

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เสื่อมคุณภาพแตกต่างกัน

ต่อการกระตุ้นการงอกด้วย PEG 6000

Physiological Responses of Different Aged Rice Seeds

to Osmopriming with PEG 6000

พจนา สีขาว^{1*}, จำรูญ เล้าสินวัฒนา¹Potjana Sikhao^{1*}, Chamroon Laosinwattana¹

Received date: 23 มิ.ย. 66 Revised date: 7 ก.ค. 66 Accepted date: 17 ก.ค. 66

DOI: <https://doi.org/10.55003/kmaj.2024.08.16.004>

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เสื่อมคุณภาพแตกต่างกันหลังจากการกระตุ้นการงอก ดำเนินการทดลองโดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มาทำให้เสื่อมคุณภาพโดยวิธีการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 44 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 0 (ไม่ผ่านการเร่งอายุ), 1, 2, 3 และ 4 วัน เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกันทุกกรรมวิธีมากระตุ้นการงอกด้วยการแช่ในสารละลาย PEG 6000 ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกรรมวิธีดังกล่าวแล้วมาลดความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จนระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลดลงใกล้เคียงกับความชื้นเริ่มต้น แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในหึ่งปฏิบัติการและในสภาพแปลงปลูก ดัชนีการงอก ความเร็วในการงอก และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ด ผลการทดลอง พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกันทุกระดับการเสื่อมมีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดลดลงหลังจากการกระตุ้นการงอก ส่วนในด้านการงอกและความสม่ำเสมอในการงอก หากเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกันจะมีการตอบสนองต่อการกระตุ้นได้แตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ที่มีระดับการเสื่อมคุณภาพที่มีความงอกอยู่ที่ 12 และ 33 เปอร์เซ็นต์ สามารถกระตุ้นการงอกเพิ่มขึ้นได้ 27 และ 48 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพมากไปกว่านั้นมีการตอบสนองที่ลดลง

คำสำคัญ: การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การกระตุ้นการงอก เมล็ดพันธุ์ข้าว

Abstract

The objective of this research was to compare the quality of different aged rice seed after priming. The rice seeds were deteriorated by accelerated aging method at 44 °C and relative humidity 100 %, in different periods for 0 (without accelerated aging), 1, 2, 3, and 4 days. Then, the germination of rice seeds of different ages were induced by soaking in 30% of PEG 6000 solution at room temperature for 24 hours. After that, the rice seeds were dried in a hot air oven at 35 °C for 10 hours until the moisture content was close to the initial moisture. Finally, these treated rice seeds were examined for the seed quality of various characteristics such as seed germination rate (planted in the laboratory and field conditions), germination index, speed of germination, and electrical conductivity of solution used for soaking seeds. The results showed that the electrical conductivity of all different aged seeds decreased after priming. For the field of germination and germination uniformity, it was found that the seeds with different rates of deterioration showed different responses to the priming. Aged seeds with germination rates of 12 and 33 percent germination were able to induce germination rate by 27 and 48 percent, respectively, while aged seeds with higher deterioration rate had a decreased response.

Keywords: seed deterioration, seed enhancement, seed priming, rice seeds

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

¹ Department of Plant Production Technology, School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

* Corresponding author: potjana.si@kmitl.ac.th

คำนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกข้าวที่สำคัญของโลก โดยสถิติปี 2565/2566 ผลผลิตข้าวไทยมีปริมาณ 34.13 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปีก่อนที่มีปริมาณ 32.62 ล้านตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.63 และไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวอันดับ 2 ของโลก รองจากเวียดนาม มีปริมาณการส่งออก 4.2 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2564 ถึงร้อยละ 51.37 (Department of Foreign Trade, 2022) ในการผลิตข้าวให้มีความปลอดภัยจะต้องใช้เมล็ดพันธุ์ที่ดีในการผลิต ซึ่งคุณสมบัติของเมล็ดพันธุ์ที่ดีคือต้องตรงตามพันธุ์ มีความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์สูง มีความสะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน ขนาดสม่ำเสมอ อัตราการงอกสูง มีความแข็งแรง ปราศจากโรคและแมลงเข้าทำลาย (Rice Seed Division, 2008) โดย Food and Agricultural Organization of the United Nations (1998) ยืนยันว่าการใช้เมล็ดพันธุ์ดีทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มสูงขึ้นถึง 12.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูง เมื่อนำไปปลูกในสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนจากสภาวะแห้งแล้งหรือสภาพที่มีความร้อนสูง จะมีความสามารถด้านการทนแล้งได้ดียิ่งขึ้น และสม่ำเสมอ นอกจากนี้ต้นกล้ายังสมบูรณ์และตั้งตัวได้เร็ว ส่งผลให้ต้นอ่อนทนทานต่อสภาพแวดล้อม โรคและแมลง ให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี ฉะนั้นการใช้เมล็ดพันธุ์ดีในการผลิตข้าวจึงเป็นทั้งการลดต้นทุนและเป็นการเพิ่มผลกำไรอีกด้วย ทั้งนี้เกษตรกรในประเทศไทยยังขาดเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ดี ซึ่งข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นหนึ่งในพันธุ์ข้าวดีที่เกษตรกรเลือกใช้ มีปริมาณความต้องการใช้ถึง 0.44 ล้านตันข้าวเปลือก (Rice Department/Department of Internal Trade, 2023) แม้ว่าภาครัฐและเอกชนจะผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ในปริมาณมาก แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร เพราะความต้องการของชนิดพันธุ์และปริมาณในแต่ละปีไม่เท่ากัน (Wichayadecha, 2015) แสดงให้เห็นว่าถ้าในปีใดการผลิตเมล็ดพันธุ์ดีสายพันธุ์ต่างๆ ไม่ตรงกับเป้าหมายการจำหน่าย จะเหลือเมล็ดพันธุ์ที่จำหน่ายไม่หมด และต้องเก็บไว้จำหน่ายในฤดูต่อไปจึงเกิดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ขึ้น ซึ่งการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ จะเริ่มเกิดขึ้นทันทีหลังจากเมล็ดพันธุ์ถูกเก็บจากเกษตรกร การเสื่อมจะเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ความแข็งแรงเริ่มลดลง จนสูญเสียความมีชีวิตในที่สุด Thai Seed Association (2022) ได้กำหนดมาตรฐานอายุเมล็ดพันธุ์ข้าวไว้ที่ 8 เดือน ซึ่งถือว่าระยะการมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างนาน แต่ในระหว่างการเก็บรักษาก่อนการจำหน่ายในฤดูถัดไป จะเกิดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แม้ว่าจะมีอัตราการงอกที่ไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐานกฎหมายการค้าเมล็ดพันธุ์ แต่ความแข็งแรงก็ต่ำลง ทำให้ต้นกล้าไม่แข็งแรงส่งผลให้เจริญเติบโตไม่เต็มที่

การกระตุ้นการงอก หรือ การทำ seed priming เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทางสรีรวิทยา โดยการใช้ความชื้นและสารเคมีต่างๆ เป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่เมล็ดพันธุ์ก่อนการงอก ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความสามารถในการงอกเพิ่มขึ้น งอกได้สม่ำเสมอ และเป็นการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้สูงขึ้น ซึ่งเป็นการทำให้เมล็ดพันธุ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการทำให้เมล็ดพันธุ์ได้รับความชื้นที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม แล้วลดความชื้นในเมล็ดให้อยู่ระดับเดิมก่อนที่จะนำไปปลูก เพื่อกระตุ้นเมล็ดพันธุ์ให้เกิดกระบวนการงอกในระยะแรก แต่ยังไม่ถึงระยะที่รากอ่อน (radicle) แทงทะลุออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ด (McDonald, 2000) เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูก เมล็ดนั้นจะงอกอย่างรวดเร็วเนื่องจากภายในเมล็ดได้มีการดำเนินการทางสรีรวิทยาไปแล้วระดับหนึ่ง (Fakthongphan, 2016) แต่การกระตุ้นการงอกให้ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยระยะเวลาในการแช่เมล็ดพันธุ์ ความเข้มข้นของสารละลาย อุณหภูมิ การเติมออกซิเจนในระหว่างการกระตุ้นการงอก และอายุของเมล็ดพันธุ์ก่อนกระตุ้นการงอก ซึ่งมีผลทำให้การกระตุ้นการงอกได้ผลที่ดีขึ้น โดยการกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์ในระยะเวลาที่เหมาะสมกับอุณหภูมิที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ก่อนนำไปปลูก จะช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความสม่ำเสมอในการงอกเพิ่มขึ้น (Bewley et al., 1985) อย่างไรก็ตาม เมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ทำให้กระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ ภายในเมล็ดเกิดไม่พร้อมกัน ซึ่งเมล็ดพันธุ์บางชนิดอาจดูดน้ำเร็วเกินไปทำให้เกิดความเสียหายกับเมล็ดพันธุ์ได้ ซึ่งการควบคุมความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการกระตุ้นการงอกมีผลต่อการดูดน้ำของเมล็ดในระหว่างการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ (McDonald, 2000) สอดคล้องกับงานทดลองของ Charoensrisumphan (2012) ที่ได้ศึกษาการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหยวกด้วยสารละลาย GA_3 ในความเข้มข้น 0.01, 0.015 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความเข้มข้น 0.015 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มทำให้ความงอกในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือนสูงที่สุด นอกจากนี้ อุณหภูมิในระหว่างการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่แตกต่างกันส่งผลต่ออัตราการดูดน้ำและการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Parkins - Veazle & Cantiliffe, 1984) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Haigh et al. (1986) ได้ทำการกระตุ้นการงอกเมล็ดมะเขือเทศ แครอท และหัวหอม ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ช่วยเพิ่มความงอกของเมล็ดมากกว่าอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และพบว่าออกซิเจนมีผลต่อกระบวนการหายใจในกระบวนการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ การตอบสนองต่อปริมาณออกซิเจนของเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ ชนิดของพืช อุณหภูมิ ระดับการพักตัว และสรีรวิทยาของเมล็ด โดยทั่วไปเมล็ดต้องการออกซิเจนสำหรับการงอกที่ 50% (Bradford et al., 2008) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Bewley et al. (1985) ได้ทำการกระตุ้นการงอกของเมล็ดหัวหอมด้วย PEG 6000 ในสภาพที่มีออกซิเจนเพียงพอมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าสภาพที่ไม่มีออกซิเจน

จากการศึกษาของ Deeeong & Phutoya (2018) ที่ได้กระตุ้นการงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยวิธีการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในสารละลายชนิดต่างๆ รายงานว่าการแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในสารละลาย PEG 6000 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน ดัชนีการงอก และความเร็วในการงอก ต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่แช่ในสารละลายชนิดอื่นๆ (priming ข้าวด้วย PEG 6000) เนื่องจาก PEG 6000 เป็นสารสกัดที่ได้จากธรรมชาติจึงไม่มีสารพิษที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ตกค้างในเมล็ดพันธุ์ และมีคุณสมบัติบางประการที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยสารละลาย PEG 6000 มีค่าความต่างศักย์ของน้ำต่ำกว่าน้ำบริสุทธิ์ เมล็ดพันธุ์จึงดูดน้ำได้ช้าลง ทำให้น้ำไม่เข้าสู่เมล็ดพันธุ์พืชมากเกินไป ปริมาณน้ำที่ได้เพียงพอที่จะใช้ในกระบวนการซ่อมแซมและจัดเรียงตัวใหม่ของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งทำให้เมล็ดมีการร่วไหลของสารภายในเซลล์ออกมานอกเซลล์ได้น้อยลง ทำให้กิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์ดำเนินได้ตามปกติ (Khan et al., 1992) จากที่ได้กล่าวข้างต้นว่าการกระตุ้นการงอกให้ประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้อง และอายุของเมล็ดพันธุ์ก่อนกระตุ้นการงอกเป็นปัจจัยที่สำคัญ ซึ่งระดับของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะตอบสนองต่อการกระตุ้นการงอกได้แตกต่างกัน (Heydecker & Coolbeare, 1997) จากข้อมูลผลการทดลองเบื้องต้นรวมถึงความเป็นประโยชน์และปัจจัยดังกล่าวจึงได้นำสารละลาย PEG 6000 มาต่อยอดใช้ในงานทดลองนี้ ดำเนินการทดลองโดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาจำลองการเสื่อมคุณภาพให้มีระดับที่แตกต่างกันด้วยวิธีการเร่งอายุ เนื่องจากหากใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพตามธรรมชาติที่ระดับความเสื่อมต่างกันอาจใช้เวลานานและการเสื่อมอาจเกิดจากปัจจัยอื่นที่ไม่สามารถควบคุมได้ จากการทดลองได้เตรียมเมล็ดพันธุ์ให้มีการเสื่อมคุณภาพในระดับต่างๆ ด้วยวิธีการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 44 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 วัน โดยการเร่งอายุที่ 0 วัน เป็นตัวแทนของเมล็ดที่ไม่มีการเสื่อม (เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเร่งอายุ) และมีระดับการเสื่อมคุณภาพมากขึ้นสำหรับเมล็ดพันธุ์ที่นำมาเร่งอายุเป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 วัน ตามลำดับ วิธีการนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ เนื่องจากการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์เป็นการนำเมล็ดพันธุ์มาจำลองการเสื่อมคุณภาพด้วยวิธีการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อม โดยทั่วไปนิยมควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 40-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1-8 วัน (Delouche & Baskins, 1973) จากนั้นจึงนำมากระตุ้นการงอกเพื่อศึกษาการตอบสนองต่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกันต่อไป

วิธีการศึกษา

การจำลองการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว

จำลองการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ให้มีระดับที่แตกต่างกันโดยวิธีการเร่งอายุ ดำเนินการโดยสุ่มเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ผ่านการเก็บรักษาในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์สภาพอุณหภูมิห้องมาแล้ว 2 เดือน) กรรมวิธีละ 60 กรัม มาใส่ตะแกรงวางในกล่องพลาสติกที่มีระดับน้ำสูงห่างจากก้นตะแกรงประมาณ 2 เซนติเมตร ปิดฝากล่องแล้วฉีดด้วยเทปใสให้สนิทเพื่อกันความชื้นออกแล้วนำไปเข้าตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 44 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 วัน ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเร่งอายุเป็นวิธีการควบคุม (เร่งอายุเป็นเวลา 0 วัน) เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนด นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุในแต่ละระยะเวลาที่กำหนดมาลดความชื้นให้แห้งใกล้เคียงกับระดับความชื้นเดิมก่อนการเร่งอายุ (11 เปอร์เซ็นต์) โดยการอบในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

การกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกัน

เตรียมสารละลาย PEG 6000 ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (กันทรากกร คืออง และ กิตติญาณรณ์ ภูโตะยา, 2561) โดยการชั่ง PEG 6000 30 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำมากระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยนำเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านและผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 วัน กรรมวิธีละ 30 กรัม มาแช่ในสารละลาย PEG 6000 ที่เตรียมขึ้นอัตรา 2,500 มิลลิลิตร ต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม แช่ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่ไปล้างด้วยน้ำเปล่าโดยผ่านน้ำไหล เป็นเวลา 2 นาที ซับให้หมาด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง (เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการแช่ในแต่ละระดับการเสื่อมคุณภาพเป็นกรรมวิธีควบคุม) จากนั้นนำทุกกรรมวิธีมาตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพแปลงปลูก ดัชนีการงอก ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ด

การบันทึกข้อมูล

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทุกกรรมวิธีมาทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยวิธี top of paper (TP) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด แล้วนำไปไว้ในตู้เพาะเมล็ดพันธุ์ที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำ

การตรวจนับหลังการเพาะ โดยตรวจนับครั้งแรก (first count) ที่ 5 วัน และนับครั้งสุดท้าย (final count) ที่ 14 วัน ของการเพาะ (International Seed Testing Association, 2019) จากนั้นรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ตามสูตรคำนวณความงอกของเมล็ดพันธุ์ (1)

ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพแปลงปลูก

นำเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทุกกรรมวิธีมาทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพแปลงปลูก โดยเพาะในแปลงที่มีทรายละเอียด (ผ่านการอบฆ่าเชื้อ) ที่มีความชื้น ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด รดน้ำทุกวัน ทำการตรวจนับครั้งแรก (first count) ที่ 5 วัน จากนั้นนับทุกวันจนถึงการนับครั้งสุดท้าย (final count) ที่ 14 วัน ของการเพาะ (International Seed Testing Association, 2019) แล้วรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ตามสูตรคำนวณความงอกของเมล็ดพันธุ์ (1)

$$\text{ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (\%)} = \left(\frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \right) \times 100 \quad \text{————— (1)}$$

ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์

ตรวจสอบดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลการงอกของเมล็ด ตามวิธีทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ (International Seed Testing Association, 2019) และบันทึกจำนวนวันที่นับครั้งแรกและครั้งสุดท้าย มาคำนวณดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ตามสูตรดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ (2)

$$\text{ดัชนีการงอก} = \text{ผลรวมของ} \left(\frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่งอกปกติในแต่ละวันที่ตรวจนับ}}{\text{จำนวนวันที่ตรวจนับ}} \right) \times 100 \quad \text{————— (2)}$$

ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์

ตรวจสอบความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลการงอกของเมล็ด ตามวิธีทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพแปลงปลูก (International Seed Testing Association, 2019) และบันทึกจำนวนวันที่นับครั้งแรกจนถึงครั้งสุดท้าย มาคำนวณความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ตามสูตรความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (3)

$$\text{ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)} = \text{ผลรวมของ} \left(\frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่งอกปกติในแต่ละวันที่ตรวจนับ}}{\text{จำนวนวันที่ตรวจนับ}} \right) \times 100 \quad \text{————— (3)}$$

ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ด

ทดสอบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ด โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 แต่ละกรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด บันทึกน้ำหนักเมล็ดแต่ละซ้ำ แล้วแช่ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 250 มิลลิลิตร พร้อมกับนำน้ำกลั่นที่ไม่ได้แช่เมล็ด ตั้งไว้ในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนด กรองด้วยตะแกรงเพื่อนำเมล็ดออก จากนั้นนำน้ำกลั่นและน้ำที่แช่เมล็ดมาวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าแบบปากกา รุ่น ECTest11⁺ อ่านค่าที่ปรากฏ แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดจากสูตรค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ด (4)

$$\text{ค่าการนำไฟฟ้า } (\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}) = \left(\frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ด} - \text{ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ}}{\text{น้ำหนักเมล็ด 50}} \right) \quad \text{————— (4)}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป Statistic Analysis System (SAS)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการทดลองได้ทำการจำลองการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการดังกล่าว เพื่อให้เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกัน (0, 1, 2, 3 และ 4 วัน) แล้วตรวจสอบการตอบสนองต่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่มีการเสื่อมคุณภาพที่ระดับต่างๆ โดยกระตุ้นการงอกด้วย PEG 6000 แล้วตรวจสอบคุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ ทั้ง 5 ลักษณะ ได้แก่ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพแปลงปลูก ดัชนีการงอก ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ด ในส่วนของความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์ก่อนกระตุ้นการงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุมีความงอกสูงที่สุดเท่ากับ 87.00 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1, 2, 3, และ 4 วัน มีความงอกลดลงตามระยะเวลาการเร่งอายุเท่ากับ 58.00, 7.00, 12.50 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังกระตุ้นการงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุมีความงอกสูงที่สุดเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1 และ 2 วัน มีความงอกเท่ากับ 40 และ 27.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกต่ำที่สุด คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 3 และ 4 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีความงอก 6.00 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังกระตุ้นการงอก พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 2 วัน มีความงอกของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้นถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเร่งอายุและผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1 วัน มีความงอกลดลงถึง 7 และ 18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่มีระดับของการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกันจะตอบสนองต่อการกระตุ้นการงอกได้แตกต่างกัน (Heydecker & Coolbeare, 1997)

Table 1 Germination of different aged rice seeds under laboratory condition before and after priming with PEG 6000

Aging periods (day)	Seed germination under laboratory (%) ^{1/}		Changed (%)
	Before priming	After priming	
0	87.00 ^a	80.00 ^a	- 7.00
1	58.00 ^b	40.00 ^b	- 18.00
2	12.50 ^c	27.50 ^c	+ 15.00
3	7.00 ^{cd}	6.00 ^d	- 1.00
4	0.50 ^d	1.00 ^d	+ 0.50
F – test	**	**	-
C.V. (%)	6.52	3.13	-

** highly significant ($p \leq 0.01$)

^{1/} Means in a column with the same letter are not significantly different based on DMRT.

ส่วนความงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพแปลงปลูก พบว่าก่อนกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์ข้าวที่เสื่อมคุณภาพในระดับแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุ มีความงอกสูงที่สุดเท่ากับ 79.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1 และ 2 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีความงอกเท่ากับ 33.00 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกต่ำที่สุด คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 3 และ 4 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีความงอกเท่ากับ 10.50 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังกระตุ้นการงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย

เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุมีความงอกสูงที่สุดเท่ากับ 83.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1 และ 2 วัน มีความงอกเท่ากับ 48.50 และ 32.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกต่ำที่สุด คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 3 และ 4 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีความงอกเท่ากับ 6.50 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังกระตุ้นการงอก พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุและเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1 วัน มีความงอกเพิ่มขึ้น 3.05 และ 15.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2) แสดงให้เห็นว่าการกระตุ้นการงอกด้วย PEG สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ สอดคล้องกับงานทดลองของ Sun et al. (2011) ที่พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านการกระตุ้นการงอกด้วย PEG มีผลดีต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้า เนื่องจาก PEG สามารถช่วยในการเร่งกระบวนการเผาผลาญกลูโคส ปรับปรุงกิจกรรมของ PAL, SOD, CAT และ POD ในเมล็ดได้ นอกจากนี้ Kartika et al. (2021) ยังพบว่าการกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วย PEG ยังช่วยให้ต้นกล้าข้าวสามารถตั้งตัวในระยะแรกได้ดีหากข้าวได้รับผลกระทบจากความแห้งแล้ง

Table 2 Germination of different aged rice seeds under field condition before and after priming with PEG 6000

Aging periods (day)	Seed germination under field condition (%) ^{1/}		Changed (%)
	Before priming	After priming	
0	79.50 ^a	83.00 ^a	+ 3.50
1	33.00 ^b	48.50 ^b	+ 15.50
2	33.00 ^b	32.50 ^c	- 0.50
3	10.50 ^c	6.50 ^d	- 4.00
4	2.00 ^c	0.00 ^d	- 2.00
F – test	**	**	-
C.V. (%)	5.11	6.81	-

** : highly significant ($p \leq 0.01$)

^{1/} Means in a column with the same letter are not significantly different based on DMRT.

และจากการตรวจสอบดัชนีการงอก พบว่าก่อนกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์ข้าวมีดัชนีการงอกแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีการลดลงตามระยะเวลาการเร่งอายุ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุเมล็ด มีดัชนีการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 10.13 รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1 วัน มีดัชนีการงอกเท่ากับ 7.67 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 2, 3 และ 4 วัน ที่มีดัชนีการงอกเท่ากับ 1.40, 0.89 และ 0.03 ตามลำดับ และดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์หลังกระตุ้นการงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุมีดัชนีการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 14.65 รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1 และ 2 วัน มีดัชนีการงอกเท่ากับ 3.56 และ 1.96 ตามลำดับ และเมล็ดพันธุ์ที่มีดัชนีการงอกต่ำที่สุดคือเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 3 และ 4 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีดัชนีการงอกเท่ากับ 0.43 และ 0.07 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังกระตุ้นการงอก พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุและเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 2 วัน มีดัชนีการงอกเพิ่มขึ้น 4.52 และ 0.56 ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Germination Index of different aged rice seeds before and after priming with PEG 6000

Aging periods (day)	Germination index ^{1/}		Changed
	Before priming	After priming	
0	10.13 ^a	14.65 ^a	+ 4.52
1	7.67 ^a	3.56 ^b	- 4.11
2	1.40 ^b	1.96 ^c	+ 0.56
3	0.89 ^b	0.43 ^d	- 0.46
4	0.03 ^b	0.07 ^d	+ 0.04
F – test	**	**	-
C.V. (%)	4.00	1.85	-

** : highly significant ($p \leq 0.01$)

^{1/} Means in a column with the same letter are not significantly different based on DMRT.

ในทำนองเดียวกัน ความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่มีระดับการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกันก่อนกระตุ้นการงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งพบว่าลดลงตามระยะเวลาการเร่งอายุเช่นเดียวกันกับลักษณะอื่น โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุมีความเร็วในการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 10.10 ต้นต่อวัน รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1 และ 2 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีความเร็วในการงอกเท่ากับ 3.58 และ 3.09 ต้นต่อวัน ตามลำดับ และเมล็ดพันธุ์ที่มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุด คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 3 และ 4 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีความเร็วในการงอกเท่ากับ 0.83 และ 0.16 ต้นต่อวัน ตามลำดับ และความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์หลังกระตุ้นการงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเร่งอายุ มีความเร็วในการงอกสูงที่สุดเท่ากับ 14.38 ต้นต่อวัน รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1 และ 2 วัน มีความเร็วในการงอกเท่ากับ 7.25 และ 3.98 ต้นต่อวัน ตามลำดับ และเมล็ดพันธุ์ที่มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุด คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 3 และ 4 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีความเร็วในการงอกเท่ากับ 0.62 และ 0.00 ต้นต่อวัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังกระตุ้นการงอก พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุ และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1 และ 2 วัน มีความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น 4.28, 3.67 และ 0.89 ต้นต่อวัน ตามลำดับ (Table 4)

จากผลการทดลองทั้ง 4 ลักษณะที่ได้กล่าวมาเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพแตกต่างกันจะตอบสนองในด้านการงอกและความสม่ำเสมอในการงอกต่อการกระตุ้นการงอกได้แตกต่างกัน โดยจะเห็นว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ทำให้เสื่อมคุณภาพและเมล็ดพันธุ์ที่ทำให้เสื่อมคุณภาพด้วยการเร่งอายุเป็นเวลา 1 และ 2 วัน มีการตอบสนองต่อการกระตุ้นการงอกในทางบวก ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ทำให้เสื่อมคุณภาพด้วยการเร่งอายุเป็นเวลา 3 และ 4 วัน มีการตอบสนองในทางลบ เนื่องจากการกระตุ้นการงอกให้ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังที่ได้กล่าวข้างต้น ซึ่งหนึ่งในปัจจัยต่างๆ เหล่านั้นที่สำคัญ คือ อายุของเมล็ดพันธุ์ หากเมล็ดพันธุ์เก่าเกินไป จะไม่สามารถตอบสนองต่อการกระตุ้นการงอกให้ดีขึ้นได้ (Berjak & Villiers, 1972) ดังการศึกษาของ Aquila et al. (1978) ที่ได้ศึกษาในเมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุจะตอบสนองต่อการกระตุ้นการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุ นอกจากนี้ การศึกษาถึงความใหม่-เก่าของเมล็ดที่ผ่านการกระตุ้นการงอกด้วยการแช่เมล็ดในน้ำต่อความงอกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวสาลี โดยนำเมล็ดพันธุ์ไปเร่งอายุในระยะเวลาต่างๆ กัน แล้วจึงนำไปกระตุ้นการงอก พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เร่งอายุนั้น การกระตุ้นการงอกและไม่กระตุ้นการงอกไม่ได้ทำให้ความงอกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวสาลีแตกต่างกัน แต่ในเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นั้นเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการกระตุ้นการงอกมีอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง ขณะที่เมล็ดที่ผ่านการกระตุ้นการงอกกลับมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น แต่หากเร่งอายุเมล็ดนานเกินไป (เมล็ดมีการเสื่อมคุณภาพมากเกินไป) ทั้งเมล็ดที่ผ่านและไม่ผ่านการกระตุ้นการงอกจะไม่ตอบสนองต่อวิธีการนี้ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกัน (Goldsworthy et al., 1982)

Table 4 Speed of germination of different aged rice seeds before and after priming with PEG 6000

Aging periods (day)	Speed of germination (seedlings/day) ^{1/}		Changed (seedlings/day)
	Before priming	After priming	
0	10.10 ^a	14.38 ^a	+ 4.28
1	3.58 ^b	7.25 ^b	+ 3.67
2	3.09 ^b	3.98 ^c	+ 0.89
3	0.83 ^c	0.62 ^d	- 0.21
4	0.16 ^c	0.00 ^d	- 0.16
F – test	**	**	-
C.V. (%)	4.57	2.11	-

** : highly significant ($p \leq 0.01$)

^{1/} Means in a column with the same letter are not significantly different based on DMRT.

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเกิด lipid peroxidation ซึ่งส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียหาย (Ray et al., 1990) สามารถตรวจสอบได้จากการวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ด (Tonthong et al., 2018) จากผลการทดลอง พบว่าก่อนกระตุ้นการงอกค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดมีค่าใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเร่งอายุที่มีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดต่ำที่สุดเท่ากับ 11.63 เพอร์เซ็นต์ กับเมล็ดพันธุ์ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 วัน ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุทุกช่วงเวลาที่มีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดเท่ากับ 15.50, 15.87, 15.53 และ 15.68 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ตามลำดับ หลังจากนำมากระตุ้นการงอกแล้ว พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 7.30 – 7.43 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังกระตุ้นการงอก พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นการงอกมีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดลดลงทั้งเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านการเร่งอายุ และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุเป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 วัน มีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดลดลงถึง 4.21, 8.12, 8.49, 8.10 และ 8.38 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ตามลำดับ (Table 5) โดยสรุปได้ว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นการงอกมีค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ทำการกระตุ้นการงอกในทุกระดับการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์อย่างชัดเจน โดย Delouche & Baskins (1973) อธิบายอาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไว้ว่า เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะมีสภาพของ plasma membrane ที่สูญเสียคุณสมบัติในการควบคุมและกักเก็บสารต่างๆ ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารต่างๆ ออกมานอกเมล็ด จากผลการทดลองจะเห็นว่า PEG 6000 สามารถรักษาโครงสร้างของ plasma membrane ที่สามารถควบคุมการรั่วไหลของสารภายในเซลล์ให้ออกมานอกเซลล์ได้น้อยลง นอกจากนี้ยังพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดแต่ละระดับการเสื่อมสภาพหลังจากการกระตุ้นการงอกมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและแปลงปลูก ดัชนีการงอก รวมถึงความเร็วในการงอกนั้นมีค่าที่ต่างกันมาก อาจเนื่องมาจากระดับการเสื่อมสภาพของ plasma membrane แต่ละกรรมวิธีมีความใกล้เคียงกันอยู่แล้ว ตั้งแต่ก่อนการกระตุ้นการงอก แต่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเร่งอายุที่มีระดับการเสื่อมสภาพต่ำที่สุด จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า PEG 6000 ที่นำมาใช้ในงานทดลองสามารถรักษาสภาพของ plasma membrane ให้กลับมาคงเดิมได้เทียบเท่ากับเมล็ดที่ไม่มีการเสื่อมสภาพซึ่งเป็นวิธีการควบคุม (เมล็ดที่ไม่ผ่านการเร่งอายุ)

Table 5 Electrical conductivity of different aged rice seeds before and after priming with PEG 6000

Aging periods (day)	Electrical conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) ^{1/}		Changed ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)
	Before priming	After priming	
0	11.63 ^b	7.42	- 4.21
1	15.50 ^a	7.38	- 8.12
2	15.87 ^a	7.38	- 8.49
3	15.53 ^a	7.43	- 8.10
4	15.68 ^a	7.30	- 8.38
F – test	**	ns	-
C.V. (%)	2.85	2.04	-

ns : not significant, ** : highly significant ($p \leq 0.01$)

^{1/} Means in a column with the same letter are not significantly different based on DMRT.

สรุปผลการศึกษา

เมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เสื่อมคุณภาพแตกต่างกันทุกระดับการเสื่อมมีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่แช่เมล็ดลดลงหลังจากกระตุ้นการงอก ส่วนในด้านการงอกและความสม่ำเสมอในการงอก หากเมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมคุณภาพแตกต่างกันจะมีการตอบสนองต่อการกระตุ้นได้แตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ที่มีระดับการเสื่อมคุณภาพที่มีความงอกอยู่ที่ 12 และ 33 เปอร์เซ็นต์สามารถกระตุ้นการงอกเพิ่มขึ้นได้ 27 และ 48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพมากไปกว่านั้นมีการตอบสนองที่ลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโครงการนักวิจัยพี่เลี้ยง กองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Aquila, D. A., Savino, G., & Leo, P. (1978). Metabolic change induced by hydration-dehydration pre-sowing treatment in wheat embryos. *Plant Cell Physiology*, 19(2), 349-354.
- Berjak, P., & Villers, T. A. (1972). Aging in plant embryos II. Age-induced damage and its repair during early germination. *New Phytologist*, 71, 135-145.
- Bewley, J. D., & Black, M. (1985). *Seeds Physiology of Development and Germination*. Plenum Press.
- Bradford, K. J., Benech-Arnold, R. L., Come, D., & Corbineau, F. (2008). Quantifying the sensitivity of barley seed germination to oxygen, abscisic acid, and gibberellin using a population-based threshold model. *Journal of Experimental Botany*, 59, 335-347.
- Charoensrisumphan, N. (2012). *Effect of Chemical Priming on the Germination of Pepper Seeds (Capsicum annuum L.)*. Master's thesis. Kasetsart University. (in Thai).
- Deeeong, K., & Phutoya, K. (2018). *Pre-Seed Germination by Seed Priming Method of Rice Seeds*. Bachelor's project. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai).
- Delouche, J. C., & Baskin, C. C. (1973). Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, 1, 427-452.
- Department of Foreign Trade. (2022). *Situation of World Rice and Thai Rice, August 2022*. Retrieved from: <https://www.dft.go.th/th-th/Service-DFT/Service-Information/DATA-Group-Product/Detail-DATA-Group-Product/ArticleId/23918/23918>. (in Thai).
- Fakthongphan, J. (2016). Seed priming for unfavorable condition tolerance. *Thai Agricultural Research Journal*, 34 (2), 196-210. (in Thai).

- Food and Agricultural Organization of the United Nations. (1998). **Report of the Fifth External Program and Management Review of International Rice Research Institute (IRRI)**. Retrieved from: <http://www.fao.org/docrep/W8439E/w8439e05.htm>.
- Goldsworthy, A., Fielding, J. L., & Drover, M. B. J. (1982). "Flash imbibition": a method for the re-invigoration of aged wheat seed. **Seed Science and Technology**, 10, 55-56.
- Heydecker, W., & Coolbear, P. (1977). Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, 5, 353-425.
- International Seed Testing Association. (2019). **International Rules for Seed Testing**. International Seed Testing Association.
- Kartika, K., Lakitan, B., & Ria, R. P. (2021). Hydro- and osmo-priming effects on upland rice exposed to drought conditions at vegetative and reproductive stages. **Chiang Mai University Journal of Natural Sciences**, 20(3), e2021053.
- Khan, A. A. (1992). **Pre-Plant Physiological Seed Conditioning**. John Willey and Sona.
- McDonald, M. B. (2000). Seed priming. In M. and J. D. Bewley (eds.). **Seed Technology and Its Biology Basis Black**. Sheffield Academic Press.
- Perkins-Veazie, P., & Cantliffe, D. J. (1984). Need for high quality seed for effective priming to overcome thermodormancy in lettuce. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 109, 368-372.
- Ray, M. B., Halder, S., & Gupta, K. (1990). Differential responses of early and late cultivars of rice seeds under accelerated ageing. **Seed Science and Technology**, 18, 823-831.
- Rice Department/Department of Internal Trade. (2023). **Action Plan: Comprehensive Rice Production and Marketing Plan, Production Year of 2022/2023**. Retrieved from: <https://www.ricethailand.go.th/plan/P65-66.pdf>. (in Thai).
- Rice Seed Division. (2008). **Buying Good Rice Seeds Takes Advantage of the Quality Worthwhile**. Retrieved from: <http://nsw-rsc.ricethailand.go.th/images/image/purchase/ricedeedee.pdf>. (in Thai).
- Sun, Y. Y., Sun, Y. J., Wang, M. T., Li, X. Y., Guo, X., Hu, R., & Ma, J. (2010). Effects of seed priming on germination and seedling growth under water stress in rice. **Acta Agronomica Sinica**, 36(11), 1931-1940.
- Thai Seed Association. (2022). **Announcement of Thai Seed Association: Determination of Age Standards for Controlled Seed on the Label**. Retrieved from: <https://www.thasta.com/pdf/2021/Standard2564.pdf>. (in Thai).
- Tonthong, Y., Chanprasert, W., Romkaew, J., & Kaewsorn, P. (2018). Germinability and storability of pre-germinated rice (*Oryza sativa* L.) seeds. **Seed Science and Technology**, 46(1), 119-129.
- Wichayadecha, W. (2015). **Development of Thailand to be Rice Seed Trade Hub in Asean**. Individual Study. Devawongse Varopakarn Institute of Foreign Affairs, Ministry of Foreign Affairs. (in Thai).