ข้าวตอ	0	0.20	0.10	0.71
พอดคาลี	0.5	0.14	0.56	0.55	0.42
	1.0	0.88	0.95	0.63	0.82
	0	0.58	0.41	0.78	0.59
	0.5	0.81	0.16	0.90	0.62
	1.0	0.10	0.91	0.70	0.57
		0.26	0.97	0.87	

LSD_{P<0.05} = 0.41

ตารางที่ 30 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ของข้าวเมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
มก.คลอโรฟิลล์/ กรัม.น้ำหนักสด					
ขาวมะลิ	0	0.28	0.32	0.19	0.22
	0.5	0.35	0.21	0.16	0.24
	1.0	0.35	0.26	0.17	0.26
ข้าวหอม	0	0.17	0.29	0.19	0.22
	0.5	0.20	0.27	0.15	0.21
	1.0	0.36	0.25	0.18	0.27
พอกคาลี	0	0.43	0.23	0.43	0.36
	0.5	0.24	0.29	0.15	0.23
	1.0	0.36	0.39	0.31	0.36
		0.31	0.28	0.22	

LSD_{P<0.05} = 0.26

สำหรับคลอโรฟิลล์บี ข้าวแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่พันธุ์ขาวมะลิ 105 มีปริมาณต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ การเพิ่มขึ้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ใน 7 วัน แรกไม่ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์บีเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 31) หลังจาก 7 วันพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์บีมีปริมาณลดลง เมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นเวลา 14 วัน พันธุ์ข้าวหอม และพันธุ์พอกคาลี มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี ลดลงมาก เหลือเพียง 0.10 – 0.16 มก./กรัม น้ำหนักแห้ง จากปริมาณคลอโรฟิลล์บี 0.77 มก / กรัม น้ำหนักสด เมื่อได้รับเกลือโซเดียม เพียง 7 วัน ซึ่งมีผลทำให้ใบข้าวมีลักษณะซีดเหลือง เนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ในใบข้าวนั่นเอง (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 31 ปริมาณคลอโรฟิลล์พี ของข้าวเมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
มก.คลอโรฟิลล์/ กรัม.น้ำหนักสด					
ขาวมะลิ	0	0.24	0.27	0.20	0.24
	0.5	0.12	0.15	0.90	0.39
	1.0	0.24	0.13	0.18	0.18
ข้าวดอก	0	0.75	0.11	0.70	0.52
	0.5	0.76	0.73	0.83	0.77
	1.0	0.95	0.67	0.11	0.58
พอดคาลี	0	0.51	0.14	0.61	0.42
	0.5	0.68	0.15	0.93	0.58
	1.0	0.73	0.71	0.57	0.67
		0.12	0.13	0.13	

LSD_{P<0.05} = 0.30

ตารางที่ 32 ปริมาณคลอโรฟิลล์พี ของข้าวเมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
มก.คลอโรฟิลล์/ กรัม.น้ำหนักสด					
ขาวมะลิ	0	0.12	0.14	0.09	0.12
	0.5	0.16	0.09	0.07	0.11
	1.0	0.15	0.14	0.07	0.12
ข้าวดอก	0	0.07	0.12	0.08	0.10
	0.5	0.09	0.13	0.07	0.10
	1.0	0.14	0.12	0.09	0.12
พอดคาลี	0	0.19	0.11	0.19	0.16
	0.5	0.11	0.13	0.07	0.10
	1.0	0.10	0.18	0.14	0.14
		0.13	0.13	0.10	

LSD_{P<0.05} = 0.25

ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าว

ปริมาณไนโตรเจนในเซลล์ต้นข้าวทั้ง 3 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบว่าการเพิ่มขึ้นของโซเดียมและซิลิกอน มีความสัมพันธ์กัน คือเมื่อเพิ่มเกลือโซเดียมและซิลิกอน ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในเซลล์ข้าวเพิ่มมากขึ้นด้วยทั้ง 3 พันธุ์ โดยพันธุ์ข้าวขาวมะลิ 105 มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าอีก 2 พันธุ์ เมื่อเพิ่มซิลิกอนเพียง 0.5 มิลลิโมล ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มจาก 1.25 มก. เป็น 1.45 มก. เมื่อเพิ่มปริมาณเกลือโซเดียม จาก 0 มิลลิโมล เป็น 120 มิลลิโมล (ตารางที่ 33) การเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนจะเป็นแหล่งของโปรตีน ที่จะก่อให้เกิดการสร้างกลิ่นหอมของข้าวขาวมะลิ แต่หลังจากได้รับเกลือโซเดียมเป็นเวลา 14 วัน จะพบว่า ปริมาณไนโตรเจนมีการลดลง ทั้งพันธุ์พอคคาลีและขาวมะลิ มีปริมาณไนโตรเจนสะสมลดลง แสดงว่าการสร้างโปรตีนในเนื้อเยื่อมีปริมาณลดลง หรือ การเจริญเติบโตลดลง (ดังตารางที่ 34)

ตารางที่ 33 ปริมาณไนโตรเจน ของข้าวเมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 7 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
มก.คลอโรฟิลล์/ กรัม.น้ำหนักสด					
ขาวมะลิ	0	1.17	1.25	1.22	1.21
	0.5	1.18	1.31	1.45	1.31
	1.0	1.25	1.38	1.39	1.34
ข้าวหอม	0	1.09	1.19	1.29	1.19
	0.5	1.30	1.21	1.14	1.21
	1.0	1.13	0.86	0.99	1.23
พอคคาลี	0	1.11	1.03	1.18	1.17
	0.5	1.11	1.07	1.09	1.12
	1.0	1.13	1.12	1.19	1.19
		1.16	1.16	1.21	

LSD_{p<0.05} = 0.82

ตารางที่ 34 ปริมาณไนโตรเจน ของข้าวเมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
มก.คลอโรไฟลล์/ กรัม.น้ำหนักสด					
ขาวมะลิ	0	1.20	1.10	1.32	1.21
105	0.5	1.28	1.38	1.10	1.24
	1.0	1.08	1.11	0.94	1.04
ข้าวดอก	0	1.28	1.28	1.07	1.21
	0.5	1.45	1.23	1.10	1.26
	1.0	1.33	1.05	1.38	1.25
พอคคาลี	0	1.13	1.44	1.32	1.30
	0.5	1.04	1.46	0.95	1.15
	1.0	1.11	1.11	1.13	1.11
		1.24	1.22	1.24	

LSD_{P<0.05} = 0.18

ข้าวทั้ง 3 พันธุ์มีปริมาณฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน เมื่อได้รับเกลือโซเดียมเป็นเวลา 7 วัน นอกจากนั้นพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอนจะทำให้ข้าวขาวมะลามีปริมาณฟอสฟอรัสสูงขึ้น โดยเพิ่มจาก 0.26 มก./นน.สด เป็น 0.30 มก./นน.สด เมื่อได้รับซิลิกอนปริมาณ 1 มิลลิโมล (ตารางที่ 35) และหลังจากได้รับเกลือโซเดียม เป็นเวลา 14 วัน พบว่าทั้ง 3 พันธุ์มีปริมาณฟอสฟอรัสในเซลล์แตกต่างกัน และทุกพันธุ์มีปริมาณฟอสฟอรัสลดลง โดยเฉพาะพันธุ์พอคคาลี มีปริมาณฟอสฟอรัสลดลงมากกว่า 2 พันธุ์ ซึ่งลดจาก 0.26 มก./นน.สด เหลือเพียง 0.06 มก./นน.สด ส่วนพันธุ์อื่นๆ มีปริมาณลดลงโดยเฉลี่ย 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 36)

ตารางที่ 35 ปริมาณฟอสฟอรัส ของข้าวเมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
มก.คลอโรไฟลล์/ กรัม.น้ำหนักสด					
ขาวมะลิ	0	0.24	0.27	0.28	0.26
105	0.5	0.25	0.31	0.31	0.29
	1.0	0.29	0.32	0.30	0.30
ข้าวตอก	0	0.33	0.28	0.30	0.30
	0.5	0.31	0.31	0.30	0.30
	1.0	0.30	0.23	0.30	0.28
พอกคาลี	0	0.26	0.26	0.25	0.26
	0.5	0.26	0.27	0.24	0.26
	1.0	0.26	0.26	0.27	0.26
		0.28	0.28	0.28	

LSD_{P<0.05} = 0.24

ตารางที่ 36 ปริมาณฟอสฟอรัส ของข้าวเมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 14 วัน

พันธุ์ข้าว	ปริมาณซิลิกอน(มิลลิโมล)	ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์(มิลลิโมล)			เฉลี่ย
		0	60	120	
มก.คลอโรไฟลล์/ กรัม.น้ำหนักสด					
ขาวมะลิ	0	0.45	0.43	0.52	0.47
105	0.5	0.12	0.14	0.14	0.13
	1.0	0.14	0.16	0.14	0.14
ข้าวตอก	0	0.14	0.13	0.14	0.14
	0.5	0.14	0.16	0.13	0.14
	1.0	0.11	0.12	0.13	0.12
พอกคาลี	0	0.08	0.06	0.07	0.06
	0.5	0.06	0.07	0.06	0.06
	1.0	0.06	0.07	0.07	0.06
		0.14	0.15	0.16	

LSD_{P<0.05} = 0.06

สรุปผลและวิจารณ์ผล

การศึกษามลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวร่วมกับได้รับซิลิกอน ผลการศึกษาทำให้พื้นที่ใบข้าวมีผลในทางลบ คือ เมื่อเพิ่มปริมาณเกลือโซเดียมทำให้พื้นที่ใบลดลงอย่างชัดเจน แต่เมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอนจะทำให้ช่วยลดการสูญเสียพื้นที่ใบลง พันธุ์พอคคาลีและพันธุ์ขาวมะลิ 105 มีการตอบสนอง คือทำให้พื้นที่ใบลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อได้รับซิลิกอน ในระดับ 1 มิลลิโมล มีผลทำให้ค่า SLA ของข้าวขาวมะลิ 105 สูง โดยเฉลี่ย 3.98 มก / ตร.ซม เช่นเดียวกับพันธุ์พอคคาลี มีเฉลี่ย 3.22 มก/ ตร.ซม. และเมื่อได้รับเกลือโซเดียมเป็นเวลา 14 วัน พันธุ์พอคคาลีซึ่งเป็นพันธุ์ทนเกลือ จะการเพิ่มน้ำหนักใบสูงขึ้น ส่วนพันธุ์ขาวมะลิ 105 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับข้าวดอก มีการปรับตัวทำให้เพิ่มน้ำหนักใบมากขึ้น จึงมีผลทำให้มีค่า SLA สูงขึ้น โดยเฉลี่ย 3.05 มก /ตร.ซม.

การสังเคราะห์แสงและการคายน้ำ มีผลจากการลดพื้นที่ใบ เมื่อมีเกลือโซเดียมสูงขึ้น ทำให้มีการสังเคราะห์แสงลดลงอย่างมาก ในพันธุ์พอคคาลี โดยลดลงจาก $7.9 \text{ umole CO}_2 / \text{cm}^2 \text{ S}$ เป็น $3.50 \text{ umole CO}_2 / \text{cm}^2 \text{ S}$ ซึ่งเหมือนกันกับพันธุ์ขาวมะลิ 105 แต่ลดลงน้อยกว่า สำหรับข้าวดอก ที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง มีการปรับตัวในสภาพมีเกลือได้ดี จะมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่ลดลงน้อยกว่า 2 พันธุ์ เนื่องจากการลดลงของพื้นที่ใบน้อยกว่า

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้ง เอ และ บี มีผลทำให้ลดลงด้วย เมื่อเพิ่มปริมาณเกลือโซเดียม แต่เมื่อเพิ่มปริมาณซิลิกอนพอจะช่วยรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ได้บ้าง ส่วนปริมาณธาตุอาหารในต้นข้าว ไนโตรเจนมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเกลือโซเดียมและซิลิกอนในช่วง 7 วันแรก แต่หลังจาก 7 วันแล้ว จะพบว่า ปริมาณไนโตรเจนลดลงในพันธุ์ขาวมะลิ 105 และพันธุ์พอคคาลี ทั้งนี้อาจมีผลจากการลดการคายน้ำและการสังเคราะห์แสง ทำให้รากดูดไนโตรเจนและธาตุอื่น ๆ ได้น้อยลง เช่นเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัส ก็มีปริมาณลดลงเช่นเดียวกัน เมื่อมีการเพิ่มปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์สูงขึ้น

จึงพอสรุปได้ว่า การเพิ่มขึ้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีผลในเชิงลบกับต้นกล้าค่อนข้างมาก ยังมีปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์มากก็ยิ่งส่งผลมากขึ้น โดยมีผลต่อการสร้างราก อัตราส่วนรากต่อลำต้น การลดลงของจำนวนใบและพื้นที่ใบ มีค่า SLA ลดลง จึงมีผลไปถึงการลดลงของการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ และการดูดธาตุอาหารพืชลดลงตามไปด้วย ทั้งนี้ การเพิ่มปริมาณซิลิกอน จะช่วยบรรเทาผลกระทบจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยการช่วยให้ใบและรากชะลอการถูกทำลายจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ได้บ้าง

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน 2529. วิธีเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ดินเค็ม วารสารพัฒนาที่ดิน 23 (254) : 15-22
- เกริก ปั่นแห่งเพชร 2531 ผลของเกลือที่มีต่อการเจริญเติบโตและปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าว รายงานผลการวิจัย ศูนย์ศึกษาดันคว่ำและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หน้า 72-75
- Charles-Edwards, D.A. 1982. Physiological determination of crop growth. Academic Press. Sydney 161 P
- Duby , R.S. 1985. Biochemical change in germinating rice seeds under saline stress. *Biochemica, physil*, 77, 523-535.
- Gomez , K.A., and Gomez, A.A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley sons. Inc. 680 P.
- International Rice Research Institute. 1996. IRRISTATE for windows Ver. 4.
- Kaufman ,P.B., Takeoka,Y., Carlson, T.J., et al 1979. Studies on silica deposition insugarcan using scanning electron microscopy, energy dispersive X – ray analysis, neutron activation analysis and light microscopy. *Phytomorphology*, 29,185-193.
- Lee , K.S.,ahn,S.B. Rhee, G. B. , and Park, J.K. 1985. Studies of silica application to nursery beds on rice seeding growth. *Res, Rep Rural Dev. Admin. Plant Environment, Mycol, Farm Product Utilization.*, 27(1), 23-27.
- Limpinuntana,V. 1978. Physiological aspects of adaptation of rice (*Oryza sativa. L.*) and barley (*Hordeum vulgare L.*) to low O₂ concentrations in the root environment . Ph.D. Thesis. University of Western Australia.
- Sheoran,I.S., and O.P.Garg . 1978. Effect of salinity on the activities of Rnase, Dnase and protease during germination and early seeding growth of mung bean. *Physiol. Plant*, 44,171-174.

Takashashi, E. Arai, K., and Kasida, Y. 1966. Studies on the physiological role of silicon in crop plant(Part 14).
Effect of silicon on CO₂ assimilation and translocation of assimilate to panicle. J.Sci. Soil Manure,
Jpn, 37,594-598.

Yoshida, S., Forno, D. A., Cock, J. H. and Gomez, K. A. 1976. Laboratory manual for physiological studies of
rice . The International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna, Philipines. 266 P.