

ผลกระทบของการอาบสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กคงที่
ต่ออัตราการงอกและการเจริญเติบโตของ
ข้าวเจ้าแดง (*Oryza sativa* L.) จาก สปป. ลาว
Study of Static Electric and Magnetic Field's Effects on
Rice Seed Germination Rate and Seedling Growth of
Kao Jao Deng (*Oryza sativa* L.) from Lao PDR

คำหล้า แสงรัมย์*

คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูสุวรรณเขต จังหวัดสุวรรณเขต สปป. ลาว

ทวี ฉิมอ้อย และมนู เพื่องฟุ้ง

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Khamla Senglathamy*

Department of Science, Savannakhet Teacher Training College, Savannakhet, LAO PDR

Tawee Chim-Oye and Manu Fuangfoong

Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Rangsit Center,

Khlong Nueng, Khlong Luang, Patum Thani 12120

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กคงที่ต่ออัตราการงอกและการเจริญเติบโตของต้นข้าวเจ้าแดงจาก สปป. ลาว โดยศึกษาเพื่อหาค่าความเข้มข้นของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการอาบเมล็ดข้าว โดยนำเอาเมล็ดข้าวตัวอย่างไปอาบในสนามไฟฟ้าที่ 0.5, 1 และ 5 kV/m ในเวลา 1, 5, 10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ และความเข้มข้นสนามแม่เหล็กที่ 10, 20 และ 40 mT ในเวลา 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 นาที ตามลำดับ การคำนวณหาตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการงอกและการเจริญเติบโตของต้นข้าว ได้แก่ ดัชนีการงอก ร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโตของต้นข้าว และดัชนีความแข็งแรง พบว่าสำหรับสนามไฟฟ้าได้เวลาอาบและค่าความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 10 นาที และ 1 kV/m ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวมีดัชนีการงอก ร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโต และดัชนีความแข็งแรงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นถึง 6 ± 2 , 8 ± 1 , 20 ± 3 และ 25 ± 3 % ตามลำดับ สำหรับสนามแม่เหล็กได้เวลาอาบและค่าความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 60 นาที และ 20 mT ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวมีดัชนีการงอก ร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโตและดัชนีความแข็งแรง เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นถึง 8 ± 4 , 8 ± 5 , 13 ± 6 และ 22 ± 5 % ตามลำดับ

*ผู้รับผิดชอบบทความ : Khamla.slsam@yahoo.com

คำสำคัญ : สนามไฟฟ้า; ข้าวเจ้าแดง; ดัชนีการงอก; ร้อยละการงอกสุดท้าย; การเจริญเติบโตของต้นข้าว; ดัชนีความแข็งแรง

Abstract

This research aims to study the effect of static electric and magnetic field's effects on germination rate and seedling growth of Kao Jao Deng from Lao PDR. Including the study of the intensity of the electric and magnetic field and the appropriate time to exposure the rice seeds. The sample rice seeds were subjected to the electric field at 0.5, 1 and 5 kV/m and exposure time 1, 5, 10, 20 and 30 minutes, respectively. And magnetic field at 10, 20 and 40 mT and exposure time 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 and 80 minutes, respectively. The efficiency Indicator calculation of the germination and growth of the rice seeds such as final germination percentage, seedling growth, germination index and vigor index. The results shown that for the electric field exposure to 10 minutes of 1 kV/m compared with the control, the germination index, final germination percentage, seedling growth, and vigor index increased by 6 ± 2 , 8 ± 1 , 20 ± 3 and 25 ± 3 %, respectively. For the magnetic field exposure to 60 minutes of 20 mT compared with the control, the germination index, final germination percentage, seedling growth and vigor index increased by 8 ± 4 , 8 ± 5 , 13 ± 6 and 22 ± 5 %, respectively.

Keywords: electric field; Kao Jao Deng; germination index; final germination percentage; seedling growth; vigor index

1. บทนำ

ข้าวเป็นธัญพืชที่ประชากรโลกบริโภคเป็นอาหารหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชีย จากข้อมูลเมื่อปี พ.ศ. 2553 มีการปลูกข้าวมากที่สุดเป็นอันดับสองทั่วโลก รองจากข้าวโพด และข้าวคิดเป็นพลังงานกว่าหนึ่งในห้าที่มนุษย์ทั่วโลกบริโภค [1] ปัจจุบันประชากรของโลกมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้พื้นที่เกษตรกรรมมีจำกัดและด้วยสภาพเสื่อมโทรมของดินและการขาดแคลนน้ำ ในอนาคตอาจเป็นผลทำให้ประชากรของโลกเกิดสภาวะขาดแคลนอาหาร ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพของการงอก การเจริญเติบโต และการเก็บเกี่ยวของพืช [2] การปรับปรุงประสิทธิภาพของผลผลิตต้องเริ่มจากการ

งอก การงอกของเมล็ดที่เหมาะสมมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะนำไปสู่การได้รับผลผลิตที่ดี การปรับปรุงเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการทางเคมีและฟิสิกส์ได้ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงการงอกของเมล็ดพันธุ์ พบว่าวิธีการทางเคมีดีกว่าวิธีการทางฟิสิกส์ เนื่องจากต้นกล้าได้รับการกระตุ้นการงอกและการเจริญเติบโตได้ไวกว่า แต่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้วิธีการทางฟิสิกส์ในการปรับปรุงเมล็ดพันธุ์จึงถูกนำมาใช้ [3] ผลของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กช่วยทำให้การเคลื่อนที่ของไอออน อิเล็กตรอน การแบ่งเซลล์ และการเจริญเติบโตของพืชได้ดีขึ้น [4] สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กช่วยกระตุ้นความสูงของลำต้นและความยาวรากของต้นกล้าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตัวควบคุม [5] สนามไฟฟ้าและ

สนามแม่เหล็กคงที่ช่วยส่งเสริมการดูดซึมน้ำของเมล็ดแห้งและทำให้ระยะเวลาออกของเมล็ดสั้นลง อาจเป็นผลมาจากเมล็ดแห้งดูดซึมน้ำได้เร็วขึ้น [6] สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กช่วยเพิ่มอัตราการงอก ความสูงของต้นกล้าและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าให้เพิ่มขึ้น อาจมีผลมาจากสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กช่วยทำให้การแบ่งเซลล์ของเมล็ดพืชและการสังเคราะห์แสงได้ดีขึ้น [7] ความเข้มของสนามไฟฟ้าและช่วงเวลาอบ ทำให้สมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวโพดเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเช่น น้ำหนักแห้ง ความยาวของต้นกล้า ความยาวของใบ ความยาวของลำต้น ความยาวของราก อัตราการงอกและเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้น [8] สนามไฟฟ้าช่วยปรับปรุงอัตราการงอกของผัก daikon radish และ thale-cress และสนามไฟฟ้ายังเพิ่มความยาว น้ำหนัก ช่วยกระตุ้นให้เกิดการดูดซึมของสารที่ถูกเก็บไว้ในเมล็ดของผัก daikon radish อีกด้วย [2]

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของการอบสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กคงที่ต่ออัตราการงอกและการเจริญเติบโตของต้นข้าว เมล็ดข้าวที่นำมาเป็นเมล็ดตัวอย่างในงานวิจัยนี้ คือ ข้าวเจ้าแดงจาก สปป.ลาว โดยศึกษาถึงค่าความเข้มของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการอบ

เมล็ดข้าวก่อนนำไปปลูก สำหรับดัชนีที่ใช้วัดประสิทธิภาพของการงอกและการเจริญเติบโตของต้นข้าว ได้แก่ ดัชนีการงอก ร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโตของต้นข้าว และดัชนีความแข็งแรง

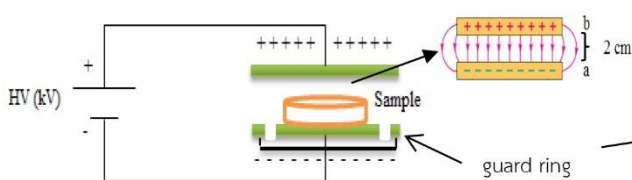
2. วิธีการวิจัย

2.1 เมล็ดข้าวตัวอย่าง

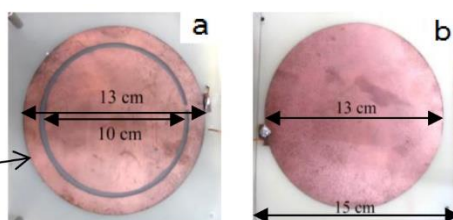
ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือข้าวเจ้าแดง ซึ่งนำมาจาก สปป.ลาว

2.2 การอบเมล็ดข้าวด้วยสนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้จากสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำคู่ขนาน ดังรูปที่ 1 แผ่นตัวนำทำจากแผ่นวงจรพิมพ์ (print circuit board) และรูปที่ 2 แสดงแผ่นตัวนำไฟฟ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 cm แผ่นล่างแสดงดังรูปที่ 2a โดยที่ guard ring จะทำให้สนามไฟฟ้ามีความสม่ำเสมอและแผ่นบนแสดงดังรูปที่ 2b ระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำเท่ากับ 2 cm ($d = 2$ cm) นำเมล็ดข้าวไปอบในสนามไฟฟ้า โดยใช้เมล็ดข้าวจำนวน 30 เมล็ดต่อการอบแต่ละครั้ง ดังรูปที่ 3a จากนั้นต่อวงจร ดังรูปที่ 3b กำหนดให้ความเข้มของสนามไฟฟ้า 0.5, 1 และ 3 kV/m และใช้เวลาอบ 1, 5, 10, 20 และ 30 นาที ตามลำดับ



รูปที่ 1 การออกแบบสนามไฟฟ้า



รูปที่ 2 ขนาดของแผ่นตัวนำ

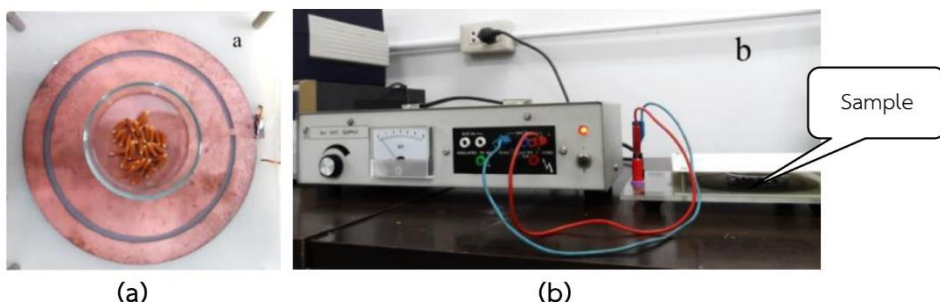
2.3 การอบเมล็ดข้าวด้วยสนามแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็กที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้จากขดลวดโซลินอยด์ที่ใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 cm และยาว 30 cm ทำเป็นแกน มี

จำนวนรอบทั้งหมด 3825 รอบ และที่ใส่ตัวอย่างโดยมีระยะที่สนามแม่เหล็กคงที่คือห่างจากปลายทั้งสองด้านของขดลวดโซลินอยด์เป็นระยะ 9 cm ให้น้ำไหลผ่านตลอดระยะทำการทดลองเพื่อช่วยระบายความร้อนแก่

ขดลวดโซลินอยด์ด้วยปั้มน้ำขนาดเล็กที่มีอัตราการไหลของน้ำ 300 ลิตรต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 4 นำเอาเมล็ดข้าวจำนวน 30 เมล็ด วางในท่ออะคริลิกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 cm ยาว 30 cm ตำแหน่งที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ ดังรูปที่ 5a แล้วนำไปวาง

ไว้ตรงกลางของขดลวด (ในท่อ PVC) ดังรูปที่ 5b และ 5c กำหนดให้ความเข้มของสนามแม่เหล็ก 10, 20 และ 40 mT และใช้เวลาอบ 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 นาที ตามลำดับ



รูปที่ 3 การอบเมล็ดข้าวในสนามไฟฟ้า



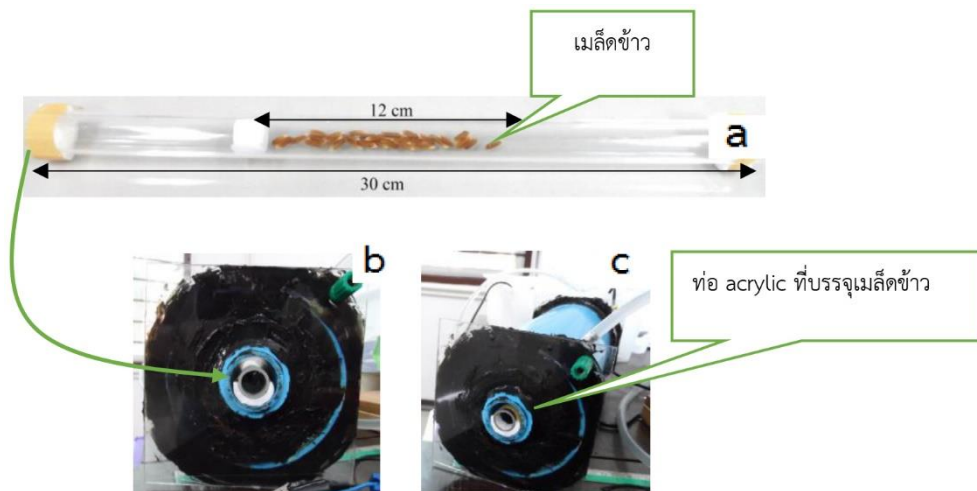
รูปที่ 4 ขดลวดโซลินอยด์และการต่อวงจรสำหรับสนามแม่เหล็ก

2.4 การปลูกเมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

งานวิจัยนี้จะปลูกข้าวในฟองน้ำ โดยใช้ถาดยางขนาดความยาว 45 cm กว้าง 34 cm และสูง 15 cm ทำเป็นไร่เนา ตัดแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด ขนาด 45 x 4 x 0.2 cm และขนาด 34 x 4 x 0.2 cm ประกอบเข้ากันเพื่อทำเป็นเสาแล้วนำไปวางในถาด และใช้ตาข่ายยางเพื่อกั้นฟองน้ำที่จะใช้เป็นที่พักข้าววางบนตาข่ายแล้วทึบด้วยแผ่นโฟม แล้วใช้คัตเตอร์เจาะรู แสดงดังรูป

ที่ 6 การปลูกเมล็ดข้าวลงในฟองน้ำต้องรดน้ำให้ฟองน้ำเปียกก่อน แล้วค่อยนำเอาเมล็ดข้าวมาปลูกใส่ ความลึกของเมล็ดข้าวในฟองน้ำวัดจากด้านบนประมาณ 0.5 cm และระดับน้ำในถาดสูงประมาณ 5 cm การทดลองแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ เวลา 1 ถึง 4 วันแรก จะติดตามการงอกของเมล็ดข้าว โดยจะนับเมล็ดข้าวที่งอกภายใน 4 วัน เท่านั้น หลังจากนั้นจะวัดความสูงของต้นข้าว จากวันที่ 5 ถึงวันที่ 10 ในแต่ละชุดการทดลองใช้เวลา 10 วัน งานวิจัยนี้ได้ทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

ซึ่งแต่ละครั้งและแต่ละชุดการทดลองทำอยู่ในเงื่อนไขเดียวกันทั้งหมด



รูปที่ 5 การอบเมล็ดข้าวในสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 6 ที่ปลูกเมล็ดข้าว

2.5 การคำนวณตัวชี้วัด

ดัชนีการงอก (germination index, GI)

[9] ($0 \leq GI \leq n$, n คือ จำนวนเมล็ดทั้งหมด)

$$GI = (\text{จำนวนของเมล็ดที่งอกวันแรก} \div (\text{วันแรกของการนับ}) + \dots + (\text{จำนวนของเมล็ดที่งอกวันสุดท้าย} \div (\text{วันสุดท้ายของการนับ})) \quad (1)$$

ร้อยละการงอกสุดท้าย (final germination percentage, FGP) ($0 \leq FGP \leq 100$)

$$FGP = (\text{จำนวนของเมล็ดที่งอกทั้งหมด}) \div$$

$$(\text{จำนวนของเมล็ดทั้งหมด}) \times 100 \quad (2)$$

การเจริญเติบโตของต้นข้าว ได้จากการวัด

ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวภายใน 10 วัน [9]

$$\text{ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว} = \Sigma H \div n \quad (3)$$

(ΣH คือ ผลบวกความสูงของต้นข้าว

ทั้งหมด, n คือ จำนวนเมล็ดที่งอกทั้งหมด) [9]

ดัชนีความแข็งแรง (vigor index, VI) [10]

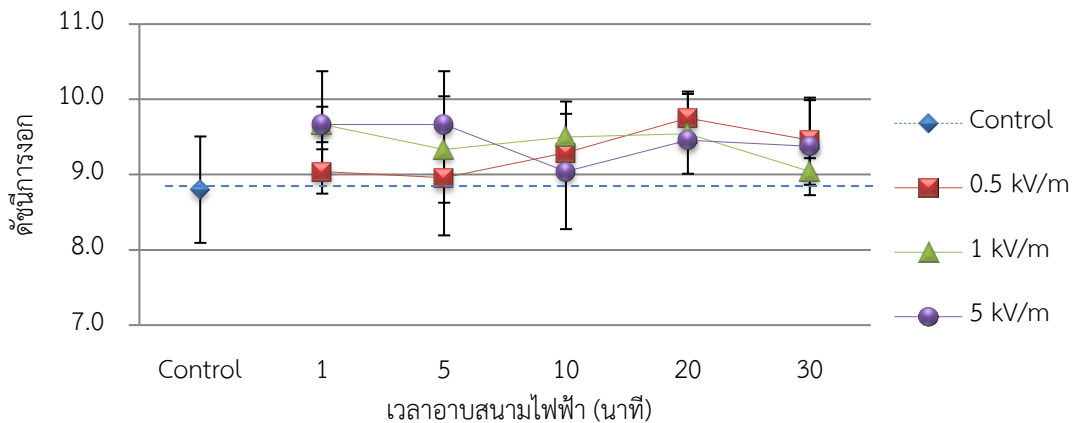
$VI = (\% \text{ การงอกสุดท้าย}) \times (\text{ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว})$ (4)

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

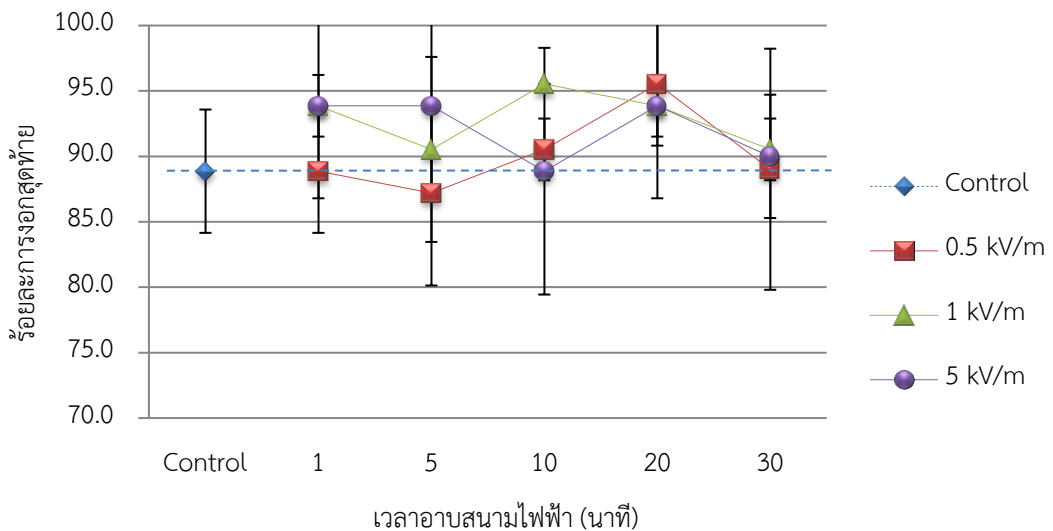
3.1 ผลของสนามไฟฟ้า

รูปที่ 7 เป็นกราฟดัชนีการงอกที่เวลาอบต่าง ๆ ที่ค่าความเข้ม 0.5, 1 และ 5 kV/m พบว่าที่ความเข้ม 0.5 kV/m ที่เวลาอบมากกว่า 10 นาที จะ

มีดัชนีการงอกสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเข้ม 1 kV/m เวลาอบน้อยกว่า 30 นาที จะมีดัชนีการงอกสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนที่ความเข้ม 5 kV/m พบว่ามีค่าดัชนีการงอกสูงกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้นที่เวลาอบ 10 นาที ที่มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม สรุปโดยรวมแล้วพบว่าเมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามไฟฟ้าความเข้ม 1 และ 5 kV/m มีดัชนีการงอกสูงกว่ากลุ่มควบคุม



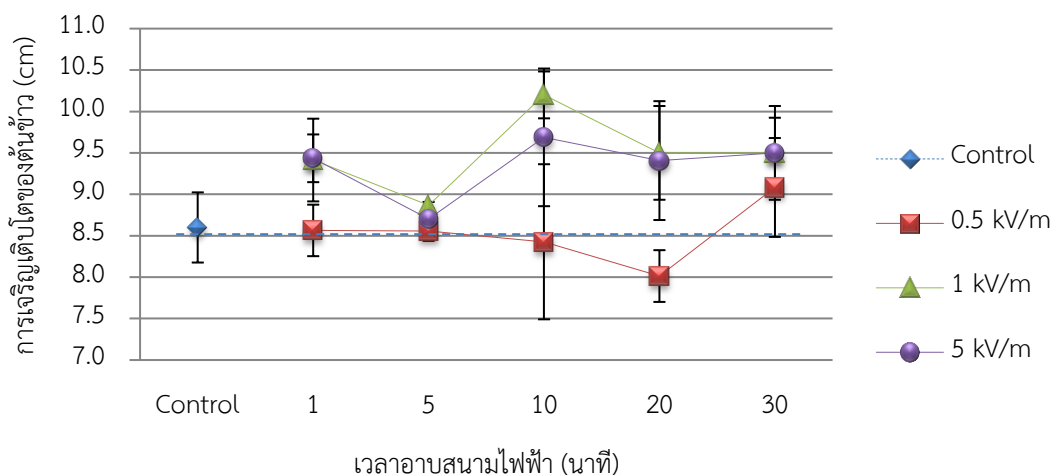
รูปที่ 7 ดัชนีการงอก



รูปที่ 8 ร้อยละการงอกสุดท้าย

รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการออกสุดท้าย และเวลาอบต่าง ๆ ที่ค่าความเข้มข้น 0.5, 1 และ 5 kV/m พบว่าที่ความเข้มข้น 0.5 kV/m เวลาอบ 20 นาที จะมีร้อยละการออกสุดท้ายสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และความเข้มข้น 1 kV/m ที่เวลาอบ 10 และ 20 นาที จะมีร้อยละการออกสุดท้าย

สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ส่วนที่ความเข้มข้น 5 kV/m จะมีเฉพาะที่เวลาอบ 10 นาที จะมีร้อยละการออกสุดท้ายไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม สรุปโดยรวมแล้วพบว่าเมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามไฟฟ้ามีร้อยละการออกสุดท้ายสูงกว่ากลุ่มควบคุมโดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 1 kV/m ที่เวลาอบ 10 นาที



รูปที่ 9 การเจริญเติบโตของต้นข้าว

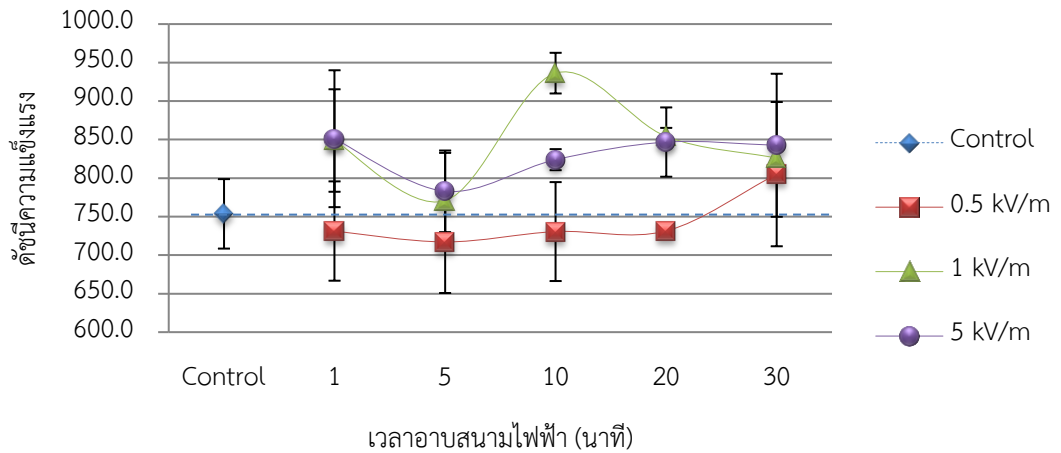
รูปที่ 10 เป็นกราฟระหว่างดัชนีความแข็งแรงและเวลาอบต่าง ๆ ที่ค่าความเข้มข้น 0.5, 1 และ 5 kV/m พบว่าที่ความเข้มข้น 0.5 kV/m จะมีเฉพาะเวลาอบ 30 นาที ที่มีดัชนีความแข็งแรงต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนที่ความเข้มข้น 1 และ 5 kV/m ต้นข้าวมีดัชนีความแข็งแรงสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นที่เวลาอบ 5 นาที สรุปโดยรวมแล้วพบว่าเมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามไฟฟ้ามีดัชนีความแข็งแรงของต้นข้าวสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะที่เวลาอบนาน 10 นาที และความเข้มข้น 1 kV/m จะมีดัชนีความแข็งแรงของต้นข้าวสูงที่สุด

ตัวชี้วัดต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบเมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามไฟฟ้ากับกลุ่มควบคุม พบว่าเมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามไฟฟ้ามีค่าดัชนีการออก ร้อย

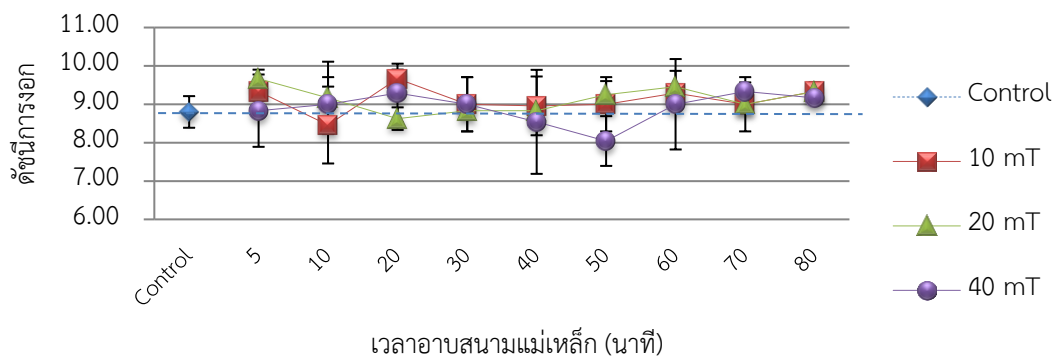
ละการออกสุดท้าย การเจริญเติบโต และดัชนีความแข็งแรงสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีผลมาจากสนามไฟฟ้าช่วยส่งเสริมการดูดซึมน้ำและช่วยเร่งการบริโภคสารอาหารที่สะสมอยู่ในเมล็ดได้ดีขึ้น [2]

3.2 ผลของสนามแม่เหล็ก

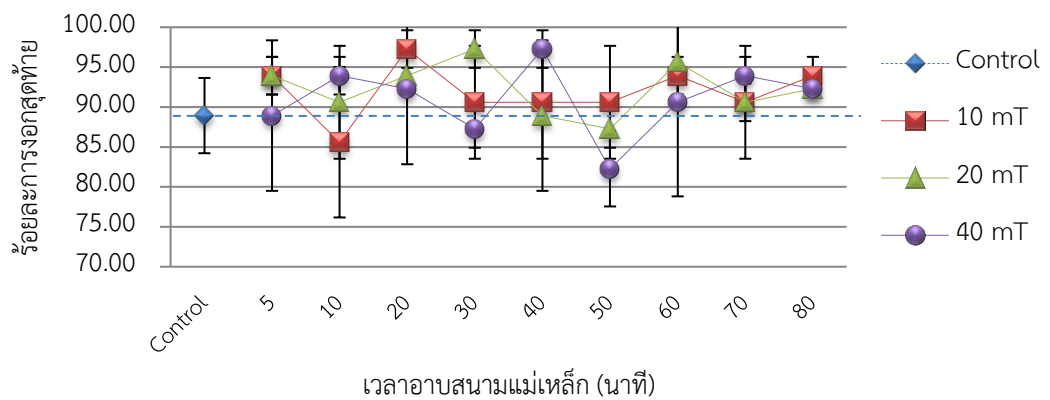
รูปที่ 11 เป็นกราฟดัชนีการออกและเวลาอบต่าง ๆ ในสนามแม่เหล็กที่ความเข้มข้น 10, 20 และ 40 mT พบว่าเมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามแม่เหล็กที่ความเข้มข้น 10 mT ที่เวลาอบ 5, 20, 60 และ 80 นาที มีดัชนีการออกสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนที่ความเข้มข้น 20 mT มีดัชนีการออกสูงที่เวลาอบ 5, 10, 50, 60 และ 80 นาที ที่ความเข้มข้น 40 mT มีดัชนีการออกสูงที่เวลาอบ 20, 60, 70 และ 80 นาที และมีบางช่วงเวลาอบของแต่ละความเข้มข้นไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน



รูปที่ 10 ดัชนีความแข็งแรง



รูปที่ 11 ดัชนีการออก

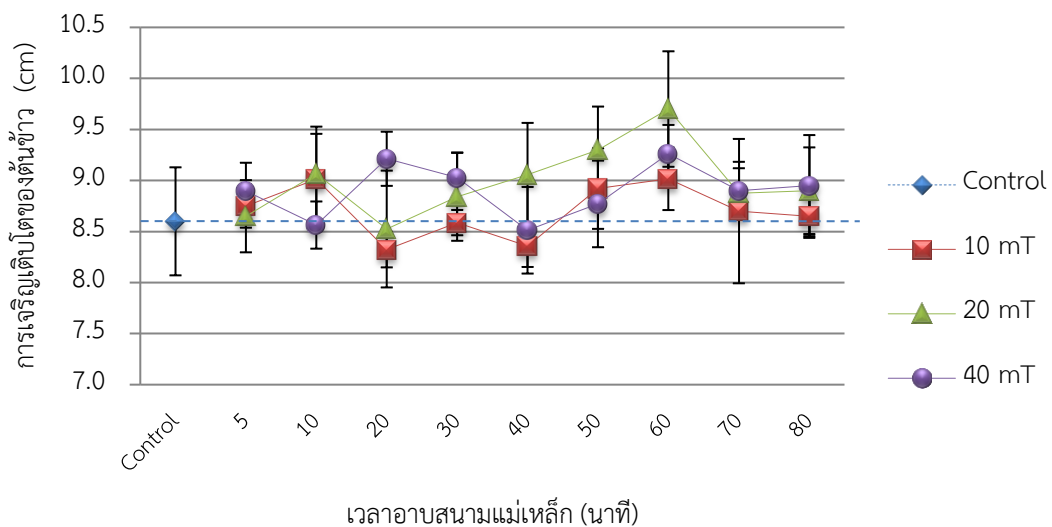


รูปที่ 12 ร้อยละการออกสุดท้าย

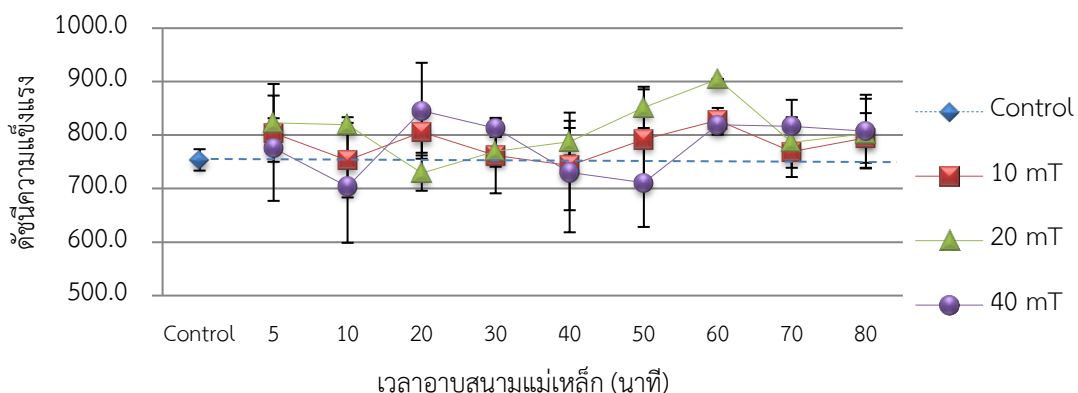
รูปที่ 12 เป็นกราฟร้อยละการออกสุดท้ายและเวลาอบต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นแม่เหล็ก 10, 20 และ 40 mT พบว่าเมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามแม่เหล็กที่ความเข้ม 10 mT ที่เวลาอบ 5, 20, 60 และ 80 นาที มีร้อยละการออกสุดท้ายสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนที่ความเข้ม 20 mT มีร้อยละการออกสุดท้ายสูงที่เวลาอบ 5, 20, 60 และ 80 นาที ที่ความเข้ม 40 mT มีร้อยละการออกสุดท้ายสูงที่เวลาอบ 30 และ 60 นาที และมีบางช่วงเวลาอบของแต่ละความ

เข้มไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัดเจน

รูปที่ 13 เป็นกราฟการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่เวลาอบต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นแม่เหล็ก 10, 20 และ 40 mT พบว่าต้นข้าวมีการเจริญเติบโตมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เวลาอบระหว่าง 50 ถึง 60 นาที และช่วงเวลา 20 ถึง 30 นาที สำหรับการอบความเข้มข้นแม่เหล็ก 40 mT พบว่าที่ความเข้มข้นแม่เหล็ก 20 mT และอบนาน 60 นาที ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตมีแนวโน้มสูงสุด



รูปที่ 13 การเจริญเติบโตของต้นข้าว



รูปที่ 14 ดัชนีความแข็งแรง

รูปที่ 14 เป็นกราฟระหว่างดัชนีความแข็งแรงและเวลาอบต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นแม่เหล็ก 10, 20 และ 40 mT พบว่าความเข้มข้นแม่เหล็ก 20 mT จะให้ค่าดัชนีความแข็งแรงสูงกว่าความเข้มข้นอื่น ๆ อย่างชัดเจน ในช่วงเวลาอบระหว่าง 40 และ 60 นาที และค่าดัชนีความแข็งแรงสูงที่สุดที่เวลาอบ 60 นาที

ตัวชี้วัดต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบเมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามแม่เหล็กกับกลุ่มควบคุม พบว่าเมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามแม่เหล็กมีค่าดัชนีการงอก ร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโต และดัชนีความแข็งแรงสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีผลมาจากสนามแม่เหล็กช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนของเมล็ด [11] ช่วยส่งเสริมการดูดซึมน้ำและการแบ่งเซลล์ [12] จึงเป็นผลทำให้เมล็ดข้าวที่ผ่านการอบสนามแม่เหล็กมีดัชนีการงอก ร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโต และดัชนีความแข็งแรงดีขึ้น

4. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่าการอบเมล็ดข้าว (ข้าวเจ้าแดง) ในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กคงที่ก่อนนำไปปลูกได้เวลาอบและค่าความเข้มข้นไฟฟ้าที่เหมาะสม คือ 10 นาที และ 1 kV/m ซึ่งเวลาอบและค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมดังกล่าวนี้ทำให้เมล็ดข้าวมีดัชนีการงอก ร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโต และดัชนีความแข็งแรงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นถึง 6 ± 2 , 8 ± 1 , 20 ± 3 และ 25 ± 3 % ตามลำดับ สำหรับสนามแม่เหล็กได้ช่วงเวลาอบและค่าความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 60 นาที และ 20 mT ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวมีดัชนีการงอก ร้อยละการงอกสุดท้าย การเจริญเติบโต และดัชนีความแข็งแรงและเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นถึง 8 ± 4 , 8 ± 5 , 13 ± 6 และ 22 ± 5 % ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือในการทดลองสำหรับงานวิจัยนี้

6. รายการอ้างอิง

- [1] Wikipedia, Rice, Available Source: <http://th.wikipedia.org/wiki/rice>, September, 19, 2015.
- [2] Okumura, T., Muramoto, Y. and Shimizu, N., 2010, Acceleration of plant growth by D.C. electric field, In International Conference on Solid Dielectrics, Potsdam, Germany.
- [3] Iqbal, M., Muhammad, D., HAQ, Z.U., Jamil, A.Y. and Ahmad, M.R., 2012, Effect of pre-sowing magnetic field treatment to garden pea (*Pisum sativum* L.) seed on germination and seedling growth, J. Agrophysic 44: 1851-1856.
- [4] Rezaei-Zarchi, S., Imani, S., Mehrjerdi, H.A. and Mohebbifar, M.R., 2012, The effect of electric field on the germination and growth of *Medicago sativa* plant, as a native Iranian alfalfa seed, Acta Agriculturae Serbica 17: 105-115.
- [5] Kiatgamjorn, P., Khan-ngern, W. and Nitta, S., 2002, The effect of electric field on bean sprout growing, ICEMC 2002 Bangkok 1(1): 1-5.
- [6] Ling, Y. and Hai-long, S., 2011, Effect of electrostatic field on seed germination

- and seedling growth of *Sorbus pohuashanensis*, J. Forest. Res. 22(1): 27-34.
- [7] Molamofrad, F., Lotfia, M., Khazaeib, J., Tavakkol-Afsharic, R. and Shaiegani-Akmald, A., 2013, The effect of electric field on seed germination and growth parameters of onion seeds (*Allium cepa*), Adv. Crop Sci. 3: 291-298.
- [8] Sedighi, N.T., Abedi, M. and Hosseini, S.E., 2013, Effect of electric field intensity and exposing time on some physiological properties of maize seed, Eur. J. Exp. Biol. 3: 126-134.
- [9] Alirzaenoghondar, M. and Azizi, M., 2013, Seed harvesting time affects seedling emergence, vigour and growth: Case study of *Rumex turcomanicus* Czerep. (Polygonaceae), Notulae Scientia Biologicae 5: 244-248.
- [10] Mahmood, S. and Usman, M., 2014, Consequences of magnetized water application on maize seed emergence in sand culture, J. Agrophysic 16: 47-55.
- [11] Rochalska, M. and Grabowska, K., 2007, Influence of magnetic fields on activity of enzyme: A- and B- amylase and glutathione S-transferase (GST) in wheat plants, Int. Agrophysics 21: 185-188.
- [12] Garcia, F. and Arze, L.I., 2001, Influence of a stationary magnetic field on water relations in Lettuce seeds, Part I: Theoretical considerations, Bioelectromagnetics 22: 589-595.