

## ฟีโนไทป์บางประการที่ตอบสนองต่อความเค็มในต้นกล้าข้าวพื้นเมืองไทย

### Some Physiological Phenotypes Responding to Salt Stress of Local Thai Rice Seedlings

นพคุณ คุณผลวัฒนา<sup>1</sup>, สมทรง โชติชื่น<sup>2</sup>, ดวงใจ สุริยาอรุณโรจน์<sup>3</sup>, บุญธิดา โฆษิตทรัพย์<sup>1</sup>, ธีรพงษ์ บัวบุชา<sup>4</sup> และ ศุภจิตรา ชัชวาลย์<sup>1\*</sup>

Nopphakhun Khunpolwattana<sup>1</sup>, Somsong Chotechuen<sup>2</sup>, Duangjai Suriyaarunroj<sup>3</sup>, Boonthida Kositsup<sup>1</sup>, Teerapong Buaboocha<sup>2</sup> and Supachitra Chadchawan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>หน่วยปฏิบัติการวิจัยสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330; <sup>2</sup>ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ปทุมธานี 12110; <sup>3</sup>ศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว นครราชสีมา 30110; <sup>4</sup>ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

<sup>1</sup>Environment and Plant Physiology Research Unit, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330; <sup>2</sup>Pathum Thani Rice Research Center, Bureau of Rice Research and Development, Rice Department, Pathum Thani 12110; <sup>3</sup>Nakhon Ratchasima Rice Research Center, Bureau of Rice Research and Development, Rice Department, Nakhon Ratchasima 30110; <sup>4</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

\*Corresponding author: s\_chadchawan@hotmail.com; Supachitra.C@chula.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการที่ตอบสนองต่อภาวะเค็ม (9 dSm<sup>-1</sup>) ได้แก่ น้ำหนักสด และ น้ำหนักแห้งของต้นและราก ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ % การรั่วของอิเล็กโทรไลต์ และคะแนนความเสียหายของต้นจากความเค็ม โดยทำการประเมินข้าวพื้นเมืองไทยจำนวน 51 พันธุ์ร่วมกับข้าวพันธุ์พอคคาลิซึ่งเป็นพันธุ์ทนเค็มและพันธุ์ไออาร์29 ซึ่งเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อความเค็มหลังจากข้าวได้รับภาวะเค็มเป็นเวลา 0, 3 และ 6 วัน เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ร่วมกันโดยใช้การวิเคราะห์กลุ่ม พบว่าข้าวพันธุ์หลวงประทาน, เจ้าขาว, ทองรากไทร, ก้นแก้ว, เขียวหางม้า, หมากน้ำ, ขาวก้นจุด, มั่นวัว, จำปาจีน และหมากยมมีการตอบสนองต่อภาวะเค็มดีเทียบเท่าข้าวพันธุ์พอคคาลิแต่มีค่าชีวมวลที่สูงกว่า ข้าวพื้นเมืองไทยเหล่านี้จะเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญสำหรับยีนทนเค็มเพื่อโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต่อไปในอนาคต

#### ABSTRACT

Some physiological phenotypes responding to salt stress (9 dSm<sup>-1</sup>), shoot and root fresh weight, shoot and root dry weight, relative water content, % electrolyte leakage and salt injury score (SIS) were evaluated among 51 local Thai rice cultivars in comparison with 'Pokkali', the salt tolerant rice and 'IR29', the salt susceptible one after salt stress for 0, 3, and 6 days. Based on all data subjected to cluster analysis, 'Luang Pratahn', 'Jao Khao', 'Tawng Rahk Sai', 'Gon Gaew', 'Khiaw Hahng Mah', 'Mahk Nam', 'Khao Gon Jud', 'Man Wua', 'Jampah Jin', and 'Mahk Yom' rice were found to have salt tolerant level similar to 'Pokkali' rice with the higher biomass. These local Thai rice cultivars will be valuable resources for salt tolerant genes for breeding program in the future.

**คำสำคัญ:** ข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทย, การทนทานความเค็ม, การวิเคราะห์กลุ่ม

**Keywords:** local Thai rice, salt tolerance, cluster analysis

**บทนำ**

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย และเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศแต่การปลูกข้าวในสถานที่ที่มีพื้นที่ดินเค็มยังเป็นปัญหาสำคัญต่อเกษตรกรไทย ส่งผลกระทบต่อข้าวมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง การออกดอก และการติดผลต่ำทำให้มีผลผลิตโดยรวมลดลงนอกจากนี้ยังมีข้าวไทยเพียงไม่กี่พันธุ์ที่สามารถปลูกได้ในพื้นที่ดินเค็ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีพื้นที่ดินเค็มถึง 17.8 ล้านไร่ ทั้งนี้ประเทศไทยยังมีฐานพันธุ์กรรมข้าวที่มีความหลากหลายสูงและข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทยหลายพันธุ์ที่ยังไม่ได้รับการศึกษาถึงกลไกการตอบสนองต่อภาวะเครียดจากความเค็ม การมีฐานข้อมูลพันธุ์พืชที่สามารถต้านทานภาวะดังกล่าวจึงมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาพันธุ์ข้าวที่สามารถปลูกได้ในพื้นที่ดินเค็มและให้ผลผลิตได้ในปริมาณมากต่อไปในอนาคต ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและเป็นส่วนหนึ่งของฐานข้อมูลลักษณะทางสรีรวิทยาการตอบสนองต่อภาวะเครียดจากความเค็มในประชากรข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทย

**อุปกรณ์และวิธีการ**

วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทย (ตารางที่ 1) พันธุ์พอคคาลี (พันธุ์ทนเค็มมาตรฐาน) และไออาร์29 (พันธุ์อ่อนแอต่อความเค็มมาตรฐาน) อายุ 2 สัปดาห์ ในดินภาวะปกติและดินที่เติมสารละลาย NaCl ให้มีความเค็มประมาณ 9 dSm<sup>-1</sup> เก็บค่า Salt Injury Score (SIS) น้ำหนักสดส่วนต้นและราก น้ำหนักแห้งส่วนต้นและราก %relative water content (%RWC) และ %electrolyte leakage (%EL) ส่วนใบ ที่เวลา 0, 3 และ 6 วันหลังได้รับภาวะเค็ม หาแนวโน้มการตอบสนองภาวะเค็มในแต่ละเวลาจากค่าเฉลี่ยแต่ละพารามิเตอร์ของข้าวทุกพันธุ์ จากนั้นจัดกลุ่มข้าวที่มีการตอบสนองต่อภาวะเค็มต่างกันโดยวิเคราะห์ principle component analysis และ cluster analysis โดยใช้ JMP10 (SAS corporate)

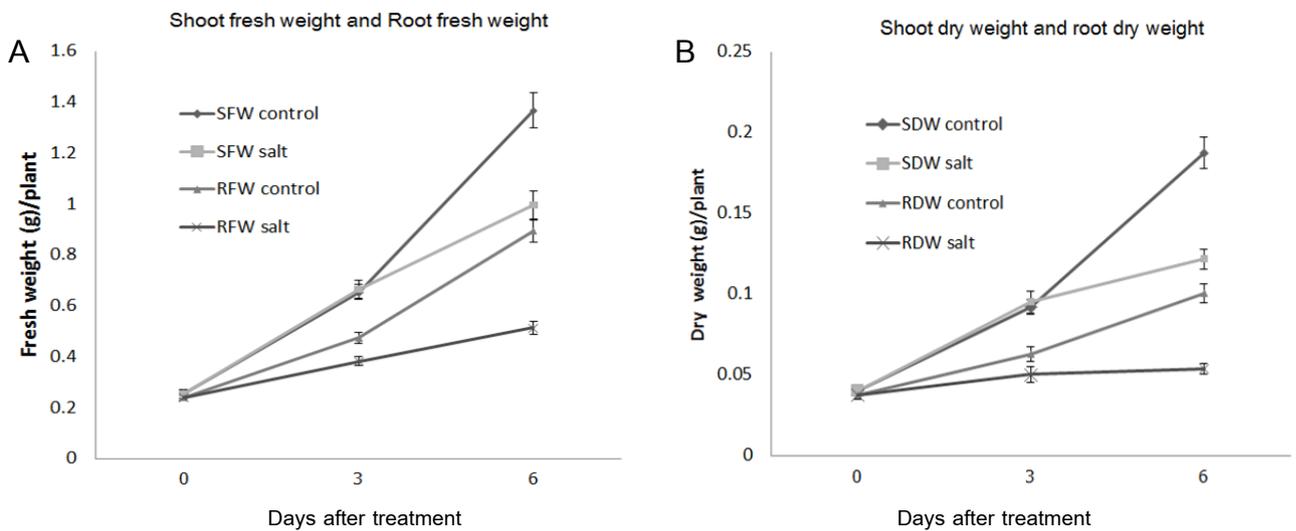
**ตารางที่ 1** รายชื่อข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทยที่ใช้ในการศึกษา

1. ก้นแก้ว	12. หลวงประทาน	23. หมากยม	34. ก้นแก้ว	45. มะยม
2. เขียวหางม้า	13. ขาวแก้ว	24. หางยี่ 71	35. ทองรากไทร	46. ดอกดอกไม้
3. ขาวสุพรรณ	14. นางมด	25. เหลืองน้อย 31-1-39	36. หมากน้ำ	47. หมากน้ำ
4. หลวงประทาน	15. อีมุ่ม	26. จดมอญ	37. ชัยนาท 1	48. สีขาวใหญ่
5. เหลืองพวงทอง	16. แก้วรวง	27. ขาวสงวน	38. แจ็กเซย	49. ป้องแก้ว
6. กข1	17. ปิ่นแก้ว	28. เหนียวดำหลาย	39. พวงหางหมู	50. ข้าวฮ้าว
7. ดอกขาว	18. ไข่มดรีน	29. ขาวกอเดียว	40. พลายงามปราจีนบุรี	51. LPT123-TC171
8. มันทวี	19. ใบบัว	30. พวงหนัก	41. ตะเภาลุ่ม	52. พอคคาลี
9. พวงทอง	20. มะยม	31. จำปาจีน	42. ขาวอากาศ	53. ไออาร์29
10. ประทานบ้านนึ่ง	21. สีลาย	32. ขาวก้นจุด	43. ดีสี	
11. ดอกสามเดือน	22. ขาวตาแห้ง 17	33. เจ้าขาว	44. เม็ดมะม่วง	

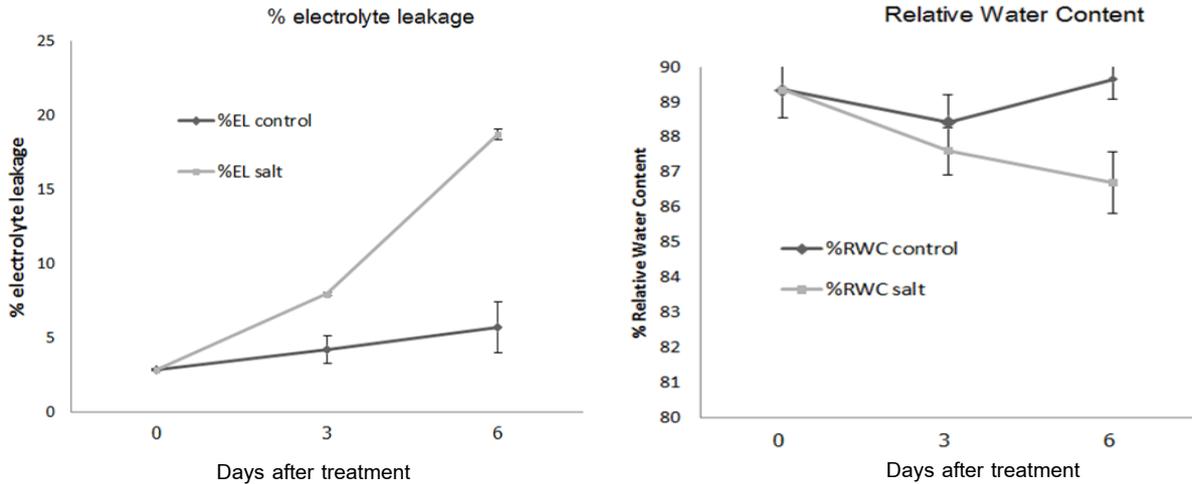
**ผลการทดลองและวิจารณ์**

เมื่อวิเคราะห์แนวโน้มค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลาของข้าวในภาวะปกติและภาวะเค็ม พบว่า ค่าเฉลี่ยข้าวทุกพันธุ์ในระยะต้นกล้ามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น และรากลดลงจากภาวะปกติในช่วงวันที่ 3 และ 6 (รูปที่ 1A-B) โดยเฉพาะในวันที่ 6 ข้าวมีน้ำหนักดังกล่าวลดลงประมาณ 50% เมื่อเทียบกับภาวะปกติ การตอบสนองดังกล่าวเป็นผลเนื่องมาจากความเค็มทำให้การเจริญเติบโตจากความเครียดออสโมติก (osmotic stress) ทำให้น้ำในดินมีแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) เพิ่มขึ้นและความต่างศักย์ของน้ำ (water potential) ลดลง เซลล์พืชมีอาการขาดน้ำ ข้าวจึงทุ่มเทพลังงานในการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารมาใช้ในการเจริญเติบโต สำหรับแนวโน้มของ %EL พบว่า ในวันที่ 3 และ 6 ข้าวในภาวะเค็มมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นมากกว่าข้าวที่ได้รับภาวะปกติอย่างชัดเจนประมาณ 94% (รูปที่ 2A) และข้าวที่ได้รับภาวะเค็มยังมีแนวโน้มค่า %RWC น้อยกว่าภาวะปกติ (รูปที่ 2B) แสดงให้เห็นผลของภาวะเค็มที่ส่งผลต่อความสามารถในการรักษาสภาพของเซลล์เมมเบรนให้คงที่ตลอดการทดลองและการรักษาปริมาณน้ำภายในเซลล์ที่ลดลงหลังจากที่พืชได้รับความเค็ม (Abdullah *et al.*, 2002; Munset *et al.*, 2006, Suriyaarunroj *et al.*, 2004)

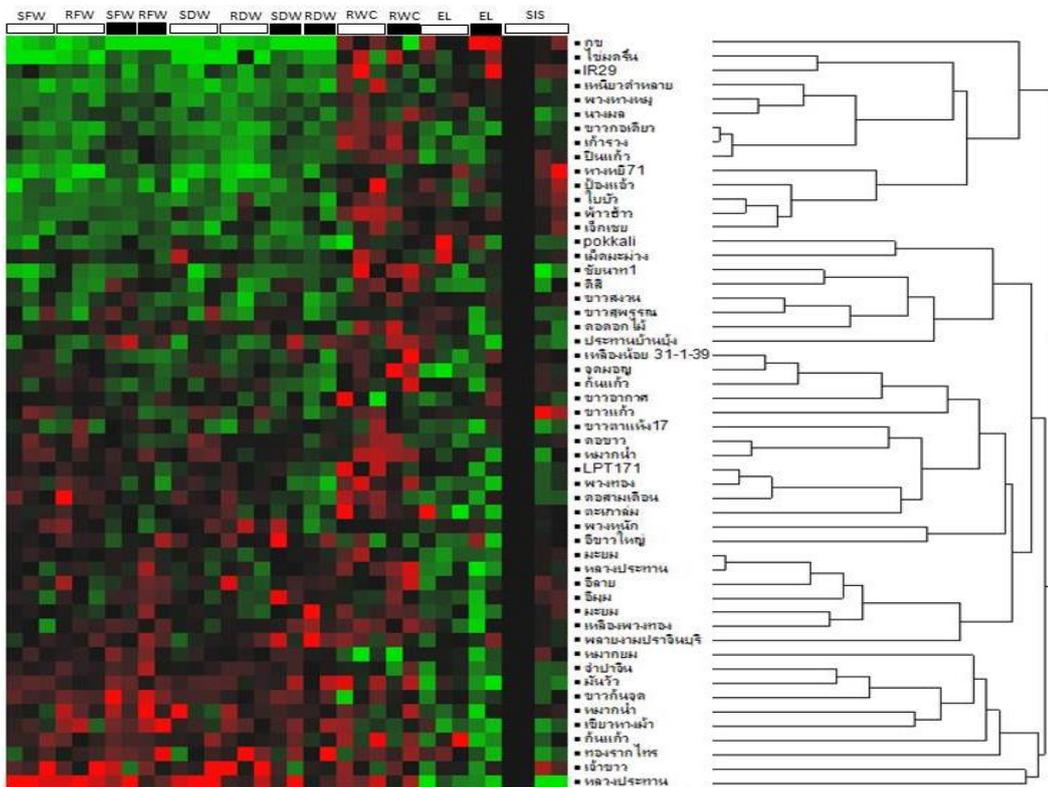
สำหรับการจัดกลุ่มประชากรพันธุ์ข้าวพื้นเมืองไทยโดยอาศัยค่าพารามิเตอร์การตอบสนองข้างต้น สามารถจัดกลุ่มประชากรข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทยที่มีการตอบสนองต่อภาวะเค็มที่ดีกว่าข้าวพันธุ์ พอคคาลี ซึ่งเป็นพันธุ์ทุนเดิมมาตรฐาน ได้แก่ พันธุ์หลวงประทาน, เจ้าขาว, ทองรากไทร, ก้นแก้ว, เขียวหางม้า, หมากน้ำ, ขาวก้นจุด, มั่นวัว, จำปาจีน และหมากยม (รูปที่ 3) โดยจะพบว่ากลุ่มข้าวไทยดังกล่าวเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนต้นและรากสูง และมีความสามารถในการรักษาสภาพของเซลล์เมมเบรนและปริมาณน้ำสัมพันธ์รวมทั้งมีค่า Salt Injury Score ที่มีใกล้เคียงหรือน้อยกว่าพันธุ์พอคคาลีทั้งนี้เนื่องจากข้าวพันธุ์พอคคาลี เป็นข้าวพันธุ์ที่มีความสามารถในการรักษาสภาพของเซลล์เมมเบรนและปริมาณน้ำสัมพันธ์ที่ดี แต่มีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทยกลุ่มดังกล่าวข้างต้น



**รูปที่ 1** แนวโน้มของน้ำหนักสดต้นและรากของกล้าข้าว (A) และแนวโน้มของน้ำหนักแห้งต้นและรากของกล้าข้าว (B) เมื่อเติบโตในภาวะดินปกติและได้รับภาวะความเค็มระดับ 9 dSm-1 ที่เวลาต่างๆ



รูปที่ 2 แนวโน้มของ %electrolyte leakage กล้าข้าว (A) และแนวโน้มของ %relative water content กล้าข้าว (B) เมื่อเติบโตในภาวะดินปกติและได้รับภาวะความเค็มระดับ 9 dSm<sup>-1</sup> ที่เวลาต่างๆ



รูปที่ 3 แผนภาพ heat map ที่ได้จากการวิเคราะห์ principle component analysis และ cluster analysis

**สรุปผลการทดลอง**

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก และ %RWC ในข้าวที่ได้รับภาวะเค็มมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับภาวะปกติ ส่วน %electrolyte leakage มีแนวโน้มที่สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 วัน นอกจากนี้สามารถจัดกลุ่มข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทยที่มีการตอบสนองต่อภาวะความเค็มได้ดีเทียบเท่าพันธุ์พอคคาลี แต่มีชีวมวลที่สูงกว่าจำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์หลวงปะจัน, เจ้าขาว, ทองรากไทร, กั้นแก้ว, เขียวหางน้ำ, หมากน้ำ, ขาวกั้นจุด, มณีขาว, จำปาจีน และหมากยม

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายธนศ จิระพรประเสริฐ, นางสาวมัลลิกา บุญฤทธิ์, นางสาวบงกช บุญบุรพงศ์, นายจักรี เหล็กกล้า, นายธานีินทร์ จันทโรชิตี และนิสิตหน่วยปฏิบัติการวิจัยสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (รหัสโครงการ 2555NRCT512302)

### เอกสารอ้างอิง

- Abdullah Z, Khan MA, and Flowers TJ. Causes of sterility in rice under salinity stress. In: Prospects for Saline Agriculture. (Eds.): R. Ahmad and K.A. Malik, 2002; p. 177-187.
- Tester M. and Davenport R. Mechanism of salinity tolerance: Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. *Ann. Bot.* 2003; 91: 503-527.
- Munns R, James RA and Lauchli A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp. Bot.* 2006; 57: 1025-1043.
- Suriyaarunroj D, Supapoj N, Toojinda T and Vanavichit A. Relative leaf water content as an efficient method for evaluating rice cultivars for tolerance to salt stress. *Science Asia* 2004; 30: 411 - 415.