ผลของพลาสมาแบบไดอิเล็กทริคแบริเออร์ดิสชาร์จต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม (*Lactuca sativa*)

Effect of Dielectric Barrier Discharge Plasma on Germination and Vigor of Lettuce (*Lactuca sativa*) Seed

มณีรัตน์ สิงหวิบูลย์, ภาณุมาศ ฤทธิไชย* และเยาวพา จิระเกียรติกุล

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

นพพร พูลยรัตน์

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Maneerat Singhawiboon, Panumart Rithichai* and Yaowapha Jirakaittikul

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

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

Nopporn Poolyarat

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

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

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีพลาสมาได้มีการนำไปใช้กับเมล็ดพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยพลาสมาแบบไดอิเล็กทริคแบริเออร์ดิสชาร์จ (DBD พลาสมา) เป็นพลาสมาแบบไม่อยู่ในสภาวะสมดุลความร้อนหรือพลาสมาเย็น ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายเพียงเล็กน้อยกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาผลของการใช้ DBD พลาสมาต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) โดยนำเมล็ดสลัดคอส (*L. sativa* var. *longifolia*) พันธุ์ Sweet Green และผักกาดหอมใบ (*L. sativa* var. *crispa*) พันธุ์ Green Salad Bowl ไปฉายด้วย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 และ 25 กิโลโวลต์ นาน 15, 30, 60, 120 และ 240 วินาที เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการใช้พลาสมาเป็นสิ่งทดลองควบคุม พบว่าการฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาต่าง ๆ ไม่สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด แต่เพิ่มความแข็งแรงของเมล็ดทั้งสองพันธุ์ โดยพันธุ์ Sweet Green ที่ได้รับ DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 กิโลโวลต์ นาน 60 วินาที มีระยะเวลาการงอกเฉลี่ยต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญเท่ากับ 2.73±0.21 วัน ซึ่งงอกเร็วกว่าการไม่ฉายพลาสมา 1.23 วัน ในขณะที่พันธุ์ Green Salad Bowl การฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 กิโลโวลต์ ทุกระยะเวลา มีระยะเวลาการงอกเฉลี่ยที่ต่ำที่สุดคือ 3.00±0.00 วัน ซึ่งงอกเร็วกว่าการไม่ฉายพลาสมา 0.73 วัน

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** panumartss@hotmail.com

คำสำคัญ : DBD; พลาสมา; ความงอก; ความแข็งแรง; เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม

Abstract

Plasma technology has been successfully applied to various seeds for improving seed quality. Dielectric barrier discharge (DBD) plasma is one of non-thermal or cold plasma which causes little damage to biological materials. Therefore, the effect of DBD plasma on germination and vigor of lettuce (*Lactuca sativa*) seeds was examined. Seeds of cos lettuce (*L. sativa* var. *longifolia*) "Sweet Green" and leaf lettuce (*L. sativa* var. *crispa*) "Green Salad Bowl" were treated to DBD plasma with discharge voltages at 20 and 25 kV for 15, 30, 60, 120 and 240 s comparing to non-DBD plasma treated seeds as control. Results exhibited that DBD plasma at different discharge voltages and durations was unable to promote germination percentage but improved seed vigor of both cultivars. "Sweet Green" seeds exposed to DBD plasma with discharge voltage at 20 kV for 60 s showed the significantly lowest mean germination time as 2.73±0.21 days which was germinated 1.23 days earlier than the control. For "Green Salad Bowl", seeds subjected to DBD plasma with discharge voltage at 20 kV for all durations revealed the significantly lowest mean germination time as 3.00±0.00 days which was germinated 0.73 days prior to non-DBD plasma treatment.

Keywords: DBD; plasma; germination; vigor; lettuce seed

1. บทนำ

เทคโนโลยีพลาสมาเป็นเทคโนโลยีที่ปลอดภัยและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายทั้งในทางการแพทย์ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมอาหาร รวมทั้งทางการเกษตร [1] พลาสมาประกอบไปด้วยไอออนบวก ไอออนลบ และอนุมูลอิสระต่าง ๆ ที่อยู่ในสถานะที่เป็นกลางทางไฟฟ้า พลาสมาแบบไดอิเล็กทริคแบริเออร์ดิสชาร์จ (DBD พลาสมา) เป็นพลาสมาแบบไม่อยู่ในสภาวะสมดุลความร้อนหรือพลาสมาเย็น ที่สร้างจากเครื่องกำเนิดพลาสมาแบบ DBD อาศัยหลักการสะสมและคายประจุไอออนบนวัสดุไดอิเล็กทริคด้วยไฟฟ้ากระแสสลับที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าสูง ณ ความดันบรรยากาศ โดยการฉายพลาสมาจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วกับโครงสร้างทางเคมีของผิววัสดุแต่ไม่ทำให้คุณลักษณะดั้งเดิมเปลี่ยนไป จึงก่อให้เกิดความเสียหายเพียงเล็กน้อยกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ [2-4] รวมทั้งสามารถกระตุ้นกระบวนการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของพืชได้ เช่น ในถั่วลันเตา [5] และข้าว [6] แต่การใช้พลาสมาเพื่อเพิ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ เครื่องกำเนิดพลาสมา ความต่างศักย์ไฟฟ้า และระยะเวลาในการฉายพลาสมา เป็นต้น อีกทั้งยังมีข้อจำกัดจากความเฉพาะเจาะจงกับชนิดของพืช [3] การใช้ DBD พลาสมาได้มีรายงานในพืชหลายชนิด เช่น เมล็ด *Mimosa caesalpiniafolia* ที่ผ่านการฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 17.5 กิโลโวลต์ นาน 3 นาที มีความงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่าน DBD พลาสมาถึงแปดเท่า [7] เมล็ดถั่วเหลืองที่ได้รับพลาสมากำลังไฟฟ้า 80 วัตต์ นาน 15 วินาที มีดัชนีการงอกเพิ่มขึ้น 14.66 เปอร์เซ็นต์ และดัชนีความแข็งแรงของ

เมล็ดเพิ่มขึ้น 63.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมา [8] เมล็ดพันธุ์ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับ DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 4250 โวลต์ นาน 10 วินาที มีดัชนีความงอกเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญ [9] เมล็ดข้าวที่ผ่านการฉาย DBD พลาสมา 30 วินาที โดยมีขั้วอิเล็กโทรดเป็นแผ่นทองแดง มีความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ [6] การฉายพลาสมาให้กับเมล็ด *Lupinus angustifolius, Galega virginiana, Melilotus albus* และถั่วเหลือง นาน 10-15 นาที เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงขึ้น 10-20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมา [10] จากการทดลองดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาในการฉายพลาสมาจะแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด นอกจากนี้งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้พลาสมาในเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมยังไม่มีรายงาน อีกทั้งเมล็ดผักกาดหอมยังงอกช้าและมีการพักตัวของเมล็ดโดยเฉพาะเมื่อปลูกในสภาพอากาศร้อนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส [11] ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉาย DBD พลาสมาที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาต่าง ๆ ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม (*Lactuca sativa*)

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การออกแบบการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x5 factorial in CRD มี 2 ปัจจัย คือ (1) ความต่างศักย์ไฟฟ้า มี 2 ระดับ คือ 20 และ 25 กิโลโวลต์ และ (2) ระยะเวลาในการฉายพลาสมา มี 5 ระดับ คือ 15, 30, 60, 120 และ 240 วินาที เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมาเป็นสิ่งทดลองควบคุม

2.2 ตัวอย่างผักกาดหอม

เมล็ดผักกาดหอม (*L. sativa*) ที่ใช้ในการทดลองมี 2 พันธุ์ คือ สลัดคอส (*L. sativa* var. *longifolia*) พันธุ์ Sweet Green และผักกาดหอมใบ (*L. sativa* var. *crispa*) พันธุ์ Green Salad Bowl จาก บริษัท ที เอส เอ จำกัด

2.3 การฉายพลาสมา

ใช้เครื่องกำเนิดพลาสมาแบบ DBD มีขั้วอิเล็กโทรดแผ่นทองแดงคู่ขนาน 2 แผ่น ถูกคั่นกลางด้วยแก้ว ซึ่งเป็นวัสดุไดอิเล็กทริค มีระยะห่างระหว่างแผ่นไดอิเล็กทริค 3 มิลลิเมตร ก๊าซตัวกลางระหว่างแผ่นคู่ขนาน คือ อากาศ ที่ความดันบรรยากาศ ใช้กำลังไฟฟ้าที่ความถี่ 5.5 กิโลเฮิรตซ์ นำเมล็ดมาวางบนแก้วในเครื่องกำเนิดพลาสมา DBD เพื่อให้ได้รับ DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 และ 25 กิโลโวลต์ นาน 15, 30, 60, 120 และ 240 วินาที

2.4 การบันทึกข้อมูล

2.4.1 ความงอก โดยนำเมล็ดที่ผ่านและไม่ผ่านการฉาย DBD พลาสมา มาเพาะโดยวิธี top of paper (TP) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ในกล่องขนาด 10x15x5 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) ให้น้ำ 10 มิลลิลิตร นำไปวางในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ให้แสง 8 ชั่วโมง/วัน ให้น้ำทุกวัน บันทึกจำนวนต้นกล้าปกติเมื่ออายุ 4 และ 7 วันหลังเพาะเมล็ด จากนั้นนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอก [12]

2.4.2 ความแข็งแรงของเมล็ด ในการทดลองนี้ศึกษาระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (mean time to germination, MTG) โดยเพาะเมล็ดเช่นเดียวกับข้อ 2.4.1 บันทึกจำนวนต้นกล้าปกติทุกวันจนครบอายุ 7 วันหลังเพาะเมล็ด นำมาคำนวณหาระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก [13] จากสูตร MTG = $\sum T_i N_i / \sum N_i$ โดย N_i คือ จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในวันที่ T_i

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลอง เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้ โปรแกรม SPSS

3. ผลและวิจารณ์

3.1 ความงอก

การฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาต่าง ๆ เมล็ดผักกาดหอมทั้ง 2 พันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ Sweet Green เมล็ดที่ผ่านการฉายพลาสมามีความงอก 90.00±4.62 ถึง 95.50±3.42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมามีความงอก 89.00±3.83 เปอร์เซ็นต์ ในพันธุ์ Green Salad Bowl เมล็ดที่ผ่านการฉายพลาสมามีความงอก 98.00±2.31 ถึง 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมามีความงอก 99.50±1.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่าการฉาย DBD พลาสมาไม่สามารถเพิ่มความงอกของเมล็ดผักกาดหอมทั้งสองพันธุ์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมล็ดผักกาดหอมทั้งสองพันธุ์มีความงอกค่อนข้างสูงแม้ว่าจะไม่ได้รับการฉายพลาสมา ดังนั้นการฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาต่าง ๆ ในการทดลองนี้ จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เมล็ดที่ได้รับการฉาย DBD พลาสมาเปอร์เซ็นต์ความงอกมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเฉพาะพันธุ์ Sweet Green ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานที่ศึกษาในเมล็ดพันธุ์พืชอื่นหลายชนิด เช่น ข้าวสาลี [1] ฟ้าทะลายโจร [9] ปวยเล้ง [14] ซึ่งเมล็ดเหล่านี้เมื่อผ่านการฉาย DBD พลาสมามีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดที่ไม่ได้รับการฉายพลาสมา แต่มีเมล็ดพันธุ์อีกหลายชนิดที่การฉาย DBD พลาสมาทำให้เมล็ดมีความงอกสูงขึ้น เช่น เมล็ด *Mimosa caesalpiniafolia* ที่การฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 17.5 กิโลโวลต์ นาน 3 นาที มีความงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมาถึงแปดเท่า [7] เมล็ดถั่วลันเตาที่ได้รับ DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 9 กิโลโวลต์ นาน 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมา 21 เปอร์เซ็นต์ [5] นอกจากนี้ เมล็ดข้าวที่ผ่านการฉาย DBD พลาสมา 30 วินาที โดยมีขั้วอิเล็กโทรดเป็นแผ่นทองแดง มีความงอกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ [6] เช่นเดียวกับการฉายพลาสมาให้กับเมล็ด *Lupinus angustifolius, Galega virginiana, Melilotus albus* และถั่วเหลือง นาน 10-15 นาที เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงขึ้น 10-20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมา [10] และดอกคำฝอยเมื่อเมล็ดได้รับพลาสมาจะมีความงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านพลาสมาถึง 50 เปอร์เซ็นต์ [15]

3.2 ความแข็งแรงของเมล็ด

การฉาย DBD พลาสมาพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาต่าง ๆ ต่อระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดผักกาดหอมทั้ง 2 พันธุ์ โดยพันธุ์ Sweet Green ได้รับ DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 กิโลโวลต์ นาน 60 วินาที งอกเร็วที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ (2.73±0.21 วัน) ในขณะที่เมล็ดที่ได้รับ DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 25 กิโลโวลต์ ทุกระยะเวลาที่ได้รับพลาสมางอกช้าลง โดยมีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (3.18±0.09 ถึง 3.85±0.21 วัน) แต่ยังงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมาที่งอกช้าที่สุด มีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกเท่ากับ 3.96±0.07 วัน ส่วนพันธุ์ Green Salad Bowl ได้รับ DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 กิโลโวลต์ ทุกระยะเวลา งอกเร็วที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะเวลาการงอกเฉลี่ยมีค่าต่ำที่สุด คือ 3.00±0.00 วัน สำหรับเมล็ดที่ได้รับ DBD

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความงอกและระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (MTG) ของเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์ Sweet Green และ Green Salad Bowl เมื่อเมล็ดผ่านการฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาต่าง ๆ เปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมา (control)

ความต่างศักย์ไฟฟ้า (กิโลโวลต์)	ระยะเวลาการฉายพลาสมา (วินาที)	พันธุ์ Sweet Green		พันธุ์ Green Salad Bowl	
		ความงอก (%)	MTG (วัน)	ความงอก (%)	MTG (วัน)
20		92.50±4.05[1]	2.97±0.53[b]	99.20±1.29	3.00±0.00[b]
25		91.58±4.21	3.37±0.23[a]	98.90±1.74	3.43±0.17[a]
	15	94.25±4.33	3.52±0.29[a]	99.25±1.49	3.21±3.45[b]
	30	93.50±2.98	3.08±0.44[c]	98.50±2.07	3.19±2.82[b]
	60	90.25±4.20	3.07±0.30[c]	99.00±1.51	3.12±2.60[c]
	120	93.50±3.51	3.00±0.22[c]	99.75±0.71	3.28±1.83[a]
	240	92.75±2.12	3.17±0.20[b]	98.75±1.49	3.29±3.62[a]
20	15	93.00±5.29[ab2]	3.19±0.02[b]	98.50±1.91	3.00±0.00[e]
20	30	95.00±2.58[ab]	2.98±0.03[c]	99.00±2.00	3.00±0.00[e]
20	60	90.00±4.62[ab]	2.73±0.21[d]	99.50±1.00	3.00±0.00[e]
20	120	94.00±3.65[ab]	2.92±0.01[c]	100.00±0.00	3.00±0.00[e]
20	240	94.00±1.63[ab]	2.98±0.03[c]	99.00±1.15	3.00±0.00[e]
25	15	95.50±3.42[a]	3.85±0.21[a]	100.00±0.00	3.42±0.04[c]
25	30	92.00±2.83[ab]	3.18±0.09[b]	98.00±2.31	3.38±0.11[c]
25	60	90.50±4.43[ab]	3.27±0.10[b]	98.50±1.91	3.25±0.09[d]
25	120	93.00±3.83[ab]	3.23±0.04[b]	99.00±1.00	3.55±0.08[b]
25	240	91.50±1.91[ab]	3.31±0.07[b]	98.50±1.91	3.58±0.10[b]
	control	89.00±3.83[b]	3.96±0.07[a]	99.50±1.00	3.73±0.03[a]
ความต่างศักย์ไฟฟ้า (กิโลโวลต์)		ns	**	ns	**
ระยะเวลาการฉายพลาสมา (วินาที)		ns	**	ns	**
ความต่างศักย์ไฟฟ้า x ระยะเวลาการฉายพลาสมา		ns	**	ns	**
ความต่างศักย์ไฟฟ้า x ระยะเวลาการฉายพลาสมาเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมา		*	*	ns	*

[1]ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT, ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$), ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$)

พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 25 กิโลโวลต์ ทุกระยะเวลางอกช้าลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกสูงขึ้นเท่ากับ 3.25±0.09 ถึง 3.58± 0.10 วัน แต่ยังงอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมาที่มีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก 3.73±0.03 วัน (ตารางที่ 1) จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาที่เหมาะสมส่งผลดีต่อความแข็งแรงของเมล็ดผักกาดหอมทั้งสองพันธุ์ โดยทำให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น เนื่องจากพลาสมากัดกร่อนเปลือกเมล็ดทำให้เมล็ดดูดน้ำได้ดีขึ้น [6,14] ลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับเปลือกของเมล็ด [10] กระตุ้นกระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ดที่จำเป็นสำหรับการงอก โดยเร่งการสร้างฮอร์โมนต่าง ๆ เช่น GA_3 (gibberellin) รวมทั้งสร้างเอนไซม์ต่าง ๆ เพื่อเผาผลาญสารอาหารที่เก็บไว้ในเมล็ด [5,14] ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับที่ได้รายงานในเมล็ดถั่วเหลือง [8] ฟ้าทะลายโจร [9] และดอกคำฝอย [15] ที่เมล็ดผ่านการฉายพลาสมางอกได้เร็วขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมา การเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าจาก 20 เป็น 25 กิโลโวลต์ ส่งผลเสียต่อเมล็ดผักกาดหอมทั้งสองพันธุ์ โดยเมล็ดงอกช้าลงเช่นเดียวกับเมล็ดฟ้าทะลายโจร เมื่อฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 4250 โวลต์ นาน 10 วินาที มีดัชนีความงอกเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าและเวลาในการฉายพลาสมากลับพบว่าดัชนีความงอกของเมล็ดลดลง [9] สำหรับเมล็ดผักกาดหอมในการทดลองนี้ พบว่าการใช้ DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาที่เหมาะสม คือ 20 กิโลโวลต์ นาน 60 วินาที โดยทำให้เมล็ดพันธุ์ Sweet Green และ Green Salad Bowl งอกได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ควรทดสอบศักยภาพการใช้ DBD พลาสมาในเมล็ดผักกาดหอม โดยศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลของ DBD พลาสมาต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต คุณภาพผลผลิต รวมทั้งคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ต่อไป

4. สรุป

4.1 การฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 และ 25 กิโลโวลต์ นาน 15, 30, 60, 120 และ 240 วินาที เมล็ดผักกาดหอมทั้งสองพันธุ์ มีความงอกสูง แต่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมา

4.2 การฉาย DBD พลาสมา ความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 กิโลโวลต์ นาน 60 วินาที พันธุ์ Sweet Green เมล็ดงอกเร็วขึ้น 1.23 วัน ส่วนพันธุ์ Green Salad Bowl การฉาย DBD พลาสมาความต่างศักย์ไฟฟ้า 20 กิโลโวลต์ ทุกระยะเวลา เมล็ดงอกเร็วขึ้น 0.73 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมา

5. รายการอ้างอิง

[1] Dobrin, D., Magureanu, M., Mandache, N. B. and Ionita, M.D., 2015, The effect of non-thermal plasma treatment on wheat germination and early growth, Innov. Food Sci. Emerg. 29: 255-260.

[2] Butscher, D., Loon, H.V., Waskov, A., von Rohr, P.R. and Schuppler, M., 2016, Plasma inactivation of microorganisms on sprout seeds in a dielectric barrier discharge, Int. J. Food Microbiol. 238: 222-232.

[3] Chirokov, A., Gutsol, A. and Fridman, A., 2005, Atmospheric pressure plasma of dielectric barrier discharges, Pure Appl. Chem. 77: 487-495.

[4] Moreau, M., Orange, N. and Feuilloley,

M.G.J., 2008, Non-thermal plasma technology: New tools for bio-decontamination, Biotechnol. Adv. 26: 610-617.

[5] Bussler, S., Herppich, W.B., Neugart, S., Schreiner, M., Ehlbeck, J., Rohn, S. and Schlüter, O., 2015, Impact of cold atmospheric pressure plasma on physiology and flavonol glycoside profile of peas (*Pisum sativum* 'Salamanca'), Food Res. Int. 76: 132-141.

[6] ทิพวิมล ไตรกูล, 2557, การพัฒนาเครื่องกำเนิดพลาสมาแบบไดอิเล็กทริคแบริเออร์ดิสชาร์จสำหรับเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ปทุมธานี 80 (กข 31), วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 109 น.

[7] da Silva, A.R.M., Fariasa, M.L., da Silva, D.L.S., Vitorianoa, J.O., de Sousab, R.C. and Alves-Junior, C., 2017, Using atmospheric plasma to increase wettability, imbibition and germination of physically dormant seeds of *Mimosa caesalpiniafolia*, Colloids Surfaces B. 157: 280-285.

[8] Ling, L., Jiafeng, J., Jiangang, L., Minchong, S., Xin, H., Hanliang, S. and Yuanhua, D., 2014, Effects of cold plasma treatment on seed germination and seedling growth of soybean, Sci. Rep. 4: 5859.

[9] Tong, J., He, R., Zhang, X., Zhan, R., Chen, W. and Yang, S., 2014, Effects of atmospheric pressure air plasma pretreatment on the seed germination and early growth of *Andrographis paniculata*, Plasma Sci. Technol. 16: 260-266.

[10] Filatova, I., Azharonok, V., Kadyrov, M., Beljavsky, V., Gvozdov, A., Shik, A. and Antonuk, A., 2011. The effect of plasma treatment of seeds of some grain and legumes on their sowing quality and productivity, Rom. J. Phys. 56: 139-143.

[11] Wien, H.C., 1997, Lettuce, pp. 479-509, In Wien, H.C. (Ed.), The Physiology of Vegetable Crops, CABI Publishing, Wallingford.

[12] ISTA, 2007, International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

[13] Geneve, R.L., 2005, Vigour Testing in Flower Seeds, pp. 311-332, In McDonald, M.B. and Kwong, F.Y. (Eds.), Flower Seeds Biology and Technology, CABI Publishing, Wallingford.

[14] Ji, S.H., Choi, K.H., Pengkit, A., Im, J.S., Kim, J.S., Kim, Y.H., Park, Y., Hong, E.J., Jung, S.K., Choi, E.H. and Park, G., 2016, Effects of high voltage nanosecond pulsed plasma and micro DBD plasma on seed germination, growth development and physiological activities in spinach, Arch. Biochem. Biophys. 605: 117-128.

[15] Dhayal, M., Lee, S.Y. and Park, S.U., 2006, Using low-pressure plasma for *Carthamus tinctorium* L. seed surface modification, Vacuum 80: 499-506.