อิทธิพลของการกระตุ้นเชิงกลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมกรดซาลิไซลิกของต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์

Effect of Mechanical Stimulation on Growth and Salicylic Acid Accumulation of Hom Thammasat Rice Seedling

วรรณระวี จิตจักร, สมชาย ชคตระการ และดุสิต อธินุวัฒน์*

สาขาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Wanrawee Jitjak, Somchai Chakhatrakan and Dusit Athinuwat*

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,

Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Received: December 23, 2019; Accepted: February 4, 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของจำนวนครั้งและระยะเวลาการสัมผัสต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ด้วยวิธีกลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมกรดซาลิไซลิก วางแผนการทดลองแบบ 3x4 factorial in CRD จำนวน 20 ซ้ำต่อกรรมวิธี แบ่งเป็น 2 ปัจจัย ประกอบด้วย (1) ระยะเวลาการสัมผัสนาน 10, 20 และ 30 นาที ต่อครั้ง และ (2) จำนวนครั้งการสัมผัส 1, 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน ผลการวิจัยพบว่าการกระตุ้นต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ด้วยวิธีกล โดยการใช้ไม้ปัดฝุ่นติดมอเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 256.8 เซนติเมตรต่อวินาที สัมผัสต้นกล้านาน 30 นาที จำนวน 1 ครั้งต่อวัน ทำให้ต้นกล้าข้าวมีการเจริญเติบโตที่เหมาะสมและสะสมกรดซาลิไซลิกสูงสุดซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีปริมาณกรดซาลิไซลิกในช่วง 3.084±0.272 ถึง 7.219±0.399 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ผลการวิจัยนี้เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรในการนำไปใช้เตรียมต้นกล้าข้าวก่อนการย้ายกล้าและนำไปปลูกในนาข้าว เพื่อให้ต้นกล้าข้าวมีภูมิต้านทานต่อสภาวะความเครียดต่าง ๆ ในสภาพธรรมชาติ

คำสำคัญ : ข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์; ต้นกล้า; ภูมิต้านทานพืช; การกระตุ้นเชิงกล; การสัมผัส

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of touching frequency and duration of mechanical stimulation on the growth and salicylic accumulation of Hom Thammasat rice seedling. The experimental design was conducted in 4×3 factorial in CRD with 20 replications, including 2 factors: (1) rice seeding touching durations for 10, 20, and 30 min per time and (2) touching frequency of rice

**Corresponding author: athinova6@hotmail.com*

DOI: 10.14456/tjst.2020.58

seeding for 1, 2, 3, and 4 times per day. The results revealed that Hom Thammasat rice seedling mechanical stimulated by electric duster with speed rate of 256.8 cm per min for 30 min, with 1 time per day, showed suitable plant growth index and highest significant ($p \leq 0.05$) of salicylic acid accumulation in rice seedling with 3.084±0.272 to 7.219±0.399 mg per g fresh weight. Our results are alternative methods for the farmers to apply to rice seedling before transplanting in paddy field for preventing plants from stress conditions.

Keywords: Hom Thammasat rice; seedling; plant immune; mechanical stimulation; touch

1. คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย พื้นที่เพาะปลูกข้าวส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็นร้อยละ 45 ของพื้นที่การเกษตรในประเทศ โดยประเทศไทยสามารถผลิตข้าวได้ 31 ล้านตันข้าวเปลือกต่อปี แบ่งเป็นการบริโภคภายในประเทศร้อยละ 50 และการส่งออกร้อยละ 42.5 ซึ่งจัดเป็นอันดับ 2 ของโลก (เชฐชุดา, 2561; สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2561; FAO, 2018) ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและทั่วโลก แต่ด้วยข้อจำกัดทางพันธุกรรมของข้าวพันธุ์นี้ ด้านการไวต่อช่วงแสง จึงปลูกได้เพียงปีละ 1 ครั้ง (นาปี) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์จึงได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยการอาบรังสีแกรมมาที่ความเข้มข้น 20 กิโลแรดส์ (k-rads) และขอการรับรองพันธุ์เป็นข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ ที่มีลักษณะต้นเตี้ย ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุการเก็บเกี่ยวสั้น ผลผลิตดี จำนวนรวงมาก (16-20 รวง) และมีกลิ่นหอม เนื่องด้วยคุณลักษณะที่มีความคล้ายคลึงกับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 แต่ไม่ไวแสง ทำให้ข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ได้รับความนิยมนำไปปลูกเป็นข้าวนาปรัง อย่างไรก็ตาม ข้าวพันธุ์นี้ยังมีความอ่อนแอต่อโรคพืชและแมลงศัตรูพืชหลายชนิด การจัดการศัตรูพืชให้มีประสิทธิภาพแนวทางหนึ่ง คือ การเตรียมต้นกล้าให้มีสุขภาพดี แข็งแรง และมีความต้านทานต่อโรค แมลงศัตรูพืช และสภาวะเครียดต่าง ๆ โดยต้นกล้าข้าวที่ดีควรมีความสูงและการเจริญเติบโตที่สม่ำเสมอ กาบใบสั้น ไม่ปรากฏอาการหรือความเสียหายจากโรคและแมลงศัตรูพืช มีจำนวนรากและน้ำหนักมาก เพื่อแสดงถึงความสามารถในการสะสมอาหารและความแข็งแรงของต้นกล้า (อภิชาต และเสริมศักดิ์, 2526) ซึ่งการเตรียมต้นกล้าข้าวให้มีความแข็งแรงต้านทานต่อโรค แมลงศัตรูพืช และสภาวะความเครียดต่าง ๆ ด้วยการกระตุ้นภูมิต้านทานพืช ทำได้ 2 แนวทาง ได้แก่ (1) chemically-induced stress คือ การกระตุ้นให้พืชเกิดภูมิต้านทานทั้งระบบด้วยวิธีทางเคมี เช่น สมบัติความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณธาตุอาหารที่มากจนเป็นพิษ หรือการขาดธาตุอาหาร สภาวะแวดล้อมที่เป็นพิษ รวมไปถึงการใช้สารกระตุ้นภูมิต้านทานพืชสังเคราะห์ เช่น กรดซาลิไซลิก (salicylic acid) และ (2) mechanically-induced stress คือ การกระตุ้นให้พืชเกิดภูมิต้านทานทั้งระบบด้วยวิธีกล ได้แก่ ลม ฝน การกัดกินของสัตว์กินพืช แมลงศัตรูพืช เครื่องจักรกล เป็นต้น (Chakhatrakan *et al*., 1994) โดยการกระตุ้นภูมิต้านทานพืชทั้ง 2 แนวทาง จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช เช่น การสร้างรากเพื่อยึดเกาะ เมื่อได้รับการกระตุ้นจากแรงลม โดย Yuan และคณะ (2011) พบว่าพืชตระกูลหญ้ามีการสร้างไรโซมที่มากขึ้นตามปริมาณกระแสลม เพื่อต้านทานต่อสภาพ แวดล้อมที่เกิดขึ้น พืชมีภูมิ

ต้านทานต่อความเครียดจากการเกิดบาดแผลในการเข้าทำลายของแมลงหรือสัตว์กินพืช ด้วยการผลิตโปรตีนสำหรับการชักนำให้พืชเกิดการซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่ถูกทำลาย และสร้างสารทุติยภูมิ เช่น คลอโรฟิลล์ กรดซาลิไซลิก รวมถึงการกระตุ้นให้พืชสร้างสารเคลือบที่ผิวใบ เช่น ลิกนิน ซูเบอริน (Bessire *et al*., 2007; Chassot *et al*., 2007) Biddington และ Dearman (1985) รายงานว่าการสัมผัสพืชทุกวันตั้งแต่ระยะใบอ่อน ทำให้พืชมีอัตราความยาวใบและความหนาใบมากขึ้นตามระยะเวลาในการสัมผัส ขณะเดียวกันในบริบทที่พืชได้รับความเครียดจะเกิดการกระตุ้นให้เกิดการสะสมสารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น เอทิลีน การหลุดร่วงของใบ (อรรคพล และคณะ, 2555) ตลอดจนกระตุ้นการสร้างสารชะลอการเจริญ เติบโตของพืชที่มีผลต่อการแบ่งเซลล์บริเวณใต้ปลายยอด ทำให้ต้นพืชมีความสูงของลำต้นน้อยกว่าปกติ (พีรเดช, 2529) อีกทั้งเมื่อเนื้อเยื่อพืชที่ได้รับความเครียดหรือการกระตุ้นจะมีการสะสมกรดซาลิไซลิกเพื่อกระตุ้นระบบภูมิต้านทานพืช โดยกระตุ้นให้มีการผลิตโปรตีน หรือสารยับยั้งการเจริญของเชื้อโรค และกำจัดสารอนุมูลอิสระ รวมทั้งลดความเสียหายจากอันตรายที่เกิดขึ้น (Hayat *et al*., 2010) อย่างไรก็ตาม เมื่อพืชถูกทำให้เกิดความเครียดบ่อยครั้งจะเกิดการชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นแคระแกร็น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตของพืชลดลง ดังนั้นหากมีการกระตุ้นภาวะเครียดของพืชในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้ การสัมผัสพืชด้วยการกระตุ้นโดยวิธีกลเป็นการกระตุ้นภูมิต้านทานของพืชวิธีหนึ่ง เพื่อให้พืชต้านทานต่อการเข้าทำลายของศัตรูพืชและสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาและจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการกระตุ้นด้วยวิธีกล ต่อการเจริญเติบโตและการสะสมกรดซาลิไซลิกของต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ เพื่อเตรียมความพร้อมของต้นกล้าให้สมบูรณ์แข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมกล้าข้าวและการดูแลรักษา

แช่เมล็ดข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และนำไปบ่มต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเพาะในถาดเพาะกล้าขนาด 26.5 x 52.2 x 4.2 (กว้าง x ยาว x สูง) เซนติเมตร บรรจุวัสดุปลูก หลุมละ 1 เมล็ด กำจัดแมลงศัตรูพืชตามความเหมาะสม และกำจัดวัชพืชด้วยการตัด เพื่อลดความเสียหายที่อาจกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า

ตารางที่ 1 จำนวนครั้งและช่วงเวลาในการกระตุ้นเชิงกลใน 1 วัน

จำนวนครั้ง (ต่อวัน)	ช่วงเวลา			
	08:00	11:00	14:00	17:00
1	■			
2	■	■		
3	■	■	■	
4	■	■	■	■

2.2 การกระตุ้นต้นกล้าข้าวด้วยวิธีกล

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 4 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 ระยะเวลาการสัมผัส ได้แก่ 0 (ควบคุม) 10, 20 และ 30 นาทีต่อครั้ง ปัจจัยที่ 2 จำนวนครั้งในการสัมผัส ได้แก่ 1, 2, 3 และ 4 ครั้งต่อวัน ด้วยไม้ปัดฝุ่นติดมอเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 256.8 เซนติเมตรต่อวินาที กรรมวิธีละ 20 ซ้ำ รายละเอียดจำนวนครั้งและช่วงเวลาในการกระตุ้นเชิงกลแสดงในตารางที่ 1 เริ่มกระตุ้นด้วยวิธีกลตามกรรมวิธีต่าง ๆ ตั้งแต่วันที่ 3-14 หลังเพาะกล้า วิเคราะห์ดัชนีการเจริญเติบโต

ของต้นข้าว เมื่ออายุ 14 วัน ตามวิธีการของ Zhang และคณะ (2017) ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

2.3 วิเคราะห์ปริมาณกรดซาลิไซลิกในต้นกล้าข้าว

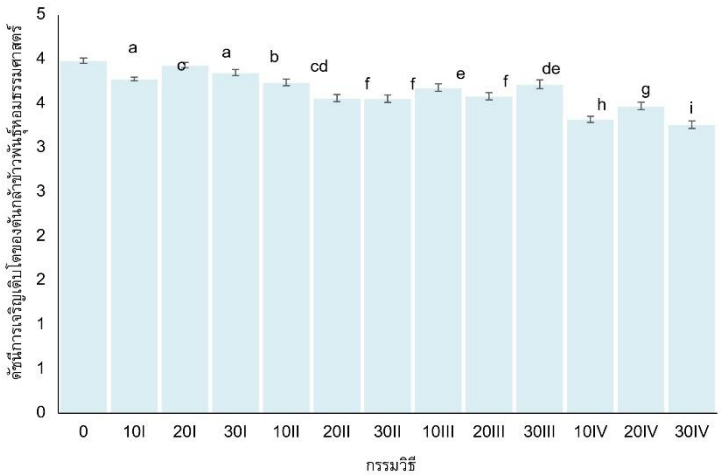
วิเคราะห์ปริมาณกรดซาลิไซลิกในต้นกล้าข้าวในวันที่ 7-14 หลังการกระตุ้นด้วยวิธีกลในแต่ละกรรมวิธี ตามวิธีการของ Tatyane และคณะ (2007) โดยการบดตัวอย่างต้นกล้าข้าวในแต่ละวันของแต่ละกรรมวิธี ปริมาณ 0.1 กรัมต่อซ้ำ ใน homogenization buffer 1 มิลลิลิตร [90 % (v/v) methanol 90 มิลลิลิตร 100 % acetic acid 9 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 1 มิลลิลิตร] ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง ความเร็ว 8,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วนำสารละลายใส 0.1 มิลลิลิตร เติม methanol 0.5 มิลลิลิตร และ 0.02 M ferric ammonium sulfate 0.5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยแสดงค่าเป็นมิลลิกรัม/กรัมน้ำหนัก เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน ตามสมการ Y = 5.0467X + 0.2729 โดย Y = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นคลื่น 530 นาโนเมตร และ X = ปริมาณการสะสมของกรดซาลิไซลิก ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

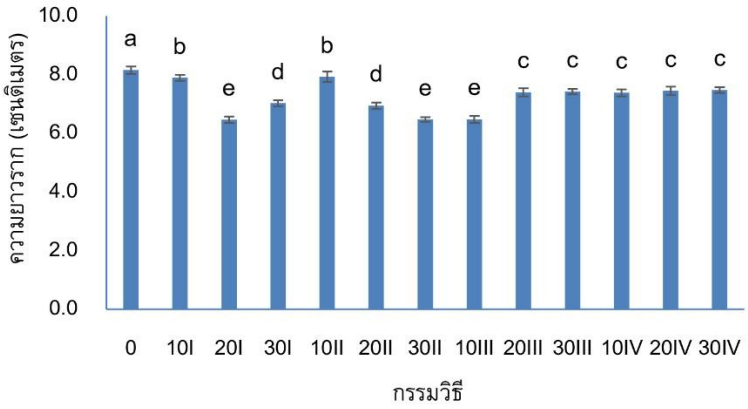
3.1 ผลการกระตุ้นต้นกล้าข้าวด้วยวิธีกลต่อดัชนีการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว

การกระตุ้นต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ด้วยวิธีกลต่อดัชนีการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ พบว่าจำนวนครั้งและระยะเวลาในการกระตุ้นด้วยวิธีกลมีอิทธิพลต่อดัชนีการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ (รูปที่ 1) การกระตุ้นต้นกล้าข้าวโดยวิธีกลด้วยจำนวนครั้งและระยะเวลาที่มากขึ้น ส่งผลให้ดัชนีการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ในวันที่ 14 หลังการกระตุ้นด้วยวิธีกล (ข้าวอายุ 16 วัน) ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Bechtold และ Field (2018) ที่พบว่าความเครียดของพืชที่เกิดจากการถูกจำกัดธาตุอาหาร (nutrient limitation) และความเครียดที่เกิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต (abiotic stress) จะส่งผลให้เกิดการกระตุ้นห่วงโซ่การขนส่งอิเล็กตรอนสังเคราะห์ด้วยแสงและเกิดการสะสมอนุมูลอิสระออกซิเจน (reactive oxygen species หรือ ROS) อย่างไม่สมดุล เช่น superoxide anion radical ($O_2^{\bullet-}$), hydroxyl radical ($HO^{\bullet}$) hydrogen peroxide (H_2O_2) ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตลดลง โดย ROS จัดเป็น priming signal ทำหน้าที่เป็นสัญญาณเตือนให้เนื้อเยื่อพืชบริเวณที่ได้รับความเสียหายรับรู้ถึงสภาวะความเครียดที่เกิดขึ้น ทั้งจากสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต และส่งสัญญาณไปยังเซลล์อื่น ๆ อย่างรวดเร็วด้วยกระบวนการสังเคราะห์ H_2O_2 ในช่องว่างระหว่างเซลล์ เพื่อสร้าง ROS wave และกรดซาลิไซลิกกระตุ้นภูมิต้านทานพืชทั้งระบบ (Alvarez *et al*., 1998; Miller *et al*., 2009; Mittler *et al*., 2011; Suzuki *et al*., 2013) นอกจากนี้รากพืชยังเป็นสรีระที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตพืช โดยรากพืชจะเป็นด่านแรกที่จะตอบสนองต่อความเครียดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต เมื่อพืชได้รับความเครียดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิตจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชีวมวลและรูปร่างของรากพืช ตัวอย่าง เช่น รากปฐม

ภูมิ (primary root) ของต้นกล้า *Arabidopsis* จะหยุดการเจริญเมื่อวัสดุปลูกขาดฟอสเฟต เนื่องจากยีน *STOP1*, *ALMT1* และ *LPR2* ส่งสัญญาณที่เป็นสื่อกลางในการหยุดการเจริญของรากปฐมภูมิของ *Arabidopsis* (Balzergue *et al*., 2017) ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าต้นกล้าข้าวมีความยาวรากลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในรูปที่ 2 และเมื่อไม่นานมานี้มีการค้นพบระบบการส่งสัญญาณภายในพืชและทำให้พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ภายใต้สภาวะความเครียดที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิตด้วยการแสดงออกของยีนโปรตีนและ post-translation modification ต่าง ๆ เช่น MAPK, ABF/bZIP, Ca^{2+}-CBL-CIPK และ CBF/DREB (Wang *et al*., 2016; Zhu, 2016) โดยระบบการส่งสัญญาณดังกล่าวจะปรับสมดุลด้านการเจริญเติบโตของพืชและการทำให้พืชเกิดความเคยชินกับสภาพแวดล้อมใหม่ทั้ง ๆ ที่สภาพแวดล้อมนั้นเคยเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเครียดมาก่อนก็ตาม อย่างไรก็ตาม การรับรู้ของความเครียดในเวลาที่เหมาะสมจะนำไปสู่การปรับการเจริญเติบโตของพืช และเกิดการสร้างภูมิคุ้มกันปกป้องตนเองทั่วทั้งต้นพืช รวมทั้งการทำให้พืชเกิดความเคยชินกับสภาพแวดล้อมใหม่ แม้จะเป็นสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดความเครียดมาก่อนก็ตาม สารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในช่วงที่เกิดความเครียดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ คลอโรพลาสต์ (chloroplast) บราสสิโนสเตอรอยด์ (brassinosteroid) จิบเบอเรลลิน (gibberellin) กรดซาลิไซลิก และเอทิลีน (ethylene) (Mauch-Mani and Mauch, 2005; D'Maris and Daniel, 2017; Bechtold and Field, 2018) เช่น สภาวะความเครียดจากความแล้งส่งผลให้ระบบการส่งสัญญาณของบราสสิโนสเตอรอยด์ลดลงและจำกัดการเจริญเติบโตของพืช (Nolan *et al*., 2017) หรือกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 50 และ 250 µM สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตพืชและยับยั้งการเจริญ เติบโตของพืช *Matricaria chamomilla* ได้ตามลำดับ (Kováčik *et al*., 2009) ทั้งนี้ความเข้มข้นของกรดซาลิไซลิก ชนิดพืช อายุพืช และส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ได้รับกรดซาลิไซลิกมีอิทธิพลต่อหน้าที่ของกรดซาลิไซลิกภายในพืช (Wang *et al*., 2006; *Shi et al*., 2009; Wang *et al*., 2006; Miura and Tada, 2014) การวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาผลของระยะเวลาและจำนวนครั้งของการกระตุ้นด้วยวิธีกลต่อดัชนีการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ควบคู่กับการสะสมกรดซาลิไซลิกของต้นกล้าข้าวที่ได้รับการกระตุ้นด้วยวิธีกล



รูปที่ 1 ดัชนีการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ ในวันที่ 14 หลังการกระตุ้นด้วยวิธีกล

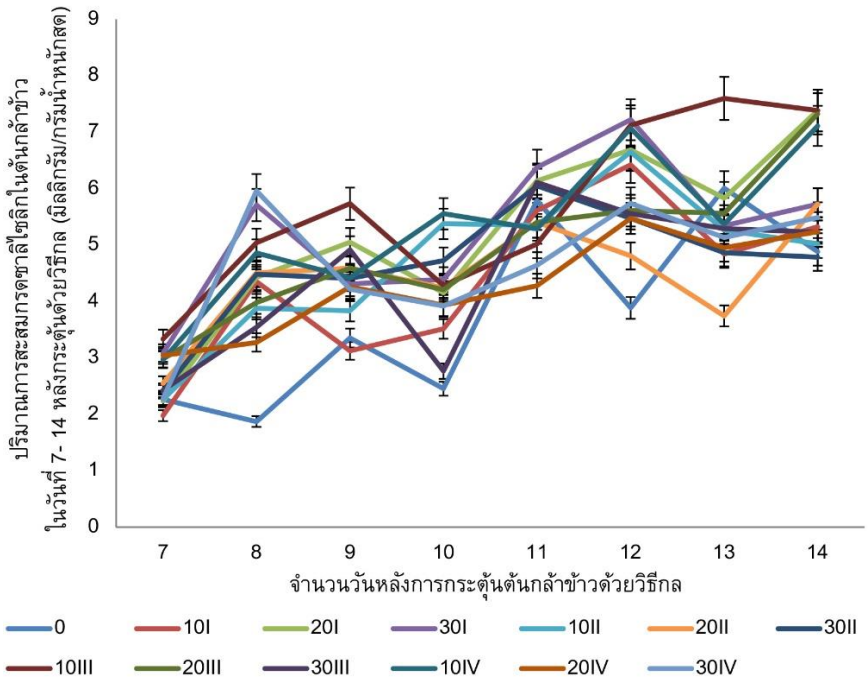


รูปที่ 2 ความยาวรากของต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ ในวันที่ 14 หลังการกระตุ้นด้วยวิธีกล

3.2 ผลการกระตุ้นต้นกล้าข้าวด้วยวิธีกลต่อปริมาณกรดซาลิไซลิกในต้นกล้าข้าว

การกระตุ้นต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ด้วยวิธีกลต่อปริมาณกรดซาลิไซลิกในต้นกล้าข้าว 7-14 วัน หลังการกระตุ้นด้วยวิธีกล (ข้าวอายุ 9-16 วัน) พบว่าจำนวนครั้งและระยะเวลาในการกระตุ้นด้วยวิธีกลมีอิทธิพลต่อปริมาณกรดซาลิไซลิกในต้นกล้าข้าว (รูปที่ 3) โดยกรรมวิธี 30I การกระตุ้นด้วยวิธีกลจำนวน 1 ครั้งต่อวัน นาน 30 นาที ส่งผลให้ต้นกล้าข้าวสะสมกรดซาลิไซลิกสูงสุด ซึ่งแตกต่างกับกรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกวันที่ทดสอบ ได้แก่ วันที่ 7 (ข้าวอายุ 9 วัน) 3.084±0.272 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด วันที่ 8 (ข้าวอายุ 10 วัน) 5.705±0.452 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด วันที่ 9 (ข้าวอายุ 11 วัน) 4.305±0.365 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด วันที่ 10 (ข้าวอายุ 12 วัน) 4.386±2.427 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด วันที่ 11 (ข้าวอายุ 13 วัน) 6.370±0.509 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด วันที่ 12 (ข้าวอายุ 14 วัน) 7.219±0.399 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด วันที่ 13 (ข้าวอายุ 15 วัน) 5.826±0.637 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และวันที่ 14 (ข้าวอายุ 16 วัน) 5.720±1.709 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด สอดคล้องกับรายงานของ Wang และคณะ (2018) พบว่าระบบภูมิต้านทานของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อถูกกระตุ้นด้วยความเครียดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิตจะมีการสะสมกรดซาลิไซลิก 4.500-7.000 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด บ่งชี้ให้เห็นว่ากรรมวิธี 30I การกระตุ้นต้นกล้าข้าวด้วยวิธีกลจำนวน 1 ครั้งต่อวัน นาน 30 นาที เป็นจำนวนครั้งและระยะเวลาที่เหมาะสม ทำให้ต้นกล้าข้าวสะสมกรดซาลิไซลิกสูงสุดในทุกวันที่ทดสอบ ขณะที่กรรมวิธีอื่น ๆ แสดงผลการสะสมกรดซาลิไซลิกไม่แน่นอนและต่อเนื่อง (รูปที่ 3) บ่งชี้ให้เห็นว่าต้นกล้าข้าวได้รับความเครียดที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจน้อยเกินไปหรือมากเกินความจำเป็น เนื่องจากกรดซาลิไซลิกเป็นหนึ่งในสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในช่วงที่เกิดความเครียดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต และทำให้ต้นกล้าข้าวเข้าสู่การปรับตัวด้านการเจริญเติบโตและปรับตัวสร้างภูมิคุ้มกันภายในพืชทั่วทั้งต้นให้เกิดความเคยชินกับความเครียดที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิตที่จัดว่าเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทำให้ต้นกล้าข้าวเกิดความสมดุลและทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อไปได้ (Bechtold and Field, 2018) สอดคล้องกับรายงานของ จริงแท้ (2549) ที่กล่าวว่ากรดซาลิไซลิกทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการเมทาบอลิซึมภายในเซลล์ โดยส่งเสริมการสร้างความแข็งแรงและการเจริญเติบโตของต้นกล้าด้วยการชักนำให้พืชสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ สังเคราะห์โปรตีนสำหรับการ

ต้านทานเชื้อโรค (pathogenesis-related protein) และกระตุ้นให้พืชมีความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Senaratna *et al*., 2000) ทั้งนี้กรดซาลิไซลิกที่ต้นกล้าข้าวสังเคราะห์ขึ้นทั่วต้นจากความเครียดที่เกิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต ครั้งนี้สามารถปกป้องตนเองจากความเครียดที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ เชื้อสาเหตุโรคพืช แมลงศัตรูพืช และสัตว์ศัตรูพืช (Kazushige, 1974; van Loon *et al*., 1998) ดังนั้นการกระตุ้นต้นกล้าข้าวด้วยไม้ปัดฝุ่นติดมอเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 256.8 เซนติเมตรต่อวินาที จำนวน 1 ครั้งต่อวัน นาน 30 นาที เป็นการเตรียมความพร้อมต้นกล้าข้าวก่อนย้ายปลูกให้มีสรีระเหมาะสมตรงตามพันธุกรรมข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ มีความสมบูรณ์แข็งแรงและทนทานจากสภาวะความเครียดต่าง ๆ ด้วยระบบการส่งสัญญาณของกรดซาลิไซลิก (salicylic acid signaling pathway) ที่เหมาะสมภายในต้นกล้าข้าว



รูปที่ 3 ปริมาณกรดซาลิไซลิกที่สะสมในต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ หลังการกระตุ้นด้วยวิธีกลในแต่ละวัน เป็นระยะเวลา 7-14 วัน

4. สรุป

การศึกษาอิทธิพลของการกระตุ้นต้นกล้าข้าวพันธุ์หอมธรรมศาสตร์ด้วยวิธีกลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมกรดซาลิไซลิกของต้นกล้าข้าวนั้น พบว่ากรรมวิธีที่เหมาะสมในการเตรียมความพร้อมให้ต้นกล้าข้าวมีความสมบูรณ์ แข็งแรง และมีภูมิต้านทาน (สะสมกรดซาลิไซลิกสูงสุดในทุกวันหลังได้รับการกระตุ้นด้วยวิธีกล) เหมาะสมต่อการย้ายปลูกในสภาพไร่นาจริงของเกษตรกร คือ การใช้ไม้ปัดฝุ่นติดมอเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 256.8 เซนติเมตรต่อวินาที สร้างภูมิต้านทานพืชด้วยวิธีกล จำนวน 1 ครั้งต่อวัน นาน 30 นาที อย่างไรก็ตาม งานวิจัยต่อยอดจะศึกษาเปรียบเทียบปริมาณกรดซาลิไซลิกต่อความสามารถในการต้านทานต่อ

สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมของข้าว เพื่อหาแนวแนวทางที่เหมาะสมในการกระตุ้นภูมิต้านทานข้าวด้วยวิธีกล เพื่อเตรียมความพร้อมต้นกล้าข้าวต่อไป

5. รายการอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช, 2549, ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช, ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม, 453 น.

เชฐชุดา เชื้อสุวรรณ, 2561, อุตสาหกรรมข้าว, แหล่งที่มา : https://www.krungsri.com/bank/getmedia/578889e0-fc28-4e20-bc48-31f0dbe04a3d/IO_Rice_2018_TH.aspx, 3 ธันวาคม 2562.

พีรเดช ทองอำไพ, 2529, ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ : แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 196 น.

อภิชาติ เถาว์โท และเสริมศักดิ์ อาวะกุล, 2526, ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปลูก, ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

อรรคพล สันติวิภานนท์, เสาวรัตน์ จันทะโร และกนกวรรณ เสรีภาพ, 2555, การใช้พอลิเอมีนเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยหอมทอง, ว.พฤกษศาสตร์ไทย 4 (พิเศษ): 169-175.

Alvarez, M.E., Pennell, R.I., Meijer, P.J., Ishikawa, A., Dixon, R.A. and Lamb, C., 1998, Reactive oxygen intermediates mediate a systemic signal network in the establishment of plant immunity, Cell 92: 773-784.

Balzergue, C., Dartevelle, T., Godon, C., Laugier, E., Meisrimler, C., Teulon, J.M., Creff, A., Bissler, M., Brouchoud, C., Hagège, A., Müller, J., Chiarenza, S., Javot, H., Becuwe-Linka, N., David, P., Péret, B., Delannoy, E., Thibaud, M.C., Armengaud, J., Abel, S., Pellequer, J.L., Nussaume, L. and Desnos, T., 2017, Low phosphate activates STOP1-ALMT1 to rapidly inhibit root cell elongation, Nat. Commun. 15: 1-16.

Bechtold, U. and Field, B., 2018, Molecular mechanisms controlling plant growth during abiotic stress, J. Exp. Bot. 69: 2753-2758.

Bessire, M., Chassot, C., Jacquat, A.C., Humphry, M., Borel, S. and Petetot, J., 2007, A permeable cuticle in Arabidopsis leads to a strong resistance to *Botrytis cinerea*, EMBO J. 26: 2158-2168.

Biddington, N.L. and Dearman, A.S., 1985, The effect of mechanically induced stress on the growth of cauliflower, lettuce and celery seedlings, Ann. Bot. 55: 109-119.

Chakhatrakan, S., Chakhatrakan, V., Motoda, Y. and Ota, Y., 1994, Effect of stimulation on growth and yield of vegetable crop, Jap. J. Crop Sci. 63: 546-548.

Chassot, C., Nawrath, C. and Métraux, J.P., 2007, Cuticular defect lead to full immunity to a major plant pathogen, Plant J. 49: 972-980.

D'Maris, A.D. and Daniel, F.K., 2017, How does the multifaceted plant hormone salicylic acid combat disease in plants and are similar mechanisms utilized in humans?, BMC Biol. 15: 23.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2018, Rice Market Monitor April 2018, Available Source:

http://www.fao.org/3/I9243EN/i9243en.pdf, May 22, 2019.

Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A., 2010, Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review, Environ. Exp. Bot. 68: 14-25.

Kazushige, S., 1974, Studies on the feeding habits of the brown planthopper, *Nilaparvarta lugen* (STÅL) (Hemiptera: Delphacidae): IV. Probing stimulant, Appl. Entomol. Zool. 9: 204-213.

Kováčik J., Grúz, J., Baèkor, M., Strnad, M. and Repcák, M., 2009, Salicylic acid-induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants, Plant Cell Rep. 28: 135-143.

Mauch-Mani, B. and Mauch, F., 2005, The role of abscisic acid in plant – Pathogen interactions, Curr. Opin. Plant Biol. 8: 409-414.

Miller, G., Schlauch, K., Tam, R., Cortes, D., Torres, M.A., Shulaev, V., Dangl, J.L. and Mittler, R., 2009, The plant NADPH oxidase RBOHD mediates rapid systemic signaling in response to diverse stimuli, Sci. Signal. 2(84): ra45.

Mittler, R., Vanderauwera, S., Suzuki, N., Miller, G., Tognetti, V.B., Vandepoele, K., Gollery, M., Shulaev, V. and van Breusegem, F., 2011, ROS signaling: The new wave?, Trends Plant Sci. 16: 300-309.

Miura, K. and Y. Tada, 2014, Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid, Front. Plant Sci. 5: 1-12.

Nolan, T., Chen, J. and Yin, Y., 2017, Cross-talk of Brassinosteroid signaling in controlling growth and stress responses, Biochem. J. 474: 2641-2661.

Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K. 2000, Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants, Plant Growth Regulation 30: 157-161.

Shi, G.R., Cai, Q.S., Liu, Q.Q. and Wu, L., 2009, Salicylic acid-mediated alleviation of cadmium toxicity in hemp plants in relation to cadmium uptake, photosynthesis, and antioxidant enzymes, Acta Physiologiae Plantarum 31: 969-977.

Suzuki, N., Miller, G., Salazar, C., Mondal, H.A., Shulaev, E., Cortes, D. F., Shuman, J.L., Luo, X., Shah, J., Schlauch, K., Shulaev, V. and Mittler, R., 2013, Temporal-spatial interaction between reactive oxygen species and abscisic acid regulates rapid systemic acclimation in plants, Plant Cell 25: 3553-3569.

Tayane, R.S., Ericka, V., Belkis, V. and Selma, G.F.L., 2007, Salicylic acid degradation from aqueous solutions using *Pseudo monas fluorescens* HK44: parameters studies and application tools, Braz. J. Microbiol. 38: 39-44.

van Loon, L.C., Bakker, P.A. and Pieterse, C.M., 1998, Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria, Ann. Rev. Phytopathol. 36: 453-83.

Wang, L.J. and Li, S.H.H., 2006, Salicylic acid-induced heat or cold tolerance in relation to Ca^{2+} homeostasis and antioxidant systems

in young grape plant, J. Food Sci. 170: 685-694.

Wang, D.H., Li, X.X., Su, Z.K. and Ren, H.X., 2009, The role of salicylic acid in response of two rice cultivars to chilling stress, Biologia Plantarum 53: a545.

Wang, H., Wang, H., Shao, H. and Tang, X., 2016, Recent advances in utilizing transcription factors to improve plant abiotic stress tolerance by transgenic technology, Front. Plant Sci. 7: a67.

Wang W., Wang X., Huang M., Cai J., Zhou Q., Dai T., Cao, W. and Jiang, D., 2018, Hydrogen peroxide and abscisic acid mediate salicylic acid-induced freezing tolerance in wheat, Front. Plant Sci. 9: 1-13.

Yuan, S., Weiming, H., Xu, P. and Ming, D., 2011, Partial mechanical stimulation facilitates the growth of the rhizomatous plant Leymus secalinus: Modulation by clonal integration, Ann. Bot. 107: 693-697.

Zhang, C., Li, X., He, Y., Zhang, J., Yan, T. and Liu, X., 2017, Physiological investigation of C4-phosphoenolpyruvate-carboxylase-introduced rice line shows that sucrose metabolism is involved in the improved drought tolerance, Plant Physiol. 115: 328-342.

Zhu, J.K., 2016, Abiotic stress signaling and responses in plants, Cell 167: 313-324.