

ผลกระทบของกรดแอบไซซิกต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าข้าว ภายใต้สภาวะเครียดเกลือและด่าง

Effect of Exogenous Abscisic Acid on Physiological Responses in Rice Seedling under Salt and Alkaline Stress Conditions

สุชีลา อุทาสี (Suchila Utasee)* ดร.วัฒนชัย ลั่นทม (Dr.Watanachai Lontom)**

บทคัดย่อ

กรดแอบไซซิก (abscisic acid, ABA) เป็นฮอร์โมนพืชที่มีบทบาทสำคัญในการตอบสนองของพืชต่อความเครียดจากสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการให้กรดแอบไซซิกจากภายนอกต่อการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาของต้นกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในสภาวะที่ได้รับ ความเครียดเกลือหรือด่าง โดยการฉีดพ่นกรดแอบไซซิกความเข้มข้น 5, 10, 50 μM หรือ fluridone ความเข้มข้น 10 μM แก่ต้นกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อายุ 20 วัน หลังจากพ่น ABA เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าได้รับสภาวะเครียดเกลือหรือด่างด้วยการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 150 μM หรือ โซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 15 μM ลงในสารละลายธาตุอาหารเป็นเวลา 7 และ 14 วัน ผลการทดลองพบว่ากรดแอบไซซิกความเข้มข้น 10 μM ช่วยส่งเสริมร้อยละการรอดชีวิต ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของต้นกล้าในสภาวะเครียดเกลือและด่าง พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ในวันที่ 7 และความเขียวของใบในวันที่ 14 ภายใต้สภาวะเครียดเกลือเมื่อพ่นด้วยกรดแอบไซซิกความเข้มข้น 50 μM แก่ต้นกล้า อย่างไรก็ตาม การให้กรดแอบไซซิกไม่ทำให้อัตราการคายน้ำและค่าการนำปากใบของต้นกล้าดีขึ้นเมื่อได้รับความเครียด

ABSTRACT

Abscisic acid (ABA) is a plant hormone that plays an important role in plant response to environmental stresses. The objective of this research was to study the effect of exogenous ABA on some physiological changes of KDML 105 rice seedling under salt or alkaline stress conditions. Twenty-day-old seedlings of KDML 105 rice cultivar were sprayed with 5, 10 and 50 μM ABA or 10 μM fluridone. After 48 hours, seedlings were subsequently subjected to salt or alkaline stress conditions created by adding 150 μM NaCl or 15 μM Na₂CO₃ to nutrient solution for 7 and 14 days. The results showed that 10 μM ABA improved survival percentage, relative water content and net photosynthetic rate of seedlings under salt and alkaline stresses. Significant changes in electrolyte leakage at day 7 and leaf greenness at day 14 were observed in seedlings sprayed with 50 μM under salt stress condition. However, exogenous ABA did not improve transpiration rate and stomatal conductance in rice seedlings under stress conditions.

คำสำคัญ: กรดแอบไซซิก ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ความเครียด

Keywords: ABA, KDML 105 rice, Stress

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ทรัพยากรดินนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการผลิตข้าวซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการส่งออกมากและเป็นรายได้สำคัญของเกษตรกรในประเทศไทย เนื่องจากดินเป็นแหล่งของธาตุอาหาร น้ำ และเป็นที่ยึดเหนี่ยวของพืช ดังนั้นหากดินมีศักยภาพในการผลิตต่ำย่อมส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าว ในประเทศไทยพบพื้นที่ดินเค็มมีการแพร่กระจายเพิ่มขึ้นทุกปีประมาณ 21.7 ล้านไร่ โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ดินเค็ม 17.8 ล้านไร่ (สุมาลี, 2555) ทั่วโลกพบพื้นที่ดินด่างมากกว่า 800 ล้านไร่ และพบมากในภาคกลางของประเทศไทยประมาณ 800,000 ไร่ กระจายอยู่ในพื้นที่บริเวณ จังหวัดลพบุรีและสระบุรี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2535) ดินเค็มและดินด่างเป็นสาเหตุที่ทำให้พืชเกิดความเครียดเนื่องจากดินมีไอออนของเกลือมาก รวมทั้งมีพีเอชสูง ทำให้พืชไม่สามารถดึงน้ำจากดินเข้าสู่รากได้ นอกจากนั้นไอออนของเกลือยังเป็นพิษต่อพืชด้วย ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโต กระบวนการทางสรีรวิทยาบางประการ และผลผลิตของข้าวในที่สุด พืชจึงมีกลไกบางอย่างที่ช่วยในการรับรู้สัญญาณ ตอบสนอง และปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาวะดังกล่าว กรดแอบไซซิก (abscisic acid, ABA) เป็นฮอร์โมนที่พืชสังเคราะห์ขึ้นเพื่อควบคุมกระบวนการเจริญเติบโตและตอบสนองต่อสภาวะเครียด โดย ABA ทำหน้าที่เป็นสัญญาณเคมีในการส่งสัญญาณความเครียดให้พืชรับรู้ เพื่อเกิดการตอบสนองและปรับตัว เช่น ทำให้ปากใบปิดเพื่อลดการคายน้ำในสภาวะที่พืชขาดน้ำ เป็นต้น จากการศึกษาในพืชหลายชนิดพบว่า การให้ ABA แก่พืชก่อนที่จะได้รับความเครียด สามารถชักนำให้พืชทนต่อสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ ความเค็ม ความหนาวเย็น และความร้อนได้มากขึ้น (Arati et al., 2003; Lu et al., 2009; Li et al., 2010) นอกจากนี้ Wei et al. (2015) ได้รายงานว่าการแช่เมล็ดข้าวพันธุ์ Dongdao-4 ในสารละลายธาตุอาหารที่มี ABA ความเข้มข้น 0, 10 และ 50 μM ก่อนปลูก ช่วยเพิ่มความทนต่อสภาวะเครียดต่างของต้นกล้าข้าวอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนต้นกล้าที่ได้รับ fluridone (สารยับยั้งการสังเคราะห์ ABA) พบว่าได้ผลไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้รับ ABA ดังนั้นการให้ต้นกล้าข้าวได้รับ ABA ก่อนที่จะกระทบกับสภาวะเครียดเกลือและด่าง จึงอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดความรุนแรงของความเครียดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาของข้าว

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการพ่นกรดแอบไซซิกความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาของต้นกล้าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อปลูกในสภาวะเครียดเกลือหรือด่าง

วิธีการวิจัย

พืชทดลองและการปลูกพืช

ทำการศึกษาโดยใช้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (*Oryza sativa* L. cv. KDML 105) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ นำเมล็ดข้าว แช่น้ำ 1-2 วัน แล้วนำไปเพาะบนจานเพาะเชื้อที่มีกระดาษกรองชุ่มน้ำ จากนั้นนำเมล็ดที่งอกไปปลูกในกระบะพลาสติกที่มีสารละลายธาตุอาหารสูตร Yoshida (Yoshida et al., 1976) เมื่อต้นกล้ามีอายุครบ 14 วัน นำต้นกล้าแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 พ่นด้วยสารละลาย ABA ความเข้มข้น 0, 5, 10 และ 50 μM ตามลำดับ และกลุ่มที่ 5 พ่นด้วยสารละลาย fluridone ความเข้มข้น 10 μM จากนั้นแบ่งต้นกล้าข้าวออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ปลูกในสารละลายธาตุอาหารปกติ กลุ่มที่ 2 ได้รับความเครียดเกลือโดยย้ายต้นกล้าข้าวลงในสารละลายธาตุอาหารที่มี NaCl ความเข้มข้น 150 mM และกลุ่มที่ 3 ได้รับความเครียดด่างโดยย้ายต้นกล้าข้าวลงในสารละลายธาตุอาหารที่มี Na_2CO_3 ความเข้มข้น 15 mM เป็นเวลา 7 และ 14 วัน บันทึกร้อยละการรอดชีวิตของต้นกล้า และวัดค่าทางสรีรวิทยาในใบที่แผ่ขยายเต็มที่ใบที่ 2

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (randomized complete block design, RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 ต้น

การประเมินร้อยละการรอดชีวิต

ทำการบันทึกต้นกล้าข้าวที่ตายในวันที่ 7 และ 14 หลังจากข้าวได้รับสภาวะเครียด เพื่อนำมาคำนวณร้อยละการรอดชีวิตจากสูตร ร้อยละการรอดชีวิต = (จำนวนต้นที่มีชีวิตอยู่/ จำนวนต้นทั้งหมดที่ปลูก) × 100

การวัดค่าทางสรีรวิทยา

1. ค่าความเขียว วัดค่าความเขียวด้วยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ รุ่น SPAD-502 (Minolta camera Co., Japan) จำนวน 3 ตำแหน่งต่อใบ โดยวัดที่บริเวณปลาย กึ่งกลาง และ โคนของใบ

2. การแลกเปลี่ยนแก๊ส วัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (A) อัตราการคายน้ำ (E) และค่าการนำปากใบ (g_s) ด้วยเครื่อง LI-6400XT Portable Photosynthesis System (Li-COR, Inc., USA) โดยกำหนดความเข้มแสงที่ $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ $400 \mu\text{molmol}^{-1}$ อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ $500 \mu\text{mol s}^{-1}$ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่บริเวณกึ่งกลางใบในช่วงเวลา 9.00 – 12.00 น.

3. ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (Relative water content, RWC) ตัดชิ้นส่วนใบข้าวความยาว 1.5 เซนติเมตร จำนวน 3 ชิ้น ใส่ลงในหลอดไมโครทิวป์ ปิดให้สนิทและทำการชั่งน้ำหนักสด (fresh weight, FW) อย่างรวดเร็ว แช่ชิ้นส่วนใบในน้ำปราศจากไอออนและให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อให้ใบข้าวดูดน้ำได้อย่างเต็มที่ จากนั้นชั่งน้ำหนักบริเวณผิวใบแล้วนำไปชั่งน้ำหนักเต่ง (turgid weight, TW) ก่อนนำชิ้นส่วนใบไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วจึงชั่งน้ำหนักแห้ง (dry weight, DW) คำนวณค่าปริมาณน้ำสัมพัทธ์จากสูตร ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ = $[(FW - DW) \times 100] / (TW - DW)$ (Dionisio-Seae, Tobita, 1998)

4. การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte leakage, EL) ชั่งใบข้าวน้ำหนัก 0.1 กรัม ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ในหลอดพลาสติกขนาด 15 มิลลิลิตร ที่เติมน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำหลอดที่แช่ตัวอย่างมาวัดค่าการนำไฟฟ้าครั้งที่ 1 (EC1) จากนั้นนำหลอดที่แช่ตัวอย่างไปทิ้งในหม้อน้ำความดันไอ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้ววัดค่าการนำไฟฟ้าครั้งที่ 2 (EC2) หลังจากนั้นมาคำนวณร้อยละการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ตาม Jiang, Huang (2002) ดังนี้ ร้อยละการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ (ELP) = $(EC1/EC2) \times 100$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลผลกระทบของกรดแอบไซซิกและความเครียดเกลือและต่างต่อ ร้อยละการรอดชีวิตและค่าทางสรีรวิทยาของต้นกล้าข้าวขาวดอกมะล 105 พบว่า การพ่น ABA มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงร้อยละการรอดชีวิตและปริมาณน้ำสัมพัทธ์ของต้นกล้าในวันที่ 7 (ตารางที่ 1) นอกจากนั้นยังมีผลต่อ ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (ตารางที่ 1) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ และอัตราการคายน้ำ (ตารางที่ 2) ในวันที่ 14 อย่างมี นัยสำคัญ ($P < 0.05$) ส่วนร้อยละการรอดชีวิตและการร่วงไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ในวันที่ 14 และ ความเขียวและอัตรา การสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิในวันที่ 7 ของต้นกล้าข้าวได้รับอิทธิพลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างสถานะเครียดและความ เข้มข้นของ ABA (ตารางที่ 1 และ 2) จึงทำให้ต้องวิเคราะห์สถิติเพื่อศึกษาผลของการพ่น ABA ความเข้มข้นต่างๆ ในแต่ ละสถานะดังแสดงในตารางที่ 3

ในวันที่ 7 หลังได้รับความเครียด การพ่น ABA ความเข้มข้น 10 และ 50 μM ช่วยให้ต้นกล้าข้าวรอดชีวิต มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ ABA อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) เมื่อต้นกล้าข้าวได้รับความเครียดเกลือและต่างเป็น เวลา 14 วัน กลุ่มที่ได้รับการพ่นด้วย ABA ความเข้มข้น 10 μM มีร้อยละการรอดชีวิตสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ ABA อย่าง มีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3)

การพ่น ABA ช่วยรักษาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบเมื่อต้นกล้าได้รับความเครียดเป็นเวลา 14 แต่กลับให้ผล ตรงกันข้ามเมื่อต้นกล้าได้รับความเครียดเป็นเวลา 7 วัน อย่างไรก็ตาม ต้นกล้าที่ได้รับ fluridone ซึ่งเป็นสารยับยั้งการ สังเคราะห์ ABA มีปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับ ABA อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) ในสถานะที่ต้นกล้าได้รับความเครียดเกลือเป็นเวลา 14 วัน การพ่น ABA ส่งผลให้ค่าการร่วงไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ ABA อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3) จากการวิเคราะห์ค่าความเขียวของใบพบว่า ใน วันที่ 7 ค่าความเขียวของใบในกลุ่มที่ได้รับ ABA ความเข้มข้น 10 และ 50 μM ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับ ABA (ตารางที่ 3)

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 พบว่าสถานะเครียดเกลือและต่างส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สของต้นกล้า ข้าว ทำให้ต้นข้าวมีอัตราการคายน้ำและการนำปากใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ต้นกล้าข้าวที่ได้รับ ความเครียด เกลือเป็นเวลา 14 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) การพ่น ABA ความเข้มข้น 10 μM ส่งผลให้ต้นกล้ามีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ ABA (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตาม การพ่น ABA ไม่ได้ส่งผลอย่างชัดเจนในการเพิ่มอัตราการคายน้ำและค่าการนำปากใบ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลกระทบของกรดแอบไซซิกต่อร้อยละการรอดชีวิต ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ ร้อยละการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ และความเขียวของใบต้นกล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับความเครียดเกลือและต่างเป็นเวลา 7 และ 14 วัน

Factor	Survival percentage		Relative water content		Electrolyte leakage percentage		Leaf greenness	
	7 days	14 days	7 days	14 days	7 days	14 days	7 days	14 days
Stress treatment (A)								
Control	100.0a [†]	100.0	78.9	83.7a	13.2b	11.8	33.2	33.7a
Salt stress	99.0a	74.0	75.3	75.8b	25.9a	37.9	32.6	28.6b
Alkaline stress	96.0b	81.5	71.3	84.5a	10.2b	8.95	33.1	33.7a
ABA treatment (B)								
0 μM ABA	96.3b	80.4	87.2a	77.7b	16.3	26.8	33.0	31.7
5 μM ABA	98.3ab	86.7	75.0b	89.8a	20.1	19.8	31.7	31.4
10 μM ABA	100.0a	90.8	78.8ab	88.3a	16.6	20.0	33.8	32.6
50 μM ABA	100.0a	87.5	77.3ab	84.0ab	15.0	13.7	34.3	33.0
10 μM Fluridone	97.1b	80.4	57.6c	66.9c	14.1	17.5	31.9	30.6
F-test								
A	*	*	NS	*	*	*	NS	*
B	*	*	*	*	NS	*	*	NS
A*B	NS	*	NS	NS	NS	*	*	NS

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

NS ไม่แตกต่างทางสถิติ

[†] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 2 ผลกระทบของกรดแอบไซซิกต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำ และค่าการนำปากใบของใบต้นกล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับความเครียดเกลือและต่างเป็นเวลา 7 และ 14 วัน

Factor	Net photosynthetic rate		Transpiration rate		Stomatal conductance	
	7 days	14 days	7 days	14 days	7 days	14 days
Stress treatment (A)						
Control	20.2	17.2a [†]	0.77a	0.61a	5.7a	4.7a
Salt stress	9.0	2.7c	0.07b	0.04c	1.1c	2.5b
Alkaline stress	13.6	17.1a	0.16b	0.43b	1.9b	3.6ab
ABA treatment (B)						
0 μM ABA	13.1	12.2b	0.35	0.45a	3.1	4.5
5 μM ABA	13.3	6.1c	0.34	0.24b	2.7	2.6
10 μM ABA	14.0	15.3a	0.34	0.41a	3.1	4.3
50 μM ABA	15.4	14.8ab	0.28	0.36ab	2.7	3.6
10 μM Fluridone	15.6	13.5ab	0.36	0.34ab	2.9	3.0
F-test						
A	*	*	*	*	*	*
B	NS	*	NS	*	NS	NS
A*B	*	NS	NS	NS	NS	NS

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

NS ไม่แตกต่างทางสถิติ

[†] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลกระทบของปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดแอบไซซิกและสภาวะเครียดเกลือและค้างต่อร้อยละการรอดชีวิต การร่วงไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ ค่าความเขียว และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของต้นกล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105

Treatment	Survival percentage (14 days)	Electrolyte leakage (14 days)	Leaf greenness (7 days)	Net photosynthetic rate (7 days)
Control				
0 μM ABA	100.0a	10.1ab	32.3b	20.1ab
5 μM ABA	100.0a	16.3a	32.6ab	23.9a
10 μM ABA	100.0a	12.2ab	32.6ab	20.0ab
50 μM ABA	100.0a	8.4b	34.7a	16.8b
10 μM Fluridone	100.0a	12.3ab	33.6ab	20.4ab
Salt stress				
0 μM ABA	62.5b	61.9a	32.9abc	7.9a
5 μM ABA	78.8a	32.2bc	30.3d	8.4a
10 μM ABA	85.0a	38.4b	33.6ab	9.1a
50 μM ABA	81.3a	25.8c	35.1a	8.9a
10 μM Fluridone	62.5b	31.1bc	31.1cd	11.0a
Alkaline stress				
0 μM μm ABA	78.8b	8.4a	33.9ab	18.8a
5 μM μm ABA	81.3ab	10.9a	32.2bc	7.2c
10 μM μm ABA	87.5a	9.5a	35.1a	17.1a
50 μM μm ABA	81.3ab	6.9a	33.1abc	14.2ab
10 μM Fluridone	78.8b	9.1a	31.1c	10.5bc

หมายเหตุ [†] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการประเมินลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวไทยเมื่อได้รับความเครียดเกลือ โดย Kanawapee et al. (2012) พบว่า ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ถูกจัดอยู่กลุ่มข้าวที่มีความไวปานกลาง (moderately sensitive) ต่อความเครียดเกลือ แต่ยังไม่มียารองถึงผลของความเครียดต่างที่มีต่อข้าวพันธุ์นี้ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 150 mM ส่งผลให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เกิดความเครียดอย่างชัดเจนมากกว่าโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 15 mM

จากผลศึกษาผลกระทบของกรดแอบไซซิกต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้สภาวะเครียดเกลือและต่าง โดยการฉีดพ่นสารละลายกรดแอบไซซิกความเข้มข้น 0, 5, 10, 50 μM ให้แก่ใบของต้นกล้าอายุ 20 วัน ก่อนทำการชักนำให้เกิดสภาวะเครียดเกลือและต่างนั้น พบว่า กรดแอบไซซิกความเข้มข้น 10 μM มีศักยภาพในการส่งเสริมให้ต้นกล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทนต่อสภาวะเครียดเกลือและต่าง โดยพิจารณาจากการรักษา ระดับของร้อยละการรอดชีวิต ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ และความเขียวของใบ รวมทั้งช่วยลดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เมื่อต้นกล้าได้รับความเครียด ซึ่งผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการรายงานของ Wei et al. (2015) โดย Wei et al. (2015) พบว่าต้นกล้าข้าวพันธุ์ Dongdao-4 ที่เจริญมาจากเมล็ดที่ผ่านการแช่ ABA มีร้อยละการรอดชีวิตและปริมาณน้ำสัมพัทธ์สูงกว่าต้นที่เจริญมาจากเมล็ดที่ไม่ได้แช่ ABA เมื่อได้รับความเครียดต่าง นอกจากนั้น ABA ความเข้มข้น 10 μM สามารถลดความเสียหายของเยื่อหุ้มในสภาวะเครียดอีกด้วย ต่อการเจริญต้นกล้าของข้าว ในสภาวะเครียดเกลือ โดยการนำต้นกล้าข้าวไปแช่ในสารละลายธาตุอาหารที่มี ABA ความเข้มข้น 0, 10 และ 50 เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง พบว่า การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ลดลงในกลุ่มที่ได้รับการแช่สารละลาย ABA โดยในกลุ่มที่แช่สารละลาย ABA ความเข้มข้น 10 μM นอกจากนั้นผลการศึกษาในครั้งนี้อย่างพบแนวโน้มเดียวกับการศึกษาของ Sripinyowanich et al. (2013) ถึงผลของการพ่น ABA เพื่อชักนำให้เกิดความทนต่อสภาวะเครียดเกลือของข้าวพันธุ์ LPT123 ที่อ่อนแอต่อเกลือ และข้าวพันธุ์ LPT123-TC171 ที่ทนต่อเกลือ โดยการปลูกข้าวในสารละลายธาตุอาหารจนต้นข้าวมีอายุ 14 วัน ก่อนเริ่มปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มี 0.5% (w/v) NaCl เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และมีการพ่นสารละลาย ABA ความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 μM พบว่า การฉีดพ่นสารละลาย ABA ความเข้มข้น 50 μM ส่งผลให้ข้าวพันธุ์ที่อ่อนแอต่อเกลือ (LPT123) มีการรอดชีวิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 และกลุ่มวิจัยข้าวทนเค็ม ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. แผนที่การแพร่กระจายดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มาตรฐานส่วน 1:500,000 กรุงเทพมหานคร:กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2535.
- สุมาลี ชูกำแพง. พืชในสภาวะเครียดเกลือ. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 2555; 4(1): 15-24.
- Aarati P, Krishnaprasad BT, Savitha, GM, Gopalakrishna R, Ramamohan G, Udayakumar M. Expression of an ABA responsive 21 kDa protein in finger millet (*Eleusine coracana* Gaertn.) under stress and its relevance in stress tolerance. *Plant Science* 2003; 164: 25-34.
- Dionisio-Sese ML, Tobita S. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. *Plant Science* 1998; 135: 1-9.
- Jiang Y, Huang B. Protein alterations in tall fescue in response to drought stress and abscisic acid. *Crop Science* 2002; 42: 202-207.
- Kanawapee N, Sanitchon J, Lontom W, Threerakulpisut P. Evaluation of salt tolerance at the seedling stage in rice genotypes by growth performance, ion accumulation, proline and chlorophyll content. *Plant and Soil* 2012; 358: 235-249.
- Li XJ, Yang MF, Chen H, Qu LQ, Chen F, Shen SH. Abscisic acid pretreatment enhances salt tolerance of rice seedlings: proteomic evidence. *Biochimica et Biophysica Acta* 2010; 1804: 929-940.
- Lu S, Su W, Li H, Guo Z. Abscisic acid improves drought tolerance of triploid Bermudagrass and involves H₂O₂- and NO-induced antioxidant enzyme activities. *Plant Physiology and Biochemistry* 2009; 47: 132-138.
- Sripinyowanich S, Klomsakul P, Boonburapong B, Bangyeekhun T, Asami T, Gu H, Buaboocha T, Chadchawan S. Exogenous ABA induces salt tolerance in indica rice (*Oryza sativa* L.): The role of *OsP5CS1* and *OsP5CR* gene expression during salt stress. *Environmental and Experimental Botany* 2013; 86: 94-105.
- Wei LX, Lv BS, Wang MM, Ma HY, Yang HY, Liu XL, Jiang CJ, Liang ZW. Priming effect of abscisic acid on alkaline stress tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry* 2015; 90: 50-57.
- Yoshida S, Forno DA, Cock JH, Gomez KA. Laboratory manual for physiological studies of rice 1976. International Rice Research Institute. Manila.