

ประสิทธิภาพการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวเจ้าแตก (*Oryza sativa* L.)

ในสภาวะแล้ง ภายหลังการแช่เมล็ดในกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซล

Germination and Growth Efficiency of Khao Lao Take (*Oryza sativa* L.) under Drought

Stress after Seeds Priming with Absciscic Acid and Paclobutrazol

จตุพร หงษ์ทองคำ^{1*}, กาญจนา ตันกันยา² และ สุปानी ซอนพา²

Jatuporn Hongthongkham¹, Kanjana Tonkanya² and Supanee Sonpa²

Received: 20 พ.ย. 2566

Revised: 13 ธ.ค. 2566

Accepted: 17 ธ.ค. 2566

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการแช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรดแอบไซซิก (Absciscic acid, ABA) และสารละลายพาโคลบิวทราโซล (Paclobutrazol, PBZ) ต่อการเปอร์เซ็นต์งอกของเมล็ด การเจริญเติบโตและปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของต้นกล้าข้าวพันธุ์เจ้าแตก (*Oryza sativa* L.) เมื่ออยู่ในสภาวะแล้ง โดยนำเมล็ดข้าวมาแช่ในสารละลายกรดแอบไซซิก ความเข้มข้น 10 และ 20 มก./ล. และสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 10 และ 20 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปเพาะและปลูกในกระถางพลาสติกบรรจุดินเป็นเวลา 14 วัน จากนั้นให้ต้นกล้าข้าวอยู่ในสภาวะแล้ง โดยงดให้น้ำเป็นเวลา 14 วัน ผลการศึกษาพบว่า การแช่เมล็ดข้าวในสารละลายพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้นสามารถส่งเสริมให้เมล็ดเกิดการงอกได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น ขณะที่การแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิก ทำให้การงอกของเมล็ดช้าลงและมีความยาวของรากแรกเกิดลดลง ในการเจริญของ ต้นกล้าข้าวที่ปลูกในสภาวะแล้ง พบว่า การแช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรดแอบไซซิก และสารละลายพาโคลบิวทราโซล ทุกความเข้มข้น ทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ราก และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้แช่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแช่เมล็ดข้าวในสารละลายพาโคลบิวทราโซล เข้มข้น 20 มก./ล. พบว่า ต้นกล้าข้าวมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น และน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่แช่ในสารละลายกรดแอบไซซิกทุกความเข้มข้น และสารละลายพาโคลบิวทราโซล เข้มข้น 10 มก./ล. การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การแช่เมล็ดข้าวในสารละลายพาโคลบิวทราโซล เข้มข้น 20 มก./ล. ส่งเสริมให้ต้นกล้าข้าวพันธุ์เจ้าแตกมีแนวโน้มในการทนแล้งได้ดีขึ้น

คำสำคัญ : การแช่เมล็ด, ข้าวพันธุ์เจ้าแตก, กรดแอบไซซิก, พาโคลบิวทราโซล

Abstract

The effects of seed priming in absciscic acid (ABA) and paclobutrazol (PBZ) on germination percentage, growth and total chlorophyll of rice (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Lao Take were studied under drought stress. Rice seeds were primed in the various concentrations of 10 and 20 mg/l ABA and PBZ solution for 48 hours. Seeds were germinated and grown in soil-filled plastic pots for 14 days, then the seedlings were treated with drought stress by withholding water for 10 days. The results showed that seeds priming

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

² สาขาวิชาชีววิทยา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

¹ Assistant Professor, Program of Biology, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi Et Rajabhat University

² Program of Biology, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi Et Rajabhat University

* Corresponding Author E-mail: hongthong.jp@gmail.com

with all concentrations of PBZ were shown to promote seeds germination no different from the control, while priming with ABA caused to decrease of seed germination and primary root length. The growth of seedlings in drought stress found that seeds priming in all concentrations of ABA and PBZ increased seedling growth and total chlorophyll contents compared to unprimed seeds. However, fresh weight and dry weight of shoots and roots and chlorophyll contents were found in seeds priming with 20 mg/l PBZ compared to seeds priming with other treatment. This study revealed that seeds priming with 20 mg/l PBA tended to promote drought tolerant in rice cv. Khao Lao Take.

Keywords : Seed Priming, *Oryza sativa* L. cv. Khao Lao Take, Absciscic acid, Paclobutrazol

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของคนไทย ทำรายได้จากการส่งออกข้าวมากกว่า 150,000 ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้ในประเทศไทยยังมีข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีความหลากหลายทางด้านพันธุกรรมเป็นจำนวนมากซึ่งนับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำมาปรับปรุงพันธุ์และผสมพันธุ์เพื่อผลิตข้าวพันธุ์ดี มีคุณภาพสูงเป็นที่ต้องการของตลาด สำหรับในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสายพันธุ์ข้าวเหนียวที่เจริญเติบโตง่าย และนิยมปลูกกันมากคือข้าวเหนียวพันธุ์เล่าแตก ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงมาก เมื่อหุงจะมีกลิ่นหอม เนื้อข้าวอ่อนนุ่มและเหนียวมาก จึงมักนำมาแปรรูปเป็นขนมต่าง เช่น ข้าวโป่ง ข้าวหลาม ขนมนางเล็ด เป็นต้น อย่างไรก็ตามในปัจจุบันโลกกำลังประสบปัญหาภูมิอากาศแปรปรวนและสภาวะโลกร้อน ทำให้สภาวะแห้งแล้งและฝนทิ้งช่วงทวีความรุนแรงในหลายๆ พื้นที่เกษตรกรรมทั่วโลกรวมถึงประเทศไทย พื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ของไทยยังต้องพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก ทำให้การเพาะปลูกในบางพื้นที่มีผลผลิตตกต่ำสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกรเป็นจำนวนมาก

สภาวะแล้งถือเป็นความเครียดที่เกิดขึ้นในพืชเกือบตลอดเวลา เนื่องจากน้ำในดินลดลง พืชไม่สามารถดูดน้ำที่อยู่ภายนอกเซลล์ได้ สภาพอากาศที่แห้งแล้งทำให้พืชสูญเสียน้ำโดยเฉพาะการคายน้ำ และการระเหยของน้ำส่งผลกระทบต่อระดับเซลล์และกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ภายในเซลล์ โดยเฉพาะกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาภายในของพืชหลายประการ เช่น การม้วนของใบ การปิดปากใบ ทำให้การแตกกอและการเจริญเติบโตของข้าวไม่สมบูรณ์ (พงศธร กล่อมสกุล, 2547) ดังนั้นการปลูกข้าวในสภาวะขาดน้ำจะทำให้เมล็ดข้าวที่ได้ไม่สมบูรณ์ น้ำหนักของเมล็ดข้าวน้อยลง และไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

การปรับปรุงกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์พืช หรือการเตรียมความพร้อมเมล็ด (Seed priming) เป็นอีกหนึ่งวิธีในการยกระดับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ (Seed Enhancement) เพื่อให้เมล็ดลดการพักตัวและพัฒนาการงอกให้อยู่ในระดับเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ความงอกเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ และได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์ (Halmer, 2016 อ้างถึงใน จุฑามาส พัททองพรรณ, 2559) การเตรียมความพร้อมเมล็ด เป็นวิธีการที่ช่วยให้เมล็ดมีความพร้อมในการงอกในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และช่วยให้ต้นกล้าแข็งแรงและทนต่อสภาวะเครียดต่างๆ ได้ เช่น การแช่เมล็ดแต่งโมโนในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เพื่อสามารถทนต่อสภาพดินเค็ม การแช่เมล็ดพริกในสารละลายกรดแอบไซซิก (Absciscic acid, ABA) เพื่อให้ทนต่อสภาพหนาวเย็น เป็นต้น การเตรียมความพร้อมของเมล็ด (Seed priming) อาศัยหลักการที่เมล็ดดูดน้ำ (imbibition) ให้เพียงพอที่จะกระตุ้นให้เกิดกระบวนการงอกแต่ยังไม่มีเรดิเคิลเกิดขึ้นก่อนนำไปเพาะ (McDonald, 2000) ซึ่งจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของ ต้นอ่อนดีขึ้น เพราะจะส่งเสริมการสังเคราะห์โปรตีน ช่วยให้ต้นกล้าแข็งแรงก่อนนำไปปลูก (Wahid et al., 2008) การเตรียมความพร้อมของเมล็ดด้วยการแช่เมล็ดในสารละลายเคมีต่าง ๆ (Chemical priming) ที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสม เช่น สารละลาย NaCl, Chitosan, Choline, Absciscic acid และ Paclobutrazol เป็นต้น (Farooq et al., 2006; Salama et al., 2011) ซึ่งจะทำให้เมล็ดเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมแทบอลิซึม

เพื่อเตรียมความพร้อมในสภาวะที่พืชต้องการความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเช่น สภาวะเค็ม สภาวะแล้ง ความเย็น (ดวงกมลวรรณ กบกันทา, 2556)

กรดแอบไซซิก (ABA) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเมื่อพืชอยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาวะแล้ง การขาดน้ำ สภาพดินเค็ม จะมีปริมาณกรดแอบไซซิกเพิ่มสูงขึ้น โดยมีผลทำให้พืชปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ทำให้พืชสามารถทนต่อสภาวะเครียดได้ดี (Chandler and Robertson, 1994) สำหรับพาโคลบิวทราโซล (Paclobutrazol, PBZ) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีบทบาทในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ลดการยืดตัวของปล้อง ลดจำนวนและพื้นที่ใบ เพิ่มคลอโรฟิลล์ในใบ และกระตุ้นการเจริญเติบโตของราก นอกจากนี้พาโคลบิวทราโซลยังสามารถป้องกันพืชจากสภาวะเครียดต่าง ๆ เช่น สภาวะแล้ง อุณหภูมิสูง และสภาวะเครียดเกลือ ทำให้พืชมีความทนต่อสภาวะเครียดได้ดีขึ้น (Sharma et al., 2011) มีรายงานการศึกษาพบว่า การแช่เมล็ดแตงกวาในสารละลายพาโคลบิวทราโซลสามารถเพิ่มการสะสมโปรตีนในเซลล์พืช และป้องกันการสูญเสียออสโมของใบ จึงทำให้พืชสามารถทนต่อสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงได้ (Baninasab and Ghobadi, 2011) ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาผลของการแช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรดแอบไซซิกและสารละลายพาโคลบิวทราโซลต่ออัตราการงอกและลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของข้าวพันธุ์เจ้าตาก (*Oryza sativa* L.) เมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำของข้าวในระยะต้นกล้า ซึ่งความรู้ที่ได้จะเป็นประโยชน์และนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการเพาะปลูกข้าวหรืออาจลดความเสียหายให้กับพืชเมื่อต้องอยู่ภายใต้สภาวะขาดน้ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของการแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์เจ้าตาก

นำเมล็ดข้าวพันธุ์เจ้าตากมาล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น จากนั้นแบ่งการทดลองออกเป็นกลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1 แช่เมล็ดข้าวในน้ำกลั่นเป็นเวลา 48 ชั่วโมง กลุ่มที่ 2 แช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรด ความเข้มข้น 10 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง กลุ่มที่ 3 แช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรดแอบไซซิก ความเข้มข้น 20 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง กลุ่มที่ 4 แช่เมล็ดข้าวในสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 10 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และกลุ่มที่ 5 แช่เมล็ดข้าวในสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 20 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นเพาะเมล็ดข้าวที่ผ่านการแช่ในสารละลายต่างๆ ในจานเพาะเชื้อ สังเกตการงอกของเมล็ดข้าวเป็นเวลา 4 วัน บันทึกผลการทดลอง โดยวัดเปอร์เซ็นต์การงอก ความยาวรากและความยาวยอด ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ ๆ ละ 30 เมล็ด

การศึกษาผลของการแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลการเจริญเติบโต และปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวพันธุ์เจ้าตากเมื่ออยู่ในสภาวะแล้ง

เพาะเมล็ดข้าวที่ผ่านการแช่ในสารละลายต่าง ๆ จากการทดลองที่ 1 ในกระถางพลาสติกบรรจุดิน แบ่งกลุ่มทดลองดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่แช่เมล็ดข้าวในน้ำกลั่นเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วได้รับน้ำตามปกติ (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่แช่เมล็ดข้าวในน้ำกลั่นเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วอยู่ในสภาวะแล้ง (สภาวะแล้ง) กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่แช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรดแอบไซซิก ความเข้มข้น 10 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วอยู่ในสภาวะแล้ง (ABA 10 มก./ล.) กลุ่มที่ 4 แช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรดแอบไซซิก ความเข้มข้น 20 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วอยู่ในสภาวะแล้ง (ABA 20 มก./ล.) กลุ่มที่ 5 แช่เมล็ดข้าวในสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 10 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วอยู่ในสภาวะแล้ง (PBZ 10 มก./ล.) และกลุ่มที่ 6 แช่เมล็ดข้าวในสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 20 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วอยู่ในสภาวะแล้ง (PBZ 20 มก./ล.) ปลูกในโรงเรือนในสภาวะแวดล้อมที่มีแสงตามธรรมชาติ รดน้ำทุกวัน เป็นเวลา 14 วัน เมื่อครบ 14 วัน จากนั้นนำต้นข้าวกลุ่มที่ 2-6 ทำให้อยู่ในสภาวะแล้ง โดยไม่รดน้ำเป็นเวลา 14 วัน บันทึกผลการทดลองโดยสุ่มต้นข้าวจำนวน 10 ต้น จำนวน 3 ซ้ำ จากแต่ละกลุ่มการทดลองมาวัดความยาวต้น ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง โดยอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และหาอัตราส่วนรากต่อต้น (root: shoot ratio) ทำการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าว โดยนำตัวอย่างใบข้าวสดจากแต่ละกลุ่มทดลองหนัก 0.1 กรัม ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ลงในโกร่ง บดให้ละเอียด เติมน้ำ acetone ความเข้มข้น 80% ปริมาตร 6 มล. บดต่อไปจนกว่าสีเขียวละลายออกมาหมดโดยสังเกตที่เนื้อเยื่อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองและวัดปริมาณสารละลายที่กรองได้ จากนั้นนำสารละลายคลอโรฟิลล์ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นแสง 645 และ 663 นาโนเมตร ตามลำดับ ด้วยเครื่อง spectrophotometer คำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ ตามสมการของ (Arnon, 1949)

การวิเคราะห์ข้อมูล

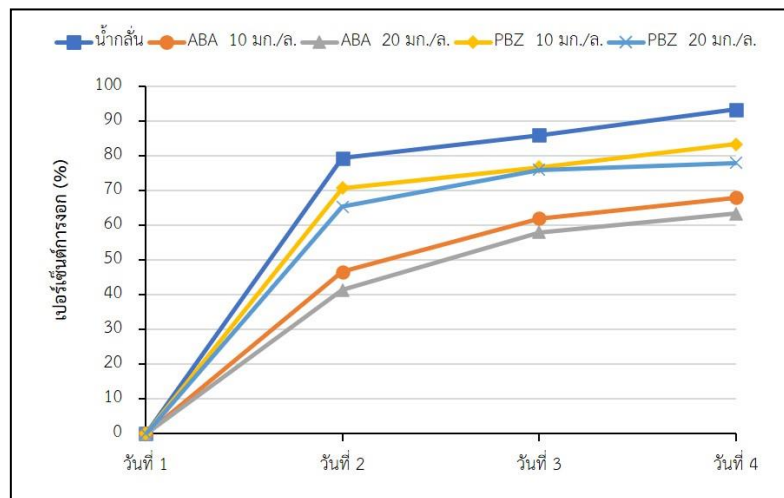
การศึกษาในครั้งนี้ใช้ผลการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design หรือ CRD) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติพื้นฐาน (ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ) และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความแปรปรวนจำแนกทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple rang test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

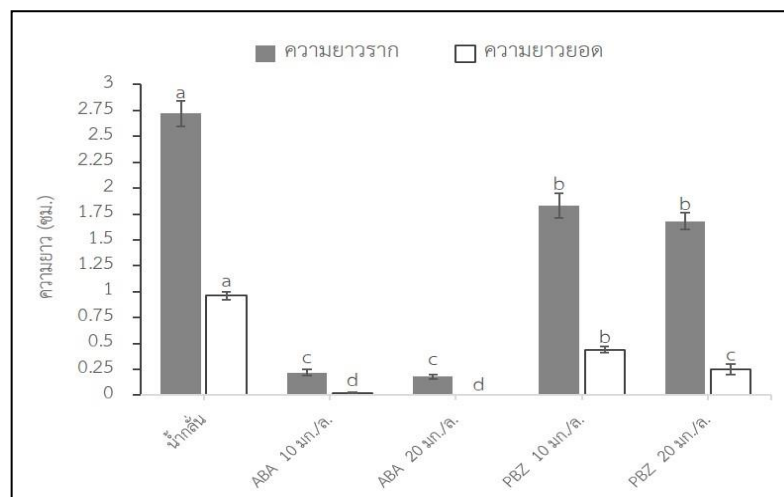
ผลของการแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์เจ้าตาก

เมื่อแช่เมล็ดข้าวพันธุ์เจ้าตากในสารละลายต่าง ๆ ได้แก่ น้ำกลั่น กรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลที่มีความเข้มข้น 10 และ 20 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวที่แช่ในสารละลายกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกที่มีความเข้มข้นสูง (20 มก./ล.) ส่งผลให้เมล็ดข้าวมีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยที่สุด (ภาพที่ 1) เมื่อวัดความยาวราก (primary root) และความยาวยอดของเมล็ดข้าวหลังเพาะเป็นเวลา 4 วัน พบว่า การแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลมีผลทำให้ความยาวรากและความยาวยอดลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่แช่ในน้ำกลั่น ที่มีความยาวรากและความยาวยอดมากที่สุด (ภาพที่ 2) รองลงมาคือกลุ่มที่แช่เมล็ดในสารละลายพาโคลบิวทราโซล ส่วนเมล็ดข้าวที่แช่ในสารละลายกรดแอบไซซิกมีความยาวรากและความยาวยอดน้อยที่สุด

การแช่เมล็ดเป็นวิธีการที่ช่วยเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ด โดยภายหลังที่เมล็ดพืชเริ่มดูดน้ำเข้าไปจะเกิดกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการงอกและการเจริญเติบโตของต้นอ่อน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการแช่เมล็ดในสารเคมีต่างๆ จะช่วยกระตุ้นให้พืชมีความทนทานต่อสภาวะเครียดต่างๆ ได้ดีขึ้น เช่นการแช่เมล็ดข้าวสาลิในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทำให้ต้นอ่อนมีความสามารถในการทนต่อสภาวะเครียดเกลือได้ดีขึ้น (Jafar et al., 2011) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า การแช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรดแอบไซซิกทำให้อัตราการงอกของเมล็ดข้าวลดลง ซึ่งมีผลต่อความยาวของรากแรกเกิดและความยาวยอด เนื่องจากกรดแอบไซซิกเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีคุณสมบัติยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืช ยับยั้งการงอกของเมล็ด หรือเมล็ดจะงอกได้แต่มีการเจริญเติบโตช้า เป็นต้นแคะ อย่างไรก็ตามในระหว่างที่เมล็ดกำลังพัฒนา กรดแอบไซซิกจะส่งเสริมการสร้างโปรตีนที่ทำให้เอ็มบริโอสามารถทนทานต่อการขาดน้ำได้ (Farooq et al., 2009) ส่วนสารละลายพาโคลบิวทราโซลเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตที่ลดการเจริญเติบโตในส่วนที่ยอดและความยาวปล้อง เนื่องจากไปยับยั้งการสังเคราะห์ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน จึงมีผลทำให้การเจริญเติบโตและการขยายขนาดของเซลล์ลดลง ดังนั้นเมื่อเซลล์พืชได้รับสารพาโคลบิวทราโซลจึงมีลักษณะเซลล์สั้นกว่าเซลล์พืชปกติ (Suh and Chung, 1988) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าพาโคลบิวทราโซลเป็นสารที่สามารถกระตุ้นให้พืชมีความทนทานต่อสภาวะเครียดต่างๆ ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทนต่อสภาวะแล้ง โดยทำให้พืชมีการเจริญเติบโตในส่วนที่ยอดมากขึ้น (Baninasab and Ghobadi, 2011)



ภาพประกอบที่ 1 เปอร์เซนต์การงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์เจ้าตากหลังจากแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกและสารละลายพาโคลบิวทราโซล



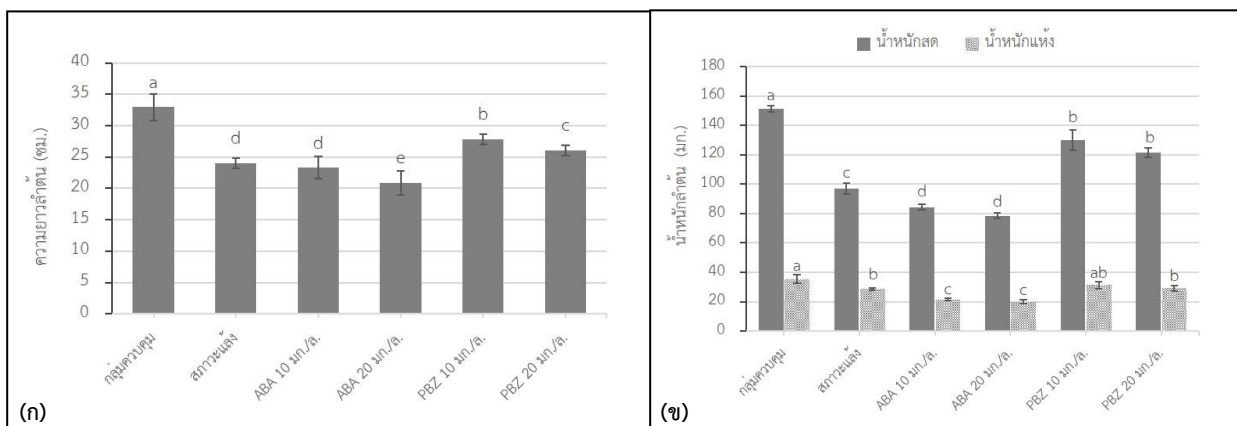
ภาพประกอบที่ 2 ความยาวรากและความยาวยอดของเมล็ดข้าวพันธุ์เจ้าตากหลังจากแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกและสารละลายพาโคลบิวทราโซลและนำไปเพาะเป็นเวลา 4 วัน

ผลของการแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลการเจริญเติบโต และปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าวพันธุ์เจ้าตากเมื่ออยู่ในสภาวะแล้ง

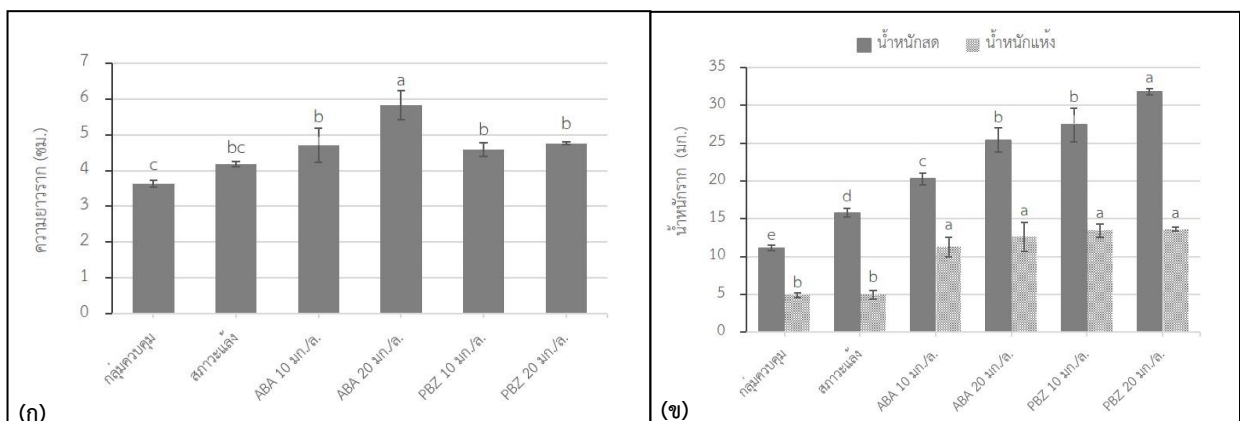
จากการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวพันธุ์เจ้าตากเมื่ออยู่ในสภาวะแล้ง พบว่าสภาวะแล้งส่งผลให้ต้นกล้าข้าวมีความยาวลำต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลำต้นลดลงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ได้รับน้ำตามปกติอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 3) และการแช่เมล็ดข้าวในสารละลายที่แตกต่างกันทำให้ต้นกล้าข้าวมีการเจริญที่ต่างกัน การแช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรดแอบไซซิกทำให้ต้นกล้าข้าวมีการเจริญในด้านลำต้นต่ำสุด โดยเฉพาะการแช่ที่ระดับความเข้มข้น 20 มก./ล. ต้นกล้าข้าวมีความยาวลำต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลดลงต่ำที่สุด ส่วนการแช่เมล็ดข้าวในสารละลายพาโคลบิวทราโซลที่

ความเข้มข้น 10 และ 20 มก./ล. ต้นกล้าข้าวมีความยาวลำต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้แช่อย่างมีนัยสำคัญ แต่ก็มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับน้ำตามปกติ (ภาพที่ 3)

สภาวะแล้งส่งผลให้ต้นกล้ามีการเจริญในส่วนรากเพิ่มสูงขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก และอัตราส่วนรากต่อต้น พบว่า การแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลส่งผลให้ต้นกล้าข้าวมีความยาวรากเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับน้ำตามปกติ และกลุ่มที่ผ่านการแช่เมล็ดในน้ำกลั่น ขณะที่การแช่เมล็ดในพาโคลบิวทราโซลไม่มีผลต่อความยาวของรากแม้จะมีการเพิ่มระดับความเข้มข้นขึ้นเป็น 20 มก./ล. เมื่อเทียบกับกลุ่มที่แช่กรดแอบไซซิก แต่จะมีความยาวรากมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับน้ำตามปกติ (ภาพที่ 4) นอกจากนี้การแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลส่งผลให้ต้นกล้าข้าวที่อยู่ในสภาวะแล้งมีน้ำหนักสดและน้ำแห้งของรากเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะการแช่เมล็ดในสารพาโคลบิวทราโซล เข้มข้น 20 มก./ล. มีผลทำให้ต้นกล้าข้าวมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับน้ำปกติและกลุ่มที่แช่ในน้ำกลั่นแล้วอยู่ในสภาวะแล้ง (ภาพที่ 4)

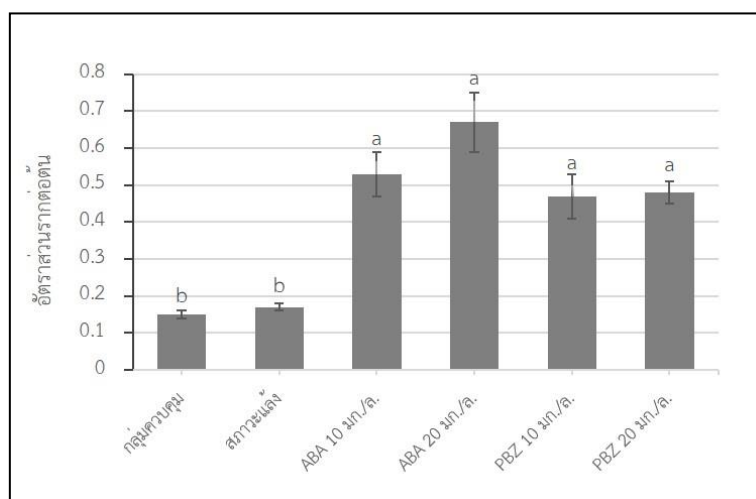


ภาพประกอบที่ 3 ความยาวลำต้น (ก) และน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น (ข) เมื่ออยู่ในสภาวะแล้ง ของต้นกล้าข้าวพันธุ์เจ้าตากภายหลังจากแช่เมล็ดในสารละลายต่างๆ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

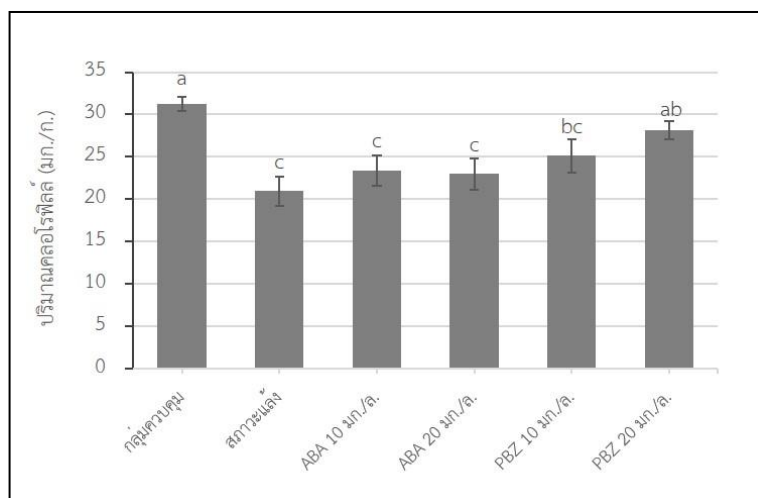


ภาพประกอบที่ 4 ความยาวราก (ก) และน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก (ข) เมื่ออยู่ในสภาวะแล้ง ของต้นกล้าข้าวพันธุ์เจ้าตากภายหลังจากแช่เมล็ดในสารละลายต่างๆ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

เมื่อวิเคราะห์อัตราส่วนรากต่อต้น พบว่า สภาวะแล้ง และการแช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรดแอบไซซิกและสารละลายพาโคลบิวทราโซลส่งผลให้ต้นกล้าข้าวมีอัตราส่วนรากต่อต้นเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับน้ำปกติและกลุ่มที่แช่น้ำกลั่นแล้วอยู่ในสภาวะแล้ง (ภาพที่ 5) ขณะที่อัตราส่วนรากต่อต้นของกลุ่มที่แช่ในกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้นเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 5) ในการศึกษาของ Goodwin and Mercer (1988) รายงานว่า พืชที่อยู่ในสภาวะแล้งจะมีการปรับตัวโดยเพิ่มอัตราการเจริญของราก ส่งเสริมให้รากมีความยาวเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถดูดน้ำจากดินที่อยู่ในระดับที่ลึกลงไป เนื่องจากสภาวะแล้งส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในเซลล์ เซลล์พืชไม่สามารถรักษาแรงดันเต่งภายในเซลล์ให้อยู่ในระดับที่เซลล์พืชสามารถขยายขนาดได้ ทำให้การขยายตัวของเซลล์และการแบ่งเซลล์ลดลง ซึ่งส่งผลให้ต้นพืชมีลำต้นเตี้ยและเล็ก ใบสั้นและแคบกว่าปกติ นอกจากนี้สภาวะแล้งทำให้ค่าคลอโรฟิลล์ในดินที่ลดลง พืชจึงไม่สามารถดึงน้ำในดินขึ้นมาใช้ได้ทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง (Nguyen et al., 1997) Readdy และคณะ (2004) รายงานถึงสภาวะแล้งยังส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาภายในของพืชหลายประการ เช่น การปิดเปิดปากใบ การม้วนตัวของใบ ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดต่ำลง (Abdalla and El-Khoshiban, 2007) สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้พบว่า สภาวะแล้งส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวลดลง ขณะที่กลุ่มที่ผ่านการแช่เมล็ดในกรดแอบไซซิกและพาโคลบิวทราโซลพบว่าต้นกล้าข้าวมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่ากลุ่มที่แช่น้ำกลั่นแล้วอยู่ในสภาวะแล้ง โดยเฉพาะการแช่ในสารพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 20 มก./ล. ต้นกล้าข้าวมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงที่สุด (ภาพที่ 6) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพืชเกิดความเครียดจากสภาวะแล้งจะมีการสร้างสารอนุมูลอิสระและสารประกอบออกซิเจนที่ไวต่อปฏิกิริยาที่มีฤทธิ์ในการทำลายโครงสร้างของคลอโรฟิลล์และโครงสร้างต่างๆ ของเซลล์ ซึ่งหากมีปริมาณมากเกินไปพืชจะไม่สามารถกำจัดออกได้ทันเวลา จึงส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบลดต่ำลงในที่สุด (Goodwin and Mercer, 1988)



ภาพประกอบที่ 5 อัตราส่วนรากต่อต้นเมื่ออยู่ในสภาวะแล้งของต้นกล้าข้าวพันธุ์เจ้าแตกภายหลังการแช่เมล็ดในสารละลายต่างๆ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง



ภาพประกอบที่ 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบเมื่ออยู่ในสภาวะแล้งของต้นกล้าข้าวพันธุ์เจ้าตากหลังจากแช่เมล็ดในสารละลายต่างๆ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

สรุปผลการวิจัย

การแช่เมล็ดข้าวพันธุ์เจ้าตากในสารละลายกรดแอบไซซิกและสารละลายพาโคลบิวทราโซล ที่ระดับความเข้มข้น 0-20 มก./ล. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปเพาะ พบว่า การแช่เมล็ดข้าวในสารละลายพาโคลบิวทราโซล ทุกความเข้มข้นสามารถส่งเสริมให้เมล็ดเกิดการงอกได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่น ขณะที่การแช่เมล็ดในสารละลายกรดแอบไซซิกทำให้การงอกของเมล็ดช้าลงและมีความยาวของรากแรกเกิดและความยาวยอดลดลง สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวเจ้าตากเมื่อปลูกในสภาวะแล้งภายหลังจากการแช่เมล็ดในสารละลายต่างๆ พบว่า การแช่เมล็ดข้าวในสารละลายกรดแอบไซซิกและสารละลายพาโคลบิวทราโซลส่งผลให้การเจริญทางด้านลำต้นลดลง แต่กระตุ้นให้มีการเจริญเติบโตทางราก รวมถึงปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในใบข้าวได้ดีกว่ากลุ่มที่แช่ในน้ำกลั่นแล้วอยู่ในสภาวะแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแช่เมล็ดข้าวในสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 20 มก./ล. ส่งเสริมให้ต้นกล้าข้าวพันธุ์เจ้าตากมีแนวโน้มในการทนแล้งได้ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาส พัทธทองพรรณ. (2559). การเตรียมความพร้อมเมล็ดเพื่อความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม. วารสารวิชาการเกษตร, 34(2): 195-210.
- ดวงกมลวรรณ กบกันทา, ศิวาพร ธรรมดี และณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ. (2556). ผลของการทำ Seed Priming กับเมล็ดพันธุ์แตงกวาต่อการงอกและกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสและเบตาไกลโคไซด์. แก่นเกษตร, 41(3): 239-246.
- พงศธร กล่อมสกุล. (2547). ผลของกรดแอบไซซิกจากภายนอกที่มีต่อการเติบโต การสะสมโปรตีน และการแสดงออกของยีน *delta1-pyrroline-5-carboxylate synthetase* ในข้าว *Oryza sativa* L. เมื่ออยู่ในภาวะแล้งและภาวะเค็ม. วิทยานิพนธ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.
- Abdalla, M.M. and El-Khoshiban, N.H. (2007). The influence of water stress on growth, water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticum aestivum* cultivars. J Appl Sci Res. 3(12): 2062-2074.

- Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 1-15.
- Baninasab, B. and Ghobadi, C. (2011). Influence of paclobutrazol and application methods on high temperature stress injury in cucumber seedlings. J Plant Growth Regul. 30: 213-219.
- Farooq, M., Basra, S.M.A. and Hafeez, K. (2006). Seed in vigor at ion by osmo hardening in fine and course rice. Seed Sci. Technol. 34:181–186.
- Farooq, M., Basra S.M.A., Wahid, A., Ahmad, N. and Saleem, B.A. (2009). Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. J Agron and Crop Sci. 195: 237-246.
- Goodwin, T.W. and Mercer, E.I. (1988). Introduction to plant biochemistry. 2nd ed. New York: Pergamon Press.
- Jafar, M.Z., Farooq, M.A., Cheema, M.A., Afzai, I., Basra, S.M. and Wahid, M.A. (2011). Improving the performance of wheat by seed priming under saline conditions. J Agron Crop Sci. Forthcoming.
- McDonald, M.B. (2000). Seed priming. pages 289-325 In: Seed technology and its biological basis Black M. and Bewley JD (eds). CRC Press LLC, Boca Raton, FL, U.S.A.
- Nguyen, H.T., Babu, R.C. and Blum, A. (1997). Breeding for drought resistance in rice: physiology and molecular genetics considerstions. Crop Sci. 37: 1426-1443.
- Reddy, A.R., Chaitanya, K.V. and Vivekanandan, M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. J Plant Physiol. 161: 1189-1202.
- Salama, K.H.A., Mansour, M.M.F. and Hassan, N.S. (2011). Choline priming improves salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Aust J Basic Appl Sci. 5:126–132.
- Suh, S.G. and Chung, H.D. (1988). Effect of paclobutrazol on growth tolerance to chilling and drought stress in cucumber plant, *Cucumis sativus* L. Plant Growth Regulator.14: 369-382.
- Wahid, A., Noreen, A., Basra, S.M.A., Gelan, I. S. and Farooq, M. (2008). Priming-induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus*) achenes improve germination and seedling growth. Bot Studies. 49: 343-350.