

การทำลายการพักตัวของเมล็ดผักบุ้ง
โดยใช้พลาสมาเย็นชนิดไดอิเล็กทริกแบริเออร์ดิสชาร์จ
Breaking Dormancy of Morning Glory Seeds by
Dielectric Barrier Discharge Cold Plasma

ปรเมนทร์ พอใจ

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

ณัฐพงศ์ จันจุฬา*

ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
เทคโนโลยีธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 10220

พิมพ์พรณ พิมลรัตน์

สาขาวิชาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130

Porramain Porjai

Division of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
Khlong Hok, Thanyaburi, Pathum Thani 12110

Nattapong Chanchula*

Expert Center of Innovative Agriculture, Thailand Institute of Scientific and Technological Research,
Technopolis, Khlong Ha, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Pimpan Pimonrat

Division of Crop Production Technology, Faculty of Agricultural Technology,
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Prachathipat, Thanyaburi, Pathum Thani 12130

Received: August 13, 2019; Accepted: November 1, 2019

บทคัดย่อ

พลาสมาเย็นชนิดไดอิเล็กทริกแบริเออร์ดิสชาร์จ (dielectric barrier discharge, DBD) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางเมื่อไม่นานมานี้ เพราะสามารถประยุกต์ใช้ในงานวิจัยอย่างหลากหลาย พลาสมาเกิดจากก๊าซที่ถูกแยกด้วยความต่างศักย์สูงที่ความดันบรรยากาศ ทำให้อุณหภูมิของก๊าซที่ออกมาใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง และสามารถเพิ่มความต่างศักย์ จึงสามารถทำให้มีอุณหภูมิที่ต่างกัน งานวิจัยนี้ศึกษาผลของพลาสมาที่อุณหภูมิต่าง ๆ (ไม่ฉายพลาสมา และฉายพลาสมาที่อุณหภูมิ 40, 80 หรือ 100 องศาเซลเซียส) ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักบุ้ง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตต้นอ่อนผักบุ้งออก

พบว่าเมื่อเปรียบเทียบเมล็ดที่ฉายพลาสมาที่อุณหภูมิต่างกัน ไม่สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด ความสูง และความยาวรากของต้นอ่อน อย่างไรก็ตาม การฉายพลาสมาที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทำให้ค่าเฉลี่ยความเขียวใบสูงที่สุด คือ 36.00 ± 1.00 spad unit และมีปริมาณวิตามินซีเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 530.00 ± 8.71 มก./กก.น.สด

คำสำคัญ : การงอก; การเจริญเติบโต; พลาสมาเย็น; ต้นอ่อน

Abstract

Dielectric barrier discharge cold plasma (DBD) has been widely accepted recently, because it can be applied in a variety of research applications. DBD is produced by high voltage separated gas at atmospheric pressure. Temperature of released gas, which is close to room temperature, is able to increase potential difference and causes different temperatures. Therefore, the aim of this research was to study the effects of DBD at various temperatures (no DBD, 40, 80 or 100 °C) on germination and growth of morning glory seeds. Results will be applied in production process of sprouting morning glory seeds. The results showed that treated-seeds at different temperatures were unable to increase seed germination rate, plant height and root length of seedlings. However, DBD at 80 °C causes highest average of leaf greenness which is 36.00 ± 1.00 spad unit, and highest average of vitamin C contents which is 530.00 ± 8.71 mg/kg fresh weight.

Keywords: germination; growth; cold plasma; seedling

1. คำนำ

พลาสมาเย็น (cold plasma) คือ ก๊าซที่ถูกแยกด้วยความต่างศักย์สูง ณ ความดันบรรยากาศ จึงทำให้อุณหภูมิของก๊าซที่ออกมาเท่ากับอุณหภูมิห้อง พลาสมาเย็นได้รับการยอมรับอย่างมากเมื่อไม่นานมานี้ เพราะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ได้แก่ การทำความสะอาดพื้นผิวของเพอไลเมอร์ (Laroussi, 2002) วิทยาศาสตร์อาหาร (Sen and Mutlu, 2012; Mirsa *et al.*, 2014) การเกษตร (Mirsa *et al.*, 2014) เป็นต้น ปัจจุบันพลาสมาเย็นสามารถสร้างในช่วงความดันกว้างขึ้น ได้แก่ การใช้คลื่นไมโครเวฟ คลื่นวิทยุ แหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าสลับและกระแสไฟฟ้าตรง เป็นต้น

พลาสมาเย็นได้นำมาประยุกต์ใช้ในทางเกษตรกรรมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสมบัติ

เฉพาะที่ทำงานภายใต้ความดันต่ำ และใช้เวลาในการทดลองในเวลาสั้น ๆ ทำให้ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืช อาหาร เมล็ดพืช และสิ่งแวดล้อม มีการศึกษาผลการฉายพลาสมาเย็นบนเมล็ดพืชไว้อย่างหลากหลาย เช่น เมล็ดถั่วเขียวได้รับการฉายพลาสมาในเวลา 1 นาที มีอัตราการงอกสูงเพิ่มขึ้นถึง 89.2 % และมีการวิเคราะห์เนื้อเยื่อของเมล็ดเพิ่มเติมพบว่าสมบัติการเปียกน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาของการฉายพลาสมาเพิ่มขึ้น (Mitra *et al.*, 2013) อีกหนึ่งงานวิจัยที่บ่งบอกข้อดีของพลาสมาเย็นได้เป็นอย่างดี คือ ดัชนีของการงอกและความแข็งแรงของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น 14.66 และ 63.33 % ตามลำดับ การดูดซึมน้ำของเมล็ดดีขึ้น 14.03 % และมุมสัมผัสของน้ำบนเมล็ดลดลง 26.19 % ลักษณะเฉพาะของการเติบโตของเมล็ดที่เกี่ยวกับความยาวของ

ลำต้น น้ำหนักแห้งของลำต้น ความยาวราก และ น้ำหนักแห้งของรากเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเป็น 13.77, 21.95, 21.42 และ 27.51 % ตามลำดับ (Ling *et al.*, 2014) การการศึกษาผลของพลาสมาเย็นต่อ เมล็ดข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L. cv. Eva) โดย Zahoranova และคณะ (Zahoranova *et al.*, 2015) งานวิจัยนี้ได้ฉายพลาสมาเย็นลงบนเมล็ดโดยใช้ เวลา 60-600 วินาที ผลปรากฏว่าการงอกของเมล็ด และความแข็งแรงของลำต้นเพิ่มขึ้นดีที่สุดที่เวลา 20-50 วินาที และสมบัติการเบียดน้ำของเมล็ดมี คุณภาพที่ดีขึ้น

เมล็ดพืชโดยทั่วไปจะมีความแข็งแรงสูงสุด ในระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Copeland, 1995; Ramomd, 2009) ซึ่งในช่วงระหว่างการเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์นั้นจะมีการสร้างอนุมูลอิสระ มีผลทำให้ เมล็ดเสื่อมสภาพลง ทำให้ความสามารถในการงอก ของเมล็ดลดลง (Bailly, 2004) วิธีที่นิยมเพื่อเพิ่ม คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ คือ การทำ seed priming โดยนำเมล็ดมาแช่น้ำหรือสารละลายที่มีค่า water potential ต่ำ เพื่อกระตุ้นการงอกเริ่มต้นเกิดขึ้น ก่อนที่รากจะงอกนอกเมล็ด ก่อนนำเมล็ดไปลด ความชื้นให้ใกล้เคียงกับความชื้นเริ่มต้น ปัจจุบันนิยม ใช้สารละลาย ได้แก่ ascorbic acid, KNO₃, salicylic acid เป็นต้น (ชานนท์ และคณะ, 2556) โดยมีการ ใช้สารในกลุ่มนี้หลายอย่างแพร่หลาย เช่น ในกลุ่มพืชสวน คือ มะเขือเทศ พริกชี้หนู ผักกาดขาว (นุชกานต์, 2555; Khan *et al.*, 2009; Ghoohestani *et al.*, 2012; Goel *et al.*, 2012) ในกลุ่มพืชไร่ คือ ข้าวโพด ถั่วลิ้นเต่า ดอกคำฝอย (Burguieres *et al.*, 2007; Ahmad *et al.*, 2012; Jam *et al.*, 2012) แต่วิธีการ นี้เป็นวิธีการที่ต้องทำหลายขั้นตอน ทำให้ไม่ เหมาะสมมากนักสำหรับเกษตรกร จึงทำให้พลาสมา อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้การงอกและการ เจริญเติบโตของเมล็ดผักบ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการผลิตต้นอ่อนผักบ่งงอก ซึ่งยังไม่มีรายงานการ

ใช้พลาสมาในเมล็ดพันธุ์ผักบ่ง ดังนั้นการทดลองนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพลาสมาที่อุณหภูมิ ต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของ เมล็ดผักบ่ง เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตต้นอ่อน ผักบ่งที่มีคุณภาพ

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 พืชทดลอง

พืชทดลองที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ เมล็ด พันธุ์ผักบ่งจีน (*Ipomoea aquatica* Forsk. var. reptan) จากบริษัท Thai Seed & Agriculture Co., Ltd. トラศรแดง ขนาดบรรจุ 1 กิโลกรัม โดย คัดเลือกเมล็ดที่มีขนาดเท่ากัน เมล็ดที่สมบูรณ์ แข็งแรง เมล็ดไม่มีรอยแตกหรือรอยรา

2.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) แบ่งเมล็ด เป็น 4 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด โดยนำเมล็ดผักบ่งไปฉายพลาสมาที่ปล่อยออกมา จากหลอดแก้วซึ่งมีอุณหภูมิต่างกัน คือ 40, 80 และ 100 องศาเซลเซียส (โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบ อินฟราเรดวัดบริเวณผิวสัมผัสของเมล็ด) และใช้ เมล็ดที่ไม่ผ่านการฉายพลาสมาเป็นสิ่งทดลอง ควบคุม จากนั้นนำเมล็ดผักบ่งมาเพาะด้วยวิธี BP (between paper) โดยบันทึกจำนวนต้นกล้าปกติ เมื่ออายุ 4 วัน หลังเพาะเมล็ด (first count) และ 7 วันหลังเพาะ (final count) พร้อมทั้งประเมินต้นกล้า ที่ผิดปกติ เมล็ดไม่งอก คือ เมล็ดแข็ง เมล็ดสด และ เมล็ดตาย เพื่อนำข้อมูลไปประเมินเปอร์เซ็นต์ความ งอก (ตัดแปลงจาก ชานนท์ และคณะ 2556) แล้ว วัดความยาวราก ความสูงลำต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ (spad unit) และปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/กิโล กรัมน้ำหนักสด)

2.3 การฉายพลาสมา

ใช้แหล่งกำเนิดพลาสมาเย็นชนิดไดอิเล็ก

ตริกแบร์ริเออร์ดีสชาร์จ (DBD, dielectric barrier discharge) ประกอบด้วยหลอดควอทซ์ยาว 100 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกคือ 4 และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับ ลวดอิเล็กโทรดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร วางไว้ตรงกลางหลอดควอทซ์เชื่อมต่อกับขั้วไฟฟ้าแรงดันสูง และแผ่นทองแดงพันอยู่ปลายหลอดเชื่อมต่อกับขั้วไฟฟ้าแรงดันต่ำ อิเล็กโทรดทั้งสองวางห่างกัน 11.5 มิลลิเมตร การทดลองใช้อากาศจากบมัลมเป็นแก๊สจ่ายเข้าไปในหลอดควอทซ์ที่กำหนดให้อัตราการไหลที่ 10 ลิตรต่อนาที เมื่อเปิดเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าความต่างศักย์สูงแบบกระแสสลับที่เชื่อมต่อกับอิเล็กโทรดทั้งสอง และปรับความต่างศักย์ 3-10 กิโลโวลต์ จึงทำให้พลาสมาเย็นที่บรรยากาศปกติ โดยมีอุณหภูมิ 40-100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

2.4 การบันทึกข้อมูล

2.4.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก

นำเมล็ดผักบงจีนที่ผ่านการฉายพลาสมามาเพาะแบบ BP (between paper) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ในกล่องสำหรับเพาะเมล็ด ให้นำกล่องละ 10 มิลลิลิตร โดยก่อนเพาะแช่เมล็ดผักบงจีนในน้ำ เป็นระยะเวลา 30 นาที นำไปเพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้แสงเป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน บันทึกจำนวนต้นกล้าปกติเมื่ออายุ 4 และ 7 วันหลังเพาะเมล็ด และคำนวณเปอร์เซ็นต์การงอก (ISTA, 2007)

2.4.2 การวัดการเจริญเติบโต

เมื่อต้นอ่อนอายุ 7 วัน วัดความยาวของลำต้นที่มีลักษณะปกติจากโคนต้นจนถึงปลายยอด (เซนติเมตร) ความยาวรากวัดจากโคนต้นจนถึงส่งปลายของราก (เซนติเมตร) โดยสุ่ม 5 ต้นต่อกล่องที่เพาะกล้า แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกล่อง

2.4.3 การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์และวิตามินซี

เมื่อต้นอ่อนอายุ 7 วัน วัดคลอโรฟิลล์ด้วยเครื่อง Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus โดยหนีบใบจำนวน 3 ครั้งต่อต้น โดยการสุ่ม 5 ต้นต่อกล่องที่เพาะกล้า แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกล่อง

วัดปริมาณวิตามินซีวิธี Reflexo-technique ด้วยเครื่อง RQ-Flex Reflectometer ยี่ห้อ Merk โดยปั่นส่วนต้นและยอดอ่อนของผักบงจีนอายุ 7 วัน ปริมาณ 5 กรัม และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร กรองเอาเศษชิ้นส่วนพืชออก นำแถบวัดวิตามินซีจุ่มในน้ำคั้นตัวอย่างพืช เมื่อแถบวัดแห้งนำเข้าเครื่อง RQ-Flex Reflectometer เพื่ออ่านค่าความเข้มข้นของวิตามินซี แล้วนำมาคำนวณปริมาณวิตามินซีในผักบงจีนอ่อนดังนี้

ปริมาณวิตามินซี (มก./กก.น.น.สด) = $\frac{[10 \times (\text{ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง RQ-Flex})] \div \text{น้ำหนักผักตัวอย่าง (กรัม)}}{}$

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ CRD และตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

เมล็ดผักบงจีนที่ได้รับการฉายพลาสมาที่อุณหภูมิ 40, 80 และ 100 องศาเซลเซียส และมีเมล็ดที่ไม่ได้รับการฉายพลาสมาเป็นตัวควบคุมพบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอก ความสูงต้น และความยาวรากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมล็ดที่ได้รับการฉายพลาสมานั้นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้รับการฉายพลาสมา คือ 89.00 ± 3.82 , 89.00 ± 9.86 และ 90.00 ± 4.32 จากการฉายพลาสมาที่อุณหภูมิ 40, 80 และ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเปรียบกับเมล็ดที่ไม่ฉายพลาสมามีเปอร์เซ็นต์การงอก 85.00 ± 6.21 แสดงให้เห็นว่าการฉายพลาสมาไม่สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์

ความงอกในเมล็ดผักบุ้ง ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกค่อนข้างสูงอยู่แล้ว แม้ว่าไม่ได้รับการฉายพลาสมา ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ มณีรัตน์ (2561) ที่ฉาย DBD ให้เมล็ดผักกาดหอม 2 สายพันธุ์ พบว่าพลาสมาไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดเช่นเดียวกัน แต่ส่งผลให้เมล็ดมีแนวโน้มของการงอกที่สูงขึ้น และเมล็ดพืชอีกหลายชนิดที่ได้รับการฉายพลาสมา เช่น ฟ้ายะลวยโจรข้าวสาลี ปวยเล้ง (Tong *et al.*, 2014 และ Dobrin *et al.*, 2015; Ji *et al.*, 2016) และเมล็ดดอกคำฝอยที่ผ่านการฉายพลาสมามีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ (Dhayal, 2006)

เมื่อพิจารณาความสูงของต้นพบว่าต้นที่ได้รับการฉายพลาสมามีความสูงมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับการฉายพลาสมา คือ 3.83 ± 0.73 , 4.30 ± 0.45 , 4.30 ± 0.10 , 3.40 ± 0.70 เมื่อได้รับการฉายพลาสมาที่อุณหภูมิ 40, 80 และ 100 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับการฉายพลาสมา ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการฉายพลาสมาสามารถเร่งการเจริญเติบโตของต้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการทำลายชั้นเซลล์บริเวณเปลือกหุ้มเมล็ดผักบุ้ง ส่งผลให้น้ำสามารถซึมผ่านเข้าสู่เมล็ดรวดเร็วขึ้น จึงส่งผลต่อกลไกการควบคุมการงอกและการเจริญเติบโตที่ยืดยาวของฮอร์โมนจิบเบอเรลลินที่เร็วขึ้น มีการทดลองจำนวนมากที่พบว่าการยืดยาวของต้นอ่อนเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน โดย Balaguera-Lopez และคณะ (2009) แชนเมล็ดมะเขือเทศในสารละลายจิบเบอเรลลิน พบว่าต้นอ่อนมะเขือเทศใช้ระยะเวลาในการยืดยาวของลำต้น (sprouting time) ลดลง ซึ่งหมายถึงต้นอ่อนที่ได้รับการสารละลายจิบเบอเรลลินมีลำต้นยืดยาวมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับ โดยความสูงที่เพิ่มขึ้นอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการแบ่งเซลล์ (cell division change)

ส่วนของความยาวราก พบว่าเมล็ดที่ได้รับการฉายพลาสมาทุกการทดลองมีความยาวรากที่สั้น

ลงกว่าต้นควบคุมทุกการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Bachelard (1968) ที่พบว่าฮอร์โมนจิบเบอเรลลินมีผลต่อการสั้นลงของความยาวรากในต้นอ่อนยูคาลิปตัส การฉายพลาสมาจึงอาจเกี่ยวเนื่องโดยตรงหรือโดยอ้อมกับการเจริญเติบโตของต้นอ่อนผักบุ้งเนื่องจากฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน

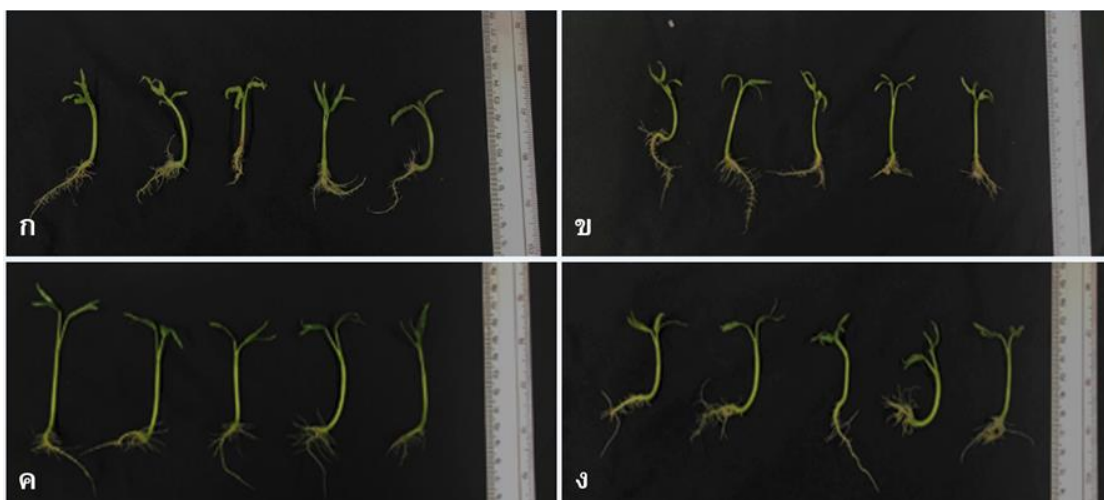
เมื่อพิจารณาความเขียวใบ พบว่าต้นที่ได้รับการฉายพลาสมามีความเขียวใบที่เพิ่มขึ้นกว่าปกติคือ เมล็ดที่ได้รับการพลาสมาที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีความเขียวใบเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 36.00 ± 1.00 รองลงมา คือ เมล็ดที่ได้รับการพลาสมาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีความเขียวใบ 33.67 ± 1.52 ซึ่งต่างจากเมล็ดที่ไม่ได้รับการฉายพลาสมา มีความเขียวใบเฉลี่ยเพียง 31.36 ± 0.55 ความเขียวของใบเลี้ยงที่เพิ่มขึ้นในระยะเวลาการเจริญเติบโตที่สั้น คือ 7 วัน อาจไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่อาจเกิดจากพลาสมาไปกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน แล้วส่งผลต่อการเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของ hydrolytic enzyme ในเอนโดสเปิร์มของเมล็ด ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นการย่อยสลายสารอาหารสำหรับให้ต้นอ่อนใช้ในการเจริญเติบโต (Gupta and Chakrabarty, 2013) ใบเลี้ยงจึงมีสีเขียวเพิ่มขึ้น

เมื่อวัดวิตามินซีในต้นอ่อนที่มีอายุ 7 วัน ซึ่งอยู่ในระยะที่เก็บเกี่ยวต้นอ่อนพร้อมรับประทาน พบว่าปริมาณวิตามินซีของต้นอ่อนจากเมล็ดที่ได้รับการฉายพลาสมามีปริมาณสูงขึ้นจากเดิม ซึ่งต้นอ่อนจากเมล็ดที่ได้รับการฉายพลาสมาที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีวิตามินซีเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 530.00 ± 8.71 มก./กก.น.สด รองลงมา คือ ต้นอ่อนจากเมล็ดที่ได้รับการฉายพลาสมาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีวิตามินซี 514.67 ± 11.00 มก./กก.น.สด และต้นอ่อนจากเมล็ดที่ไม่ได้รับการฉายพลาสมามีวิตามินซีเพียง 432.00 ± 10.58 มก./กก.น.สด

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความงอก ความสูงต้น ความยาวราก ความเขียวใบ และปริมาณวิตามินซีของต้นอ่อน ผักบุ้งที่อายุ 7 วัน

อุณหภูมิของ พลาสมา	ความงอก (%)	ความสูง (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)	ความเขียวใบ (spad unit)	วิตามินซี (มก./กก.น.สด)
ไม่ฉาย	85.00±6.21	3.40±0.70	5.98±1.80	31.36±0.55 ^b	432.00±10.58 ^c
40 °C	89.00±3.82	3.83±0.73	5.30±1.37	30.96±1.05 ^b	514.67±11.00 ^a
80 °C	89.00±9.86	4.30±0.45	3.96±1.51	36.00±1.00 ^a	530.00±8.71 ^a
100 °C	90.00±4.32	4.30±0.10	5.67±1.27	33.67±1.52 ^{ab}	463.00±11.00 ^b
F-test	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	7.37	14.14	28.77	3.29	1.88

^{a, b} = ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรไม่เหมือนกันในแนวเดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %; * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$; ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



รูปที่ 1 ลักษณะของต้นผักบุ้งอ่อนที่อายุ 7 วัน ที่ได้รับการฉายพลาสมาที่อุณหภูมิต่าง ๆ (ก) ไม่ได้รับการฉายพลาสมา (ข) ฉายพลาสมาที่ 40 องศาเซลเซียส (ค) ฉายพลาสมาที่ 80 องศาเซลเซียส และ (ง) ฉายพลาสมาที่ 100 องศาเซลเซียส

ลักษณะสุขภาพของต้นอ่อน พบว่าลักษณะต้นที่ตั้งตรง ยาว อวบอ้วน เหมาะแก่การรับประทาน คือ ต้นอ่อนที่มาจากเมล็ดที่ได้รับการฉายพลาสมาที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (รูปที่ 1ข) และที่สำคัญคือ ความยาวรากยังสั้นอีกด้วย

4. สรุป

การฉายพลาสมาให้เมล็ดผักบุ้งจีนสำหรับใช้ในการเพาะต้นอ่อนเพื่อรับประทาน พบว่าอุณหภูมิที่มีแนวโน้มเหมาะสมในการฉายพลาสมา คือ 80 องศาเซลเซียส เนื่องจากต้นอ่อนที่ได้มีรากสั้น ลำต้นสูง ใบมีสีเขียวเข้ม และปริมาณวิตามินซีสูง

5. รายการอ้างอิง

- ชานนท์ มณีรัตน์, ภาณุมาศ ฤทธิไชย และเยาวพา จิระเกียรติกุล, 2556, ผลของการ priming ด้วย salicylic acid และ folic acid ต่อความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบั้งจีน, ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 21(6): 511-519.
- มณีรัตน์ สิงห์บุญลย์, ภาณุมาศ ฤทธิไชย, เยาวพา จิระเกียรติกุล และนพพร พูลยรัตน์, 2561, ผลของพลาสมาแบบไดอิเล็กทริกแบริเออร์ดิสชาร์จต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม (*Lactuca sativa*), ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 26(5): 815-821.
- นุชกานต์ศิลป์ ประสิทธิ์, 2555, ผลของ salicylic acid ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพริกชี้หนู (*Capsicum annum* L.), ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี, 24 น.
- Ahmad, I., Khaliq, T., Ahmad, A., Basra, S.M.A., Hasnain, Z. and Ali, A., 2012, Effect of seed priming with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide on emergence, vigor and antioxidant activities of maize, Afr. J. Biotechnol. 11: 1127-1132.
- Bachelard, E.P., 1968, Effects of seed treatments with gibberellic acid on subsequent growth of some Eucalypt seedling, New Phytol. 67: 595-604.
- Bailly, C., 2004, Active oxygen species and antioxidants in seed biology, Seed Sci. Res.14: 93-107.
- Balaguera-Lopez, H.E., Cardenas-Hernandez, J.F. and Alvarez-Herrera, J.G., 2009, Effect of gibberellic acid (GA3) on seed germination and growth of tomato (*Solanum lycopersicum*), Acta Hort. 821: 141-148.
- Burguieres, E., McCue, P., Kwon, Y.I. and Shetty, K., 2007, Effect of vitamin C and folic acid on seed vigour response and phenoliclinked antioxidant activity, Biores. Technol. 98: 1393-1404.
- Copeland, L.O. and McDonald, M.B., 1995, Principles of Seed Science and Technology, 3rd Ed., Chapman & Hall, New York, 409 p.
- 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.
- 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.
- Ghoohestani, A., Gheisary, H., Zahedi, M. and Dolatkhahi, 2012, Effect of seed priming of tomato with salicylic acid, ascorbic acid and hydrogen peroxide on germination and plantlet growth in saline conditions, Int. J. Agro. Plant Prod. 3: 700-704
- Goel, S., 2012, Effect of salicylic acid on growth and oxidative metabolism of *Brassica jancea* and *Trigonella foenumgraceum* under cadmium and lead stress, Plant Arch. 12: 173-180.
- Gupta, R. and Chakrabarty, S.K., 2013, Gibberellic acid in plant, Plant Signal Behav. 8(9): e25504.
- ISTA, 2007, International Rules for Seed Testing,

- International Seed Testing Association, Bassersdorf.
- Jam, B.J., Shekari, F., Azimi, M.R. and Zangani, E., 2012, Effect of priming by salicylic acid on germination and seedling growth of safflower seeds under CaCl₂ stress, Int. J. Agric. Res. Rev. 2: 1097-1105.
- 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 hysiological activities in spinach, Arch. Biochem. Biophys. 605: 117-128.
- Khan, H.A., Pervez, M.A., Ayub, C.M., Ziaf, K., Balal, R.M., Shahid, M.A. and Akhtar, N., 2009, Hormonal priming alleviates salt stress in hot pepper (*Capsicum annuum* L.), Plant Soil Environ. 28: 130-135.
- Raymond, A.T.G., 2009, Vegetable Seed Production, 3rd Ed., CABI publishing, Rome, 320 p.
- 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.